

<p>Année universitaire : 2020 – 2021</p> <p>Parcours : Transition, Environnement, Agriculture, Milieux</p> <p>Option de spécialisation : Sol, Eau, Hydrosystèmes</p>	<p><b>Mémoire de fin d'études : ANNEXES</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> d'ingénieur d'AGROCAMPUS OUEST (École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage), école interne de L'institutAgro (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</li><li><input checked="" type="checkbox"/> de master d'AGROCAMPUS OUEST (École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage), école interne de L'institutAgro (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</li><li><input type="checkbox"/> de Montpellier SupAgro</li><li><input type="checkbox"/> d'un autre établissement</li></ul>
--	--

## **Projet de valorisation d'un espace naturel et mégalithique : étude de la relation sol-végétation et des potentialités de restauration de milieux**

Par : Kevin DE LANGENHAGEN



**Soutenu à Rennes, le 20/09/2021**

**Devant le jury composé de :**

Président : Didier MICHOT

Maîtres de stage : Franck DANIEL, Jean-Louis BELLONCLE, Emmanuelle MORIN

Enseignants référents : Christian WALTER, Jacques HAURY

Autres membres du jury (Nom, Qualité) :

Bernard CLEMENT, Phytosociologue et Maître de conférences en écologie végétale à l'Université de Rennes 1

*Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST*

Le présent contrat ne concerne que les mémoires de fin d'études des cursus de formation d'AGROCAMPUS OUEST, déposés suite à la soutenance dans leur version validée par le jury. La diffusion de ces mémoires est conditionnée au visa du responsable de spécialisation/ option, garantissant la prise en compte de l'avis du jury.

## **Article 2**

L'auteur autorise AGROCAMPUS OUEST à diffuser le mémoire sur le site Internet de l'établissement ou sur les plateformes choisies par AGROCAMPUS OUEST en conformité avec la fiche de diffusion correspondante. Le présent contrat a pour objet de permettre à AGROCAMPUS OUEST de diffuser le mémoire dans le respect des droits de propriété intellectuelle de son auteur. Le présent contrat n'implique pas l'obligation pour AGROCAMPUS OUEST de faire usage de l'autorisation qui lui est donnée. La diffusion effective, tout comme son éventuelle suppression, n'implique en aucun cas une appréciation au bénéfice de l'auteur ou des tiers et n'est pas source de responsabilité à l'égard des tiers.

## **Article 3**

L'auteur demeure responsable du contenu de son œuvre. L'auteur garantit à AGROCAMPUS OUEST qu'il détient tous les droits nécessaires à la diffusion de son œuvre, en particulier les autorisations écrites des titulaires des droits sur les œuvres reproduites, partiellement ou intégralement. En cas de non-respect de cette clause, AGROCAMPUS OUEST se réserve le droit de refuser, suspendre ou arrêter la diffusion des parties du mémoire intégrant des documents ou parties de documents pour lesquels les droits de reproduction et de représentation n'auraient pas été acquis.

AGROCAMPUS OUEST ne pourra être tenu responsable de représentations illégales de documents, pour lesquels l'auteur n'aurait pas signalé qu'il n'en avait pas acquis les droits.

## **Article 4**

L'auteur pourra à tout moment retirer l'autorisation de diffusion qu'il accorde par le présent contrat. Pour cela, il devra en aviser formellement AGROCAMPUS OUEST par lettre recommandée avec accusé de réception. AGROCAMPUS OUEST aura alors l'obligation de retirer l'œuvre lors de la plus prochaine actualisation du site de l'établissement et du portail documentaire.

## **Article 5**

L'auteur autorise AGROCAMPUS OUEST à procéder, le cas échéant, au reformatage de son mémoire en vue de l'archivage, de la diffusion ou de la communication dans le respect des autorisations de diffusion définies par lui précédemment.

## **Article 6**

Les autorisations de diffusion données à AGROCAMPUS OUEST n'ont aucun caractère exclusif et l'auteur conserve toutes les autres possibilités de diffusion de son mémoire.

## **Article 7**

L'auteur autorise, à titre gracieux, la cession des droits de diffusion, concernant le mémoire qui lui appartient. Cette autorisation, dans la durée maximale définie par le droit patrimonial, est strictement réservée à la diffusion du mémoire à des fins pédagogiques et de recherche.

Fait à Rennes, le 08/10/2021

Pour AGROCAMPUS OUEST,  
Pour La Directrice

L'auteur,



## AVANT-PROPOS

Les annexes contenues dans le présent document sont destinées à compléter l'information du mémoire d'étude associé : « Projet de valorisation d'un espace naturel et mégalithique : étude de la relation sol-végétation et des potentialités de restauration de milieux ». Il est donc recommandé de le consulter préalablement, puisqu'il explicite en détail : contexte et enjeux, problématique et objectifs, démarche méthodologique et résultats.

### *Modifications du document :*

<i>Indice</i>	<i>Date</i>	<i>Description</i>	<i>Rédacteur</i>
0	20/06/2021	Création de la trame et rédaction des pages liminaires	KDL
1	12/07/2021	Modification de la trame, rédaction du rapport	KDL
2	16/08/2021	Modifications pour prise en compte des remarques de l'équipe encadrante	KDL
3	10/09/2021	Version finale	KDL



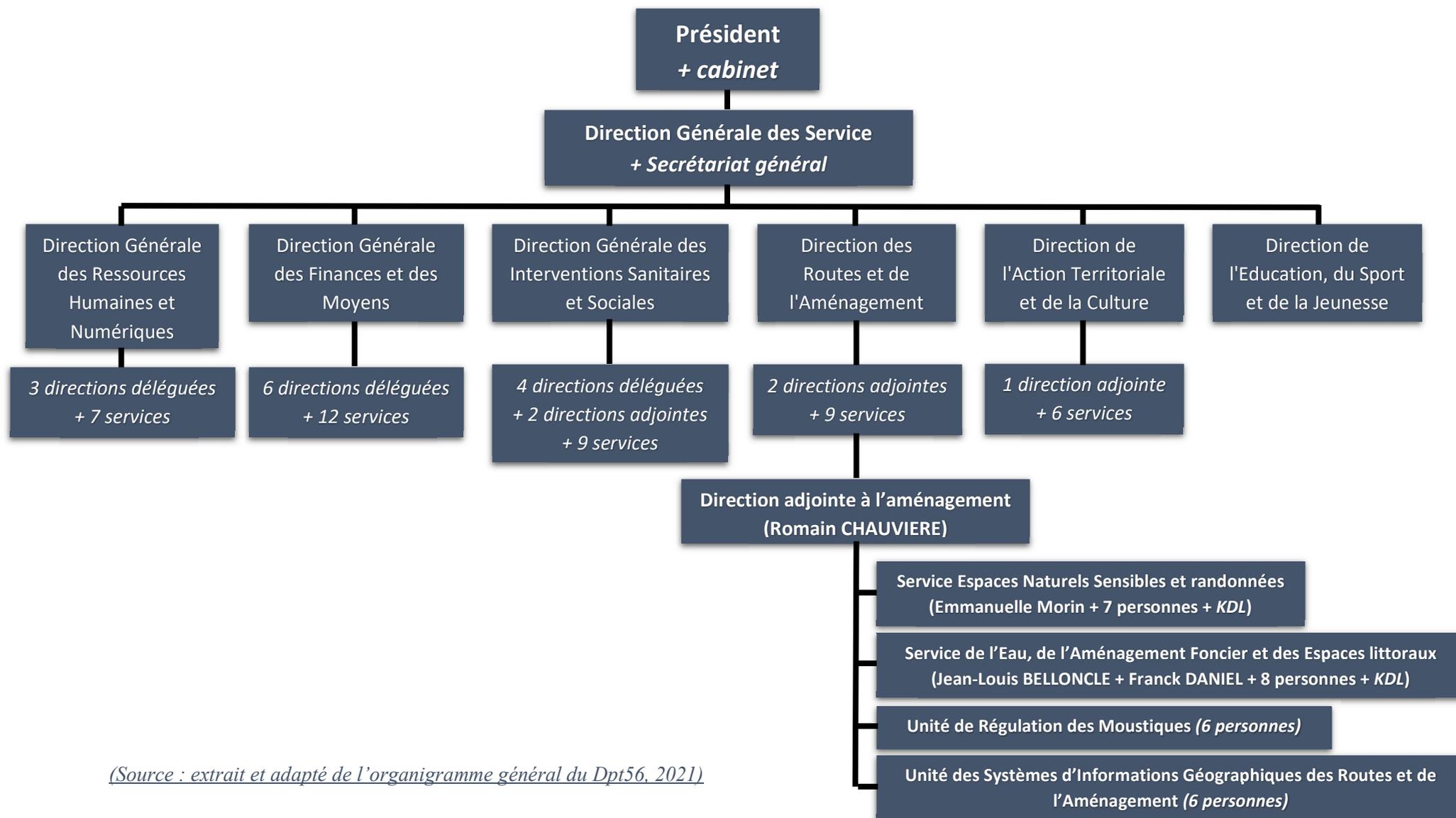
## SOMMAIRE

La liste des documents additionnels, cités dans le corps du rapport d'étude, est la suivante :

<b>ANNEXE I : ORGANIGRAMME SIMPLIFIE DES SERVICES DU DEPARTEMENT DU MORBIHAN.....</b>	<b>1</b>
<b>ANNEXE II : INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LE CADRAGE DE L'ETUDE .....</b>	<b>2</b>
<b>ANNEXE III : CARTE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE.....</b>	<b>7</b>
<b>ANNEXE IV : CARTE DES SOLS DE LA ZONE D'ETUDE EN 1980 .....</b>	<b>8</b>
<b>ANNEXE V : CARTE DE L'OCCUPATION DES SOLS DE 1950-1965 DE LA ZONE D'ETUDE.....</b>	<b>10</b>
<b>ANNEXE VI : MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN DE LA ZONE D'ETUDE .....</b>	<b>11</b>
<b>ANNEXE VII : CARTE DES HABITATS NATURA2000 DE LA ZONE D'ETUDE .....</b>	<b>12</b>
<b>ANNEXE VIII : CARTE DES HABITATS DE LA ZONE D'ETUDE .....</b>	<b>13</b>
<b>ANNEXE IX : PRECISIONS ET DOCUMENTS POUR LA CAMPAGNE DE COLLECTE DES DONNEES TERRAIN.....</b>	<b>14</b>
<b>ANNEXE X : CARTE DES PERIMETRES DE PROTECTIONS ENVIRONNEMENTALES DE LA ZONE D'ETUDE .....</b>	<b>21</b>
<b>ANNEXE XI : COMPLEMENT D'INFORMATIONS SUR LES VOLETS ENVIRONNEMENTAUX DE LA ZONE D'ETUDE .....</b>	<b>22</b>
<b>ANNEXE XII : HISTORIQUE DE LA REGION DE L'ETANG DU VARQUEZ.....</b>	<b>33</b>
<b>ANNEXE XIII : SYNTHESE PHOTOGRAPHIQUE DES TRAVAUX D'ENTRETIENS SUR LA ZONE D'ETUDE.....</b>	<b>38</b>
<b>ANNEXE XIV : RETOURS D'EXPERIENCES D'AUTRES PROJETS MORBIHANNAIS SIMILAIRES .....</b>	<b>40</b>
<b>ANNEXE XV : PHOTOGRAPHIES DES UNITES HOMOGENES DE VEGETATION RENCONTREES.....</b>	<b>47</b>
<b>ANNEXE XVI : COMPLEMENTS CONCERNANT LA DESCRIPTION DES GRANDS TYPES DE SOLS RENCONTREES .</b>	<b>51</b>
<b>ANNEXE XVII : INFORMATIONS SUR L'ANALYSES MULTI-DIMENSIONNELLE .....</b>	<b>64</b>



## Annexe I : Organigramme simplifié des services du Département du Morbihan



*(Source : extrait et adapté de l'organigramme général du Dpt56, 2021)*

## Annexe II : Informations complémentaires sur le cadrage de l'étude

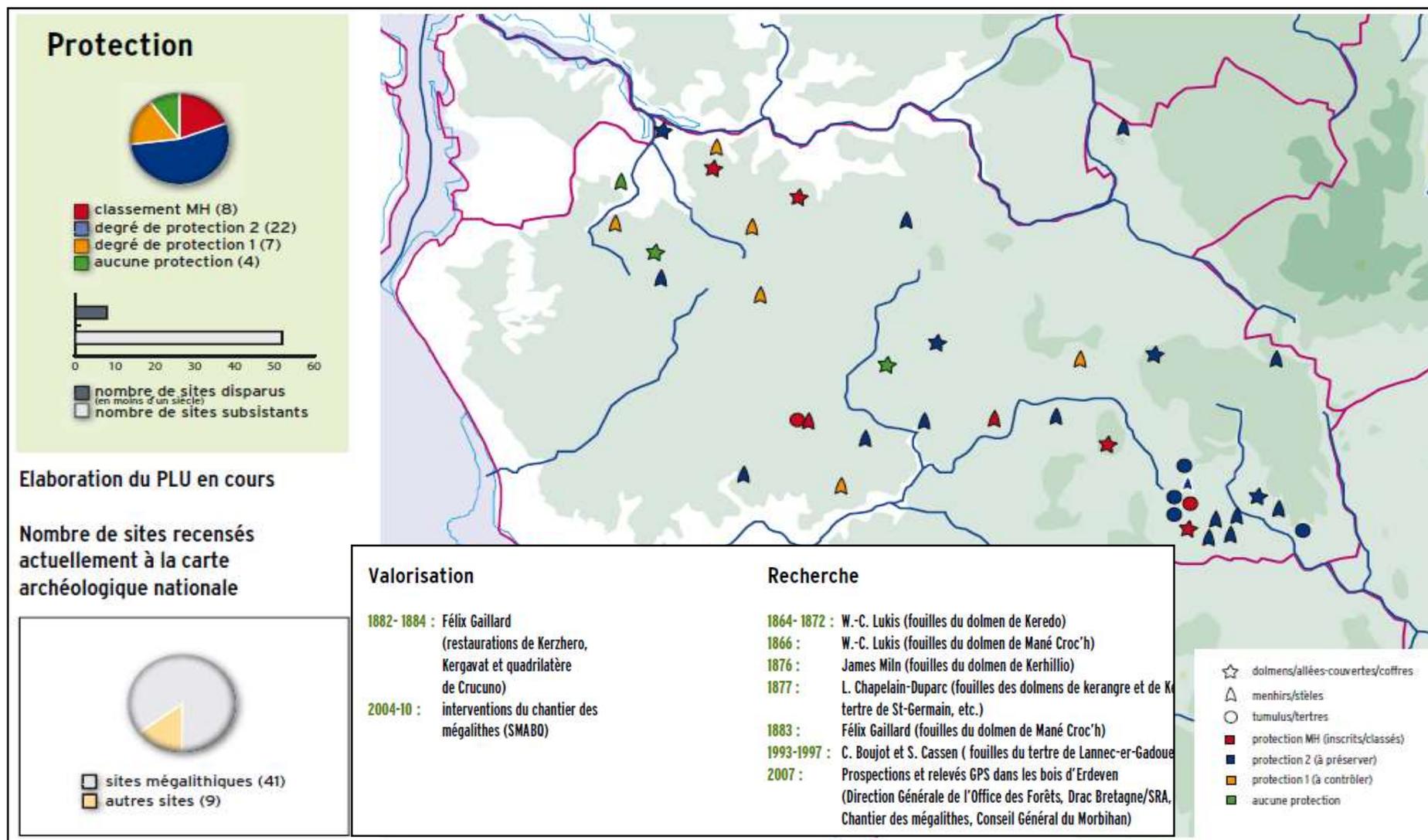


Figure 1 : Fiche « Erdeven » du projet de candidature UNESCO

(Source : extrait du projet de candidature UNESCO des paysages mégalithiques de Carnac et des rives du Morbihan, DRAC Bretagne, 2010)

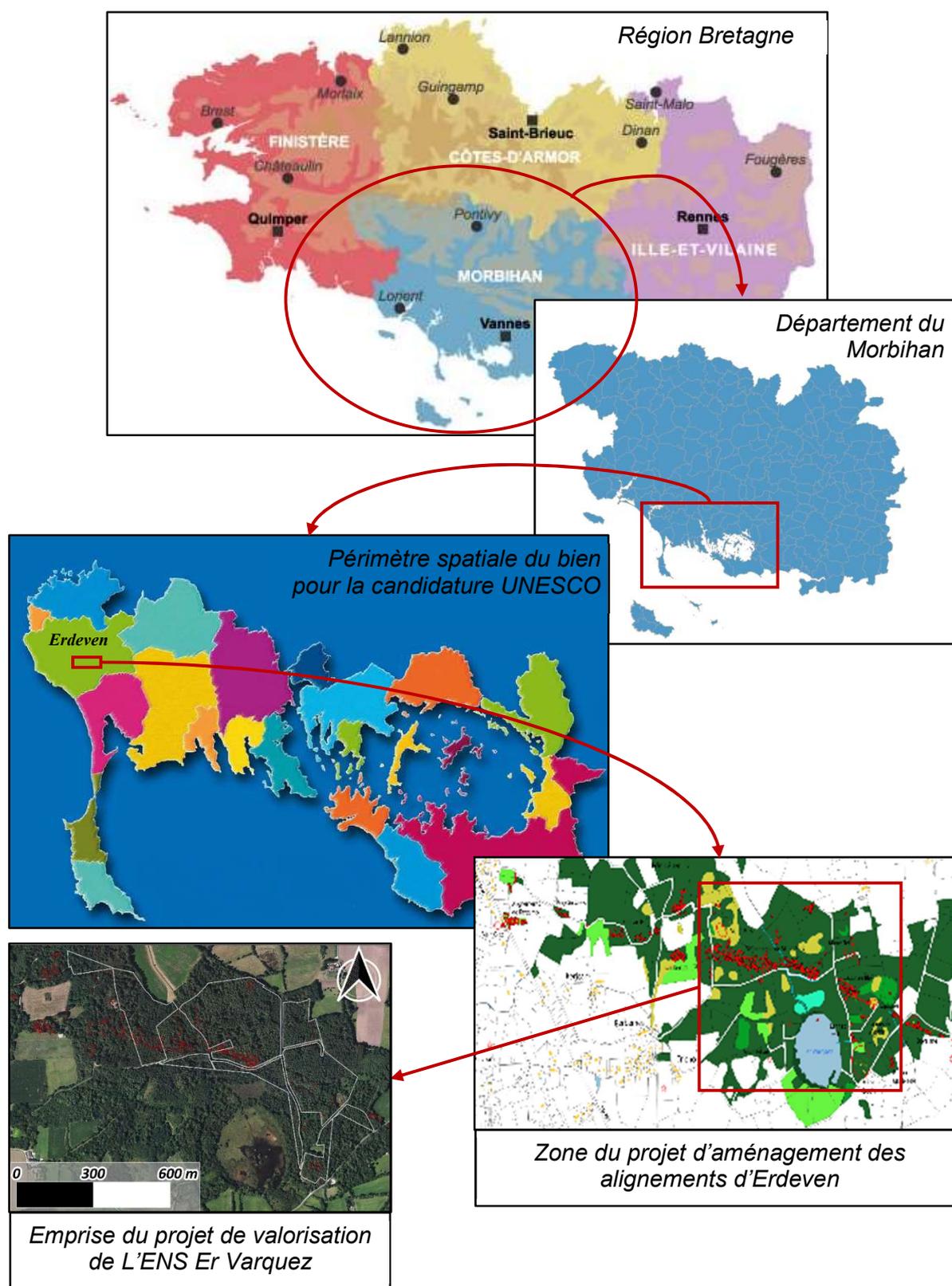
### **Précisions archéologiques**

Les ensembles mégalithiques d'Erdeven étant proches de ceux très connus des alignements de Carnac, ils ont rapidement intéressé les archéologues (inventaires, fouilles, restaurations, etc.) (*Dardignac & Leroux, 2007*). En effet, depuis le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, leurs opérations ne cessent de confirmer que la commune d'Erdeven recèle un patrimoine mégalithique important, bien qu'il fût victime de dégradations et de destructions.

Aujourd'hui, ces ensembles remarquables de menhirs, lieux d'ésotérisme et de pratiques diverses, sont enregistrés sur la base de données archéologique PATRIARCHE (*Delphine Aubin lors d'une visite de l'ENS Er Varquez, 26/04/2021*). On y trouvera notamment des enceintes de menhirs, des dolmens (tombes à couloir), ou encore des tumulus (caveaux sous tertres) (*DRAC Bretagne, 2010*). Des liens physiques et interrelations ont également été détectés entre ces ensembles spectaculaires pour certains, mais discrets et fragiles pour d'autres. C'est ainsi qu'ils sont dorénavant considérés comme des alignements, constituant une diagonale est-ouest, dont l'emprise fait 2,7km depuis le lieux dit de Kerzerho jusqu'à celui de Bovelan.

Par ailleurs, le dernier inventaire de 2007, réalisé par les équipes de l'ONF en partenariat avec la DRAC et le CD56, a été complémentaire à ce travail historique très fourni (*Dardignac & Leroux, 2007*). Il a aussi rappelé la nécessité d'entreprendre des actions de protection, d'entretien et de mise en valeur de ces vestiges, dont certains sont classés « monument historique ». Puis grâce à l'apport des nouvelles technologies numériques, il a donné une vision globale, mais précise, du patrimoine en place (géolocalisation de chaque élément mégalithique, etc.). L'impression de majesté de ces géants dominant les champs alentours, a effectivement été perdue et leur caractère monumental très réduit. Leur lecture étant de plus perturbée à bien des aspects, ces monuments nécessitent donc un aménagement pour retrouver leurs co-visibilités perdues (*De Bonduwe et Luzu, 2017*).

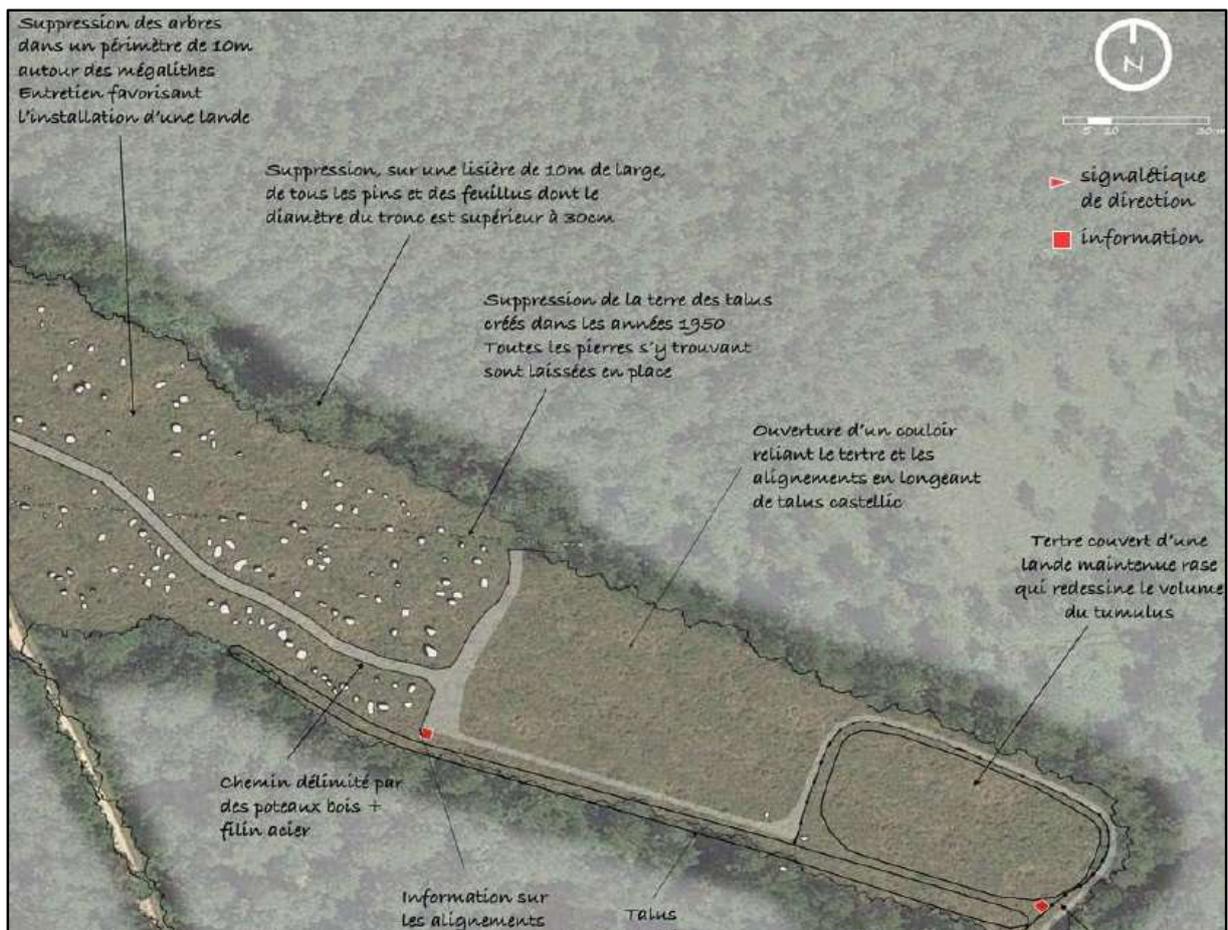
Enfin, des travaux plus récents dans le cadre de la candidature UNESCO, ont confirmé ces informations et enrichi les données collectées sur la zone (*Heddebaux, 2013*). Par exemple, il y a été fait de la télédétection par LIDAR, révélant l'emprise d'une nef plus grande que connue sous Mané Croch (*Delphine Aubin lors d'une visite de l'ENS Er Varquez, 26/04/2021*). Puis l'hétérogénéité de l'état des monuments est également ressortie, avec par exemple des zones habitées mieux entretenues, ou avec l'érosion de certains sols due au piétinement des visiteurs.



*Figure 2 : délimitations des périmètres géographiques de l'étude  
(Source : DRAC Bretagne, 2010 ; De Bonduwe et Luzu, 2017)*



*Figure 4 : photographie aérienne de l'ENS Er Varquez, avec sa forêt et son étang  
(Crédit : JP Ferrand)*

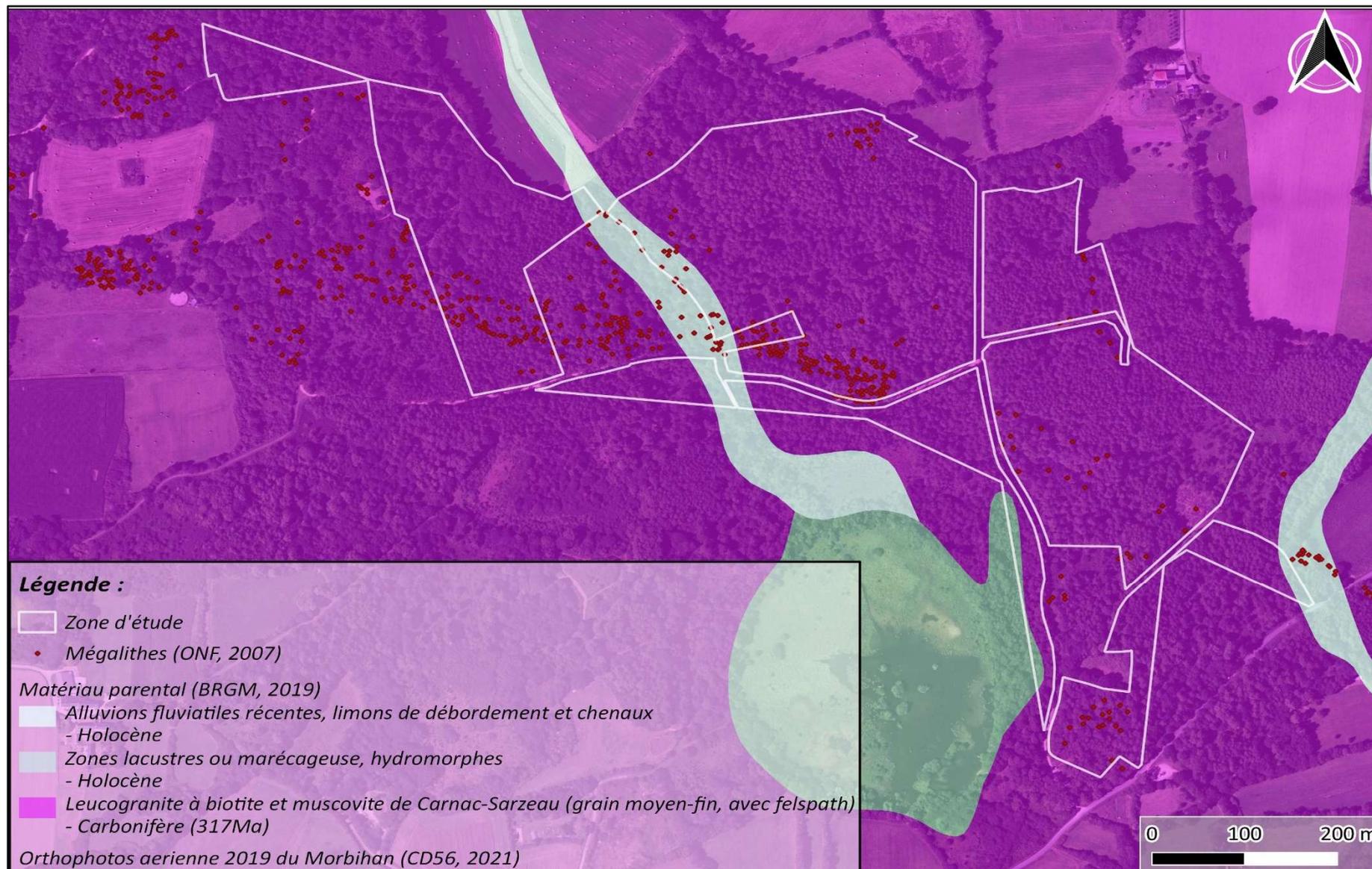


*Figure 3 : extrait de la proposition du bureau d'études paysagères TIRIAD, pour le projet d'aménagement des alignements mégalithiques d'Erdeven ► ouvertures de la végétation autour des mégalithes Lannec Er Gadouer et Coët Er Blei, par la réalisation d'un couloir déboisé faisant ressortir la lande et délimité par une lisière de feuillus (objectif paysagé proche de celui de Carnac)  
(Source : De Bonduwe et Luzu, 2017)*



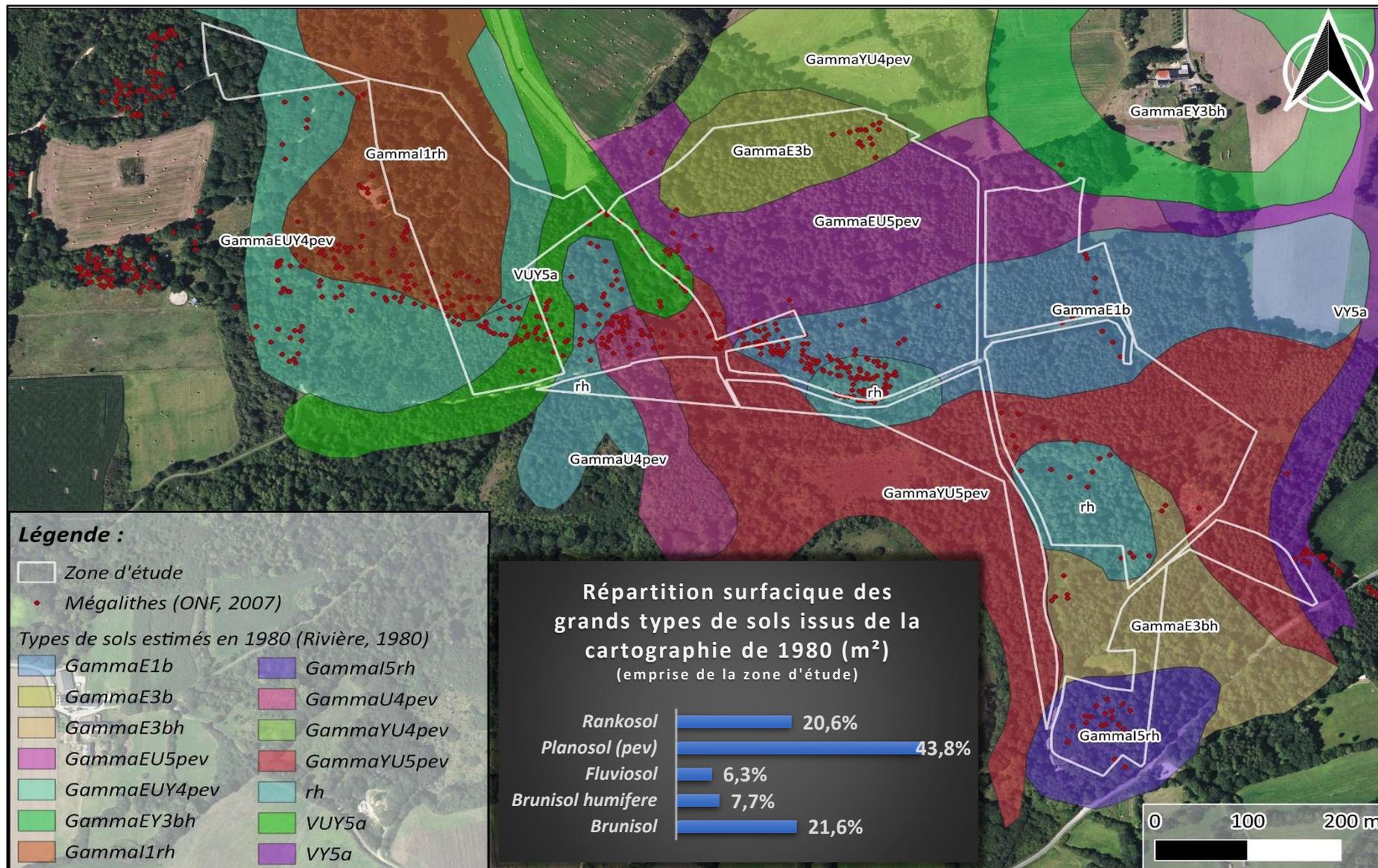
## Annexe III : Carte géologique de la zone d'étude

(Source : extrait de la base de données CHARM-50, BRGM Infoterre, 2019)



## Annexe IV : Carte des sols de la zone d'étude en 1980

(Source : extrait photo-interprété et numérisé de la carte à main levée des sols d'Auray, J-M. RIVIERE, 1980)



<b>Elément de code</b>	<b>Signification</b>
<i>Gamma</i>	Roche mère granitique
<i>V</i>	Alluvions
<i>U</i>	Texture Argile Sable
<i>E</i>	Texture Limon Sable
<i>Y</i>	Texture Sable Argile
<i>I</i>	Texture Sable Limon
<i>1</i>	Hydromorphie absente
<i>3</i>	Hydromorphie présente avec pseudo-gley > 40 cm de profondeur
<i>4</i>	Hydromorphie présente avec pseudo-gley < 40 cm de profondeur
<i>5</i>	Hydromorphie présente avec pseudo-gley < 40 cm de profondeur voir en surface
<i>b</i>	Sol brun
<i>bh</i>	Sol brun humifère (fréquent en zone côtière avec MO entre 5 et 8% jusqu'en profondeur, signifiant une minéralisation naturelle très lente et non par apports de fumier)
<i>pev</i>	Sol peu évolué (sans lessivage même si la texture le rappelle, signifiant que l'argile est un autre matériau issu d'un ancien sol méditerranéen à tropical, aujourd'hui appelé planosol)
<i>rh</i>	Sol type ranker humifère très peu épais avec imprégnation de MO
<i>a</i>	Sol d'apports actuels d'alluvions éoliens des dunes, des rivières ou de la mer

*Tableau 1 : nomenclature de la codification de la carte des sols de 1980 de la zone d'étude (Source : J-M RIVIERE, 1980)*

*Nota bene : Carte non répertoriée car non finalisée à l'époque, mais relevés manuels très détaillés, quoique difficiles à lire sur l'exemplaire brut. Par ailleurs, il y a eu entre temps un changement de langage via l'évolution de la réglementation française de pédologie, avec notamment des pseudo-gleys qui sont maintenant appelés horizons rédoxiques et des gleys appelés horizons réductiques.*

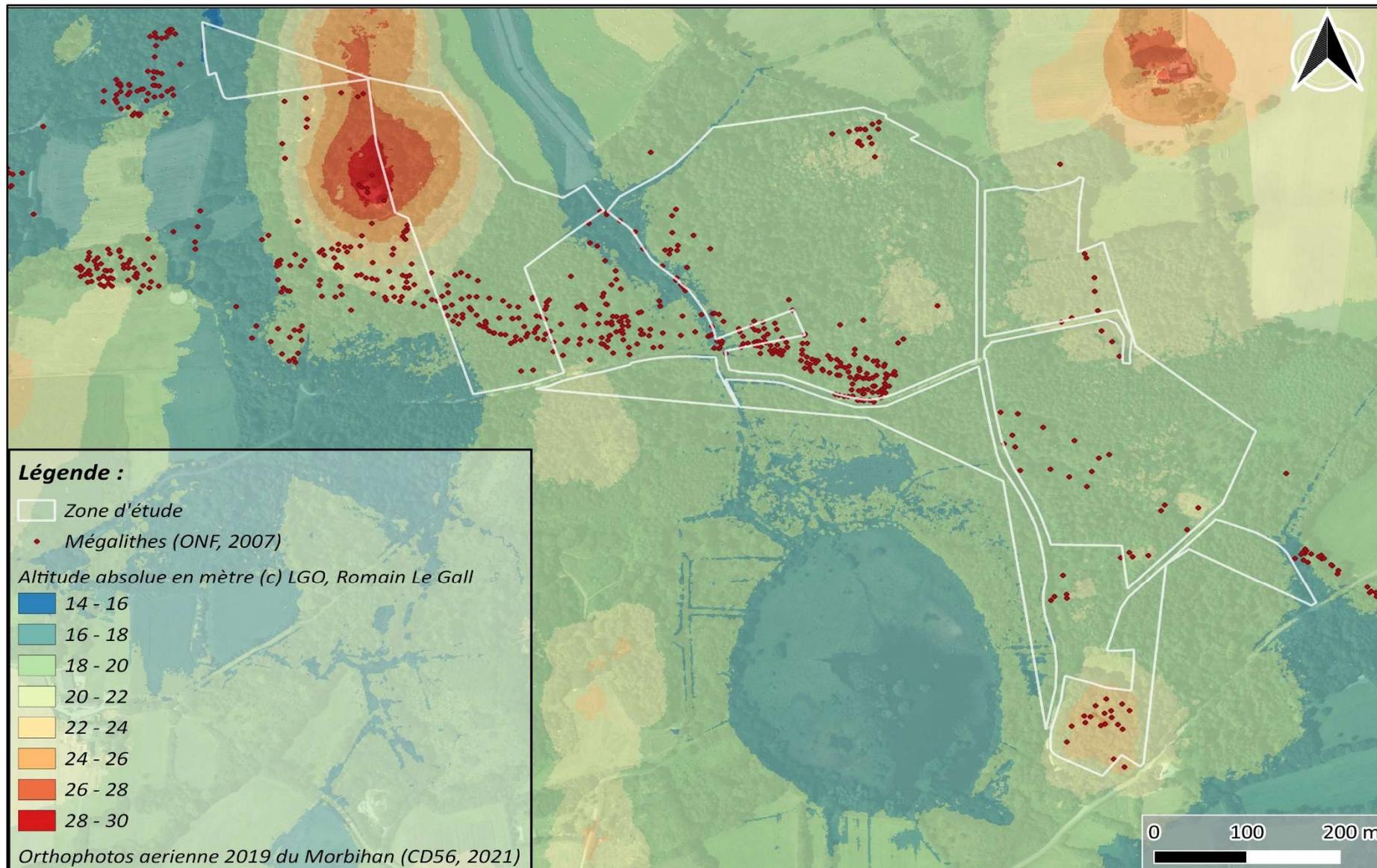
## Annexe V : Carte de l'occupation des sols de 1950-1965 de la zone d'étude

(Source : extrait photo-interprété et numérisé d'une photographie aérienne issue de la BdD ORTHO HISTORIQUE de 1950-1965, IGN, 2018)



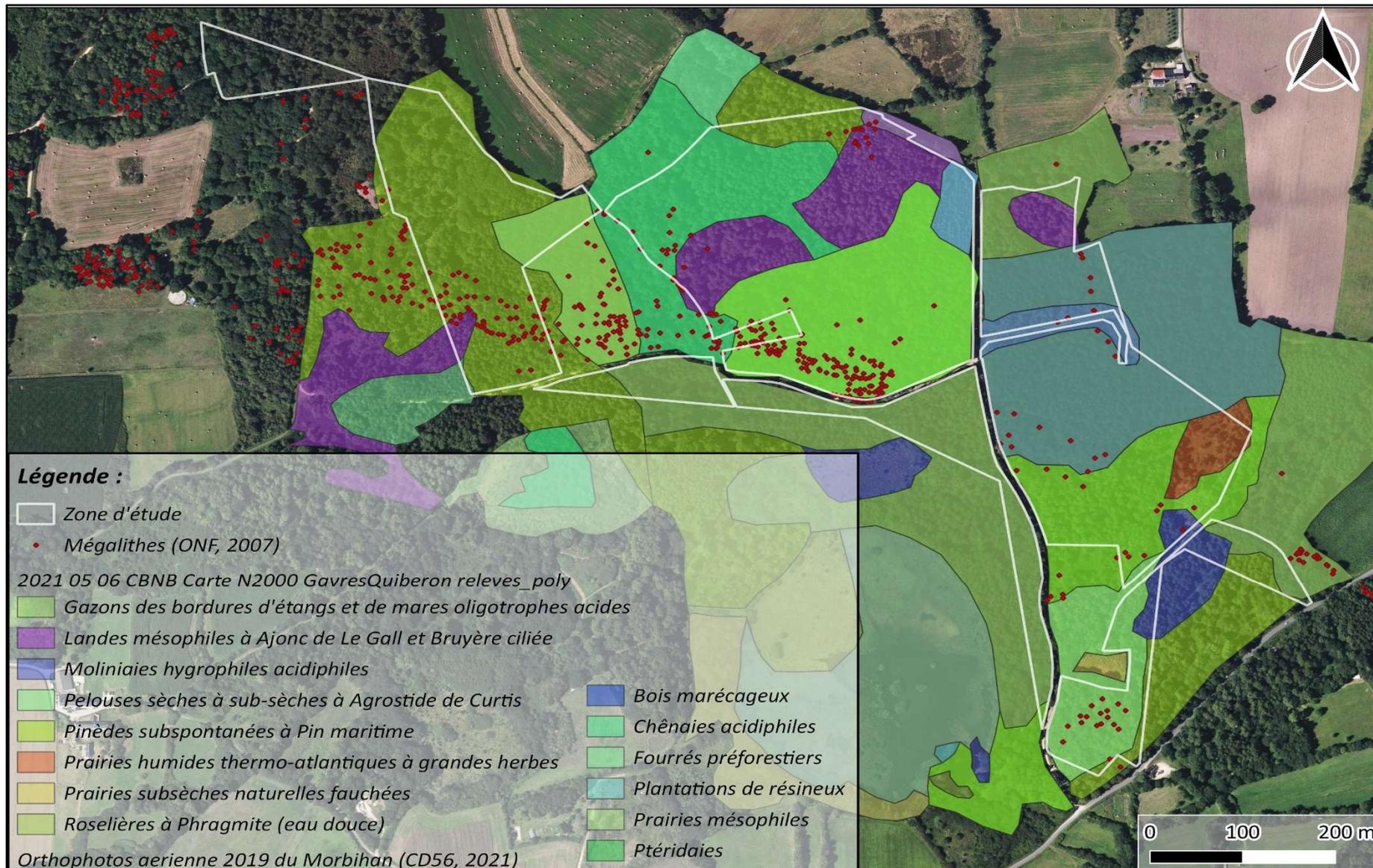
## Annexe VI : Modèle numérique de terrain de la zone d'étude

(Source : extrait de la BdD numérique RGE ALTI 1m, (c) Laboratoire Géosciences Océan, Romain Le Gall, données IGN, 2017)



## Annexe VII : Carte des habitats Natura2000 de la zone d'étude

(Source : extrait des données numériques issues de la BdD numérique Base d'Information Géographique (BIG) HABITATS, (c) CBNB, Bougault C, 2016)



## Annexe VIII : Carte des habitats de la zone d'étude

(Source : extrait de l'inventaire et cartographie de la flore et des habitats de végétation, C. Blond, 2016)







**l'institut Agro**  
agriculture • alimentation • environnement



## Fiche de description de la végétation

**INFORMATIONS DIVERSES**

**Projet concerné :** Valorisation ENS Varquez  
**Commanditaire de l'étude :** Conseil Départemental du Morbihan  
**Adresse du site d'observations :** lieu-dit Er Varquez, route de Crucuno - 56410 Erdeven

**DONNEES PONCTUELLES DE L'OBSERVATION**

**Identifiant :** EVE\_Vege\_                      **Date (jj/mm/aaaa) :**     /     / 2021  
**Coordonnées GPS :** Lat =                      ; Long =                      ; Précision (m) =  
**Ou numéro de repère sur carte / ortho-photo aérienne au 1/5000ème :**  
**Observateur réalisant le relevé :**  
**Numéro de photo témoin :**

**DONNEES STATIONNELLES DU RELEVÉ**

**Surface du relevé (m<sup>2</sup>) :**                      **Et / Ou dimensions (m) :**  
**Description floristico-écologique du milieu :**

**Physionomie du milieu :**     forêt     fourré     fourré nain  
    végétation herbacée     végétation bryo-lichénique     végétation aquatique

**Morphologie / Topographie :**     plat / replat     pente     creux / dépression  
    fond de vallon     escarpement     bosse / sommet

**Position dans le versant :**  haut     mi-hauteur     bas     talus

**Pente (°) :**                      **Altitude (m) :**

**Exposition :**  N     NE     E     SE     S     SO     O     NO     indifférente

**Luminosité :**  lumière     mi-ombre     ombre

**Maturité :**     juvénile     mature     senescent

**Commentaires (marqueurs de gestion / d'actions biotiques / autres) :**

**Contact dynamique :**  
**Contact écologique :**

Document inspiré et adapté de la « Fiche de relevé phytosociologique » du programme « Connaissance des habitats du territoire d'agrément », Conservatoire Botanique National de Brest (Delassus, 2015 ; Laurent et al, 2015)

Figure 6 : fiche de description de la végétation, pour chaque point échantillonné - recto  
(Source : adaptée de la « Fiche de relevé phytosociologique » du programme « Connaissance des habitats du territoire d'agrément » ; Delassus, 2015 ; Laurent et al, 2015)



### ***Précisions relatives aux informations annotées***

- Maturité = état de maturité ou de développement dans lequel l'unité de végétation homogène se trouve (prévention des biais liés aux zones transitoires de succession / régression / dégénération / régénération). Il s'agira d'une zone juvénile non saturée en espèces (absence d'individus matures / sénescents) ; ou d'une zone mature saturée en espèces (présence individus juvéniles / matures / sénescents), avec individus des espèces dominantes bien développés et accomplissent leur cycle de vie complet ; ou encore d'une zone sénescence non saturée en espèces (absence d'individus juvéniles), avec individus des espèces dominantes moribonds voire morts ;
- Commentaires = texte libre complémentaire aux informations figurant dans le reste du document, concernant des indices / marqueurs qui apporterait une aide à leur interprétation. Il peut s'agir de préciser une influence d'origine anthropique (inconnue / aucune / culture / pâturage / fauche / curage / extraction de sol / tourisme / randonnée), ou d'actions biotiques animales, de colonisation par une espèce invasive, etc. ;
- Contact dynamique = végétation en contact de la zone relevée, c'est-à-dire à moins de 25m, se développant dans les mêmes conditions écologiques mais précédant ou succédant la zone dans sa dynamique. Indiquer le groupement phytosociologique correspondant ;
- Contact écologique = végétation en contact de la zone relevée, c'est-à-dire à moins de 25m, se développant dans un contexte écologique différent (peut être à la lié topographie, l'humidité, la géologie et le type de roches mère, etc..). Indiquer la description floristico-écologique correspondante.

### ***Précautions particulières relatives aux mégalithes présents sur la zone d'étude***

Qu'ils soient dressés ou couchés, les enjeux de conservation des ensembles mégalithiques (patrimoine archéologique), impliquaient une certaine prudence dans cette campagne de terrain. Cela s'est traduit par la génération et l'application de règles, prises en compte aussi bien à l'échantillonnage, que par la suite durant la campagne terrain. Ces points d'attention et le plan d'échantillonnage ont été validés par le Service Régional d'Archéologie (C. BOUJOT).

Par conséquent, les précisions méthodologiques ci-dessous ont été formalisées pour éviter toute opération à proximité d'un quelconque mégalithe :

- La faible densité d'échantillonnage à l'échelle d'un hectare (4 trous / ha maximum), permettait de trouver facilement des zones à sonder qui étaient dépourvues de mégalithes ;
- Les points échantillonnés ont été décalés de quelques mètres par défaut sur le plan, par rapport aux mégalithes géolocalisés dans l'inventaire ONF / SRA réalisé en 2007 (données SIG utilisées) (*Dardignac et Leroux, 2007*) : la présence d'une fosse de calage en dessous et autour d'un mégalithe (pierres + terre sur un rayon variable de quelques mètres), biaiserait le sondage qui deviendrait alors inexploitable ;
- Un décalage de quelques mètres du sondage pédologique était fait lorsqu'un mégalithe, non localisé sur SIG et à proximité d'un sondage à la tarière, était repéré. Les prélèvements ayant suivi la même consigne d'éloignement (cf. §4) ;
- La présence d'une personne du service archéologique du département du Morbihan était prévue lors de cette phase, afin d'accompagner les sondages pédologiques.

## Fiche de description des sols

### INFORMATIONS DIVERSES ET DONNEES PONCTUELLES DE L'OBSERVATION

**Projet concerné :** Valorisation ENS Varquez

**Commanditaire de l'étude :** Conseil Départemental du Morbihan

**Adresse du site d'observations :** lieu-dit Er Varquez, route de Crucuno - 56410 Erdeven

**Identifiant du point échantillonné :** EVE\_Sol\_

**Date du sondage :** / / 2021

**Coordonnées GPS du point sondé :** Lat =

Long =

Précision (m) =

**Ou numéro de repère sur carte / ortho-photo aérienne au 1/5000ème :**

**Opérateur déterminant le profil :**

**Numéro de photo témoin :**

#### Environnement du point sondé :

Morphologie locale	Localisation dans le versant	Pente	Exposition	Météorologie			Caractéristiques hydriques		
				Nature	Intensité	Durée	Régime hydrique	Régime de submersion	
1. Sur une bosse 2. Dans un creux 3. Sur une pente régulière 4. Sur un replat	1. Au bas 2. Au tiers inférieur 3. A mi-hauteur 4. Au tiers supérieur 5. Au sommet	%	N, NE, E, SE, S, SO, O, NO	1. Pluie 2. Sec 3. Sécheresse 4. Variable	1. Faible 2. Moyenne 3. Forte	1. Les jours précédents 2. Les semaines précéd.	1. Saturé en permanence 2. Saturé chaque jour 3. Saturé de manière saison. 4. Humide en perm. 5. Sec de manière saison. 6. Continuellement sec	0. Apparemment jamais 1. De manière saisonnière 2. Chaque jour 3. En permanence	

#### Type d'humus :

1. Mor 1.1 Lithomor ; 1.2 Peyromor ; 1.3 Hydromor ; 1.4. Hemimor ; 1.5 Eu-mor ; 1.6 Humimor
2. Moder 2.1 Lithomoder ; 2.2 Peyromoder ; 2.3 Hydromoder ; 2.4 Hemimoder ; 2.5 Eu-moder ; 2.6 Dysmoder ; 2.7 Humimoder
3. Mull 3.1 Peyromull ; 3.2 Hydromull ; 3.3 Eumull ; 3.4 Mésomull ; 3.6 Oligomull ; 3.7 Dysmull
4. Anmoor
5. Amphimus 5.1 Litho-amphimus ; 5.2 Peyro-amphimus ; 5.3 Eu-amphimus ; 5.4 Dys-amphimus

#### Profil synthétique de sol :

Formes d'humus		Hydromorphie		Prof. d'app.		Code 4 critères				
Epaisseur OL (cm)	Epaisseur OF (cm)	Prof. Appa	Intensité	Hz C	Hz R ou M	Substrat	Hydromorphie	Type de Solum	Profondeur	Type d'humus
			0. Absence 1. Faible 2. moyenne 3. Forte	cm	cm					
Epaisseur OH (cm)	OF zoogène (O/N) OH zoogène (O/N) Horizon A biostructuré (O/N) Horizon A rédoxique (O/N) pH horizon A									

*Figure 8 : feuille de description du profil de sol utilisée pour chaque sondage – recto  
(Source : adapté du Référentiel Régional Pédologique de Bretagne, programme « Sols de Bretagne », Agrocampus Ouest 2015)*

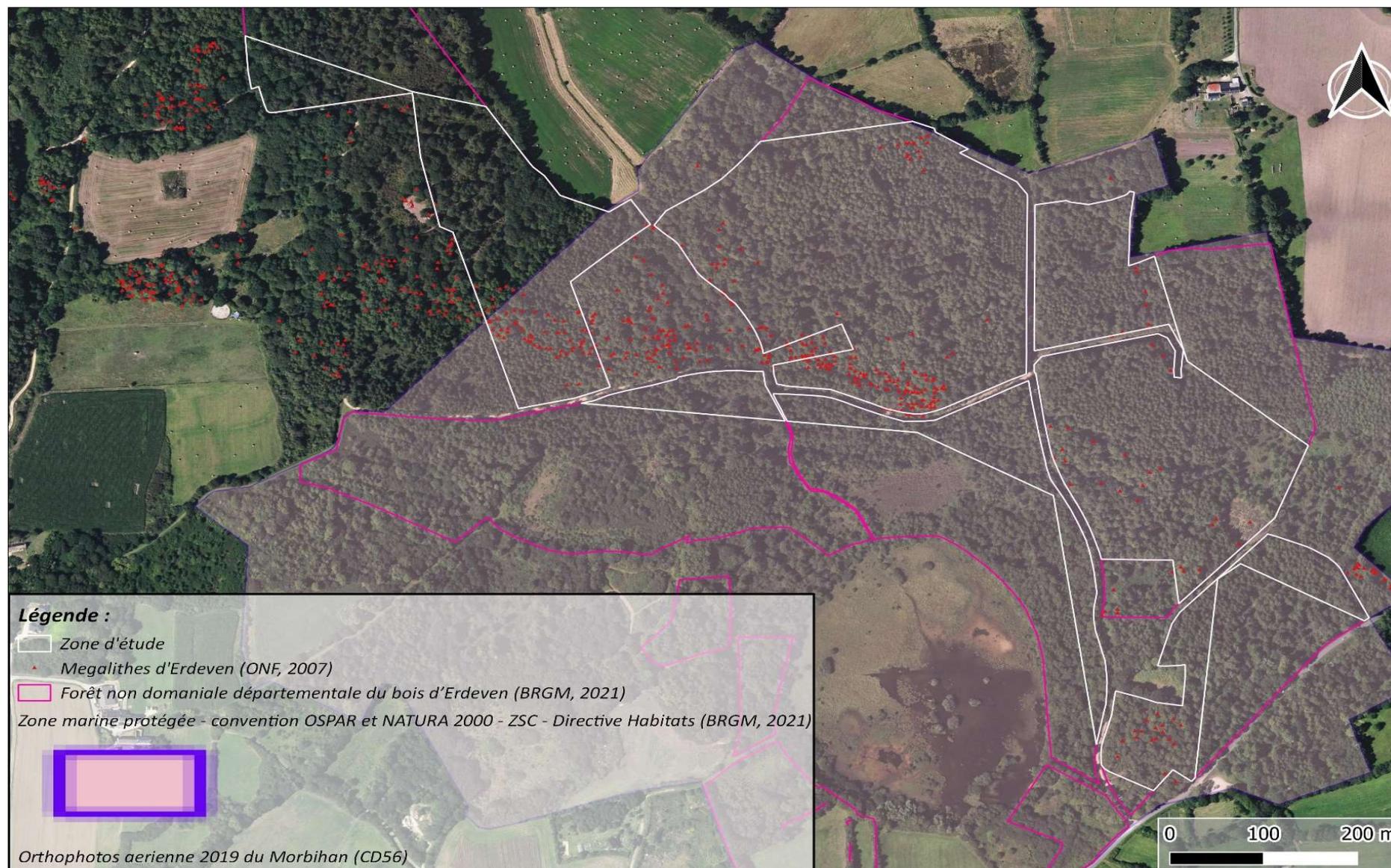


	 agriculture • alimentation • environnement	
<h2>Fiche d'identification d'échantillon de sol</h2>		
<b>INFORMATIONS DIVERSES</b>		
<b>Projet concerné :</b> Valorisation ENS Varquez		
<b>Commanditaire de l'étude :</b> Conseil Départemental du Morbihan		
<b>Adresse du site des prélèvements :</b> lieu-dit Er Varquez, route de Crucuno - 56410 Erdeven		
<b>DONNEES PONCTUELLES DU PRELEVEMENT</b>		
<b>Identifiant :</b> EVE_Vege_	<b>Date (jj/mm/aaaa) :</b>	/ / 2021
<b>Coordonnées GPS :</b> Lat =	; Long =	; Précision (m) =
<b>Ou numéro de repère sur carte / ortho-photo aérienne au 1/5000ème :</b>		
<b>Observateur réalisant le relevé :</b>		
<b>Profondeur de prélèvement :</b> <input type="radio"/> 0-10 cm <input type="radio"/> 20-40 cm		
<b>ANALYSES A REALISER</b>		
<input type="radio"/> Granulométrie <sup>1</sup> + CEC <sup>2</sup> + Cations échangeables <sup>3</sup> + Taux de saturation + Aluminium échangeable par Kcl		
<input type="radio"/> Phosphore extractible <sup>4</sup> + pH eau <sup>5</sup> + ph KCl <sup>5</sup> + Rapport C / N + C organique <sup>6</sup> + N total <sup>7</sup>		
<input type="radio"/> pH eau <sup>5</sup> + ph KCl <sup>5</sup> + Rapport C / N + C organique <sup>6</sup> + N total <sup>7</sup>		
 <b>1 : méthode NFX 31107</b> <b>2 : méthode par chlorure de Cobalt Hexamine NF ISO23470</b> <b>3 : méthode cobaltihexamine NF EN 31-130</b> <b>4 : méthode Dyer NFX 31-160</b> <b>5 : méthode NF ISO 10390</b> <b>6 : méthode par combustion NF 19694 ou 10694</b> <b>7 : méthode NF ISO 13878</b>		

Figure 10 : fiche de renseignements incluse dans chaque sachet à analyser en laboratoire

## Annexe X : Carte des périmètres de protections environnementales de la zone d'étude

(Source : extrait de la base de données Patrimoine naturel de Bretagne du serveur CARMEN, BRGM, 2021a)



## Annexe XI : Complément d'informations sur les volets environnementaux de la zone d'étude

### Volet écosystémique

Premièrement, l'écosystème forestier est en réalité bien plus qu'un ensemble de groupements arborés, bien que ceux-ci soient très structurants, créant ses conditions écologiques propres (microclimat par son ombrage, sa stabilité thermique et hydrique atmosphérique, etc.) (Delassus, 2015). Il s'agit avant tout d'une mosaïque de différentes communautés végétales, récurrentes et correspondantes (forestières et non forestières, d'ourlets internes / externes, de manteaux internes / externes). Ainsi, en lien avec les stations du Vannetais, les espèces végétales étant associées par exigences écologiques, elles forment de multiples stations forestières qui pourraient entre autres, comprendre sur le Varquez des (Colombet, 2006) :

- Stations temporairement engorgées à végétation forestière dominante, avec des ronces émergeant sur d'anciennes parcelles agricoles, se trouvant sur plateau, cuvette légère sur granite, ou encore replats de versants, avec de fortes variations d'humidité saisonnière, une nappe superficielle stagnante appauvrie en oxygène et sensible aux remontées après coupes, une acidité marquée ;
- Stations sèches à végétation forestière dominante, plutôt localisées sur des sommets arrondis ou des replats de versants, avec des sols pauvres et acides, comportant en quantité des éléments grossiers ;
- Stations pauvres bien drainées à végétation pré-forestière dominante, sur plateau ou replat de versant, avec des sols bruns ocreux limoneux et hydromorphes, une acidité élevée et pas de richesse chimique, une Fougère aigle qui devient envahissante (proliférante) sous couvert clair. Ce sont des systèmes en cours de reconstitution naturelle vers des forêts de feuillus avec une flore banale ;
- Stations très pauvres bien drainées à végétation de lande dominante, sur plateau ou replat de versant, avec des sols acides et très pauvres, de type bruns ocreux hydromorphes, issus de l'abandon de l'étrépage, régressant et colonisées par la *Pteridium aquilinum*, menant à évoluer vers la station précédente ;
- Stations temporairement engorgées à végétation de lande dominante, sur plateau ou cuvette légère, avec de fortes variations d'humidité saisonnière, une nappe superficielle stagnante appauvrie en oxygène, une acidité marquée, une pauvreté en acide phosphorique liée à l'étrépage historique des landes ;
- Stations humides à végétation de lande dominante, plus en zones basses d'accumulation d'eau, milieu rare mais impliquant de l'asphyxie, une faible teneur en élément nutritifs et un enracinement superficiel ;
- Stations sèches à végétation de lande dominante, en haut de versant ou forte pente, avec des sols peu épais et sans feuillus dominant ;

Sachant que la palette de conditions écologiques est assez variée sur le site du Varquez, elles semblent correspondre en majorité aux groupes phyto-écologiques du Vannetais ci-dessous :

- Espèces des milieux de lande (Pin maritime, Ajonc d'Europe, Saule rampant, Ajonc nain, Bruyère 4 angles / ciliée, Callune vulgaire, Molinie bleue, Potentille tormentille, Scorsonère des près, etc.) ;
- Espèces des milieux secs à très secs (Bruyère cendrée, Polypode vulgaire, etc.) ;

- Espèces des milieux humides (Saule roux, Fougère femelle / des chartreux, Laîche paniculé / lisse, Gaillet des marais, Renoncule flammette, Oenanthe safranée, Osmonde royale, Violette des marais, joncs, etc.) ;
- Espèce des milieux peu à moyennement acide (Aubépine, Prunelier, Fougère mâle, Houlque molle, Fragon, Lamier jaune, etc.) ;
- Espèces des milieux acides (Poirier sauvage, Houx, Chèvrefeuille, Fougère aigle, Germandrée scorodoine, Laîche à pilules, etc.) ;

Deuxièmement, les landes comme celles présentes sur l'ENS Er Varquez, sont très répandues à travers le monde et présentent souvent des panoramas exceptionnels et sauvages, sur des terres ingrates, des dunes ou falaises du littoral (*Clément, 2003*). Elles façonnent aujourd'hui de multiples paysages et sont même devenues des entités paysagères emblématiques dans certaines régions. Considérées comme climaciques si l'humain n'y est pas encore intervenu, elles sont en relatif équilibre avec leurs conditions naturelles. Leur particularité et donc leur richesse en termes de biodiversité spécifique et génétique, provient de l'environnement défavorable et changeant dans lequel des plantes typiques se développent (*Glemarec et al, 2015*). Malgré une faible diversité floristique qui émerge d'un sol pauvre en cations, cette diversité spécialisée et rare (une partie est classée), augmente en fonction du degré d'ouverture. Les variations de conditions écologiques ont d'ailleurs permis de les classer sur 2 niveaux :

- Les landes primaires (climaciques), sur sols peu profonds, aux pH et niveaux nutritionnels les plus bas, subissant des conditions climatiques défavorables à l'établissement des arbres (vent et salinité du littoral) ;
- Les landes secondaires, plus fréquentes et embarquées dans des dynamiques régressives de fermeture, de substitution ou anthropiques (anciens défrichements de forêts primaires acidiphiles, pratiques agropastorales, incendies, etc.). Ces dernières sont donc très dépendantes de l'action de l'homme, dans leur maintien comme dans leur restauration, mais n'en sont pas moins valorisables en tant que patrimoine (*Clément, 2003*).

Parallèlement, l'humidité est un déterminant pris en compte par les scientifiques pour distinguer les landes en 3 catégories, chacune dominée par un type de bruyère (*Glemarec et al, 2015*) :

- Landes intérieures sèches (xérophiles), avec la Bruyère cendrée, voire du Pin maritime, un sol acide mince à moyen, de granite ou de schiste. Dans ce cas, ou pour celles anciennement hydromorphes asséchées, cela peut s'orienter vers ce qui préfigure le stade terminal des milieux par l'implantation d'espèces pré-forestières ;
- Landes mésohygrophiles intérieures ou littorales, en altitude ou plaine, avec la Bruyère ciliée, des ajoncs et de la myrtille, un sol acide minces à moyennement profond, sur granite ou schiste ;
- Landes hygrophiles intérieures ou littorales, avec la Bruyère à quatre angles, des ajoncs et de la Myrtille, un sol acide moyennement profond, sur granite ou grès.

Par ailleurs, leurs sols essentiellement oligotrophes, acides et sableux, varient selon le type de roche mère et les conditions climatiques. Il peut y apparaître des phénomènes de lessivages et lixiviations, réduisant l'accessibilité alimentaire des végétaux, dans un contexte où l'horizon superficiel peut aggraver le phénomène. Ce dernier est alors mal protégé ou trop pentu, mais lieu de ruissellements / écoulements de subsurface, dans des sols où la profondeur devient un autre facteur limitant (*Glemarec et al, 2015*).

Troisièmement, les paysages du Morbihan sont diversifiés mais comportent des milieux emblématiques qui ressortent nettement, avec la présence de patchs forêts et prairies (respectivement environ 18% et 16%, figure 11) (CBNB, 2020). Les landes quant à elles, majoritaires au XIIIème siècle, ne représentent plus qu'environ 3% du territoire, dont certaines sont à fort enjeux aux échelles locale / européenne.

Unités de cartographie (« Grands types de végétation »)	surface (km <sup>2</sup> )
<i>Milieux naturels et semi-naturels</i>	2692,34
Champs d'algues marines	4,79
Rochers, falaises, sables littoraux	5,00
Végétations des marais salés	19,08
Pelouses sèches des dunes mobiles	2,13
Pelouses sèches et mésophiles des dunes fixées	13,65
Prairies et pelouses sèches et mésophiles (hors dunes)	771,76
Prairies et pelouses humides (hors marais salés)	305,57
Roselières	7,31
Landes sèches et mésophiles	36,05
Landes humides	5,04
Tourbières et groupements tourbeux associés	1,79
Fourrés secs et mésophiles	79,86
Fourrés humides	10,23
Végétations des haies et talus	320,54
Forêts sèches et mésophiles	798,09
Forêts humides	192,47
Plans d'eau, cours d'eau et végétations associées	118,98
<i>Milieux à forte influence anthropique</i>	4151,63

*Figure 11 : Surface des différents milieux dans le Morbihan  
(Source : extrait de la notice de la carte des grands types de végétations du  
Morbihan, Sellin, 2020)*

De son côté, l'ENS du Varquez est une mosaïque variée de 22 habitats, dont 7 sont d'intérêt communautaire / prioritaire (C. Blond, 2016 ; Ferrand, 2016). On y retrouve entre autres des prairies embroussaillées ou landes mal conservées. Il n'est d'ailleurs plus possible d'attribuer des dénominations de landes à nombre de ces habitats, bien qu'elles pourraient réapparaître à la faveur de coupes, incendies ou mesures de gestion spécifiques. En effet, les principales causes d'évolution de la végétation sont multiples, au sein de ce site issue de landes secondaires xérophiles à mésohygrophiles. Par exemple, des indices sur l'occupation des sols sont encore présents (reliques de canaux de drainage, talus et murs de délimitation parcellaire), laissant penser que des traces de fertilisation, ou d'amendement, seraient encore détectables et influents. Il est tout de même à remarquer que cette sensibilité des milieux, est aujourd'hui surtout liée à la fréquentation humaine (piétinements, comportements inciviques / irrespectueux, divagation des chiens), à certaines pratiques (fauche précoce des accotements de chemins communaux) ou encore au boisement croissant.

Par ailleurs, ce solum, globalement oligotrophe est en majorité occupé par le Pin maritime à l'étage supérieur de la canopée, dont la surface terrière est très importante. En effet, elle serait idéale à 16 m<sup>2</sup>/ha, pour plus de 30m<sup>2</sup>/ha aujourd'hui à certains endroits, induisant un ombrage localement très important (ONF, 2016). Ces pins dissimulent aussi des restes de landes, encore subsistant par places (*Erica* et *Ulex*), avec des feuillus éparses qui se développent plus bas (Blond, 2016 ; Ferrand, 2016). On y relève ainsi les espèces suivantes qui prospèrent majoritairement en sous-bois : Fougère aigle qui est proliférante, fourrés d'ajoncs et de ronces, tapis de molinies et agrostis, bruyères et callunes, prunelliers et bourdaines, saules, etc.

En supplément, il y est confirmé plusieurs espèces disparues, comme *Eryngium viviparum* ou *Gentiana pneumonanthe*, suite à la fermeture de la lande. Il en est de même pour celles répertoriées sur listes rouges, car rares / menacées et d'intérêt patrimonial ou protégées. Cependant, les études naturalistes de 2016 font état de milieux ayant une richesse et une diversité écologique d'espaces ouverts. La flore est par exemple assez diversifiée, avec une coexistence originale de ces 229 espèces inventoriées en 2016 (sur l'ENS), liée à la cohabitation de milieux acides / neutres / alcalins (espèces littorales). Le plan d'aménagement forestier mise d'ailleurs notamment sur la diversité des essences et d'âges, de milieux et de strates, afin de tendre vers une futaie irrégulière (sauvegarde du Chêne et autres feuillus) (ONF, 2016).

Enfin, les principaux habitats et végétations pouvant être rencontrés sur la zone d'étude (nomenclature CORINE Biotope), représentent 6 grands types (Blond, 2016) :

- Lande anglo-normande à *Ulex minor* (Ajonc nain) et *Erica ciliaris* (Bruyère cilllée), moyennement humide avec aussi *Molinia caerulea* (Molinie bleue) ;
- Lande anglo-armoricaine occidentale à *Ulex europaeus* (Ajonc d'Europe) et *Erica cinerea* (Bruyère cendrée), plutôt sèches avec aussi *Agrostis curtisii* (Agrostide de Curtis), sachant que l'Ajonc d'Europe domine par l'âge avancé du milieu et héberge une plante protégée, *Asphodelus arrondeaui* (Asphodèle d'Arrondeau, visible sur Mané Braz et quelques bordures) ;
- Lande à *Pteridium* (Fougères), qui est une ancienne lande envahie notamment par *Pteridium aquilinum* (Fougère aigle) ;
- Landes à *Ulex* (Ajoncs), qui sont majoritairement des fourrés d'Ajonc d'Europe ;
- Chênaie acidiphile (*Quercus*), mésophiles avec aussi *Ilex aquifolium* (Houx) ;
- Autres boisements comme des pinèdes mixtes avec feuillus sur d'anciennes landes moyennement humides ;

### **Productivité primaire et biomasse**

La productivité est la vitesse de production primaire des organes photosynthétiques et chimiosynthétiques, qui fabriquent la substance organique comme matière alimentaire (Forgeard, 1977). Elle est le point de départ à la chaîne trophique et le premier maillon pour comprendre le fonctionnement d'un écosystème (caractérisable par la biomasse aérienne).

Par ailleurs, dépendante de nombreux facteurs écologiques, celui le plus primordial est lié à l'utilisation de l'eau, avec par exemple : *Erica cinerea* qui est xérophile et plutôt rase, *Calluna vulgaris* qui est mésoxérophile, *Erica ciliaris* et *Molinia caerulea* qui sont mésohygrophiles et de taille moyenne, ou encore *Erica tetralix* qui est hygrophile mais avec une physionomie hétérogène.

De plus, sa variabilité en va également de la composition floristique, ainsi que de l'âge de la lande, avec une litière plus importante chez les plus âgées et une production supérieure dans celles en pleine jeunesse. La lande mésophile par exemple, fait globalement preuve d'une production intermédiaire mais sa phytomasse dépend majoritairement de la structure végétale et de la profondeur du sol.

Enfin, il est à noter que l'Ajonc d'Europe, parfois très dense, détient une des plus forte productivités primaires parmi les espèces landicoles, allant jusqu'à limiter la strate inférieure. Notons pareillement que la production primaire étant plus importante sur sol brun que sur rankers ou sols brun acide / peu évolué, les espèces plus à l'aise dans ces conditions s'exprimeront davantage que les bruyères et ajoncs.

## ***Matière organique et éléments biogènes***

La connaissance de la nature et sensibilité des cycles biogéochimiques, permet d'anticiper l'évolution et la répartition de la matière (*Clément & Touffet, 1980*). Le bilan énergétique, la synthèse et les différentes phases des éléments chimiques (immobilisation, stockage, circulation), sont dans ce cas autant de paramètres à prendre en compte.

En ce sens, les landes possèdent relativement une faible productivité primaire et décomposent lentement la matière organique, le tout pour un équilibre parfois très précaire. Cependant, bien que considérés comme ayant des sols pauvres en nutriments, ces écosystèmes ont des teneurs moyennes en minéraux et de fortes réserves de MO. Sachant que le sol renferme la majorité de la matière organique, elle est en réalité importante puisqu'elle représente avec l'eau, un support et agent de circulation des éléments biogènes. Les stocks d'azote ne sont d'ailleurs pas non plus à négliger, mais sont également minoritaires dans les végétaux, le reste se situant dans le substrat avec une très petite part minéralisée. Toutefois, leur perte dans la litière suit inévitablement une perte de biomasse, car une disparition, même partielle, de cet élément dans la terre, diminue le potentiel de production de la lande. Le phosphore quant à lui, autre facteur limitant pour les plantes, est caractérisé par des stocks et flux minimes, sachant que la moitié est contenue dans la biomasse végétale (peu dans la litière). Le potassium, cette fois-ci échangeable et en quantité comme dans les sols forestiers, est faiblement immobilisé dans la biomasse aérienne et la litière, mais sa mobilité reste grande. Le calcium est lui aussi mobile, ce qui compense sa fragile disponibilité, mais sa circulation est bien plus basse que le potassium dans l'écosystème. Sa part échangeable représente une moitié de la teneur totale, mais elle est fortement absorbée par les molécules organiques et la litière. Fort heureusement, une partie de l'apport est issue des précipitations et les espèces végétales vivant dans les landes sont calcifuges, puisant alors efficacement la quantité nécessaire à leur croissance et développement.

## ***Ronce (Rubus)***

Repéré en de maints endroits, le genre *Rubus* possède des capacités remarquables lui permettant de coloniser l'espace et de rentrer aisément en compétition avec la végétation voisine (*Amor, 1974 ; Wehrlen, 1985*). Indésirable dans certaines régions du monde, il conquiert en réalité très bien les milieux anthropisés, les haies et lisières forestières, ou encore les bords de chemins et friches rudérales. En effet, originaire de l'Eurasie et endémique des régions tempérées, sa répartition également cosmopolite peut s'observer jusqu'à 2 000 m d'altitude et en conditions abiotiques très variables (y compris littoral). Puis, peu exigeant au niveau de son régime hydrique, il modifiera sa physiologie en cas de sécheresse par une réduction des besoins en eau. Malgré tout, la plupart des espèces comprises dans ce genre sont nitrophiles, avec une tendance héliophile mésophile et acidophile.

Par ailleurs, bien que pouvant être victime d'agents parasites (bactérie, virus, champignons), ces plantes possèdent d'autres capacités d'adaptation impressionnantes. Leur diversité génétique, issue entre autres de leur faculté de contrôle épigénétique sous influence abiotique, agit sur leur morphogénèse et phénologie. Elles sont de plus des polyploïdes sexuels et bénéficient de processus de mutation conduisant à former de nombreux hybrides et taxons se multipliant de façon asexuée. Il s'agit donc d'un genre polymorphe, avec une dynamique adaptative et un contrôle de sa plasticité phénotypique efficace, qui comporte nombre d'espèces et biotypes dont le discernement est difficile (plusieurs milliers, d'où son caractère cosmopolite).

Enfin, sa phénophase est bi-annuelle (enracinement par marcottage puis floraison et fructification), pour des racines et turions (rejets feuillés) de longueurs plurimétriques. La concentration de graines qui en découle peut atteindre plusieurs milliers par m<sup>2</sup>, avec toutefois une forte variation multifactorielle. Sa réaction vigoureuse au stress (taillage / brûlage), est de plus catalysée via son hormone de croissance avec l'apparition de multiples tiges, dans une croissance clonale où les rôles sont répartis.

### ***Fougère aigle (Pteridium aquilinum)***

La Fougère aigle a longtemps été économiquement intéressante, car utilisée comme litière dans les élevages et source de potasse, et même pour l'alimentation humaine. Depuis les années 1900, son utilisation a régressé pour actuellement avoir disparue, la voyant même comme indésirable sur l'ENS comme ailleurs.

Par ailleurs, *Pteridium aquilinum* fait partie des espèces végétales les plus répandues sur la planète, car son ubiquité et des facteurs anthropiques ont fait d'elle une plante cosmopolite (Gallet & Roze, 2002). Elle est cependant exclue des milieux aux climats les plus rigoureux comme en Antarctique, ou absente des zones les plus sèches occupées notamment par *Erica cinerea*. Les milieux privilégiés sont en fait des espaces relativement humides, mais où les sols semblent bien drainés, avec une position topographique essentiellement basse. Ces conditions associées à une acidité du sol constituent des conditions favorables à cette espèce. Néanmoins, le stock de graines du sol peut être dégradé par l'accumulation d'une couche importante de frondes mortes, qui modifient les caractéristiques chimiques des sols, telles que le pH. Sa tige et sa partie foliaire quant à elles, disparaissent complètement pendant la saison hivernale, mais sa survie se fait grâce à ses rhizomes. Ces derniers sont caractérisés par une croissance rapide, sachant de plus que sa biologie lui confère des propriétés phytotoxiques qui la rendent très compétitive. Elle peut d'ailleurs, comme ici, entraîner une exclusion des espèces caractéristiques des landes et donc une dégradation de l'écosystème, même si sur Carnac, il a été mesuré une progression de 1 à 2% par an sur 10 ans (Sébastien Gallet, Université de Brest, 28/04/2021). Cette espèce n'est en réalité pas strictement endémique de ce milieu, mais plutôt le signe d'une perturbation voire d'un abandon des terres, au sein de landes mésophiles acides et mi-humide (Glemarec et al, 2015).

Enfin, d'un point de vue esthétique et culturel, les fougères arrivent à occulter la perspective sur des monuments mégalithiques parfois dissimulés par des peuplements de plus de 2m, comme pour les alignements au sein de l'ENS (Gallet & Roze, 2002).

### ***Pin maritime (Pinus pinaster)***

Il est à remarquer que *Pinus pinaster*, possédant une durée de survie limitée à 50-70 ans, est capable de modifier sa croissance racinaire (Saint Cast, 2019). Il s'agit en fait d'une réponse à des caractéristiques pédologiques particulières qui limiterait la croissance en profondeur de ses racines : texture plutôt sableuse, pauvreté des éléments minéraux, horizon organique assez mince ou horizon induré, nappe phréatique très fluctuante, etc. En effet, sa structure racinaire forme une cage rigide, emprisonnant une grande quantité de sol, qui peut être modifiée pour avoir un ancrage adapté au chargement du vent. Elle est composée en réalité d'un pivot central et d'une partie proximale de racines traçantes, qui produisent de multiples pivots secondaires. Des conditions pédologiques diminuant la profondeur d'enracinement du Pin maritime, sont alors compensées par une architecture de racines plus traçantes, ainsi qu'une réduction de la dimension du pivot principal à leur profit.

### ***Volet pédologique***

L'entité physiographique concernée ici est l'Unité Cartographique de Sols (UCS) n°1047, qui représente les grands types de sols potentiellement présents sur la région d'Erdeven (ACO, 2015). Cette UCS comprend 7 Unités Typologiques de Sol (UTS), qui peuvent avoir des caractéristiques voisines à ce qui a été caractérisé dans notre cas (tableau 2). En revanche, il faut garder à l'esprit que ces informations, issues du programme « Sols de Bretagne », sont données à titre indicatives. En effet, bien que donnant d'une manière générale, un bon premier niveau d'informations, elles restent liées à des sondages souvent effectués sur sols agricoles. Les échelles y sont également trop grandes pour avoir une précision satisfaisante, dans la cadre du présent travail.

En tous les cas, il est notamment mentionné des sols en majorité (indicateurs fonctionnels et valeurs dominantes) :

- De type Rankosol / Brunisol / Brunisol rédoxisol / Planosol typique / Fluviosol, les sols calcaires sableux étant exclus ici, étant donné la géologie et position géographique ;
- Avec une forte différenciation texturale (texture dominante = LSa, codification GEPPA) ;
- Formant une zone déprimée sur altérites avec en général des profondeurs supérieures à 100cm ;
- Une érosion très faible (sensibilité, susceptibilité, aléas) ;
- Avec des stocks de carbone estimés de 60 à 80t/ha entre 0 et 30cm de profondeur ;
- Avec une pente moyenne de 1,5% ;
- Hydromorphes, souvent mal drainés, avec des argiles résiduelles de profondeur dont l'origine pourrait être anté-miocène (23 à 5Ma, après le Pliocène, surtout pour les planosols comme expliqué par JM Rivière) ;
- Sous landes humides et souvent plantées de pins, formant une mosaïque de paysages très particulière avec les prairies humides (comme le site du Varquez).

<b>N°UTS</b>	<b>Description</b>	<b>Dénomination</b>	<b>Position dominante dans le versant</b>	<b>Pente (°)</b>	<b>Occupation du sol dominante</b>	<b>Etendue estimée (%)</b>
14	Sol peu épais à horizon de surface humifère issu de granite ou gneiss peu altéré	Rankosol	Sommet peu marqués		Bois, parfois cultures	5
65	Sol moyennement profond à l'horizon de surface humifère issu de granite ou gneiss à altérite sableuse ou sablo-limoneuse	Brunisol	Replats, versants à pente faible	3	Cultures, boisements	20
101	Sol profond à l'horizon de surface humifère issu de granite ou gneiss à altérite sableuse	Brunisol	Replats, versants à pente faible	3	Cultures, boisements	15
158	Sol profond hydromorphe après 50cm à l'horizon de surface humifère issu de granite ou gneiss à altérite sableuse	Brunisol-rédoxisol	Bas de versant	3	Cultures, boisements	5
361	Sol à forte différenciation texturale, hydromorphe dès la surface, sable argilo-limoneux à argilo-sableux issu de granite fortement altéré	Planosol typique	Replat	3	Boisements, landes	45
431	Sol de fond de vallée profond, hydromorphe dès la surface, d'apport colluvio-alluvial ou alluvial	Fluviosol-rédoxisol	Bas de versant, vallée	0	Prairies, cultures	8
502	Sol souvent calcaire, sableux, dunaire ou d'arrière-dune littorale, parfois cultivé, reposant sur un sol plus ancien	Arenosol à Calcosol, sur Paleosol	Plutôt en sommet (reliquats de dunes sableuses autour d'Erdeven)	0	Cultures, prairie	2

*Tableau 2 : synthèse des UTS recensées dans la composition de l'UCS1047 (Erdeven)  
(Source : extrait du programme « Sols de Bretagne », ACO, 2015)*

La podzolisation, pédogénèse de sols tels que les podzosols, apparaît dans des régions géographiques humides et froides à tempérées, aussi bien en terrains plats que collinaires (*Baize et Girard, 2009*). Les processus de podzolisation nécessitent en outre une abondance d'acides organiques (acide fulvique par exemple), solubles dans les eaux de percolation, impliquant une faible activité biologique / surface adsorbante. En effet, l'altération biogéochimique attaque les minéraux altérables (primaires, argileux), avec ces solutions de composés organiques acides et complexants. Cela conduit à la formation de complexes organo-métalliques solubles et minéraux secondaires, qui vont migrer par les eaux gravitaires, éliminant / éluviant ainsi l'aluminium, le fer et autres cations, des horizons supérieurs. Puis s'en suit un processus d'immobilisation / accumulation, des constituants organiques et complexes organo-minéraux d'aluminium / fer.

Par ailleurs, cette pédogénèse est d'autant plus poussée et les solums différenciés, que l'altitude est élevée, le matériau parental riche en quartz et pauvre en argile / fer. Il est également à noter que les podzosols peuvent se trouver en zone tempérée, avec des landes à éricacées d'origine anthropique, qui auraient amplifié les processus de podzolisation. En réalité, ils sont compatibles avec certains types de landes, car accueillants pour peu de végétaux (bruyères / fougères / conifères / certains feuillus, etc.). En effet, théâtres de lessivages d'argiles et de lixiviations de nutriments, ils sont acides (pH < 5,5) et oligotrophes. Ils possèdent par là-même une faible capacité d'échange cationique, avec des argiles altérées et des complexes organo-minéraux immobilisés en couches sous-jacentes. Il est également question d'une tendance à la toxicité qui est due à de fortes concentrations en éléments comme l'aluminium, dans des horizons bien différenciés. Ces sols sont en outre dotés d'une capacité assez basse de rétention en eau, car possédant majoritairement des textures sableuses. Puis lorsqu'une nappe phréatique est permanente, des conditions d'hydromorphie favorisent la formation d'horizons podzolisés réductiques / rédoxiques, et parfois noirâtre.

En ce sens les horizons sont discriminés en fonction de leur nature, les plus reconnaissables du podzosol étant les suivants :

- Horizons olorganiques (obligatoire), donnant une forme d'humus de type moder ou mor ;
- Horizons organo-minéraux A (possible), riches en MO et appauvris en fer / aluminium, avec structures massives ou particulières, couleur sombre à noire ;
- Horizons supérieurs éluviaux albiques E (très probable), concentrés en minéraux quartzitiques résistants et appauvris en matière organique / aluminium / fer, épais et de couleur cendrée à beige décoloré ;
- Horizons sous-jacents illuviaux et spodiques BP (podzoliques, obligatoire), avec des taux d'aluminium / fer supérieurs aux horizons sus-jacents et une accumulation de produits amorphes (MO non décomposée + oxydes de fer / aluminium / + silicium), souvent cimentés et de couleur brune à noirâtre en passant par des nuances rougeâtres (teinte de 7,5 YR dans la charte de MUNSELL).

### **Volet géomorphologique et topographique**

Tout d'abord, la carte de localisation des différents types de roches en France, mentionne pour la zone d'étude une roche mère très ancienne et dures, avec la présence d'orthogneiss (roches métamorphiques dérivées de roches magmatiques) (*Colombet, 2006 ; BRGM, 2021b*). Le territoire d'Erdeven surmonte en réalité les granites anatectiques de Carnac (fusion puis refroidissement brutal de roches produisant un magma granitique) (*Leblé et al, 2020 ; Evelyne Goubert par mail, 21/06/2021 ; BRGM, 2019*). Le Référentiel Géologique Français (RGF) et la

base de données CHARM-50 quant à eux, classent le secteur de la zone d'étude en Y'S, ce qui correspond à une roche mère :

- Composée de leucogranites du Carbonifère (-355 à -305Ma, entre Dévonien et Permien) ;
- Issue d'une collision de l'orogénèse hercynienne (processus géodynamique de plaques lithosphériques continentales), au sud du cisaillement sud du Massif Armoricain ;
- Donnant un matériau plutonique (structure orientée non stratifiée sans fossiles, entièrement cristallisée), composé de quartz, feldspaths alcalins, muscovite (micas blancs), plagioclases et biotite ;
- Granitique pauvre en fer et magnésium (s'enrichit en fonction de la teneur en micas), concentré en silice (SiO<sub>2</sub>) et plutôt acide.

De plus, la couche des surcharges de cette base de données fait état à proximité de la zone d'étude, d'altérites en place ou colluvionnées. En effet, en plus du substrat granitique, il existe une zone alluviale récentes où on retrouvera des sédiments continentaux, ainsi qu'une zone lacustre (cf. annexe III).

Par ailleurs, au niveau du paléo environnement, il est à noter que des traces de sédiments ont été retrouvées par places sur ce socle granitique. Elles sont liées à une connexion ancienne avec l'océan datant du pliocène / plioquaternaire, qui s'est traduite par des transgressions marines apportant des matériaux marins (*Ferrand, 2016*).

Enfin, le relief général du plateau côté Erdeven est doux, bas et linéaire, dans un bas-plateau de l'arrière-littoral où émergent quelques buttes granitiques (comme ici sur Er Varquez, cf. annexe VI) (*Ferrand, 2016*).

### ***Volet hydrographique***

Le réseau hydrographique de la région d'Erdeven, comprend des cours et étendues d'eau de petites tailles qui prennent source dans les hauteurs et coulent sur un axe nord-est / sud-ouest (*Ferrand, 2016*). Cependant, l'étendue d'eau du Varquez n'est alimentée par aucun d'entre eux, mais probablement par une source centrale et des ruissellements transportés sur les terres argileuses environnantes. Il possède par ailleurs un émissaire dont l'écoulement n'est pas visible pendant presque un semestre, se dirigeant vers le nord avant de poursuivre vers le sud-ouest et l'océan.

De plus, le nom « Varquez » étant issu d'un toponyme qui se rapporte à un lieu marécageux, il existe par endroit un engorgement général des sols plats en hiver, ce jusqu'au printemps et accentué par un faible drainage naturel. Néanmoins, ces mêmes sols s'assèchent rapidement durant l'été, pouvant d'ailleurs être victimes d'un assèchement presque total, durant des sécheresses estivales prolongées.

### ***Volet climatique***

Le Varquez est situé dans le territoire climatique de Guidel à Quiberon, s'insérant dans la façade maritime ouest des paysages intégrant la candidature UNESCO (*Leblé et al, 2020 ; Dpt56, 2021*). La proximité du littoral est d'ailleurs telle, avec son étang se situant à environ 3,5 km du front océanique, que son influence est perceptible au niveau de la végétation (*Ferrand, 2016*). C'est donc une région dominée par le climat tempéré océanique, atténuant les extrêmes thermiques mais infligeant des vents réguliers limitants, dont les principales grandeurs sont les suivantes (*Colombet, 2006 ; CD56, 2021, Belloncle et al, 2010*) :

- Température moyenne annuelle observée de 12°C (extremum de 33°C à -1°C) ;
- Durée d'ensoleillement moyenne du Morbihan de 1900h pour une intensité de 3,7 kwh/m (légèrement plus qu'au Pays basque) ;
- Pluviométrie moyenne de 800mm par an, répartis sur 110 à 150 jours de précipitations, avec possibilité de déficit hydrique estival.

## **Annexe XII : Historique de la région de l'étang du Varquez**

### ***Retour vers le paléo-environnement***

En fonction de cycles variables, le paysage et sa végétation évoluent autant que le climat au cours des temps géologiques (*Belloncle et al, 2010*).

Ainsi en 18 millénaires, la végétation d'Europe, du Morbihan et donc d'Erdeven, fût entièrement modifiée. Ces espaces ont accueilli des steppes, des forêts puis la toundra, pour finalement être forestiers il y a 9000 ans.

De la même manière, le niveau de l'océan atlantique n'a pas toujours été comme aujourd'hui, évoluant au grès de sa dilatation et de ses changements d'états. A presque 120m plus bas il y a 18000 ans, ce dernier oscillera entre -10m et +2m en 7000 ans, faisant parfois entrer cette masse d'eau plus loin dans les terres.

### ***Passage préhistorique vers l'antiquité***

C'est au néolithique que l'humain passa d'un mode de subsistance type chasseur-cueilleur à l'agriculture, influençant par la même son environnement proche (*Mahaud, 2000 ; Belloncle et al, 2010*). Les défrichements alors entrepris dans ces prémices de l'agriculture, sur des forêts de feuillus recouvrant en majorité le Morbihan, transformèrent progressivement les paysages. C'est aussi le début de l'élevage sur ces paysages forestiers, qui s'ouvrirent et virent se développer des biotopes plus rares comme les landes et les prairies (*De Bonduwe et Luzu, 2017*).

En ce sens, la présence d'ouvrages mégalithiques nombreux et diversifiés, témoigne de l'occupation des terres par des humains sédentaires en Bretagne, durant cette période. On y retrouve par exemple des gravures, dolmens (superposition), menhirs (redressement), tumulus (tertre ou cairn), qui bénéficient tous d'une interrelation et d'une corrélation avec le territoire.

Par conséquent et considérant ces éléments, on peut penser que les alignements de Varquez-Kerzerho ont vécu une alternance de paysages, landes plus ou moins pâturées et forêts de feuillus, durant une période allant du néolithique au Moyen-âge, en passant par l'antiquité (*Colombet, 2006 ; Mahaud, 1998*).

### ***Arrêt moyenâgeux direction renaissance***

Le Morbihan n'étant pas tellement un département forestier de nos jours, il aurait été en grande partie recouvert de chênaies / hêtraies, il y a encore presque un millénaire (*Mahaud, 1998 ; Colombet, 2006*). Vinrent alors s'y installer des moines attirés par ces forêts du XI<sup>ème</sup> siècle, immenses étendues sylvestres reculées de la civilisation, mais synonymes de lieux de quiétude propices à la méditation. Cette communauté monastique, quand bien même protectrice de ces espaces, participa fortement par la suite au déboisement et défrichement progressif du couvert forestier. En effet, elle exploita ses ressources énergétiques et matérielles, cultiva et recouvra des terres d'infrastructures, mais attira surtout rapidement d'autres populations humaines non religieuses accentuant cette dynamique. S'ajouta ensuite la croissance démographique du Moyen-âge, qui fit régresser de plus belle cette biomasse boisée.

En outre, sachant que ces sols étaient difficiles à cultiver pour l'époque, ils l'étaient temporairement et pouvaient finir en pâturage, fourrage et litière, comme les landes primitives. Cette exportation de végétaux, accompagnée de pratiques agricoles / sylvicoles comme l'étrépage, accentuèrent la pauvreté des sols ainsi que l'instabilité des milieux (*Clément, 2003*).

Dans une autre logique, le régime du domaine congéable entré en vigueur à cette époque féodale, encouragea les propriétaires fermiers à valoriser toute terre exploitable (Mahaud, 1998). En anticipation d'une expropriation, ces derniers souhaitaient optimiser l'indemnité alors versée pour partie en fonction de l'amélioration productive apportée au sol. Puis la pression fiscale s'accrut et accéléra le retrait de la forêt et la culture des landes, faisant suite à l'annexion du duché de Bretagne en 1532 par le royaume de France.

Enfin, la destruction forestière continuera jusqu'à la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle, satisfaisant les demandes alimentaires, énergétiques, militaires et commerciales grandissantes. La Bretagne, bien que rurale, était par exemple l'une des régions les plus peuplées de France au 17<sup>ème</sup> (Colombet, 2006). Des pénuries eurent d'ailleurs lieu, malgré 2 réformes destinées à provoquer un reboisement massif à des fins de ressources stratégiques et militaires (ordonnance de Colbert en 1669, rapport du Comte Essuille en 1785) (Mahaud, 1998).

### ***Pause post-révolution pour injection de modernisme***

Cette régression conduisit à une apogée en 1841, quand les landes représentaient 43% de la superficie départementale, tandis que celle des forêts était de 5% (Mahaud, 1998). C'est à partir de cette moitié 19<sup>ème</sup> que sont pris en compte une multitude d'intérêts dans la gestion des forêts (surtout agronomique et économique). Le Pin maritime apparaît à ce moment-là, car il est considéré comme une solution acceptable pour valoriser des terrains souvent argileux / hydromorphes (comme ceux du bois du Varquez), lui donnant un intérêt forestier. D'autres arguments sont en plus avancés en faveur de ces projets : régulation hydrologique des rivières, fixation des cordons dunaires, création de bassins d'emplois pour la foresterie (Mahaud, 1998). Il y a donc l'aménagement du territoire et les ressources pour l'industrie (mines de charbon), mais également les concepts d'esthétisme du paysage et sa symbolique qui s'invitent également dans le rapport société-territoire. En effet, survient une volonté de changer le visage de la Bretagne, pour notamment faire disparaître des paysages de landes alors répandus, mais synonymes de misère. Il résulte de ces nouvelles considérations, une variation de 30 000 à 65 000ha de la superficie des communaux morbihannais, soit une des 10 plus fortes en France pendant la période 1846-1877 (Ferrand, 2016).

Par ailleurs, les cartes de Cassini (1750-1815) et de l'Etat-Major de France (1820-1866), représentant grossièrement la géométrie et les reliefs, ne font apparaître aucun couvert arboré sur la zone d'étude (Ferrand, 2016 ; IGN, 2021). Elles sont difficilement lisibles mais cela signifie sûrement que *Pinus pinaster* y est encore absent (Ferrand, 2016). Ceci peut également laisser penser que *Quercus robur* (Chêne pédonculé), qui en est l'espèce endémique, a laissé place à la lande après coupe. Puis cette deuxième cartographie de l'Etat-Major, dessine d'ailleurs un étang du Varquez avec une faible profondeur, probablement due à un comblement naturel progressif. Il y apparaît en tous les cas un milieu tourbeux sans aucune route alentours, évoluant peut-être spontanément vers une lande humide, bien que cette dynamique semble contrecarrée par l'activité humaine et le pâturage. Le cadastre napoléonien quant à lui (1811-1852), donne à voir un parcellaire hétérogène, à la fois typique du littoral, du bocage intérieur et des anciens communaux. Ce maillage de parcelles carrées, terres de vaine pâture, est entouré de murets en pierres ou de talus, comme ceux géolocalisés en 2007 par l'ONF (recensement mégalithique).

Finalement, cela renforce l'idée d'un paysage très peu boisé et dominé par la lande aux 18-19<sup>ème</sup>, avec des prés et cultures sur buttes autour des hameaux. Les photos ci-après illustrent d'ailleurs ces propos (figures 12 et 13), avec une lande et ses plus de 1 000 mégalithes recensés en ce temps, mais surtout une lisière de résineux visiblement encore juvéniles.



*Figure 13 : photographie des alignements d'Erdeven (Mané Braz), vue prise de l'est-sud-est (Crédit photo : Gaillard, 1881. Source : Médiathèque de l'Architecture et du Patrimoine)*



*Figure 12 : photographie du dolmen de Mané Croc'h au début du XX<sup>ème</sup> siècle (Crédit photo : Z. Le Rouzic, 1901. Source : De Bonduwe et Luzu, 2017)*

Le XX<sup>ème</sup> siècle voit arriver des mutations du tissu économique et social, ainsi que de l'agriculture française qui se modernise et cherche la rentabilité (De Bonduwe et Luzu, 2017). La déprise agricole qui succède, permet aux massifs boisés plantés autrefois de se déployer spontanément, avec un chêne plus lent que son voisin à aiguilles dans la reconquête. Puis les usages de lande déclinent, au profit de réaffectations forestières, agricoles et urbaines, morcelant ces terres de jouissance commune en parcelles multiples (Clément, 2003).

En ce sens, des photos aériennes de 1948 laissent apparaître un Pin maritime qui a gagné du terrain sur les landes, mais il est encore question de taches très localisées autour d'une dépression marécageuse (Ferrand, 2016). D'autres tirages de 1965 donnent à voir en figure 16, une lande qui a régressé par endroits et progressé ailleurs, tout en gardant une proportion équilibrée avec le boisement. On aperçoit dans ces deux cas, l'étang du Varquez asséché par endroits à proximité d'un point sombre, pouvant être la naissance d'un écoulement issu d'une source d'eau (Ferrand, 2016).

A ce titre et malgré l'introduction du Pin maritime dans le Morbihan, la plupart des boisements périphériques aux alignements d'Erdeven sont sûrement spontanés. Cette espèce étant capable de coloniser landes sèches et humides, avec une bonne rapidité de reforestation d'environ 30 ans, elle s'y serait implantée au siècle dernier (*De Bonduwe et Luzu, 2017*).

### ***Arrivée à nos jours***

Aujourd'hui, le Pin maritime continue de se répandre, mais la surface globale n'augmente plus pour plusieurs raisons : événements climatiques, changements d'essences, boisements privés abandonnés, subventions agricoles européennes, etc. L'identité paysagère du Morbihan, dont ces pins font partie pour encore nombre d'habitants / voyageurs, s'oriente d'ailleurs vers de multiples scénarios d'aménagements (mosaïque de milieux) (*Conseil General du Morbihan, 2012*). Le Département acquiert en ce sens l'ENS Er Varquez en 1995, pour ses qualités environnementales et ses landes en recul (*ONF, 2016*). En revanche, viennent s'y ajouter les problématiques et la refonte d'un réseau de sentiers, pour correspondre aux besoins et usages nouveaux (aménagement foncier de 1985-1992 : exploitation / randonnée / cyclisme / équitation) (*Ferrand, 2016*).

Enfin, il est à noter que des travaux d'ouverture et d'entretien, ont été mis en place sur quelques ensembles mégalithiques depuis 2007 (Mané Croc'h, Coët Er Blei, Lannec Er Gadouer, cf. §2.2). Cela fait l'objet d'un partenariat avec des chantiers d'insertion de la commune d'Erdeven, pour conserver ces milieux ouverts autour du patrimoine archéologique (*Delphine Aubin par mail, 26/04/2021*). Il est ici question de l'entretien semestriel (essentiellement gyrobroyage), provoquant pour certains l'arrivée de beaucoup d'autres végétaux (figures 17 à 20).



*Figure 14 : comparaison d'orthophotos aériennes de l'ENS Er Varquez  
(Source : extrait d'ortho-photographies aériennes, IGN, 2021)*

**Photo de gauche :** 2019, soit l'état décrit ici.

**Photo de droite :** 1950-1965, avec un couvert forestier bien moindre qu'aujourd'hui.

### Annexe XIII : Synthèse photographique des travaux d'entretiens sur la zone d'étude



*Figure 16 : photographie des environs du dolmen de Mané Braz en 2005  
(Crédit : AOTA, Chantier des Mégalithes)*



*Figure 15 : photographie des environs du dolmen de Mané Braz en 2013  
(Crédit : AOTA, Chantier des Mégalithes)*

**Photo de gauche :** Dolmen de Mané Braz avant ouverture de la végétation en 2005, avec mélange épais d'arbres et arbustes mais surtout beaucoup d'ajoncs d'Europe.

**Photo de droite :** Dolmen de Mané Braz en 2013, quelques années après ouverture de la végétation, avec la strate herbacée qui se développe en supplément des autres strates arbustive et arborée alentours. On y aperçoit notamment de la végétation de lande xérophile.



*Figure 17 : photographie des alignements de Cöet Et Bleï en 2005  
(Crédit : AOTA, Chantier des Mégalithes)*



*Figure 18 : photographie des alignements de Cöet Et Bleï en 2012  
(Crédit : AOTA, Chantier des Mégalithes)*

**Photo de gauche :** Alignement de Cöet Et Bleï avant ouverture de la végétation en 2005, avec broussaille épaisse d'arbres et arbustes, fougères et ajoncs d'Europe.

**Photo de droite :** Alignement de Cöet Et Bleï en 2012, quelques années après débroussaillage, avec Molinie Bleue / l'Agrostis de curtiss / Bruyère cendrée entre autres, qui ont suivi la Fougère Aigle.

## Annexe XIV : Retours d'expériences d'autres projets Morbihannais similaires

L'idée pour cette étape de l'étude, était de comparer quelques expériences ayant une problématique proche, d'en utiliser les retours capitalisés, pour ensuite s'inspirer des solutions mises en œuvre. En l'occurrence, bien que réalisés en contextes légèrement différents, 3 projets ont été repérés et essentiellement couronnés de succès. En effet, la végétation de lande anciennement bien implantée sur ces sites, mais par la suite dégradée, est réapparue en poursuivant aujourd'hui sa reconquête et sa croissance.

### *Carnac*

Les monuments mégalithiques de Carnac (540 menhirs), partagent aujourd'hui l'espace avec essentiellement des landes sèches et mésophiles, des prairies acides et des fourrés de genêts (peu de boisements). (Gallet & Rozé, 2002). Toutefois, le site étant complètement libre de circulation jusqu'en 1993, il subissait la sur-fréquentation et des dégradations, amenant à des sols nus exposés à l'érosion sur le quart de sa surface. Depuis lors et menant à une restauration rapide des écosystèmes (sans déboisement), il a été défini des outils de gestion adaptés aux caractéristiques écologiques, archéologiques et touristiques du site (+ mise en défens). Ce sont ainsi 17ha de landes rases et riches en bruyères, qui sont gérées avec un mode de gestion conservatoire bien défini (agropastorale et mécanique, fougères maîtrisées). De cette façon, parmi les 28 types de végétation répertoriés, s'organisant autour des gradients dynamique / hydrique, toutes les espèces de lande ont gagné du terrain tandis que les fougères ont régressées.

Par ailleurs, à propos de la démarche de restauration du site, plusieurs questions résonnantes avec la présente étude ont été abordées, sur ses potentialités et les modalités de gestion :

- Sur les mécanismes qui ont conduit à la dégradation de la végétation (sur-piétinement) ;
- Sur la dynamique de la végétation, depuis la restauration et ses évolutions prévisibles ;
- Sur la gestion du site et sa végétation, afin d'en préserver les caractéristiques écologiques et physiologiques souhaitées, avec notamment l'intégration de la fréquentation ;
- Sur des outils de gestion landes et leurs caractéristiques, tels que le piétinement, le pâturage et fauchage.

Ainsi, après 10 ans d'études de la restauration, donnant lieu à la formulation de propositions de gestion, il est apparu là-bas une coexistence de plusieurs trajectoires de végétation. Elles étaient notamment liées :

- Aux conditions stationnelles (humidité, profondeur et richesse des sols) ;
- Aux dynamiques, avec par exemple une évolution plus lente des stades développés. Ces dynamiques étaient à leur tour influencées par :
  - Les types de végétation présents initialement et la banque de graines ;
  - La topographie et la nature du sol.

En conséquence, il n'y a pas eu de dynamique unique de la végétation, mais des dynamiques parallèles, faisant de la recolonisation un ensemble de processus également variables. En effet, ces différentes dynamiques et trajectoires, ont eu pour conséquences d'entraîner la modification des caractéristiques du sol (pH, teneur en azote et phosphore échangeable). Par exemple, les zones prairiales ont présenté deux types de dynamiques :

- Une plus lente dans des secteurs plus secs (maintien) ;

- Une plus rapide par les genêts dans les secteurs moins oligotrophes et humides (eutrophisation des sols notamment par leur mise en culture).

Notons également que les landes mésophiles ont progressées, malgré une méthode de restauration passive et lente, mais peu coûteuse et efficace à long terme. Quant aux potentialités de restauration, elles varient de même en fonction des conditions initiales du milieu, renforçant la nécessité d'une approche locale comme sur dans notre cas.

L'utilisation réfléchie, conjointe et complémentaire, de divers outils de gestion de la végétation du site de Carnac, s'est donc révélée concluante. Il s'agissait principalement de combiner et d'intégrer à cette gestion : le pâturage, la fauche et le piétinement anthropique.

Premièrement, le pâturage étant traditionnel et efficace dans la gestion de landes :

- Il a été moins contraignant que des méthodes mécaniques, avec une pression plus uniforme des ovidés ;
- L'équilibre initial du milieu a ainsi été sauvegardé et aucune plante invasive ou expansion d'espèces indésirables n'est survenue, conservant les espèces caractéristiques dominantes.

Cependant, bien qu'ayant pu rétablir l'équilibre entre les espèces de lande, cela dépendait :

- De la végétation en question, influençant variablement la flore des enclos en retour.
- Du choix du type d'animal, notamment en termes de rusticité. Sur Carnac, la race « Lande de Bretagne » à l'avantage de sélectionner ajonc et graminées, mais avec des comportements alimentaires et impacts variés sur le milieu, fonctions principalement :
  - Du stade de développement de la plante (jeunes pousses de *Pteridium aquilinum* largement consommées) ;
  - De la périodes de gestation et de lactation des brebis ;
  - Du stade de développement de l'animal, etc.

De surcroît, la densité de chargement est aussi importante et étroitement liée à celui du calendrier de pâturage (période d'application), tous deux également déterminants. Ainsi, de très forts chargements peuvent être supportés par la végétation, s'ils sont de courtes durées (par exemple pour ouverture du milieu et contrôle des ligneux).

En supplément, il est apparu que le pâturage estival, avec un chargement considéré alors comme fort, était la modalité impliquant de plus importantes modifications de la végétation :

- Développement des ajoncs et dégradation de la végétation sur la lande mésophile ;
- *Erica ciliaris* plus sensible à la défoliation en fin d'été, mais écarts importants entre les différentes espèces de bruyères.

A l'inverse, la modalité hivernale a conduit au maintien et même au développement du couvert des bruyères, au détriment des autres espèces (*Ulex europaeus*). Ce facteur de saisonnalité est donc une caractéristique forte de certaines espèces de landes, notamment mésophiles ou humides (*Pteridium aquilinum* ou *Molinia caerulea* particulièrement concernées).

Enfin, il est à noter que les landes sèches apparaissent plus aisément gérables, de par la bonne résistance d'*Erica cinerea* aux modalités de pâturage et de végétaux ligneux ayant une croissance moindre.

Deuxièmement, la fauche a présenté des intérêts pour :

- Les surfaces réduites / très hétérogènes, étant un appoint privilégié si le pâturage était impossible / inefficace (Fougère aigle, zones fréquentées, rajeunissement, etc.) ;
- L'exportation des minéraux contenus dans les rémanents, conduisant à l'appauvrissement des sols qui est un phénomène propice au retour de landes.

Néanmoins, il existe des inconvénients quant à son coût et son risque de banaliser la végétation, faisant progressivement place aux graminées au détriment des bruyères. Il est d'ailleurs possible que la végétation obtenue après le contrôle d'ajoncs, soit en partie de type prairial. La période de fauche est quant à elle un élément important à considérer, avec une fauche hivernale qui a induit de faibles richesses et diversité floristiques (*Ulex europaeus* en fin de printemps).

Troisièmement, le piétinement utilisé seul comme moyen de gestion n'était pas adéquat, surtout pour les landes menacées davantage par le surpâturage ou l'enfrichement. Toutefois, la saisonnalité et les conditions climatiques étaient tolérées différemment par les espèces, avec par exemple *Ulex europaeus* et *Erica ciliaris* plutôt fragiles (*Agrostis curtisii* se distingue lui très nettement par sa tolérance). C'est en réalité une question d'optimum écologique et de réponse variable au piétinement, avec des landes sèches plus résistantes au piétinement d'été que les landes mésophiles. Puis une diminution de la surface couverte par *Pteridium aquilinum*, a été observée suite à la fréquentation de ses zones prairiales.

A ce propos, les méthodes de lutte envisagées à Carnac contre les populations de Fougère aigle, (25% de la surface du site en 2000), étaient de 2 catégories : mécanique et chimique (dés herbant spécifique). Cette dernière étant de toute façon inadaptée au contexte du site et inefficace à moyen et long terme, ce sont les traitements mécaniques qui y ont été appliqués et ont été les plus efficaces avec deux fauches planifiées fin juin et fin juillet.

### **Monteneuf**

Le site mégalithique de Monteneuf, sur schistes pourprés à l'aspect singulier, est intégré à la Réserve Naturelle Régionale des landes de Monteneuf, qui est créée en 2013 et gérée par une association (éducation à l'environnement, valorisation du patrimoine naturel / culturel / historique) (*Association Les Landes, 2021a*). Cette réserve implique 22 propriétaires publics et privés sur 125ha, sachant que son périmètre bénéficie depuis 2015, d'une zone de préemption des ENS. Des conventions ont en outre été établies avec d'autres associations (pêche), ou pour mettre en place l'entretien, du pâturage et de l'apiculture. On y retrouve comme sur Er Varquez, des milieux oligotrophes formant une mosaïque d'habitats (presque une vingtaine différents), ainsi que des mégalithes majoritairement couchés (plus de 500 répartis sur 10-15ha).

Ainsi, les 4 grands enjeux et 8 objectifs à long terme (30-40 ans), du plan de gestion de la RNR, concernent aussi bien le patrimoine naturel qu'archéologique, se traduisant par 91 actions en cours ou à entreprendre. Elles passent notamment par la conduite de travaux tels que :

- Le débroussaillage et la fauche tardive avec exportation ;
- Le déboisement, le rognage de souches, le débitage d'arbres avec export ou brûlage du bois mort ;
- Le roulage de la Fougère aigle ;
- Le pâturage extensif ;
- L'étrépage ou le comblement de fossés drainants, la création de mares ou de seuils.

Ainsi depuis 2014, ce sont plus de 1000 m<sup>3</sup> de rémanents (déboisement), qui ont été évacués et dont 2/3 ont pu être valorisés. Ce sont aussi 15 ha de landes qui ont été restaurées, sachant que les versions mésophiles représentent 81% de cette surface (*Association Les Landes, 2021b*).

Par ailleurs, un suivi photographique des paysages a été établi sur 28 points (repères permanents), permettant de caractériser l'évolution des landes restaurées et entretenues. Une analyse des données de suivis botaniques, suite à ces interventions de restauration et d'ouverture de la végétation, montre d'ailleurs une progression de la richesse floristique (*Association Les Landes, 2021a*). On y constate par exemple que des espèces de landes émergent, mais aussi que des irrégularités surviennent, probablement dues à un abrutissement fort sur : *Erica tetralix / ciliaris*, *Betula pendula* (Bouleau verruqueux), *Salix cinerea* (Saule cendré), *Quercus robur*. En effet, les brebis sur ce site ont un fort appétit pour les arbrisseaux et elles se reportent sur les bruyères si le pâturage est trop tardif. Pour autant, l'expansion des espèces jadis proliférantes est contrôlée (Fougère aigle, Ronces), quand les recouvrements d'espèces structurantes de landes humides sont constants (Molinie bleue, Ajonc nain, Callune vulgaire).

Finalement, la part d'habitats en état favorable est passée de 18 à 36%, à l'échelle de la réserve entre 2014 et 2020. Les états de conservation des landes sèches sont globalement restés dans des proportions identiques à 2014, quand les surfaces de landes fraîches à humides en état favorable ont très sensiblement augmenté.

Des photos témoins sont visibles à la page ci-après.



**Photo de gauche :** lande mésophile en mauvais état et refermée, où cohabitent *Pteridium aquilinum* qui est aussi envahissante, *Erica* et *Ulex*, *Molinae*, sous une canopée de *Pinus* et *Quercus*, RNR de Monteneuf (56, Monteneuf).

**Photo de droite :** lande hygrophile juste après coupe à blanc de la végétation qui la surplombait, laissant repousser des espèces de lande, RNR de Monteneuf (56, Monteneuf).

### ***La Vraie Croix***

Une partie de la lande de ce site (70ha), sur butte granitique mais dépourvu de mégalithes, a été restaurée en 2018, avec mise en place d'un partenariat entre les acteurs locaux (projet de territoire avec mairie, école, ferme ovine, CD56, artistes, etc.). Cela a essentiellement consisté à couper des peuplements de pins maritimes et sylvestres, élaguer les autres essences d'arbres (Bouleau), puis broyer une partie de la lande sous-jacente (surtout Ajonc d'Europe). Cette biomasse fraîchement coupée fût ensuite exportée pour ne pas réenrichir les sols, qui furent d'ailleurs étrepés.

Par ailleurs, notons que ces opérations ont été rendues possibles entre autres, par le déclassement EBC des parcelles concernées lors de la révision PLU.

Dans le cadre du présent travail, une visite du lieu a permis de constater un résultat plutôt saisissant quelques années après, notamment au regard des environs restés sans interventions. En effet, la repousse d'espèces végétales caractéristiques des landes, semblait vigoureuse (sèches principalement), sans compter une faune également de retour (Engoulevent d'Europe).

Des photos témoins sont visibles ci-après.



**Photo de gauche :** lande mésophile en mauvais état et refermée, où cohabitent *Pteridium aquilinum* qui est envahissante, *Erica* et *Ulex*, *Molinae*, sous une canopée de *Pinus* et *Quercus*, Lande de la Vraix Croix (56, La Vraix Croix).

**Photo de droite :** lande mésophile quelques années après coupe à blanc de la végétation qui la surplombait, puis décapage du sol laissant repousser largement *Erica* et *Ulex*, *Agrostis*, mais également quelques *Rubus* et *Pteridium*, Lande de la Vraix Croix (56, La Vraix Croix).

## Annexe XV : Photographies des unités homogènes de végétation rencontrées



*Figure 19 : photographies d'un habitat de type fourré mésophile*



*Figure 20 : photographies d'un habitat de type lande mésohygrophile méridionale*



*Figure 22 : photographies d'un habitat de type lande mésohygrophile dégradée*



*Figure 21 : photographies d'un habitat de type lande sèche atlantique*



*Figure 24 : photographie d'un habitat de type moliniaie*



*Figure 23 : photographie d'un habitat de type ptéridaie*



*Figure 26 : photographie d'un habitat de type prairie basale*



*Figure 25 : photographie d'un habitat de type prairie de fauche  
(Crédit : Kevin DE LANGENHAGEN)*

## Annexe XVI : Compléments concernant la description des grands types de sols rencontrés

### Rankosol

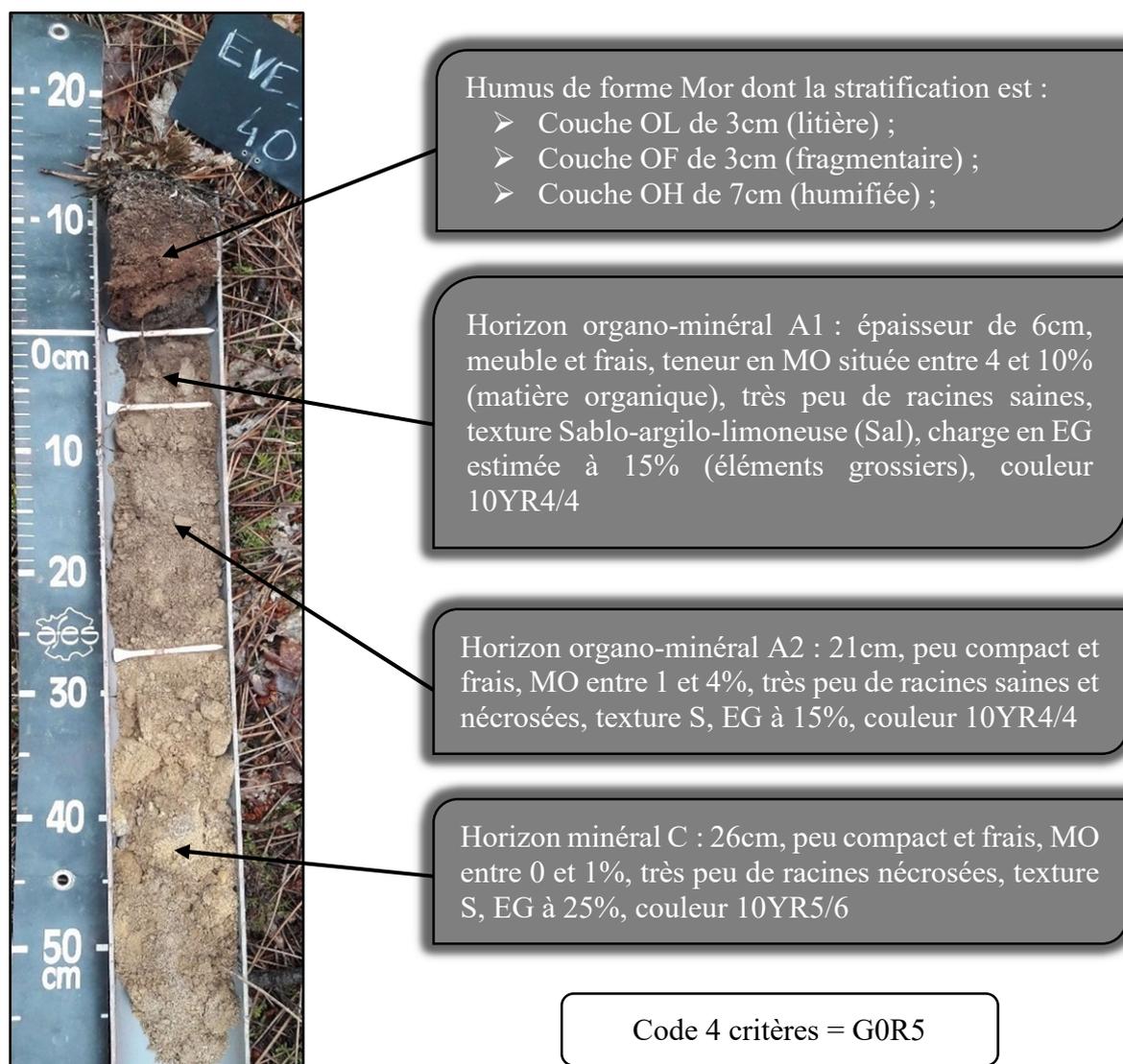


Figure 27 : photographie du profil de sol au point 40

## Brunisol



Humus de forme Mor voire Moder, dont la stratification est :

- Couche OL de 4cm (litière) ;
- Couche OF de 4cm (fragmentaire) ;
- Couche OH de 4cm (humifiée) ;

Horizon organo-minéral A : épaisseur de 30cm, meuble et frais (météo variable), teneur en MO située entre 4 et 10% (matière organique), quelques racines saines et nécrosées, texture Limono-Argilo-Sableuse (LAS), charge en EG estimée à 1% (éléments grossiers), couleur 10YR3/3

Horizon structural S : 15cm, peu compact et frais, MO entre 1 et 4%, très peu de racines saines et nécrosées, texture Sal, EG à 3%, couleur 10YR6/2 avec tâches de dégradation assez nombreuses et contrastées en 10YR6/8

Horizon minéral rédoxique Cg : 35cm, peu compact et frais, MO entre 0 et 1%, très peu de racines nécrosées, texture S, EG à 25%, couleur 10YR6/2 avec tâches d'oxydation nombreuses et contrastées de couleur 10YR6/8

Code 4 critères = G3B4

*Figure 28 : photographie du profil de sol au points 29*

## Alocrisol



Humus de forme Hydromor voir Hydromoder, dont la stratification est :

- Couche OL de 2cm (litière) ;
- Couche OF de 3cm (fragmentaire) ;
- Couche OH de 3cm (humifiée) ;

Horizon organo-minéral A1 : épaisseur de 12cm, peu compact et frais (météo variable), teneur en MO située entre 4 et 10% (matière organique), nombreuses racines saines et nécrosées, texture Limono-Sablo-argileuse (LSa), EG estimée à 1% (éléments grossiers), couleur 7.5YR2,5/3

Horizon organo-minéral rédoxique A2g : 8cm, compact et humide, MO entre 1 et 4%, peu de racines saines et nécrosées, texture LAS, EG à 1%, couleur 10YR4/3 avec tâches d'oxydation nombreuses et contrastées en 7.5YR6/8 + dégradation, nombreuses, contrastées en 7.5YR2/2

Horizon structural S : 15cm, peu compact et frais, MO entre 1 et 4%, très peu de racines saines et nécrosées, texture Sal, EG à 3%, couleur 10YR6/2 avec tâches d'oxydation assez nombreuses et contrastées de couleur 10YR6/8

Horizon minéro-structural rédoxique S/Cg : 29cm, très compact et humide, MO < 1%, très peu de racines pourries, texture LAS, EG à 5%, couleur 10YR5/4 avec tâches plus nombreuses que S

*Figure 29 : photographie du profil de sol au point 30*

Code 4 critères = G6Y4

## Planosol



Humus de forme Hydromor voir Hydromoder, dont la stratification est :

- Couche OL de 2cm (litière) ;
- Couche OF de 3cm (fragmentaire) ;
- Couche OH de 3cm (humifiée) ;

Horizon organo-minéral A1 : épaisseur de 12cm, peu compact et frais (météo variable), teneur en MO située entre 4 et 10% (matière organique), nombreuses racines saines et nécrosées, texture Limono-Sablo-argileuse (LSa), EG estimée à 1% (éléments grossiers), couleur 7.5YR2,5/3

Horizon organo-minéral rédoxique A2g : 8cm, compact et humide, MO entre 1 et 4%, peu de racines saines et nécrosées, texture LAS, EG à 1%, couleur 10YR4/3 avec tâches d'oxydation nombreuses et contrastées en 7.5YR6/8 + dégradation, nombreuses, contrastées en 7.5YR2/2

Horizon structural S : 15cm, peu compact et frais, MO entre 1 et 4%, très peu de racines saines et nécrosées, texture Sal, EG à 3%, couleur 10YR6/2 avec tâches d'oxydation assez nombreuses et contrastées de couleur 10YR6/8

Horizon minéro-structural rédoxique S/Cg : 29cm, très compact et humide, MO < 1%, très peu de racines pourries, texture LAS, EG à 5%, couleur 10YR5/4 avec tâches plus nombreuses que S

*Figure 30 : photographie du profil de sol au point 30*

Code 4 critères = G6Y4

## Fluvisol



*Figure 31 : photographie du profil de sol au point 9*

Humus de forme Moder, dont la stratification est :

- Couche OL de 4cm (litière) ;
- Couche OF de 3cm (fragmentaire) ;
- Couche OH de 5cm (humifiée) ;

Horizon organo-minéral A : épaisseur de 15cm, meuble et humide (météo variable), teneur en MO située entre 4 et 10% (matière organique), peu de racines saines et nécrosées, texture Limono-Sablo-argileuse (LSa), charge en EG estimée à 1% (éléments grossiers), couleur 10YR3/1

Horizon organo-minéral jeune Jp1 : 12cm, peu compact et très humide, MO entre 1 et 4%, peu de racines saines et nécrosées, texture LAS, EG à 3%, couleur 10YR5/1

Horizon structural jeune rédoxique Jp2g : 12cm, compact et humide, MO entre 1 et 4%, peu de racines saines et nécrosées, texture LAS, EG à 1%, couleur 10YR6/2 avec tâches d'oxydation peu nombreuses et peu contrastées de couleur 10YR7/8

Horizon minéro-structural jeune rédoxique Jp3/Dg : 26cm, très compact et humide, MO < 1%, sans racines, texture LAS, EG à 15%, couleur 10YR7/1 avec tâches d'oxydation nombreuses et contrastées de couleur 10YR6/8

Code 4 critères = V5V3



Figure 32 : carte des pentes et des profondeurs des sols, au droit des points échantillonnés

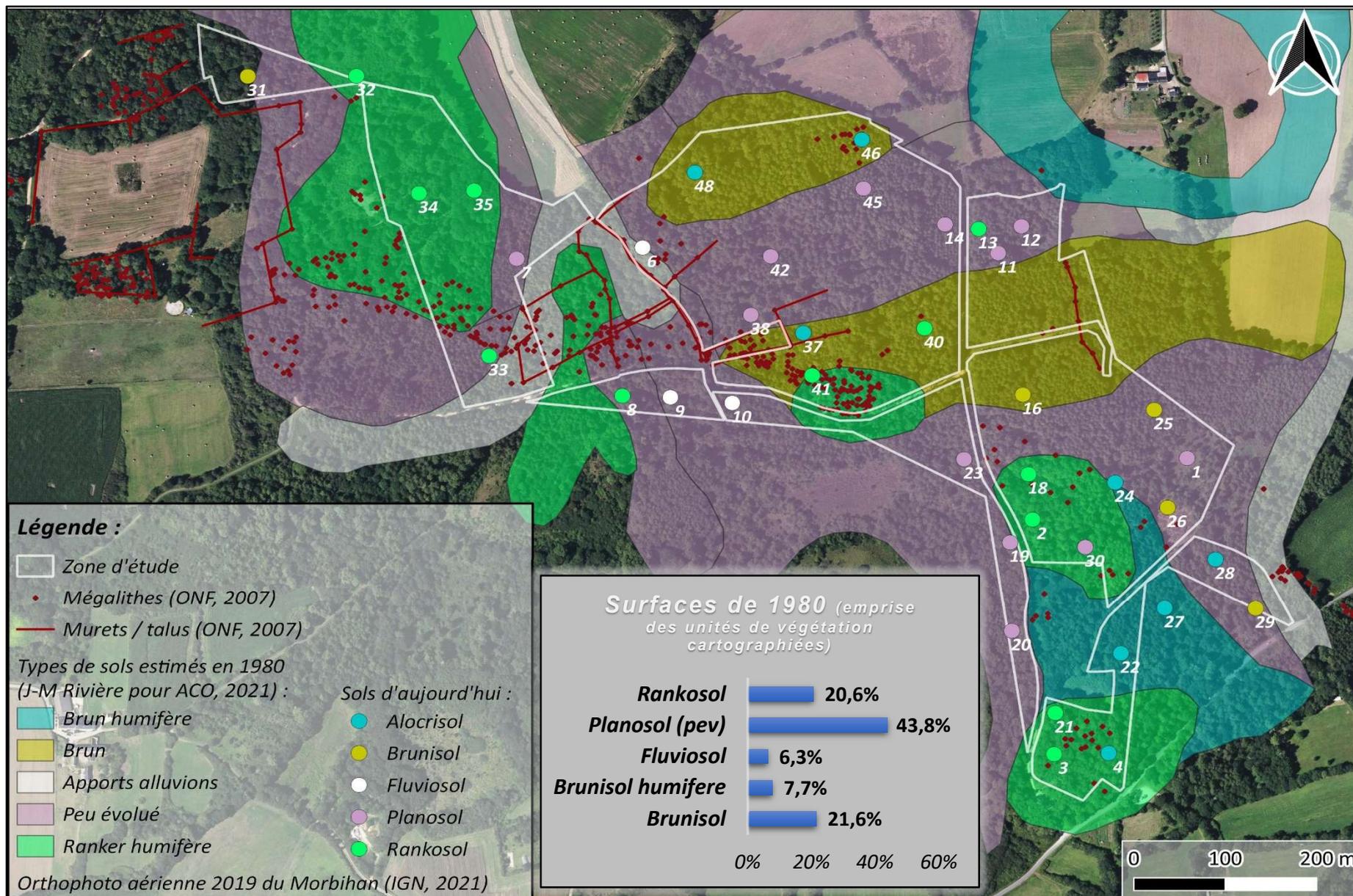


Figure 33 : carte comparative entre les types de sols caractérisés en 2021 au droit des points échantillonnés et ceux photo-interprétés de 1980

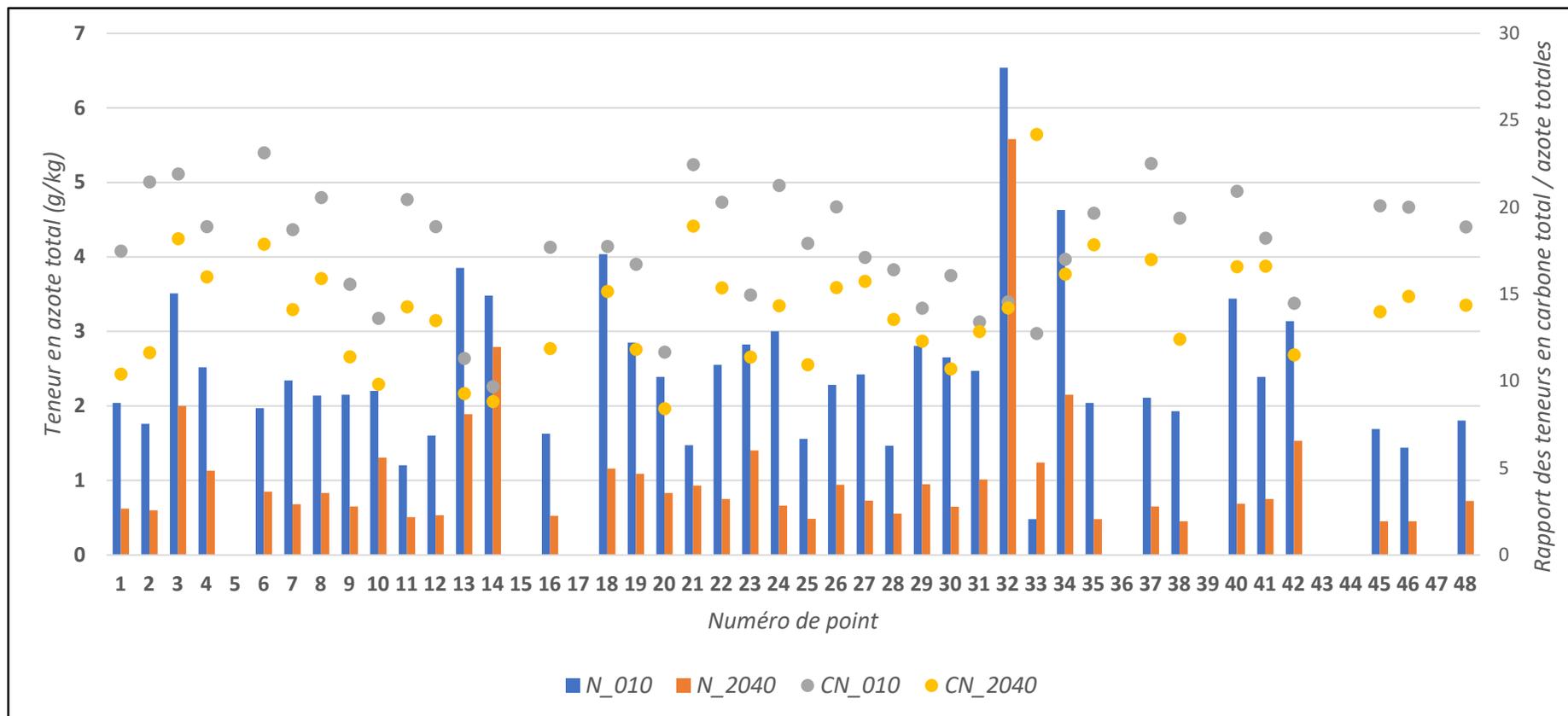


Figure 34 : teneur en azote total (N) et rapport carbone / azote (CN), en fonction du point échantillonné, profondeur 0-10cm et 20-40cm

	N_010	N_2040	CN_010	CN_2040
Moyenne	2,5	1,1	17,7	14,0
Ecart type	1,0	0,9	3,3	3,1
Minimum	0,5	0,5	9,7	8,4
1 <sup>er</sup> quartile	1,8	0,6	15,4	11,6
2 <sup>ème</sup> quartile	2,3	0,8	18,1	14,2
3 <sup>ème</sup> quartile	2,8	1,1	20,1	15,9
Maximum	6,5	5,6	23,1	24,2

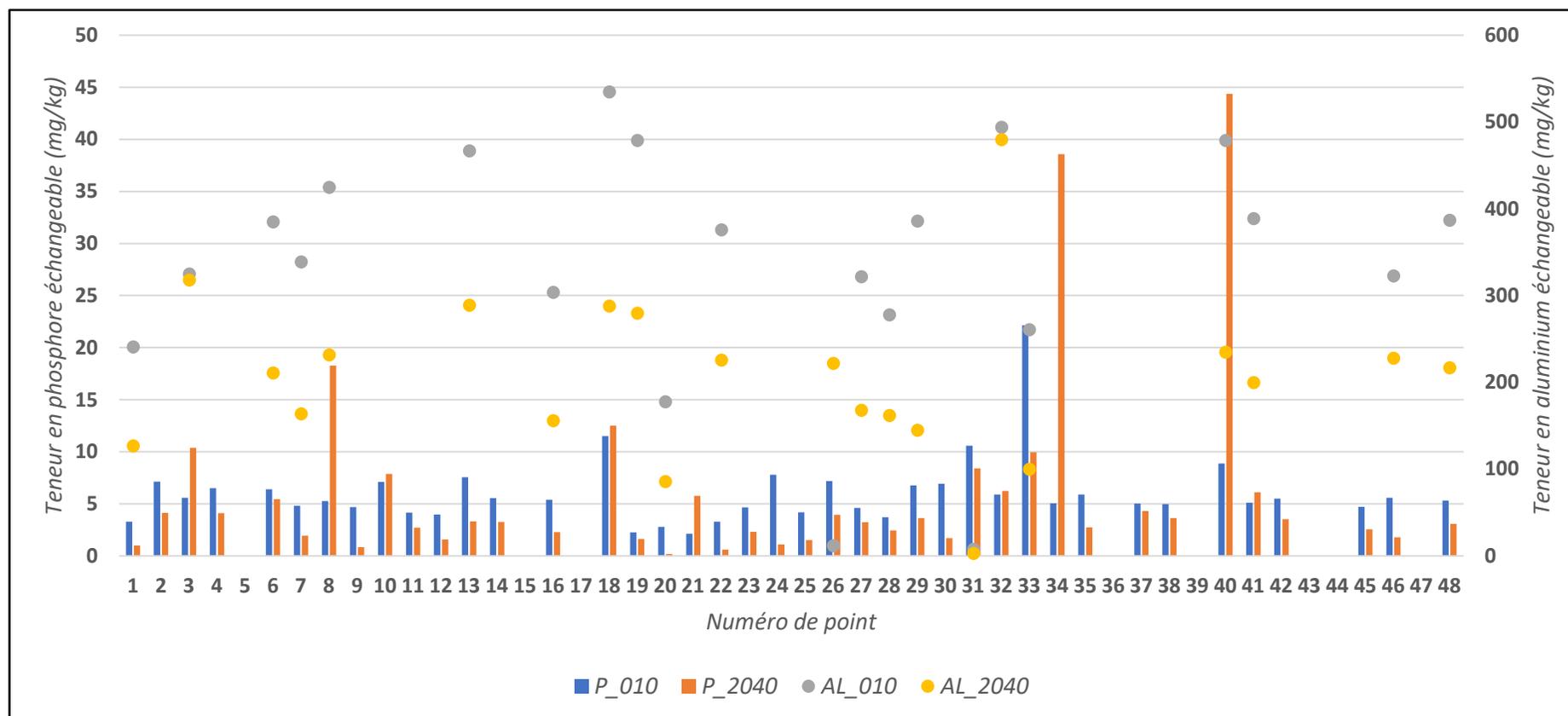


Figure 35 : teneur en phosphore échangeable (P) et aluminium échangeable (AL), en fonction du point échantillonné, profondeur 0-10 cm et 20-40cm

	P_010	P_2040	AL_010	AL_2040
Moyenne	6	6	329	214
Ecart type	3	9	143	92
Minimum	2	0	8	3
1 <sup>er</sup> quartile	5	2	285	163
2 <sup>ème</sup> quartile	5	3	358	220
3 <sup>ème</sup> quartile	7	6	416	255
Maximum	22	44	535	480

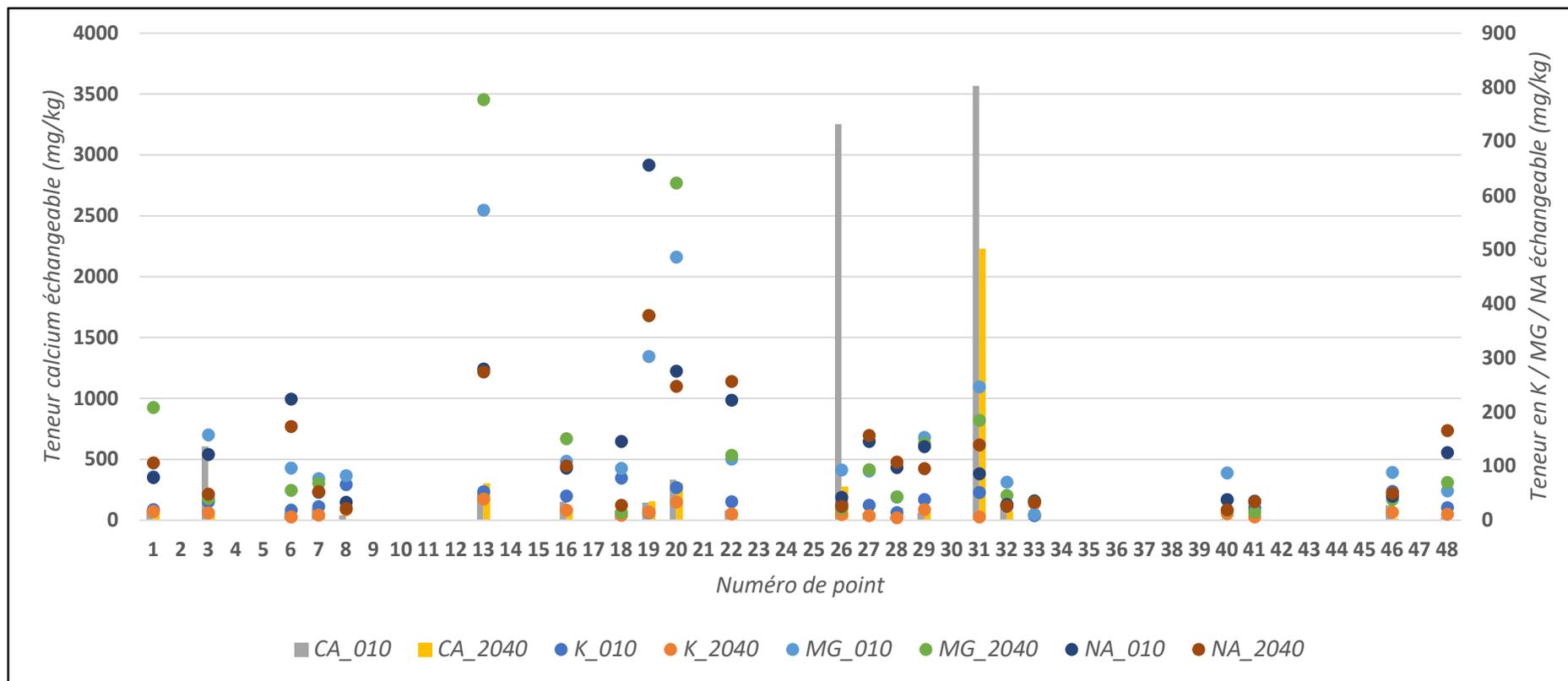


Figure 36 : teneur en cations échangeables, potassium (K) / magnésium (MG) / sodium (NA) et calcium (CA), en fonction du point échantillonné, profondeur 0-10cm et 20-40cm

	K_010	K_2040	CA_010	CA_2040	MG_010	MG_2040	NA_010	NA_2040
Moyenne	36	16	418	177	143	144	137	116
Ecart type	18	9	956	458	138	196	137	97
Minimum	9	5	8	0	12	15	30	20
1 <sup>er</sup> quartile	24	10	45	14	78	37	43	34
2 <sup>ème</sup> quartile	33	13	85	47	92	62	97	98
3 <sup>ème</sup> quartile	50	20	151	103	144	149	146	164
Maximum	78	40	3567	2230	573	778	657	379

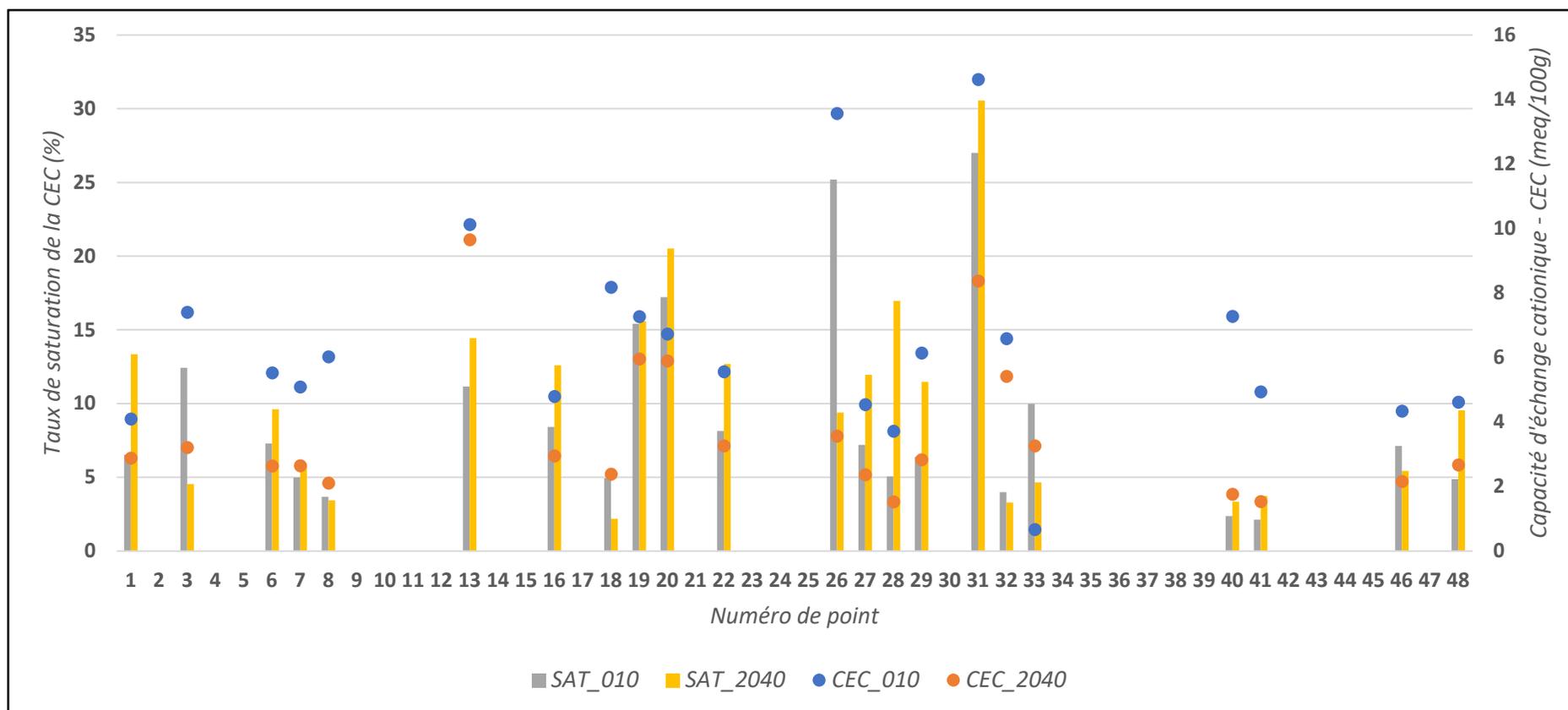


Figure 37 : taux de saturation de la CEC et capacité d'échange cationique (CEC), en fonction du point échantillonné, profondeur 0-10cm et 20-40cm

	CEC_010	CEC_2040	SAT_010	SAT_2040
Moyenne	6,4	3,6	9,2	10,2
Ecart type	3,0	2,1	6,6	6,7
Minimum	0,7	1,5	2,1	2,2
1 <sup>er</sup> quartile	4,7	2,4	4,9	4,6
2 <sup>ème</sup> quartile	5,8	2,9	7,2	9,6
3 <sup>ème</sup> quartile	7,3	3,5	10,9	13,2
Maximum	14,6	9,7	27,0	30,6

	<b>Alocrisol</b>			<b>Brunisol</b>			<b>Fluviosol</b>		<b>Planosol</b>			<b>Rankosol</b>			<b>Non sondé</b>			<b>TOTAUX</b>	<b>PART</b>
	<b>Bois</b>	<b>C / P</b>	<b>Land</b>	<b>Bois</b>	<b>C / P</b>	<b>Land</b>	<b>Bois</b>	<b>C / P</b>	<b>Bois</b>	<b>C / P</b>	<b>Land</b>	<b>Bois</b>	<b>C / P</b>	<b>Land</b>	<b>Bois</b>	<b>Land</b>	<b>I</b>		
F3.1 + E5.31		1			1		1					2	1					6	13%
F3.1												1						1	2%
F4.13		2		1	1	1	1	1	6	1			1		1			16	33%
F4.13 + E5.31				1					1						1			3	6%
F4.12											1				2			3	6%
F4.23													1					1	2%
F4.23 degrad			1									2	1					4	8%
F4.23 degrad + E5.31												1		1				2	4%
6410										1						1		2	4%
E5.31	2	2							2			1			2		1	10	21%
<b>TOTAUX</b>	8			5			3		12			12			8			48	
<b>PART</b>	20%			13%			8%		30%			30%			20%				

Figure 38 : tableaux de contingence entre les unités homogènes de végétation et les types de sols caractérisés en 2021, par rapport à l'occupation des sols estimée en 1950-1965

<b>Légende :</b>	
F3.1 + E5.31 = Fourre + Ptéridaie envahissante	6410 = Moliniaie
F3.1 = Fourre mésophile	E5.31 =Ptéridaie
F4.13 =Lande mésohygrophile dégradée	
F4.13 + E5.31 = Lande mésohygrophile dégradée + Ptéridaie envahissante	Bois = Boisement en 1950-1965
F4.12 = Lande mésohygrophile méridionale	C / P = Culture / Pâturage en 1950-1965
F4.23 = Lande sèche atlantique	Land = Lande en 1950-1965
F4.23 degrad = Lande sèche dégradée	I = Inconnu en 1950-1965
F4.23 degrad + E5.31 = Lande seche dégradée + Ptéridaie envahissante	

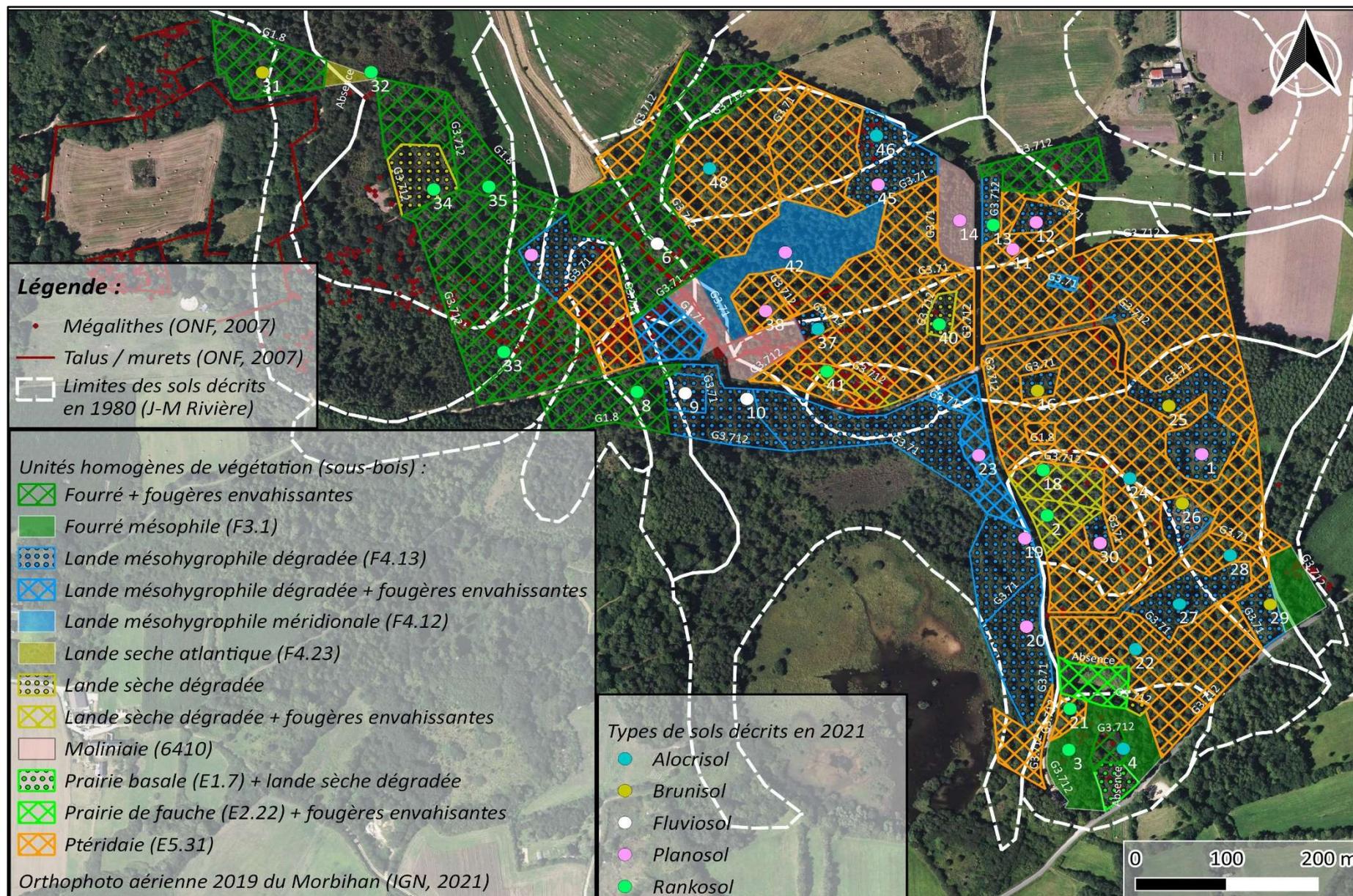


Figure 39 : carte des unités homogènes de végétation et types de sols décrits en 2021, avec les limites des sols dessinées de 1980 (cf. annexe IV)

## Annexe XVII : Informations sur l'analyse multi-dimensionnelle

### Description des champs de la table de données utilisée

<b>NOM DU CHAMPS</b>	<b>LIBELLE</b>	<b>NATURE VARIABLE</b>
<i>ID_point</i>	Code d'identification du point échantillonné (texte)	Qualitative
<i>ID_vege</i>	Code d'identification du relevé phytosociologique (texte)	Qualitative
<i>ID_sol</i>	Code d'identification du sondage pédologique (texte)	Qualitative
<i>ID_photovege</i>	Numéro ou lien de la photographie de végétation type rencontrée (texte)	Qualitative
<i>DATE_relev</i>	Date du relevé botanique au point échantillonné (texte)	Qualitative
<i>DATE_sondag</i>	Date du sondage pédologique (texte)	Qualitative
<i>DATE_prelev</i>	Date du prélèvement de sol (texte)	Qualitative
<i>DATE_analys</i>	Date de l'analyse de l'échantillon de sol (texte)	Qualitative
<i>GEOG_coordx</i>	Coordonnées géographiques longitude (m)	Quantitative
<i>GEOG_coordy</i>	Coordonnées géographiques latitude (m)	Quantitative
<i>GEOG_precis</i>	Précision satellite des coordonnées géographiques (m)	Quantitative
<i>GEOM_surf</i>	Superficie du relevé botanique (m <sup>2</sup> )	Quantitative
<i>METEO_natur</i>	Nature des conditions météo au moment du sondage du sol échantillonné (texte)	Qualitative
<i>METEO_intens</i>	Intensité des conditions météo au moment du sondage du sol (texte)	Qualitative
<i>METEO_duree</i>	Durée des conditions météo au moment du sondage du sol (texte)	Qualitative
<i>LUMI_expo</i>	Orientation par rapport au point cardinal exposant la zone échantillonnée le plus à la lumière (texte)	Qualitative
<i>LUMI_intens</i>	Intensité lumineuse reçue (texte)	Qualitative
<i>TOPO_alti</i>	Altitude du point échantillonné (m)	Quantitative modalisée
<i>TOPO_pent</i>	Pente du terrain (°)	Quantitative modalisée
<i>TOPO_form</i>	Morphologie du terrain (texte)	Qualitative
<i>TOPO_versan</i>	Situation dans le versant (texte)	Qualitative
<i>HAB_n2000cod</i>	Code correspondant de la table de classification CORINE BIOTOPE, répertorié pour la carte Natura2000 (texte)	Qualitative

<i>HAB_n2000text</i>	Texte correspondant de la table de classification CORINE BIOTOPE, répertorié pour la carte Natura2000 (texte)	Qualitative
<i>HAB_hic</i>	Code correspondant de la liste des habitats d'intérêt communautaire, répertorié pour la carte Natura2000 ou C.Blond (texte)	Qualitative
<i>HAB_cgvtv56</i>	Texte correspondant à la table de classification CORINE BIOTOPE, répertorié pour la carte des grands types de végétation du morbihan (texte)	Qualitative
<i>HAB_invent16</i>	Code correspondant de la table de classification CORINE BIOTOPE, répertorié lors de l'inventaire faune / flore par C. Blond en 2016 (texte)	Qualitative
<i>HAB_hic16</i>	Code correspondant à la table de classification CAHIER HABITAT (texte)	
<i>HAB_unitvegea</i>	Strate arborée de l'unité de végétation cartographiée dans laquelle le relevé phytosociologique a été fait (Code EUNIS) (texte)	Qualitative
<i>HAB_unitvegeh</i>	Strate herbacée de l'unité de végétation cartographiée dans laquelle le relevé phytosociologique a été fait (Code EUNIS groupement) (texte)	Qualitative
<i>MIL_florecolo</i>	Description floristico-écologique du milieu au point échantillonné (texte)	Qualitative
<i>MIL_physio</i>	Physionomie de la végétation du milieu (texte)	Qualitative
<i>MIL_matur</i>	Maturité du milieu (texte)	Qualitative
<i>MIL_humidobs</i>	Humidité observée du substrat (texte)	Qualitative
<i>CONTA_actibio</i>	Traces d'origine animale ou d'actions anthropiques, à moins de 10m du point échantillonné (texte)	Qualitative
<i>CONTA_dynam</i>	Contact dynamique à moins de 50m de l'observation au point échantillonné (texte)	Qualitative
<i>CONTA_ecolo</i>	Contact écologique à moins de 50m de l'observation (texte)	Qualitative
<i>COM_vege</i>	Commentaires sur le milieu où le type de végétation au point échantillonné (texte)	Qualitative
<i>RECOU_a</i>	Taux de recouvrement de la strate arborée au point échantillonné (%)	Quantitative modalisée
<i>RECOU_a12</i>	Taux de recouvrement de la strate arbustive (%)	Quantitative modalisée
<i>RECOU_h</i>	Taux de recouvrement de la strate herbacée (%)	Quantitative modalisée
<i>RECOU_bryo</i>	Taux de recouvrement des bryophytes (%)	Quantitative modalisée

<i>RECOU_lit</i>	Taux de recouvrement de la litière (%)	Quantitative modalisée
<i>HAUT_a</i>	Hauteur maximale de la strate arborée au point échantillonné (m)	Quantitative modalisée
<i>HAUT_a12</i>	Hauteur maximale de la strate arbustive (m)	Quantitative modalisée
<i>HAUT_h</i>	Hauteur maximale de la strate herbacée (m)	Quantitative modalisée
<i>ESPEC_land</i>	Présence d'espèce indicatrice de lande (texte)	Qualitative
<i>ESPEC_domin1</i>	Espèce herbacée / arbustive basse relevées n°1 qui est dominante dans le quadrat (texte)	Qualitative
<i>ESPEC_domin2</i>	Espèce herbacée / arbustive basse relevées n°2 qui est dominante dans le quadrat (texte)	Qualitative
<i>HISTO_1811</i>	Occupation historique du sol d'après le cadastre napoléonien de 1811 (texte)	Qualitative
<i>HISTO_1950</i>	Occupation historique du sol d'après la photographie aérienne de 1950-1965 (texte)	Qualitative
<i>HUMUS_form</i>	Forme et typologie d'humus (texte)	Qualitative
<i>HUMUS_zoohof</i>	Présence de zoogénie dans l'horizon organique fragmentaire (texte)	Qualitative
<i>HUMUS_zoohoh</i>	Présence de zoogénie dans l'horizon organique humifié (texte)	Qualitative
<i>HUMUS_biostruha</i>	Présence de biostructures dans l'horizon A au point échantillonné (texte)	Qualitative
<i>HUMUS_redoxha</i>	Présence de traits rédoxiques couvrants plus de 5 % de la surface de l'horizon A observé sur une coupe verticale (texte)	Qualitative
<i>SOL_jmrvicod</i>	Code sol, issu des minutes de terrains de J-M Rivière (1980) au point échantillonné (texte)	Qualitative
<i>SOL_jmrvitext</i>	Texte descriptif du sol, issu des minutes de terrains de J-M Rivière (1980) au point échantillonné (texte)	Qualitative
<i>SOL_cod4</i>	Code à 4 critères du profil pédologique synthétique au point échantillonné (texte)	Qualitative
<i>SOL_regimhyd</i>	Régime hydrique du sol caractérisé (texte)	Qualitative
<i>SOL_regisubm</i>	Régime de submersion du sol caractérisé (texte)	Qualitative
<i>SOL_typ</i>	Typologie de solum (texte)	Qualitative
<i>SOL_profon</i>	Classe de profondeur du sol (texte)	Qualitative
<i>SOL_profonhc</i>	Profondeur d'apparition de l'horizon pédologique d'altération (cm)	Quantitative
<i>SOL_phhA</i>	Potentiel hydrogène de l'horizon organo-minéral, mesuré sur le terrain avec sonde pH (sans unité)	Quantitative
<i>RM_typ</i>	Typologie du substrat géologique au point échantillonné (texte)	Qualitative
<i>RM_descrip</i>	Descriptif du substrat géologique au point échantillonné, issue de la couche de données géologique (texte)	Qualitative

<i>RM_profon</i>	Profondeur d'apparition du matériau géologique (cm)	Quantitative
<i>HYDMOR_profon</i>	Profondeur d'apparition de l'hydromorphie au point échantillonné (cm)	Quantitative
<i>HYDMOR_intens</i>	Intensité de l'hydromorphie (texte)	Qualitative
<i>HYDMOR_class</i>	Classe d'hydromorphie (texte)	Qualitative
<i>EPAISH_ol</i>	Épaisseur de la litière du profil pédologique au point échantillonné (cm)	Quantitative
<i>EPAISH_of</i>	Épaisseur de l'horizon organique fragmentaire (cm)	Quantitative
<i>EPAISH_oh</i>	Épaisseur de l'horizon organique humifié (cm)	Quantitative
<i>EPAISH_x</i>	Épaisseur de l'horizon X du profil pédologique (cm) (x = numéro d'horizon, nombre entier)	Quantitative
<i>HUMIDH_x</i>	Humidité de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>COMPH_x</i>	Compacité de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>MOH_x</i>	Abondance de matière organique de l'horizon x du profil pédologique (texte + %)	Qualitative
<i>ARACINH_x</i>	Abondance de racines de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>ERACINH_x</i>	État des racines de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>TEXOBSh_x</i>	Code GEPPA de la texture observée de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>EGH_x</i>	Taux d'éléments grossiers de l'horizon x du profil pédologique (%)	Quantitative
<i>TYPOH_x</i>	Identification de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>COULH_x</i>	Code couleur MUNSELL de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>TACH1H_x</i>	Code couleur MUNSELL des tâches de type 1 de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>ATACH1H_x</i>	Abondance des tâches de type 1 de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>TTACH1H_x</i>	Type des tâches de type 1 de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>CTACH1H_x</i>	Contraste des tâches de type 1 de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>TACH2H_x</i>	Code couleur MUNSELL des tâches de type 2 de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>ATACH2H_x</i>	Abondance des tâches de type 2 de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>TTACH2H_x</i>	Type des tâches de type 2 de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>CTACH2H_x</i>	Contraste des tâches de type 2 de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>TFERH_x</i>	Test fer de l'horizon x du profil pédologique (texte)	Qualitative
<i>PHEAU_010</i>	Potentiel hydrogène en solution d'eau de la couche de sol 0-10cm, mesuré en laboratoire (sans unité)	Quantitative
<i>PHEAU_2040</i>	Potentiel hydrogène en solution d'eau de la couche de sol 20-40cm (sans unité)	Quantitative
<i>PHKCL_010</i>	Potentiel hydrogène en solution de chlorure de potassium de la couche de sol 0-10cm, mesuré en laboratoire (sans unité)	Quantitative

PHKCL_2040	Potentiel hydrogène en solution de chlorure de potassium de la couche de sol 20-40cm (sans unité)	Quantitative
CO_010	Teneur moyenne en carbone organique total de la couche de sol 0-10cm, mesurée en laboratoire (g/kg)	Quantitative
CO_2040	Teneur moyenne en carbone organique total de la couche de sol 20-40cm (g/kg)	Quantitative
MO_010	Teneur moyenne en matière organique totale de la couche de sol 0-10cm, mesurée en laboratoire (g/kg)	Quantitative
MO_2040	Teneur moyenne en matière organique totale de la couche de sol 20-40cm (g/kg)	Quantitative
N_010	Teneur moyenne en azote total de la couche de sol 0-10cm, mesurée en laboratoire (g/kg)	Quantitative
N_2040	Teneur moyenne en azote total de la couche de sol 20-40cm (g/kg)	Quantitative
CN_010	Rapport moyen de l'azote total sur le carbone organique total de la couche de sol 0-10cm, calculé en laboratoire	Quantitative
CN_2040	Rapport moyen de l'azote total sur le carbone organique total de la couche de sol 20-40cm	Quantitative
P_010	Teneur moyenne en phosphore extractible de la couche de sol 0-10cm, mesurée en laboratoire (mg/kg)	Quantitative
P_2040	Teneur moyenne en phosphore extractible de la couche de sol 20-40cm, mesurée en laboratoire (mg/kg)	Quantitative
AL_010	Teneur moyenne en aluminium échangeable de la couche de sol 0-10cm, mesurée en laboratoire (mg/kg)	Quantitative
AL_2040	Teneur moyenne en aluminium échangeable de la couche de sol 20-40cm (mg/kg)	Quantitative
K_010	Teneur moyenne en potassium échangeable de la couche de sol 0-10cm, mesurée en laboratoire (mg/kg)	Quantitative
K_2040	Teneur moyenne en potassium échangeable de la couche de sol 20-40cm (mg/kg)	Quantitative
CA_010	Teneur moyenne en calcium échangeable de la couche de sol 0-10cm, mesurée en laboratoire (mg/kg)	Quantitative
CA_2040	Teneur moyenne en calcium échangeable de la couche de sol 20-40cm (mg/kg)	Quantitative
MG_010	Teneur moyenne en magnésium échangeable de la couche de sol 0-10cm, mesurée en laboratoire (mg/kg)	Quantitative
MG_2040	Teneur moyenne en magnésium échangeable de la couche de sol 20-40cm (mg/kg)	Quantitative
NA_010	Teneur moyenne en sodium échangeable de la couche de sol 0-10cm, mesurée en laboratoire (mg/kg)	Quantitative
NA_2040	Teneur moyenne en sodium échangeable de la couche de sol 20-40cm (mg/kg)	Quantitative
CEC_010	Capacité d'échange cationique moyenne de la couche de sol 0-10cm, mesurée en laboratoire (meq/100g)	Quantitative
CEC_2040	Capacité d'échange cationique moyenne de la couche de sol 20-40cm (meq/100g)	Quantitative
SAT_010	Taux de saturation moyen de la couche de sol 0-10cm, mesuré en laboratoire	Quantitative
SAT_2040	Taux de saturation moyen de la couche de sol 20-40cm	Quantitative
GRANULO_010	Code granulométrique du triangle des textures de la couche de sol 0-10 cm, déterminé en laboratoire (texte)	Qualitative
GRANULO_2040	Code granulométrique du triangle des textures de la couche de sol 20-40 cm (texte)	Qualitative

**Table de l'analyse des corrélations**

	<b>TOPO_alti</b>	<b>TOPO_pent</b>	<b>SOL_profon</b>	<b>HYDMOR_class</b>	<b>pH2O_010</b>	<b>pH2O_2040</b>	<b>pHKCL_010</b>	<b>pHKCL_2040</b>	<b>CO_010</b>	<b>CO_2040</b>
<b>TOPO_alti</b>	1,00	0,57	0,38	-0,47	-0,17	-0,29	-0,17	-0,24	0,74	0,87
<b>TOPO_pent</b>	0,57	1,00	0,08	-0,27	0,35	0,11	0,22	-0,01	0,39	0,49
<b>SOL_profon</b>	0,38	0,08	1,00	-0,71	-0,46	-0,38	-0,59	-0,46	0,36	0,39
<b>HYDMOR_class</b>	-0,47	-0,27	-0,71	1,00	0,21	0,23	0,15	0,03	-0,50	-0,54
<b>pH2O_010</b>	-0,17	0,35	-0,46	0,21	1,00	0,83	0,92	0,71	-0,29	-0,13
<b>pH2O_2040</b>	-0,29	0,11	-0,38	0,23	0,83	1,00	0,76	0,83	-0,25	-0,27
<b>pHKCL_010</b>	-0,17	0,22	-0,59	0,15	0,92	0,76	1,00	0,82	-0,30	-0,08
<b>pHKCL_2040</b>	-0,24	-0,01	-0,46	0,03	0,71	0,83	0,82	1,00	-0,17	-0,15
<b>CO_010</b>	0,74	0,39	0,36	-0,50	-0,29	-0,25	-0,30	-0,17	1,00	0,62
<b>CO_2040</b>	0,87	0,49	0,39	-0,54	-0,13	-0,27	-0,08	-0,15	0,62	1,00
<b>MO_010</b>	0,74	0,39	0,36	-0,50	-0,29	-0,25	-0,30	-0,17	1,00	0,62
<b>MO_2040</b>	0,87	0,49	0,39	-0,54	-0,13	-0,27	-0,08	-0,15	0,62	1,00
<b>N_010</b>	0,73	0,48	0,38	-0,39	-0,13	-0,08	-0,21	-0,12	0,89	0,71
<b>N_2040</b>	0,87	0,53	0,36	-0,41	-0,10	-0,19	-0,11	-0,15	0,65	0,96
<b>CN_010</b>	0,09	-0,13	-0,13	-0,10	-0,38	-0,42	-0,22	-0,14	0,32	-0,15
<b>CN_2040</b>	0,11	-0,12	0,20	-0,57	-0,16	-0,41	0,06	0,00	0,02	0,27
<b>P_010</b>	-0,04	-0,06	0,26	-0,50	0,29	0,09	0,33	0,25	-0,17	0,24
<b>P_2040</b>	0,14	0,08	0,42	-0,64	-0,13	-0,06	-0,11	0,10	0,39	0,08
<b>AL_010</b>	0,26	-0,16	0,51	-0,29	-0,80	-0,56	-0,82	-0,49	0,57	0,20
<b>AL_2040</b>	0,75	0,32	0,48	-0,51	-0,52	-0,67	-0,48	-0,55	0,65	0,77
<b>K_010</b>	-0,03	0,26	0,20	-0,18	0,23	0,32	0,00	0,17	0,18	-0,15
<b>K_2040</b>	0,21	0,37	0,45	-0,09	0,01	-0,03	-0,23	-0,38	-0,07	0,35
<b>CA_010</b>	-0,03	0,42	-0,58	0,13	0,89	0,71	0,92	0,71	-0,05	-0,02
<b>CA_2040</b>	-0,17	0,14	-0,45	0,13	0,80	0,91	0,83	0,93	-0,16	-0,05
<b>MG_010</b>	-0,18	0,23	0,01	0,31	0,26	0,38	0,00	0,00	-0,05	-0,11
<b>MG_2040</b>	-0,23	0,11	0,03	0,42	0,18	0,31	-0,08	-0,11	-0,19	-0,15
<b>NA_010</b>	-0,30	-0,20	-0,21	0,36	-0,22	-0,02	-0,23	-0,16	-0,01	-0,16
<b>NA_2040</b>	-0,39	-0,21	-0,35	0,61	-0,04	0,14	-0,10	-0,04	-0,20	-0,26
<b>CEC_010</b>	0,07	0,50	-0,35	0,04	0,68	0,63	0,60	0,54	0,31	0,03
<b>CEC_2040</b>	0,04	0,31	-0,12	0,20	0,49	0,57	0,35	0,32	0,02	0,21
<b>SAT_010</b>	-0,17	0,34	-0,58	0,31	0,81	0,66	0,77	0,52	-0,21	-0,08
<b>SAT_2040</b>	-0,44	-0,06	-0,61	0,63	0,60	0,75	0,56	0,59	-0,43	-0,35

	MO_010	MO_2040	N_010	N_2040	CN_010	CN_2040	P_010	P_2040	AL_010	AL_2040
<b>TOPO_alti</b>	0,74	0,87	0,73	0,87	0,09	0,11	-0,04	0,14	0,26	0,75
<b>TOPO_pent</b>	0,39	0,49	0,48	0,53	-0,13	-0,12	-0,06	0,08	-0,16	0,32
<b>SOL_profon</b>	0,36	0,39	0,38	0,36	-0,13	0,20	0,26	0,42	0,51	0,48
<b>HYDMOR_class</b>	-0,50	-0,54	-0,39	-0,41	-0,10	-0,57	-0,50	-0,64	-0,29	-0,51
<b>pH2O_010</b>	-0,29	-0,13	-0,13	-0,10	-0,38	-0,16	0,29	-0,13	-0,80	-0,52
<b>pH2O_2040</b>	-0,25	-0,27	-0,08	-0,19	-0,42	-0,41	0,09	-0,06	-0,56	-0,67
<b>pHKCL_010</b>	-0,30	-0,08	-0,21	-0,11	-0,22	0,06	0,33	-0,11	-0,82	-0,48
<b>pHKCL_2040</b>	-0,17	-0,15	-0,12	-0,15	-0,14	0,00	0,25	0,10	-0,49	-0,55
<b>CO_010</b>	1,00	0,62	0,89	0,65	0,32	0,02	-0,17	0,39	0,57	0,65
<b>CO_2040</b>	0,62	1,00	0,71	0,96	-0,15	0,27	0,24	0,08	0,20	0,77
<b>MO_010</b>	1,00	0,62	0,89	0,65	0,32	0,02	-0,17	0,39	0,57	0,65
<b>MO_2040</b>	0,62	1,00	0,71	0,96	-0,15	0,27	0,24	0,08	0,20	0,77
<b>N_010</b>	0,89	0,71	1,00	0,82	-0,13	-0,24	-0,13	0,20	0,52	0,62
<b>N_2040</b>	0,65	0,96	0,82	1,00	-0,26	0,02	0,09	0,00	0,27	0,74
<b>CN_010</b>	0,32	-0,15	-0,13	-0,26	1,00	0,40	-0,30	0,28	0,23	0,15
<b>CN_2040</b>	0,02	0,27	-0,24	0,02	0,40	1,00	0,62	0,36	-0,10	0,31
<b>P_010</b>	-0,17	0,24	-0,13	0,09	-0,30	0,62	1,00	0,34	-0,27	0,12
<b>P_2040</b>	0,39	0,08	0,20	0,00	0,28	0,36	0,34	1,00	0,26	0,17
<b>AL_010</b>	0,57	0,20	0,52	0,27	0,23	-0,10	-0,27	0,26	1,00	0,57
<b>AL_2040</b>	0,65	0,77	0,62	0,74	0,15	0,31	0,12	0,17	0,57	1,00
<b>K_010</b>	0,18	-0,15	0,23	-0,06	-0,09	-0,33	0,04	0,21	0,15	-0,10
<b>K_2040</b>	-0,07	0,35	0,24	0,42	-0,64	-0,24	0,22	-0,08	0,05	0,30
<b>CA_010</b>	-0,05	-0,02	-0,01	-0,02	-0,09	-0,07	0,17	-0,05	-0,71	-0,34
<b>CA_2040</b>	-0,16	-0,05	0,01	0,00	-0,38	-0,22	0,20	-0,04	-0,55	-0,51
<b>MG_010</b>	-0,05	-0,11	0,24	0,07	-0,56	-0,65	-0,15	-0,19	0,01	-0,13
<b>MG_2040</b>	-0,19	-0,15	0,14	0,03	-0,64	-0,69	-0,19	-0,30	0,01	-0,15
<b>NA_010</b>	-0,01	-0,16	0,10	-0,06	-0,18	-0,38	-0,32	-0,28	0,27	0,05
<b>NA_2040</b>	-0,20	-0,26	-0,02	-0,13	-0,29	-0,50	-0,39	-0,43	0,11	-0,16
<b>CEC_010</b>	0,31	0,03	0,39	0,14	-0,10	-0,33	-0,01	0,11	-0,25	-0,12
<b>CEC_2040</b>	0,02	0,21	0,36	0,36	-0,65	-0,48	0,08	-0,22	-0,16	-0,01
<b>SAT_010</b>	-0,21	-0,08	-0,09	-0,06	-0,29	-0,20	0,12	-0,24	-0,72	-0,35
<b>SAT_2040</b>	-0,43	-0,35	-0,19	-0,23	-0,49	-0,56	-0,19	-0,39	-0,50	-0,68

	K_010	K_2040	CA_010	CA_2040	MG_010	MG_2040	NA_010	NA_2040	CEC_010	CEC_2040	SAT_010	SAT_2040
TOPO_alti	-0,03	0,21	-0,03	-0,17	-0,18	-0,23	-0,30	-0,39	0,07	0,04	-0,17	-0,44
TOPO_pent	0,26	0,37	0,42	0,14	0,23	0,11	-0,20	-0,21	0,50	0,31	0,34	-0,06
SOL_profon	0,20	0,45	-0,58	-0,45	0,01	0,03	-0,21	-0,35	-0,35	-0,12	-0,58	-0,61
HYDMOR_class	-0,18	-0,09	0,13	0,13	0,31	0,42	0,36	0,61	0,04	0,20	0,31	0,63
pH2O_010	0,23	0,01	0,89	0,80	0,26	0,18	-0,22	-0,04	0,68	0,49	0,81	0,60
pH2O_2040	0,32	-0,03	0,71	0,91	0,38	0,31	-0,02	0,14	0,63	0,57	0,66	0,75
pHKCL_010	0,00	-0,23	0,92	0,83	0,00	-0,08	-0,23	-0,10	0,60	0,35	0,77	0,56
pHKCL_2040	0,17	-0,38	0,71	0,93	0,00	-0,11	-0,16	-0,04	0,54	0,32	0,52	0,59
CO_010	0,18	-0,07	-0,05	-0,16	-0,05	-0,19	-0,01	-0,20	0,31	0,02	-0,21	-0,43
CO_2040	-0,15	0,35	-0,02	-0,05	-0,11	-0,15	-0,16	-0,26	0,03	0,21	-0,08	-0,35
MO_010	0,18	-0,07	-0,05	-0,16	-0,05	-0,19	-0,01	-0,20	0,31	0,02	-0,21	-0,43
MO_2040	-0,15	0,35	-0,02	-0,05	-0,11	-0,15	-0,16	-0,26	0,03	0,21	-0,08	-0,35
N_010	0,23	0,24	-0,01	0,01	0,24	0,14	0,10	-0,02	0,39	0,36	-0,09	-0,19
N_2040	-0,06	0,42	-0,02	0,00	0,07	0,03	-0,06	-0,13	0,14	0,36	-0,06	-0,23
CN_010	-0,09	-0,64	-0,09	-0,38	-0,56	-0,64	-0,18	-0,29	-0,10	-0,65	-0,29	-0,49
CN_2040	-0,33	-0,24	-0,07	-0,22	-0,65	-0,69	-0,38	-0,50	-0,33	-0,48	-0,20	-0,56
P_010	0,04	0,22	0,17	0,20	-0,15	-0,19	-0,32	-0,39	-0,01	0,08	0,12	-0,19
P_2040	0,21	-0,08	-0,05	-0,04	-0,19	-0,30	-0,28	-0,43	0,11	-0,22	-0,24	-0,39
AL_010	0,15	0,05	-0,71	-0,55	0,01	0,01	0,27	0,11	-0,25	-0,16	-0,72	-0,50
AL_2040	-0,10	0,30	-0,34	-0,51	-0,13	-0,15	0,05	-0,16	-0,12	-0,01	-0,35	-0,68
K_010	1,00	0,20	0,13	0,22	0,38	0,23	-0,08	-0,10	0,41	0,21	0,10	0,02
K_2040	0,20	1,00	-0,21	-0,10	0,59	0,65	0,15	0,20	-0,07	0,54	0,07	0,00
CA_010	0,13	-0,21	1,00	0,78	0,13	-0,01	-0,13	-0,08	0,83	0,42	0,86	0,49
CA_2040	0,22	-0,10	0,78	1,00	0,32	0,20	0,00	0,14	0,67	0,62	0,71	0,74
MG_010	0,38	0,59	0,13	0,32	1,00	0,95	0,60	0,67	0,44	0,82	0,46	0,53
MG_2040	0,23	0,65	-0,01	0,20	0,95	1,00	0,60	0,73	0,25	0,77	0,34	0,54
NA_010	-0,08	0,15	-0,13	0,00	0,60	0,60	1,00	0,89	0,12	0,44	0,26	0,38
NA_2040	-0,10	0,20	-0,08	0,14	0,67	0,73	0,89	1,00	0,10	0,55	0,30	0,61
CEC_010	0,41	-0,07	0,83	0,67	0,44	0,25	0,12	0,10	1,00	0,60	0,72	0,41
CEC_2040	0,21	0,54	0,42	0,62	0,82	0,77	0,44	0,55	0,60	1,00	0,62	0,60
SAT_010	0,10	0,07	0,86	0,71	0,46	0,34	0,26	0,30	0,72	0,62	1,00	0,66
SAT_2040	0,02	0,00	0,49	0,74	0,53	0,54	0,38	0,61	0,41	0,60	0,66	1,00

**Caractérisation de la variable « HAB\_unitvegea » et de ses modalités**

<b>Variable</b>	<b>Eta2</b>	<b>P-value</b>
MO_2040	0.845	7.2e-10
MO_010	0.712	0.0000047
P_2040	0.575	0.000828
TOPO_alti	0.554	0.00151
HYDMOR_class	0.528	0.00304
CN_2040	0.454	0.0173
AL_2040	0.608	0.0337
SOL_profon	0.41	0.0411
P_010	0.301	0.218
CN_010	0.298	0.227
pHKCL_2040	0.289	0.252
K_2040	0.37	0.376
SAT_2040	0.345	0.441
NA_2040	0.302	0.555
K_010	0.298	0.566
AL_010	0.285	0.602
SAT_010	0.233	0.741
MG_010	0.218	0.777
CEC_2040	0.187	0.847
pHKCL_010	0.125	0.878
NA_010	0.148	0.917
CEC_010	0.133	0.939
TOPO_pent	0.0966	0.947