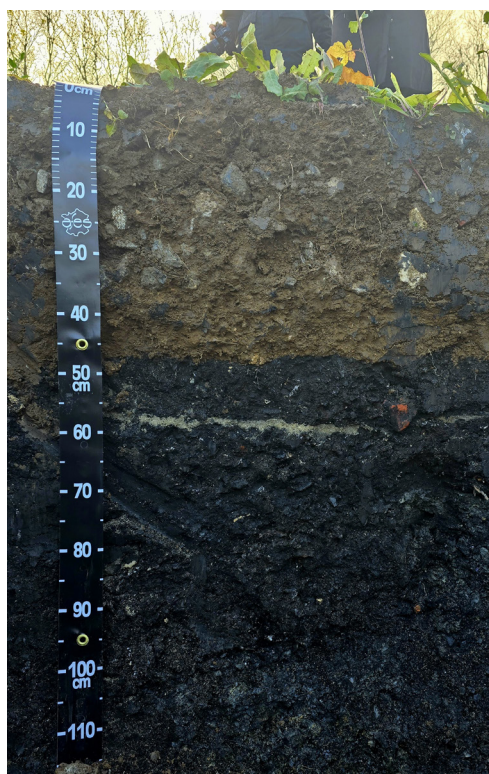
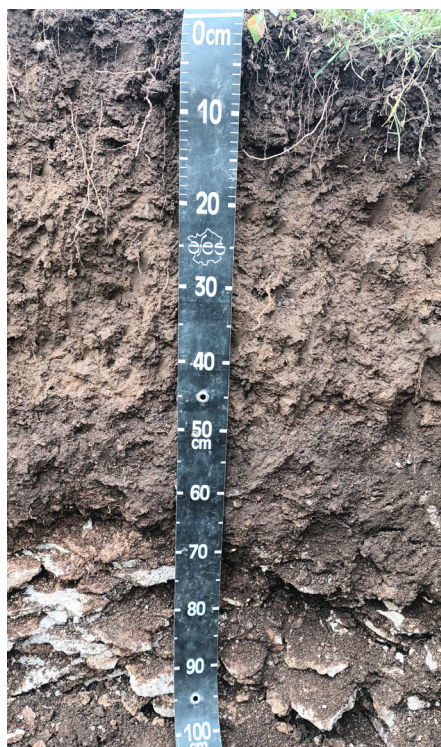
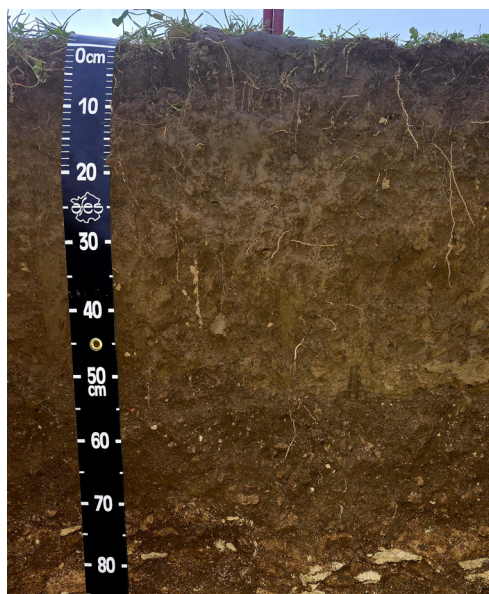


Synthèse de l'étude pédologique de 5 Parcs Naturels Régionaux



©Henri Robain, Jean-Claude Lacassin, Christian Barneoud



Association Française
pour l'étude du sol



SOMMAIRE

Sommaire.....	3
Introduction.....	4
PNR CAPS ET MARAIS D’OPALE.....	5
PNR DU PILAT.....	9
PNR DU LIVRADOIS FOREZ.....	15
PNR VERDON.....	23
PNR DU HAUT-JURA.....	25

INTRODUCTION

Le fonctionnement écologique des sols conditionne l'essentiel de nos équilibres : notre souveraineté alimentaire, nos objectifs climatiques, le maintien de la biodiversité et la capacité de nos territoires à couvrir le coût des catastrophes. Or la dégradation ne faiblit pas : plus de 60 000 ha d'espaces naturels, agricoles et forestiers (ENAF) ont déjà été artificialisés sur les trois premières années d'application de la loi Climat & Résilience (promulguée en août 2021), soit 50 % de l'enveloppe disponible jusqu'en 2031. Si l'impératif de préservation des sols s'impose dans les grandes politiques publiques (Stratégie nationale bas carbone, Stratégie nationale Biodiversité 2030, Plan national d'adaptation au changement climatique, etc.), sa mise en pratique doit être plus opérationnelle.

Les Parcs naturels régionaux (PNR), peuvent jouer un rôle clé dans le développement d'actions concrètes visant à préserver les sols à l'échelle locale. En effet, les PNR portent des dynamiques mobilisatrices et fédèrent des acteurs aux compétences multiples, qui façonnent les sols et les paysages (agriculteurs, forestiers, industriels, etc.). Ils constituent un maillage territorial particulièrement adapté pour expérimenter des solutions intégrées. Les résultats de l'enquête conduite fin 2024 auprès du réseau (41 réponses dans 32 PNR) l'attestent : la thématique des sols émerge dans les chartes et que des actions ponctuelles, mais elle doit être améliorée et consolidée. 68 % des agents estiment que les sols de leur territoire remplissent insuffisamment des fonctions écologiques attendues et 61 % pointent un manque de données locales et de compétences en interne. C'est pour combler ces manques que la Fédération des PNR a engagé, avec l'appui de l'ADEME et de l'Association Française d'Étude des Sols, une étude de la santé des sols dans cinq PNR pilotes : Caps et Marais d'Opale, Haut-Jura, Livradois-Forez, Pilat et Verdon.

Conduite avec un calendrier resserré et des moyens réduits, cette mission doit être lue comme un point de départ : celui d'une méthodologie appelée à essaimer vers l'ensemble du réseau des PNR.

L'AFES salue le travail de Véronique Genevois, Jean-Michel Gobat, Jérôme Juilleret, Jean-Claude Lacassin, Eric Lucot, Hubert Peru et Laurent Rigou.

L'étude complète « La préservation des sols dans les Parcs naturels régionaux : plans d'actions » (FPNRF, 2026) est disponible sur le site des parcs naturels régionaux : <https://www.parcs-naturels-regionaux.fr/mediatheque/ressources/la-preservation-des-sols-dans-les-parcs-naturels-regionaux-plans-dactions>



PNR CAPS ET MARAIS D'OPALE



Par Hubert PERU – Agropédologue - Agrosol – 18 novembre 2025

NATURE ET QUALITE DES SOLS DU TERRITOIRE

Le Parc Naturel Régional des Caps de Marais d'Opale se situe dans le département du Pas-de-Calais, entre les villes de Calais, Saint-Omer, Boulogne-sur-Mer et Etaples. Il couvre plusieurs Petites Régions Naturelles (PRN) distinctes (dunes littorales, plaines alluviales, Boulonnais, Collines guinoises, Haut-Pays d'Artois, Marais de Saint-Omer et de Guînes). Ces PRN présentent une grande diversité paysagère (champs ouverts, bocages, bocages dégradés, forêts, coteaux calcaires, landes, prairies humides, marais, milieux littoraux) ainsi que pédologique. Les sols sont issus de formations géologiques aux faciès variés qui s'échelonnent depuis le Jurassique moyen de l'ère secondaire jusqu'au Quaternaire récent (holocène).

LES DUNES LITTORALES

Ce sont des massifs sableux d'origine éolienne qui longent le rivage. Ils sont occupés de façon omniprésente par une végétation naturelle herbacée (Oyat, Laîches des sables...), arbustive (Argousier, Sureau...), voire arborescente (Saulle, Bouleau, Aulne, Frêne...). Les sols sont principalement des REGOSOLS et des ARENOSOLS sableux, localement des REDOXISOLS sableux.

LE BOULONNAIS

Aussi appelé « fosse du Boulonnais », c'est une vaste dépression ouverte sur la Manche. Le Boulonnais est une région au relief très varié où affleurent des formations géologiques de nature très diverse (sable, grès, grès calcaireux, calcaires, calcaires marneux, marnes, argiles...) qui s'échelonnent depuis le Jurassique moyen (Séquanien, Bathonien, Callovien, Oxfordien), le Jurassique supérieur (Kimméridgien et Portlandien) jusqu'au Crétacé inférieur (Wealdien, Aptien, Albien). Cette situation détermine de fortes contraintes pour l'agriculture et explique une occupation du sol encore largement dominée par des prairies avec des paysages de type bocager et bocager dégradé.

Cette diversité géologique détermine une grande variété de sols.

Les sols issus des roches calcaires datées du Séquanien et du Bathonien sont des RENDOSOLS limono-argilo-sableux à cailloux calcaires et des CALCOSOLS argilo-limoneux, parfois rédoxiques, à cailloux calcaires. Les sols issus des marnes et des argiles de l'Albien, du Callovien, de l'Oxfordien et du Kimméridgien sont des PELOSOLS vertiques, rédoxiques, des PELOSOLS-REDOXISOLS, des CALCOSOLS-REDOXISOLS argileux. Les sols issus des formations sableuses du Wealdien, de l'Aptien et de l'Albien sont des BRUNISOLS-REDOXISOLS et rédoxiques, sableux et sablo-argilo-limoneux.

LES COLLINES GUINOISES ET LE HAUT-PAYS D'ARTOIS

Ces deux PRN prolongent le Boulonnais vers le nord et vers l'est par l'intermédiaire de cuestas de craie avec d'importants coteaux calcaires. Les sols se sont développés à partir de trois formations géologiques principales constituées par la craie blanche du Crétacé supérieur, les formations résiduelles argileuses à silex issues de l'altération de la craie et les limons éoliens (lœss) du Quaternaire.

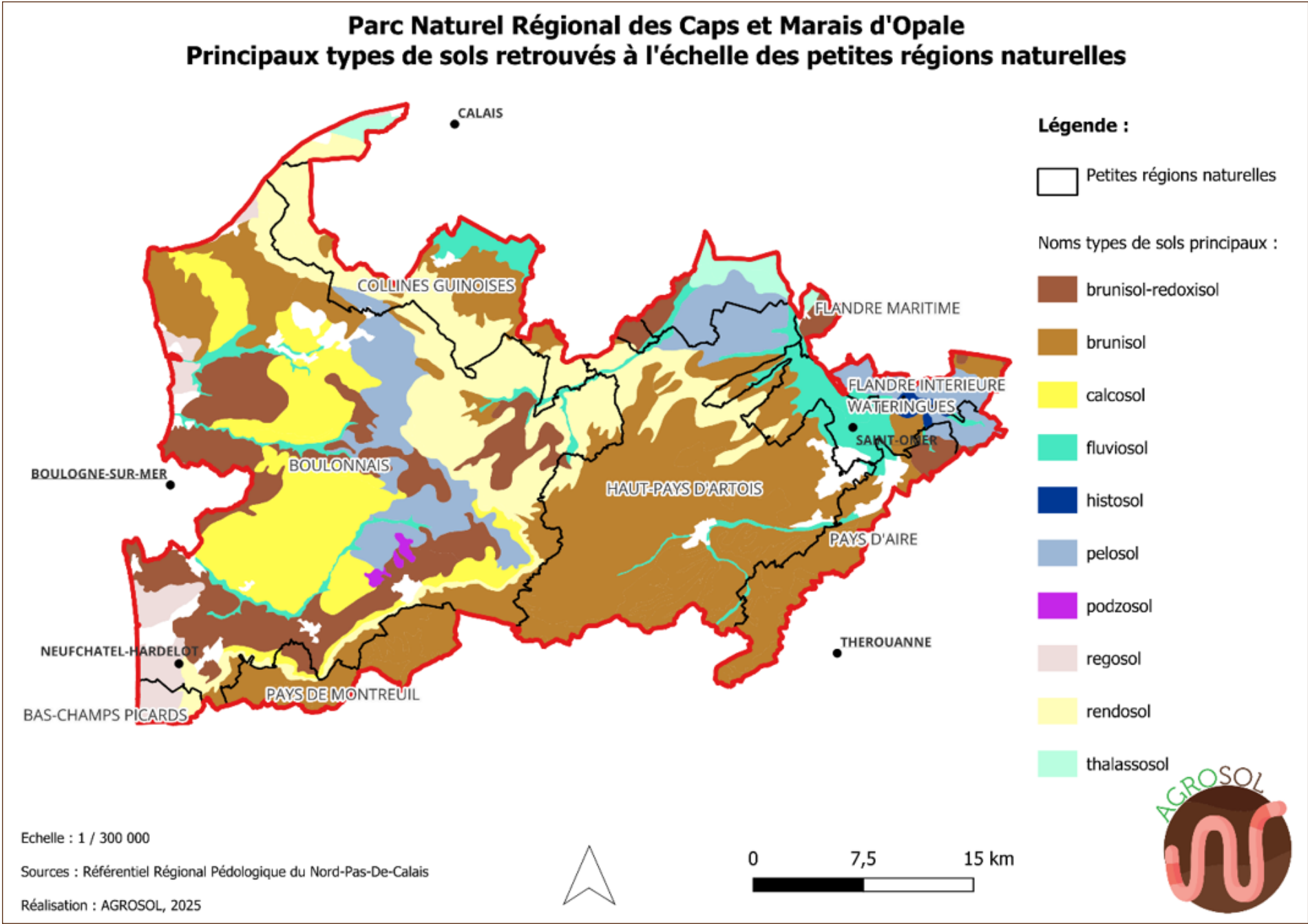
Les sols issus de la craie caractérisent principalement les versants des vallées. Ce sont des RENDOSOLS hypercalcaires à cailloux de craie et des CALCOSOLS hypercalcaires peu profonds. Les formations à silex donnent des BRUNISOLS argileux, rubéfiés à forte charge en silex, de profondeur variable. Les sols issus des limons lœssiques sont des BRUNISOLS luviques et des NEOLUVISOLS, parfois rédoxiques et profonds.

LES PLAINES ALLUVIALES DES FLEUVES ET RIVIÈRES PRINCIPALES

Il s'agit pour les plus importantes des vallées de la Liane, du Wimereux et de la Slack pour le Boulonnais et des vallées de l'Aa et de la Hem pour le Haut Pays d'Artois et les Collines guinoises. Elles s'identifient par leur caractère humide à très humide, vouées principalement à la prairie.

Les sols sont développés sur des dépôts alluvionnaires limoneux et argileux, datés de l'Holocène.

Les profils pédologiques correspondent à des FLUVIOSOLS REDOXISOLS à horizon réductique de profondeur, à texture variable : limoneuse, limono-argileuse, argilo-limoneuse et argileuse.



LES MARAIS DE ST OMER ET DE GUINES

Ces deux unités paysagères sont situées respectivement aux extrémités est et nord du Parc. Ce sont des zones particulièrement humides, comblées d'alluvions fluviales récentes de la période holocène. Les sols se caractérisent par des textures à dominante limoneuse, très calcaires, de teinte blanchâtre à jaunâtre et renfermant des coquilles de mollusques d'eau douce. Ces dépôts sont fréquemment associés à des couches de tourbes, parfois présentes à l'affleurement. Les sols sont des FLUVIOSOLS-REDOXISOLS hypercalcaires, limoneux, coquilliers, à horizon histique de profondeur. Ce sont aussi des HISTOSOLS FIBRIQUES.

RISQUES ET VULNERABILITES ASSOCIES A LA NATURE DE CES SOLS

LES REGOSOLS ET DES ARENOSOLS SABLEUX (LES DUNES DU LITTORAL)

Ces sols, potentiellement dépourvus de structure, présentent une grande vulnérabilité à l'érosion éolienne. Une couverture végétale accompagnée d'une gestion adaptée doit permettre de ralentir voire stopper ce phénomène à partir du développement de la rhizosphère mais aussi le dépôt de matière organique.

LES RENDOSOLS (LE BOULONNAIS)

Particulièrement sensibles à la sécheresse, la mise en culture sur ce type de sol sera limitée par le manque d'eau ; ces sols très filtrants présentent également une faible protection vis-à-vis des aquifères.

LES PELOSOLS REDOXISOLS (LE BOULONNAIS)

Par leur teneur et type d'argile, la mise en culture de ces sols est particulièrement compliquée :

- Ils sont rapidement saturés en eau pendant la période automnale jusqu'au printemps rendant compliqué la mise en culture (semis)
- Ils sont rapidement séchant et filtrant (fente de retrait) avant l'été les rendant sensibles à la sécheresse.

LES CALCOSOLS (LE BOULONNAIS, LES COLLINES GUINOISES ET LE HAUT-PAYS D'ARTOIS)

La présence d'un CALCOSOL est à prendre en compte dans la gestion des milieux mais aussi dans la mise en culture par la teneur en calcaire susceptible d'orienter le type d'habitat.

LES BRUNISOLS ET NEOLUVISOLS (LE BOULONNAIS LES COLLINES GUINOISES ET LE HAUT-PAYS D'ARTOIS)

Souvent limoneux en surface, ces sols sont particulièrement sensibles à la battance et l'érosion ; dans ce cas, la durée de couverture des sols mais aussi leur dimensionnement et assolement sont des caractéristiques essentielles dans leur préservation.

LES FLUVIOSOLS REDOXISOLS (LES PLAINES ALLUVIALES DES FLEUVES ET RIVIÈRES) ET HISTOSOLS (LES MARAIS DE SAINT-OMER ET DE GUÎNES)

Sols de zones humides, les FLUVIOSOLS remplissent les différentes fonctions attendues, notamment la fonction épuratoire particulièrement efficace en situation prairiale vis-à-vis de la dénitrification mais aussi la séquestration du phosphore.

Les HISTOSOLS doivent leur existence par un engorgement permanent. Une période de dénoyement prolongée est susceptible de dégrader la matière organique par oxydation, de relarguer une quantité significative de CO₂ et de perdre leur pouvoir de tamponnement des crues.

PNR DU PILAT

Par Laurent RIGOU, pédologue au bureau d'étude ASUP (65).



Le PNR du Pilat se présente comme un massif dominant, vers l'Est, la plaine du Rhône et les montagnes de l'Ardèche schisteuse et, vers l'ouest, le sillon houiller stéphanois. Il forme donc une sorte de vaste crête dont l'axe serait orienté sud-ouest / nord-est, culminant à 1432m d'altitude au Crêt de la Perdrix. Les versants présentent un relief accidenté, largement redessiné par un réseau de torrents et de rivières au sein de vallées souvent étroites. Le versant globalement exposé sud-est s'adoucit progressivement pour laisser la place aux collines ardéchoises. Le versant globalement exposé nord-ouest, plus accidenté, vient buter contre la vallée du Gier et l'agglomération stéphanoise.

Ce relief est armé sur deux grands ensembles géologiques, situés de part et d'autre d'un axe de nouveau grossièrement orienté sud-ouest / nord-est :

- La grande moitié sud-est correspond à des formations de type granites, granitoïdes, migmatites, donc des roches plutoniques
- La grande moitié nord-ouest est armée sur des formations de type schistes, micaschistes, gneiss, c'est-à-dire plutôt des roches métamorphiques.

Les sommets et replats d'altitude présentent quant à eux des placages résiduels de formations morainiques, non représentés sur les cartes géologiques.

Ces formations géologiques sont décrites dans les quatre coupures des cartes géologiques éditées par le BRGM : St Etienne (745), Vienne (746), Serrières 770 et Annonay 769.

Les sols du PNR vont donc être sous l'influence :

- D'une variation d'altitude : de 1432m à 540m d'altitude
- D'une variation d'exposition : exposition dominante nord-ouest d'un côté et sud-est de l'autre
- D'une variation de relief : pentes abruptes ou au contraire replats adoucis, crêtes, glacis, vallons, vallée, relief global ou relief plus local
- D'une variation de faciès des matériaux parentaux
- D'une variation des usages : forestiers, agricoles (avec rotations pour les grandes cultures et pérennité pour l'arboriculture), naturels, urbains.

Nous pouvons d'abord décrire les types de sols puis expliquer leur répartition.

TYPOLOGIE DES SOLS : SOLS ISSUS DE L'ALTERATION DES GRANITES ET AUTRES ROCHES PLUTONIQUES

On est ici dans le domaine du PNR globalement exposé sud-est. Les sols vont évoluer à partir d'un matériau acide qui s'altère en une arène sableuse à sablo argileuse caillouteuse. Ils vont donc s'inscrire dans une gamme de caractéristiques autour des pôles : texture sableuse à sablo-argileuse, ambiance chimique acide, forte pierrosité, érodibilité

importante, drainage interne élevé.

Les types de sols correspondants sont :

Des **RANKOSOLS** caillouteux à pierreux, c'est-à-dire des sols peu épais dans lesquels le matériau parental n'est jamais très loin : 20cm à 30cm de profondeur. Sols très séchants l'été, à texture sableuse à sablo-argileuse se réchauffant vite au printemps ; le volume de sol prospectable par les racines est faible.

Des **REGOSOLS** sur les pentes les plus abruptes, notamment versant sud-est : ce sont des sols encore moins épais que les RANKOSOLS précédents, ils sont généralement très sableux et issus principalement de processus d'érosion.

Des **BRUNISOLS** sur les pentes les plus douces. L'épaisseur des sols augmente par rapport aux deux précédents, ils sont peu à moyennement profonds, de texture sablo-argileuse, parfois argilo-sableuse ; le profil est assez peu différencié. La rétention de l'eau dans le sol est meilleure que dans les sols précédent et l'usage agricole qui en est fait les conduit à présenter une ambiance chimique moins acide. Mais ils peuvent malgré tout s'acidifier naturellement et conduire à la création progressive de BRUNISOLS DYSTRIQUES, c'est-à-dire de sols dans lesquels l'ambiance acide s'intensifie aux dépens de la fourniture en éléments minéraux nutritifs.

Des **ALOCRISSOLS** : dans les zones de plus haute altitude, l'acidification et les processus associés s'intensifient, le pH_{eau} des horizons tombe sous la valeur de 4.5, les contraintes chimiques pour un certain nombre de végétaux s'accroissent. La couverture végétale devient forestière et ces sols s'accompagnent de formes d'humus qui suggèrent des blocages temporaires de l'activité biologique : moder, dysmull, oligomull, parfois mor.

Dans les zones de replats sommitaux et dans les zones plus élevées ou exposées nord et nord-est, de nouveaux processus pédogénétiques s'enclenchent pour créer des **PODZOSOLS** : sols drainants, acides à très acides, avec des matières organiques faiblement mobilisables et des formes d'humus de type Mor. On garde ici le faciès textural sableux à sablo-argileux.

Enfin, dans les fonds de vallon et talweg, des sols à engorgement fréquent et faciès colluvial un peu plus épais qui sont des **COLLUVIOSOLS** plus ou moins rédoxyques, mais qui n'apparaissent pas sur les cartes ni dans la base.

Ces types de sols sont tous en relation dans une grande séquence d'évolution qui part du matériau parental plutonique (granite) brut et qui évolue jusqu'aux Podzosols en passant par plusieurs étapes d'approfondissement, de processus biologiques ou chimiques, mais qui peut aussi légèrement diverger selon l'usage qui en est fait : apports d'amendements, pression de pâturage, pression d'exploitation forestière.

TPOLOGIE DES SOLS : SOLS ISSUS DES ROCHES METAMORPHIQUES

On bascule ici dans le versant nord-ouest du PNR. Les sols vont évoluer à partir d'un matériau schisteux ou apparenté, qui peut s'altérer cette fois en une matrice un peu plus limoneuse à sablo-limoneuse.

On retrouve des sols assez similaires à ceux issus des roches plutoniques :

des **RANKOSOLS**, à texture sablo-limoneuse, caillouteux, à l'ambiance chimique légèrement moins acide que dans le cas des Rankosols de granite.

Des **REGOSOLS et LITHOSOLS**, sols très peu épais à superficiels, souvent issus d'éboulis.

Des sols acides mais un peu plus épais que sont les **ALOCRISSOLS et BRUNISOLS DYSTRIQUES** dans les zones de prairie ou boisées un peu moins pentues.

Au nord du PNR, l'abaissement des altitudes, des conditions climatiques plus favorables et un usage agricole plus intense conduisent à créer de grandes zones de **BRUNISOLS** sablo-limoneux épais. On décèle toutefois dans ces sols un processus d'évolution qui tend à appauvrir les horizons de surface des argiles qu'ils contiennent au profit des horizons de profondeur où cette argile s'accumule : les sols évoluent vers ce que l'on nomme des **NEOLUVISOLS**, des sols où les processus de lessivage physique pourraient progressivement s'intensifier.

Et toujours des **COLLUVIOSOLS** plus ou moins rédoxyques dans les fonds de vallons et talwegs.

REPARTITION DES SOLS DANS LE PAYSAGE DU PNR

Les sols se répartissent donc dans le paysage du PNR selon les modèles suivants :

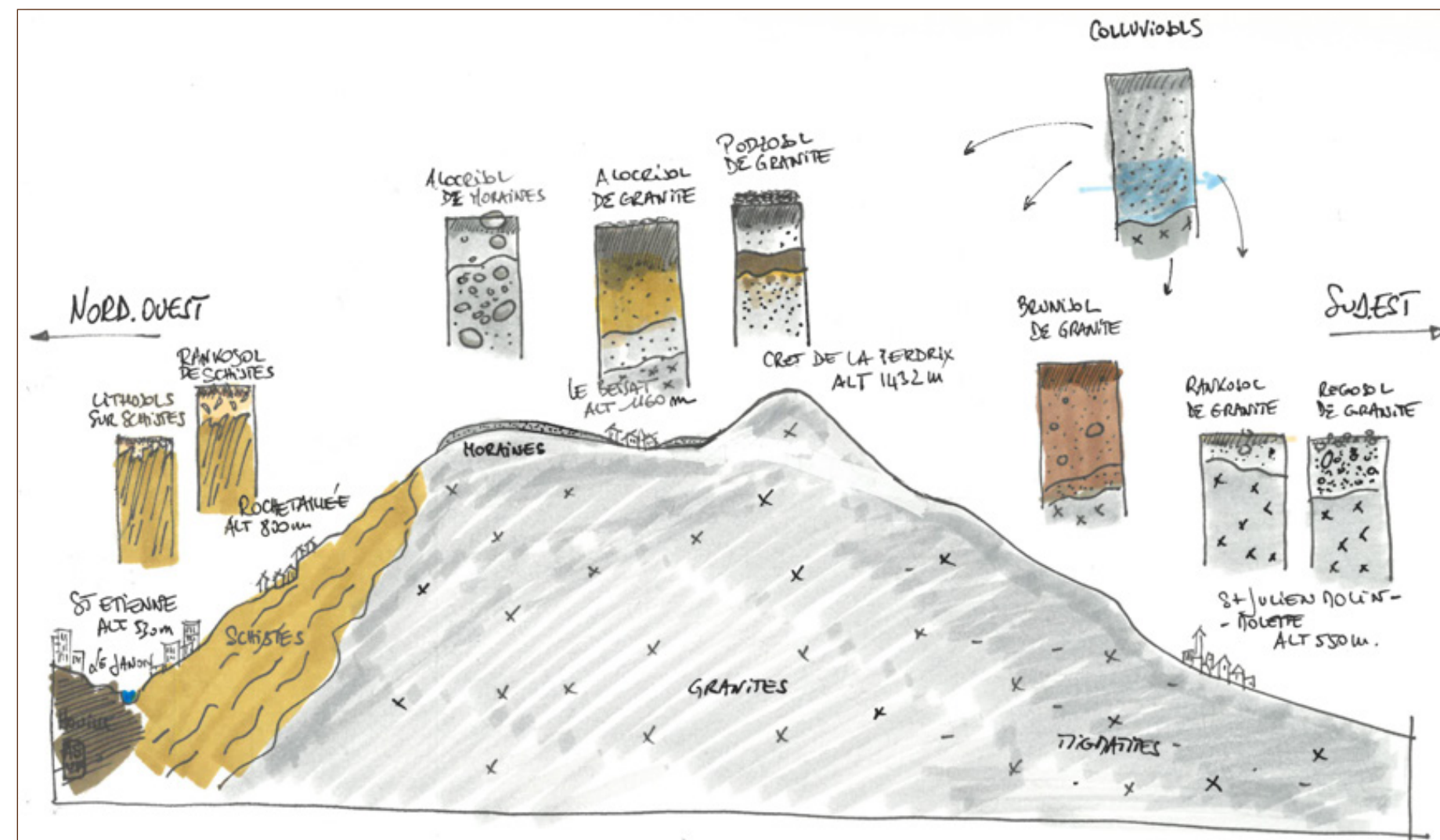
Une **première distinction selon le matériau parental** : sols sableux à sablo-argileux côté granites et plutons, sols sableux à sablo-limoneux côté métamorphiques (schistes et apparentés). Une **deuxième distinction selon la topographie ou le relief** : sols peu épais et constamment rajeunis par érosion dans les zones de relief très accidenté, sols plus épais dans les zones de replat et de topographie moins accidentée ; variante : sol rajeuni et peu épais par érosion dans les zones agricoles sans protection contre l'érosion. Une **troisième distinction selon l'altitude et l'exposition** : plus on monte en altitude, plus les sols évoluent vers des sols acides à très acides avec blocage des matières organiques, c'est-à-dire les ALOCRISSOLS et PODZOSOLS. Cette distinction est accentuée par une exposition nord à nord-est. Une **quatrième distinction selon l'usage des sols** : moindre acidification dans les zones agricoles que forestières ou naturelles ; plus grande épaisseur dans les zones agricoles (mais cela est alors plutôt lié à un usage rationnel des contraintes des sols par l'activité humaine). Une **cinquième distinction selon les**

formes fines de relief : dans les zones de dépression, de vallon, de talweg, l'excédent en eau peut se manifester pendant de longues périodes et conduire à des sols engorgés. Dans les zones de crêtes, sommets de versants, abrupts etc, on ne trouve pas d'engorgement en eau.

Attention toutefois, il n'y a pas forcément de limites franches entre les différents types de sols mais plutôt des continuités entre unités, avec passages progressifs de l'une à l'autre. Ces continuités fonctionnelles sont d'autant plus importantes que si les sols sont globalement drainants, il n'en va pas de même des matériaux parentaux de type granites : ceux-ci sont peu perméables.

Les paysages sur roches granitiques vont donc aussi se caractériser par le cheminement de l'eau peu profonde et la présence de nombreuses zones humides. Le schéma très simplifié ci-après permet de synthétiser cette répartition.

L'inventaire et la répartition des sols sont décrits plus complètement dans la carte du Référentiel Régional Pédologique, départements de la Loire et du Rhône, à l'échelle du 1/250000, réalisée par Jean Paul Party pour le compte de la Chambre Régionale d'Agriculture AURA (respectivement en 2001 et en 1996).



RISQUES ET VULNERABILITE DES SOLS DU PNR

La vulnérabilité des sols du PNR est liée à leur faciès textural dominant, autour du pôle sableux et à leur acidité naturelle.

On peut en conséquence dresser une liste des processus qui vont influencer sur cette vulnérabilité :

L'ÉROSION

C'est sans doute l'un des processus de dégradation les plus importants auxquels sont soumis les sols du PNR. L'érodibilité des horizons de surface est élevée, d'autant plus que les teneurs en matières organiques ne sont pas élevées et que le pH_{eau} est naturellement acide. Il en résulte qu'il est important de conserver une couverture pérenne des sols, y compris en arboriculture et céréaliculture, pour éviter que les horizons de surface ne s'érodent. Les risques pour les activités humaines sont le comblement des cours d'eau et donc des problématiques de gestion globale (ressource en eau, biodiversité), la création de laisses d'érosion sur les routes, les chemins, dans les fossés, qu'il faut donc curer, la perte des horizons de surface des sols cultivés et toutes les conséquences que cela génère.

LA SÉCHERESSE

L'épaisseur de ces sols, leur texture et leur teneur en matières organiques ne permettent pas de garantir une réserve en eau suffisante pour résister aux à-coups de sécheresse. Le risque est alors des dépérissements de végétation l'été conduisant à créer des sols nus, des pertes de rendement, des descentes de cimes et de la mortalité forestière.

UN ÉCHAUFFEMENT EXCESSIF

C'est l'autre pendant de la vulnérabilité précédente : des sols caillouteux et sableux se réchauffent plus vite au printemps, permettant des démarrages de végétation plus rapides, mais ils accumulent aussi plus de chaleur et donc vont davantage souffrir des à-coups de chaleurs estivaux.

L'ACIDIFICATION

L'évolution naturelle de la majorité des sols décrits est conduite par des processus d'acidification. Toutes les opérations de gestion qui intensifient ces processus vont donc conduire à une évolution des sols vers une moindre capacité à fournir des éléments nutritifs, une dégradation de la stabilité structurale, une toxicité aluminique. Cette vulnérabilité existe tant pour les sols d'altitude forestiers ou herbagers que pour les sols agricoles de moindre altitude. Dans les zones forestières, une pression de gestion excessive ou des coupes rases seront potentiellement vectrices d'acidification prononcée, mais aussi d'autres problèmes ; dans les zones agricoles, l'absence d'amendements organiques par exemple peut contribuer à terme à accentuer l'acidité des horizons.

L'INTERRUPTION DES CONTINUITÉS FONCTIONNELLES ENTRE UNITÉS DE SOLS

Dans un contexte où l'eau circule à faible profondeur comme c'est le cas dans les paysages granitiques, interrompre ces circulations signifie une altération des processus liés à l'eau dans les sols situés à l'aval. C'est par exemple le cas des zones humides, dont l'existence est liée aussi à leur mode d'alimentation en eau. Toutes les opérations d'aménagement qui génèrent une rupture ou une altération dans les cheminements de l'eau dans le sol vont donc avoir une influence sur le « paysage de l'eau » du PNR.

LA PRESSION DE PÂTURAGE EN ALTITUDE, DANS LES ZONES D'ESTIVE

Les sols seront sensibles à cette pression de pâturage, surtout en période estivale où les troupeaux pourraient se concentrer dans les zones herbagères encore appétentes.

LA PRESSION TOURISTIQUE ET URBAINE

Le PNR du Pilat est un des poumons des stéphanois et des lyonnais, et les infrastructures générées par cet usage touristique ou bien la pression d'occupation peuvent fragiliser les sols (piétinement, érosion, ramassage des produits non ligneux de la forêt) ou bien détruire des continuités fonctionnelles comme on l'a vu précédemment. On doit notamment s'interroger sur le caractère multifonctionnel des sols, dont les limites sont vite atteintes pour des sols assez fragiles.

LE TRANSFERT DES USAGES D'UN VERSANT À L'AUTRE DU PNR

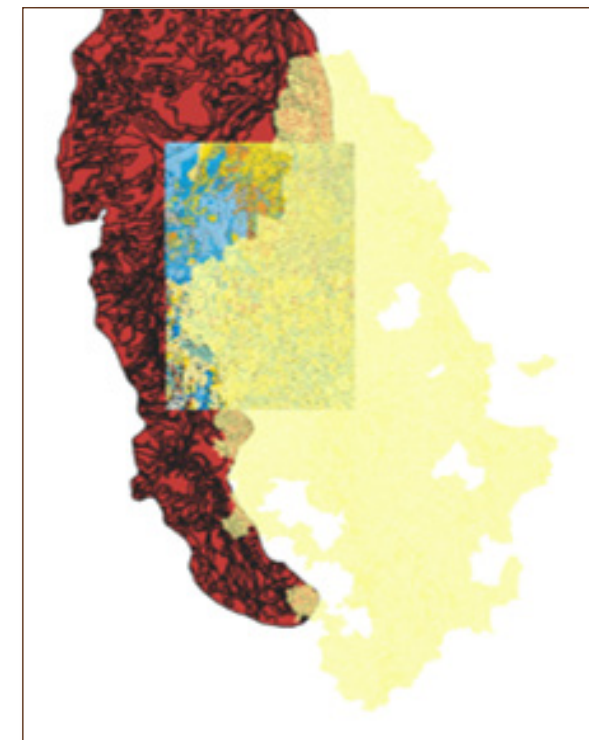
La vulnérabilité de certains sols du versant sud-est à usage agricole pourrait conduire à réévaluer les potentialités de production du versant nord-ouest. Il s'agit alors d'anticiper comment le paysage du PNR pourrait évoluer en fonction de cette nouvelle conception d'une utilisation rationnelle des sols, notamment pour l'arboriculture.

PNR DU LIVRADOIS FOREZ

Par Véronique Genevois-Gomendy, pédologue cartographe indépendante.

2 les Ouguières 15240 Le MONTEIL, 0683704922, Solsetenvironnementcantal@orange.fr

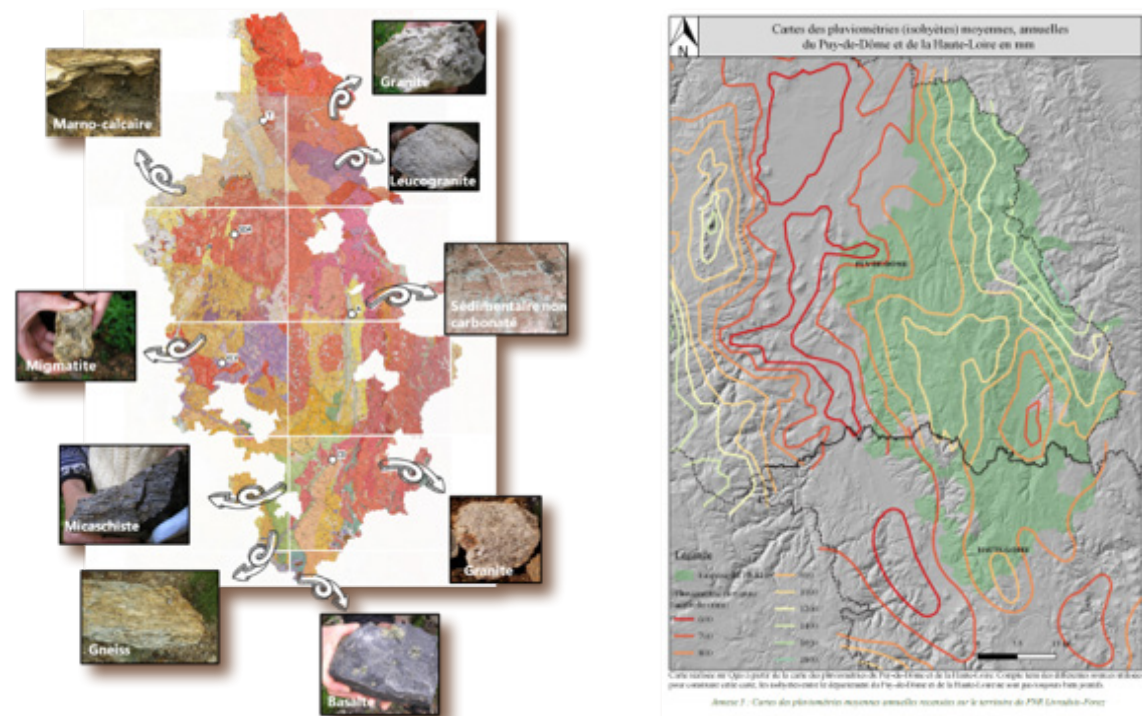
ETAT DES CONNAISSANCES CARTOGRAPHIQUES PÉDOLOGIQUE DU PNR LIF



La connaissance spatialisée des sols sur l'ensemble du PNRLIF (en jaune sur la carte) est limitée à la carte des pédopaysages qui est levée à une échelle du 1/2500 000^{ème} (1 sondage /350 ha). Cette dernière donne une indication de la présence de certains sols sur le territoire sans en donner la localisation précise. Les données ponctuelles issues de cette carte ont été utilisées en les croisant aux polygones de la carte des habitats carHAB pour créer une carte des associations des types de sol dominants sur le territoire du Parc Naturel Régional du Livradois-Forez (Camille Martin 2019). C'est cette carte qui est présentée dans ce document. Il existe en bordure Nord-Ouest deux cartes départementales des terres agricoles sur Issoire et Thiers¹ (rectangle sur la carte) et quelques secteurs sur les rebords

Nord-Ouest et Ouest sont cartographiés sur la carte du Val d'Allier (en rouge sur la carte) à l'échelle du 1/100 000^{ème}². Parmi les variables étudiées, celles qui concernent la biologie de ces sols sont peu disponibles, 9 sites sont suivis dans le cadre du RMQS 5 Gis Sol » Réseau de Mesures de la Qualité des Sols – RMQS) ce qui concerne l'ADN bactérien et les ADN des champignons.

Les sols du PNR LIF sont issus d'un contexte géologique et d'une histoire géomorphologique variés, de conditions climatiques contrastées et mais également de l'activité humaine qui influence les différentes couvertures végétales sur le territoire. Les triangles des textures (USDA) présentés sont issus des profils analysés et situés dans le PNRLIF pour la carte des pédopaysages du RRP 63 (Genevois et al. 2019).



Carte géologique et principaux matériaux (com pers. Camille Martin et al.) et carte pluviométrique, (Camille Martin 2019).

QUELLES ROCHES TROUVONS-NOUS DANS LE LIVRADOIS-FOREZ ?

Les **roches métamorphiques** sont prédominantes dans le Livradois et sont représentées par des micaschistes, des leptynites, des gneiss, des anatexites ou migmatites

Les **roches « granitiques »** couvrent la majorité du secteur du Forez, mais elles sont séparées en diverses catégories qui sont liées à leur caractéristiques physiques (types de minéraux, taille du grain, couleurs etc.) et chimiques (teneur en différents éléments chimiques). Tout cela étant associé au contexte de formation de ces roches. On les rencontre aussi dans le Livradois mais supplantées par les roches métamorphiques et sont représentées par les granites à gros, à grain moyen et à grains, les leucogranites, les granodiorites et diorites.

Les **roches volcaniques**, issues d'édifices effusifs, phréatomagmatiques et de coulées de laves.

Les **roches sédimentaires** sont de trois catégories : celles occupant le remplissage du bassin d'Ambert (roches sablo-argileuses avec quelques passées carbonatées) d'âges oligocène (-33 à -23 millions d'années (Ma)) mais aussi de petits bassins éparpillés et des zones périphériques au bassin des Limagnes ; celles associées aux cours d'eau « récents » (de quelques dizaines de milliers d'années à moins de 2 Ma) qui forment des alluvions constitués de galets, sables et argiles ; celles associées aux dépôts glaciaires et fluvioglaciaires datant de la dernière glaciation (Würm, entre 80 000 à 100 000 et 10 000 à 15 000 ans). Les roches sédimentaires sont représentées par :

- des **sables et argiles**, de couleur grise ou rousse avec des zones très rouges, correspondant au déblaiement des altérites rouges du socle. On peut localement

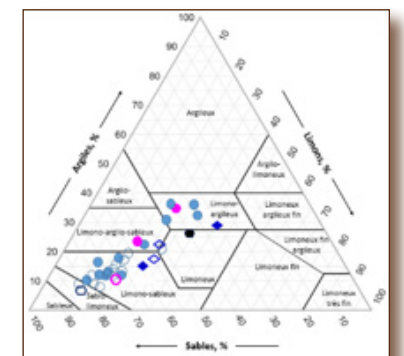
avoir des zones carbonatées mais de faible extension (Ambert et secteur du bois de la comté en périphérie de bassin sédimentaire des Limagnes).

- des **alluvions** des cours d'eau, mais principalement de la Dore qui a déposé au cours du quaternaire d'importants dépôts de sables, graviers et argiles sur plusieurs niveaux de terrasses. Les plus anciennes seront plus argilisées tandis que les plus récentes et actives montreront plus de sables et graviers ;
- des **dépôts d'origine glaciaire** (moraines ou fluvioglaciaire) que l'on rencontre essentiellement dans les parties hautes, près du col des Supeyres.

LES GRANDS TYPES DE SOL

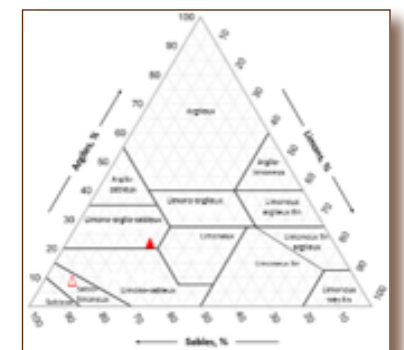
LES ALOCRISOLS-PODZOSOLS

Les alocrisols et podzosols sont en lien avec l'altitude, la pluviométrie et les roches cristallines et cristallophylliennes et l'occupation végétale. On va les trouver majoritairement aux altitudes les plus élevées. Les podzosols sont toujours liés aux contextes forestiers et indiquent une acidification importante du milieu. On peut trouver localement des alocrisols à plus basse altitude mais uniquement en milieu forestier. La particularité de ces sols est une teneur en aluminium échangeable élevée (2 cmol/kg et occupant plus de 20 à 40 % de la CEC) et des pH bas. Cet aluminium échangeable qui dans certains cas (en fonction des rapports Ca/Al et Mg/Al Bonneau et al. 1992*) peut provoquer des problématiques de toxicité aluminique en impactant la croissance racinaire et ainsi, la nutrition des végétaux.



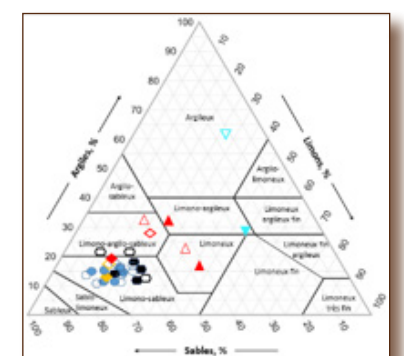
LES ANDOSOLS

Ils sont assez rares dans le Livradois Forez, ils se trouvent uniquement sous forêt (Mont Barre et Saint-Etienne-sur-Usson). La formation d'andosol nécessite des conditions climatiques spécifiques, il faut se trouver dans des conditions où le sol reste frais et protéger des cycles d'humectation/dessiccation.



LES BRUNISOLS-BRUNISOLS ALUMINIQUES

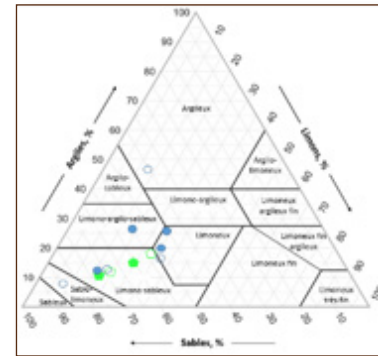
Les Brunisols sont des sols très communs en France. Ils sont typiquement composés de 2 horizons : Un horizon plus foncé, l'horizon organo-minéral A et un horizon plus clair et coloré, l'horizon structural S. Ils sont présents sur tout le territoire et sur de nombreuses roches. Les agriculteurs contrôlent les teneurs en aluminium échangeables par des amendements calciques et permettent à ces sols d'être présents à des altitudes assez élevées³. La majorité des profils étudiés se trouvent sur des matériaux cristallins et



cristallophylliens ce qui donne des sols riches en sables. A l'inverse les sols issus de basalte, de paléosol sont plus argileux ou riche en limons. Les propriétés chimiques et physiques de ces sols sont très variables et dépendent des matériaux géologiques dont ils sont issus. Les brunisols andique issus de basalte et en mélange avec des matériaux sédimentaires ont une CEC plus élevés que les brunisols se développant sur le socle ou les sables argileux des petits bassins sédimentaires (Ambert, ...). En comparaison avec les alocrisols, ils ont des teneurs très faible en aluminium échangeable.

LES BRUNISOLS REDOXIQUES

Les brunisols qui présentent des taches à une profondeur > à 50 cm indiquant la présence d'une saturation en eau temporaire à cette épaisseur. On les appelle alors des brunisols rédoxiques., Ils peuvent être présent sur toutes les roches. Ils sont souvent associé à des position de vallons, dans les bassins sédimentaires ou proche de dépressions. Ces sols sont associés à la présence d'une nappe d'eau ou d'un engorgement temporaire à plus de 50 cm. Ils se forment sur tous les types de roches présentes dans le parc. On les retrouve également sur des alluvions.

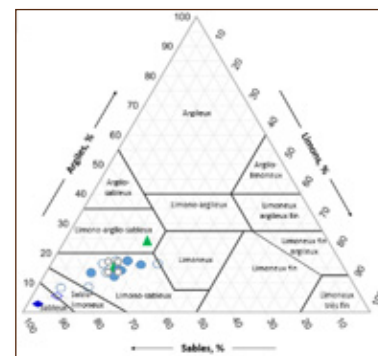


LES CALCOSOL-RENDOSOL

Ce sont des sols qui se développent uniquement sur des roches carbonatées. Les rendosol sont des sols peu épais et les calcosols sont plus épais, ils sont riche en carbonates de calcium (CaCO_3) qui fait effervescences en contact avec un acide. Ces sols sont limono argileux à très argileux. On les trouve en rebord des Limagnes, mais ils sont également très localisés dans le bassin d'Ambert.

LES COLLUVIOSOLS

Ils sont définis par leur matériau parental que sont les colluvions qui proviennent de accumulation de matériaux pédologiques, ou de roches arrachés plus haut dans les versants. Ils peuvent être en bas des versants, en milieu de pente sur des replats. Se sont des sols qui peuvent être épais et excède 50 cm de profondeurs. Généralement en bas de pente, ils se retrouvent également sur des replats naturels ou des terrasses construites par l'homme. Ils se forment sur tous les types de roches présentes dans le parc.

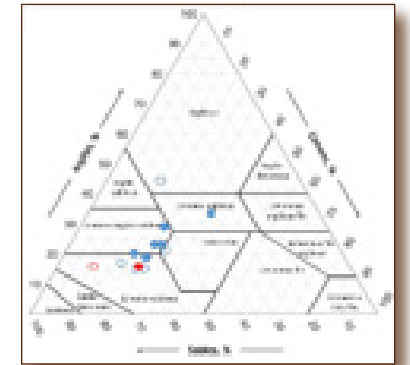


LES FLUVIOSOLS

Ce sont des sols qui se développent dans des matériaux déposés récemment, les alluvions fluviales ou lacustres. Ils se trouvent dans les fonds de vallons creusés par les cours d'eau et les rivières. Ils ont des textures sableuses à limono-argilo sableuse.

LES SOLS HYDROMORPHES (REDOXISOLS ET REDUCTISOLS)

Ce sont des sols pour lesquels des traits rédoxiques ou réductiques (toujours fonctionnels) débutent à moins de 50 cm de la surface, puis se prolongent ou en profondeur (sur au moins 50 cm). Ils sont localisés en différents points sur le parc du PNRLF, ils participent à la régulation hydrologique des cours d'eau.



LES HISTOSOLS

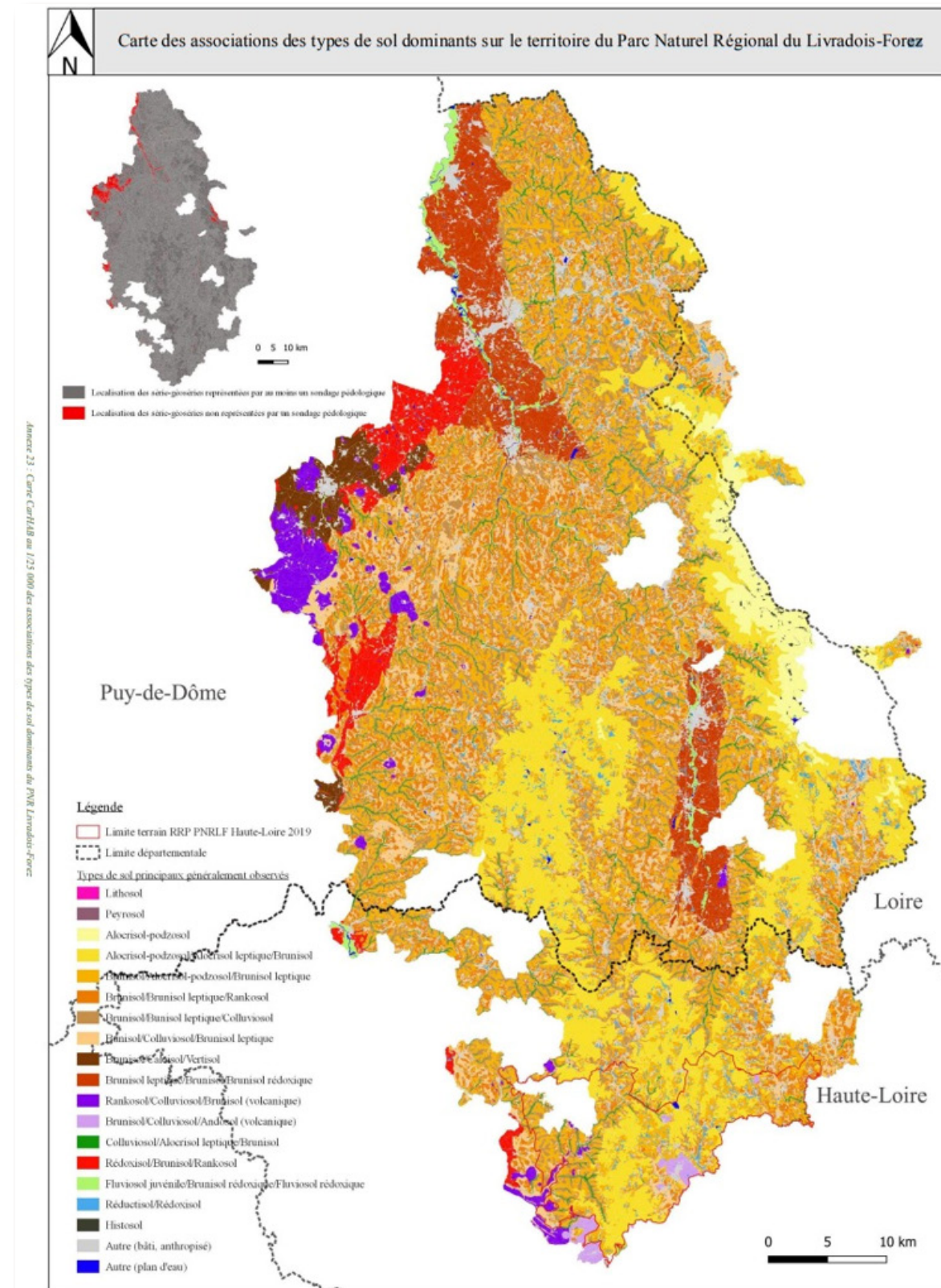
Les sols de tourbières se construisent à partir de débris végétaux morts qui se transforment lentement, en conditions en raison de son engorgement permanent ou quasi permanent. Un Histosol est constitué presque exclusivement histiques H. Ils sont très présent sur les Hautes Chaumes mais sont également localisés en différents points sur le parc du PNRLF et sont à la fois d'origine naturelle mais également issu de barrages Cubizolle et al. 2003, ils participent à la régulation hydrologique des cours d'eau et abritent des écosystèmes remarquables et patrimoniales.

LES RANKOSOLS

Ce sont des sols peu différenciés et peu épais < 40 cm., ni calcaires ni calciques. A et la roche mère ne sont pas carbonatés. Les rankosols peuvent se former à partir de toutes les roches. Ils ont les même textures que les brunisols. Leur faible épaisseur est généralement associé à des pentes importantes, mais ils peuvent également être le résultat d'une dégradation ancienne due à l'érosion.

LES VERTISOLS ET COLLUVIOSOLS ARGILEUX NON CARBONATE

Ce sont des sols peu différenciés, épais et très argileux. Ils présente des fentes de retrait-gonflement. Ils sont représentés en rebord des Limagnes, mais également très localisé dans le bassin d'Ambert.



Carte des associations des types de sol dominants (qui sont les plus représentés dans le polygone dessiné) sur le territoire du Parc Naturel Régional du Livradois-Forez. Carte construite à partir d'une association de points de sondages et des fosses pédologiques avec le polygone dessiné de la série ou géosérie végétale de carHAB correspondante. (Camille Martin 2019)

RISQUES ET VULNÉRABILITÉS RELATIFS À LA NATURE DES SOLS

Grande vulnérabilité de ces sols au changement climatique (sécheresses, canicules et phénomène orageux plus fréquents) qui peuvent impacter négativement les services écosystémiques de ces sols (réserve hydriques, capacité d'infiltration, modification des compartiments organiques).

Vulnérabilité des sols hydromorphes des zones humides et des tourbières, par méconnaissance de leur localisation et de la non prise en compte de la zone d'alimentation hydrique des zones humides.

Vulnérabilité des sols à l'acidification et à la podzolisation dans le contexte d'une sylviculture en monoculture de résineux.

Risques d'incendies en forêt en raison des accumulations de litières (humus forestier épais en conditions de podzolisation)

Modification des capacités d'infiltration des sols riches en matières organiques au niveau de leur horizon de surface (sols des estives, sols nu, au niveau des coupes à blancs forestières en raison d'hydrophobicité induite par des périodes de sécheresse importante).

Vulnérabilité des sols vis-à-vis de l'érosion hydrique et de coulées de boues (phénomène orageux plus fréquents, texture et pente) .

Vulnérabilité des sols à la baisse du taux de matière organique en zones de cultures agricoles et risque de tassement.

Vulnérabilité des sols et des eaux vis-à-vis des pratiques de traitements phytosanitaires ou d'épandages de boues d'épuration en raison de la texture des sols.

Pollution bactériologique localisée dans les sols des estives ou à proximité des réseaux hydrologiques

Localement risques de retrait-gonflement sur les sols très argileux.

RÉFÉRENCES

1 Carte départementale des terres agricoles sur Thiers 1/50 000^{ème} de Thiers SCET Agri 1984. Cartographie des sols du Vals d'Allier au 1/100 000. Bornand M., Callot G., Favrot J.C., Servat E. INRA /ENSAM – IGCS.

2 Collectif, (2019) L'agriculture entre plaine et montagne: d'hier à aujourd'hui. Revue d'Auvergne, ed, Alliance universitaire.

3 Collectif, (2019) L'agriculture entre plaine et montagne: d'hier à aujourd'hui. Revue d'Auvergne, ed, Alliance universitaire.

SYNTHÈSE ISSUE DES DONNÉES DES ÉTUDES

Camille Martin. Méthodologie utilisant une carte des végétations (CarHAB) en vue de préciser les informations pédologiques de la carte des pédopaysages (RRP) à l'échelle du PNR Livradois-Forez. Sciences de la Terre. 2019. fthal-02319603

Genevois V., Guix N., Gaignard P-B., Martin C., Party J-P., Muller N., Vauthier Q., Rigou L., Pelletier A., Scottez F., Morel J-M. (2019) Référentiel Régional Pédologique (RRP) Du Puy de Dôme (RRP63, Etude 30148).

Communication personnelle Inventaire et carte des grands types de sol du Parc Naturel Régional du Livradois-Forez Camille Martin, Véronique Genevois, Quentin Magnaudet, Adrien Déplat, Thomas Fayet, Jean-Marcel Morel, Noelle Guix document non finalisé

PNR VERDON

Par Jean-Claude LACASSIN, pédologue, membre du CS du PNR et administrateur AFES référent.

GÉOLOGIE & PÉDOLOGIE

Le PNR recouvre une grande partie bassin versant du Verdon Les formations lithologiques présentes sont, de la plus récente à la plus ancienne :

QUATERNAIRE

Alluvions du Verdon et de tous ses affluents et colluvions des versants des reliefs. Les vallées de ces cours d'eau constituent une entité de pédopaysages peu étendue dont une partie est ennoyée par les grands barrages hydroélectriques du Verdon. les FLUVIOSOLS ET LES COLLUVIOSOLS y sont dominants avec des sols épais et plus ou moins caillouteux et plus ponctuellement des sols hydromorphes caractéristiques des zones humides.

TERTIAIRE

Grès siliceux et grès calcaires - Calcaires en bancs ou en plaquettes et des formations marneuses et gréseuses. Une grande entité spécifique et originale de pédopaysages correspond au plateau de Valensole constitué par un poudingue, conglomérat de galets cimentés par le calcaire, et sa chaîne de sols avec les FERSIALSOLS reliques sur les parties les plus hautes du plateau, des CALCOSOLS et sur les versants du plateau des RENDISOLS et des PEYROSOLS.

SECONDAIRE

Marno-calcaires du Crétacé, calcaires massifs, marno-calcaires, marnes du Jurassique argilites, marnes noires, gypse, dolomies et cargneules, formations carbonatées, conglomérats et grès du Trias.

L'entité des Préalpes de Digne et celles de Castellane comme l'entité des reliefs collinaires de la partie varoise présente une couverture sédimentaire secondaire et tertiaire. Ces structures fortement plissées, voire renversées résultent de la superposition et de l'entrecroisement des déformations pyrénéo-provençales d'orientation ouest est et des déformations alpines orientées Nord Sud. La grande variabilité de la topographie et de la lithologie de ces reliefs montagneux est à l'origine d'une diversité des sols dans leur épaisseur, leur charge en éléments grossiers leur texture et de leur évolution. Les sols carbonatés y prédominent car sous influence des carbonates de calcium et/ou de magnésium de la lithologie des matériaux parentaux d'où un complexe adsorbant saturé par le calcium issu de la dissolution de ces carbonates.

L'entité du grand canyon et des basses gorges du Verdon, l'Artuby et le plan de Canjuers constituée de calcaire massif est marquée par les formes karstiques caractéristiques et bien développées dues à la dissolution du calcaire par les pluies. L'entité pédopaysagère

comporte une prédominance de LITHOSOLS, de FERSIALSOLS, de RENDISOLS.

CARTES

Géoportail - Données issues du programme Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS) - volet Référentiels Régionaux Pédologiques (RRP). Carte des pédopaysages 1/250 000ème(ou unités cartographiques de sols) réalisée par les pédologues de la SCP pour le compte du Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Sols (GIS Sol)

Carte des Sols 1/100 000ème DE Digne INRAE Orléans

Caret des Sols du Plateau de Valensole 1/50 000ème SCP

OCCUPATION DES SOLS

Le PNR du Verdon compte 32 % de territoire cultivés ou pâturés, 63 % couvert de forêt ou d'espaces naturels et 3 % artificialisés source site internet du PNR Verdon.

RISQUES ET VULNÉRABILITÉS RELATIFS À LA NATURE DES SOLS

Grande vulnérabilité des sols au changement climatique (sécheresses et canicules conjointes impactent négativement le fonctionnement du sol notamment le compartiment matières organiques, le compartiment microbiologie du sol et la capacité de stockage en eau (sécheresse des sols

Vulnérabilité des sols hydromorphes des zones humides, par méconnaissance de leur localisation et la non prise en compte de la zone d'alimentation hydrique des zones humides

Vulnérabilité des sols vis-à-vis de l'érosion hydrique suite à des pratiques de travail du sol trop intenses en agriculture comme en sylviculture ou à des incendies détruisant le couvert forestier et la couche d'humus

Baisse du taux de matière organique en zones agricoles faute d'élevages

Vulnérabilité des sols et des eaux vis-à-vis des pratiques de traitements phytosanitaires ou d'épandages de boues d'épuration

Glissements de terrain en montagne ?

Pollution bactériologique localisée dans les sols d'alpages ou à proximité des points d'eaux ou des bâtiments d'élevage ?

PNR DU HAUT-JURA

Par Éric Lucot, Jean-Michel Gobat et Jérôme Juilleret.

CONTEXTE ET CARACTÉRISTIQUES DES SOLS

Le PNR du Haut-Jura est situé dans la partie sud-est du massif du Jura. Il s'étend sur près de 90 km le long de la frontière avec la Suisse entre Jougne (Doubs) au nord et Valserhône (Ain) au sud. Sa plus grande largeur (39 km) est située entre le pont de la Pyle sur le lac de Vouglans (Jura) et Divonne les Bains (Ain). Cette extension géographique englobe une gamme d'altitudes très étendue, plus élevées à l'est (> 1000 m) avec des sommets comme le Crêt de la Neige (1720 m) et le Mont d'Or (1461 m), et plus faibles à l'ouest, avec un minimum de 450 m au pont de la Pyle. L'altitude de la limite ouest est le plus souvent comprise entre 700 et 800 m.

Les altitudes les plus élevées à l'est correspondent à la Haute-Chaine, dont la structure plissée explique des dénivelés importants et des pentes fortes. Au pied de la Haute-Chaine côté ouest s'étend le deuxième plateau, globalement horizontal ou faiblement ondulé et entaillé par des vallées. Dans la partie sud, le deuxième plateau est remplacé par la Petite Montagne, région naturelle plus vallonnée.

Malgré l'omniprésence des roches carbonatées, qui représentent la quasi-totalité des roches à l'affleurement, les sols du massif du Jura sont très diversifiés et présentent une forte variabilité spatiale.

Ceci s'explique par quatre facteurs principaux :

- L'étendue de la gamme de composition des calcaires (proportion et composition du résidu insoluble), des marnes aux calcaires très purs et très durs,
- La diversité des modes de fissuration et de débit des calcaires durs en fonction de leur composition et des déformations tectoniques,
- La présence de dépôts morainiques et de dépôts limoneux éoliens non calcaires, d'épaisseur très variable,
- Et par la diversité des reliefs, plus ou moins influencés par la karstification (monts, vallées, combes, crêts, dolines, lapiaz...).

À cela s'ajoute une différence d'âge des sols entre la partie du massif qui a été érodée par le glacier au cours de la dernière période glaciaire et celle qui ne l'a pas été, où les sols sont plus anciens. La limite entre les deux zones se situe approximativement vers 800 m d'altitude.

Lorsque les sols se développent à partir du produit de l'altération des calcaires en l'absence de dépôts de limons éoliens, leur texture est dominée par les argiles et leur profondeur est faible à moyenne. Ils sont riches en nutriments, poreux, très perméables et leur pierrosité est très variable. Les caractéristiques des éléments grossiers (profondeur, abondance, taille, forme) constituent les principaux facteurs de variation des propriétés édaphiques de ces sols. Le taux de matière organique est d'autant plus élevé que les éléments grossiers sont abondants dans les horizons supérieurs. L'humification de la matière organique morte

est rapide, mais la faible épaisseur et la forte perméabilité en font des sols à faible capacité d'épuration et à transfert rapide.

Localement, des poches d'altération du calcaire permettent la formation de sols profonds. Les types de sol présents dans ces contextes sont déterminés par l'abondance des éléments grossiers. Par ordre d'abondance décroissante de leur abondance, ce sont des sols de type lithocalcique (Organosol Saturé leptique) sur lapiaz, humocalcique (Organosol Saturé) sur calcaire concassé, bruns à pellicules calcaires (Brunisol Eutrique saturé), bruns eutrophes (Brunisol Eutrique saturé) et bruns mésotrophes (Brunisol Eutrique mésosaturé).

Sur les marnes, les marno-calcaires et certains dépôts morainiques qui sont imperméables ou peu perméables, les sols sont hydromorphes. Leur texture est dominée par les argiles, ils sont riches en nutriments, poreux et leur pierrosité est faible à nulle. Le taux de matière organique est élevé à très élevé en raison des effets combinés de l'abondance du calcium et du manque d'oxygène.

L'intensité de l'hydromorphie est très variable, elle est marquée dans les sols alluviaux, péri lacustres et les bas marais. Les tourbières constituent un cas particulier de sols hydromorphes. Les principaux types de sols sont les Rédoxisols, réductisols (humifères) et histosols.

Les sols carbonatés (qui contiennent des particules fines de calcaire mélangées à la terre fine) sont peu fréquents. On les rencontre principalement sur les dépôts morainiques et fluvio-glaciaires. Ces sols contiennent des quantités élevées de matière organique humifiée. Les principaux types de sols sont les rendzines (Rendosol), les sols bruns calciques (Calcisol) et bruns calcaires (Calcosol).

Lorsqu'un recouvrement de limons éoliens est présent (en fond de doline, sur certains plateaux), les propriétés du matériau pédologique sont modifiées proportionnellement à leur épaisseur. Dans ces conditions, les sols sont plus acides, voire très acides et leur texture est dominée par les limons dans leur partie supérieure. Les sols sont principalement brunifiés lessivés (Néoluvisols). Dans de rares cas, le processus de podzolisation peut être observé ; les sols concernés, des podzols (podzosols), sont de véritables joyaux patrimoniaux à l'échelle de l'ensemble du Jura, avec une qualité et une étendue inégales dans la superficie du PNR.

Globalement, les textures les plus fréquentes dans les sols du massif du Jura sont les textures limono-argileuses en surface, argilo-limoneuses et argileuses en profondeur. Les textures limoneuses, ainsi que les sables sont aussi présentes localement.

L'occupation du sol est fortement dépendante des contraintes pédologiques et topographiques.

Les sols forestiers correspondent à des zones où les sols caillouteux plus ou moins superficiels et les sols de pente sont dominants. Sur les calcaires à altération hétérogène, des zones peu étendues de sols profonds sont fréquentes. De ce fait, on rencontre une gamme étendue de valeurs de réservoir en eau, d'autant plus que la prospection racinaire peut être profonde dans les fissures du calcaire. Leur variabilité spatiale est très forte jusqu'à une échelle très locale (décamétrique), ce qui nécessite des approches cartographiques spécifiques.

Les sols à vocation agricole sont en premier lieu les sols des plateaux sur calcaires et des combes marneuses. Ces sols ne sont pas nécessairement épais, une profondeur de 20 à 30 cm est suffisante dans le contexte climatique jurassien. D'autant plus que l'épierrage a été largement pratiqué. L'accumulation des pierres aux limites des parcelles, aux ruptures de pentes et au bord des chemins a permis l'installation de haies qui sont d'autant plus denses que les sols des parcelles sont caillouteux.

Des sols caillouteux avec des blocs affleurants et/ou situés dans des pentes peuvent aussi faire l'objet d'une utilisation agricole pour la pâture, parfois sous forme de prés bois (pâturages boisés).

RISQUES ET VULNÉRABILITÉS

L'état de conservation des sols du PNR du Haut-Jura est globalement bon à très bon. Ils sont peu sensibles au ruissellement et à l'érosion, assez peu sensibles au tassement et le taux de matière organique est élevé quel que soit le mode d'occupation.

Localement, des dégradations sont néanmoins observées.

Dans les zones agricoles, certaines parcelles à proximité des bâtiments sont surpâturées ce qui provoque un tassement et du ruissellement, souvent accompagné d'une accumulation de déjections. Des cas de ralentissement de la vitesse de dégradation des bouses en raison de la présence d'insecticides ont été signalés.

La pratique du broyage des éléments grossiers dans la partie supérieure des sols, qui s'est développée depuis une quinzaine d'années, constitue aussi une dégradation dans la mesure où elle modifie considérablement les propriétés physico-chimiques des sols, en plus de porter fortement atteinte au paysage et aux conditions de croissance des plantes. Les effets à long terme de l'évolution des pratiques agricoles en cours actuellement (augmentation de la proportion de lisier, augmentation de la taille des engins, retournements de prairie plus fréquents) doivent être surveillés.

En forêt, ce sont les phénomènes de tassement et orniérage par des engins de plus en plus lourds qui sont les plus préoccupants.

Le fonctionnement hydrologique de nombreux milieux humides est altéré par la présence de fossés, y compris en tourbière.

C'est sur ces milieux humides que les effets du dérèglement climatique sont les plus marqués, avec des phases d'assèchement longues et intenses qui risquent de diminuer les capacités de stockage de la matière organique, donc du carbone. Mais les engorgements plus longs en hiver et au printemps doivent aussi être pris en compte.

Les effets directs des perturbations climatiques sur les autres sols ne sont pas documentés. La végétation est fortement impactée par le manque d'eau et les fortes chaleurs, mais les conséquences sur les sols doivent être étudiées précisément.

RÉFÉRENCES

Bichet V., Campy M., 2009. Montagnes du Jura – Géologie et paysages. Éd. Néo. 303 p.

Briot M., 2009. Analyse des critères de définition de la zone d'appellation d'origine contrôlée des résineux du massif du Jura par les facteurs écologiques et application à sa délimitation. Thèse université de Franche-Comté, 227 p.

Bruckert S., Gaiffe M., 1985. Les sols de Franche-Comté. Éd. CUER, université de Franche-Comté, 142 p.

Gaiffe M., Bruckert S., 1991. Déterminisme paléoécologique des écosystèmes actuels du Haut-Jura, en relation avec la fracturation des roches. Annales des sciences forestières, INRA/EDP Sciences, 48 (5), pp. 575-591. <hal-00882775>

Gobat J.-M., Guenat C., 2019. Sols et paysages – Types de sols, fonctions et usages en Europe moyenne. Éd. Presses polytechniques et universitaires romandes, 562 p.

Jouaffre D., Bruckert S., Williams A.F., Herbillon A.J., Kubler B., 1991. Rubéfaction post-wurmienne en climat montagnard humide jurassien. Rôle du pédoclimat et actualité du processus. Geoderma 50(3), pp. 239-257.

Lucot E., Monnet J.-C., 2014. Cartographie des sols forestiers du PNR du Haut-Jura et de leur réservoir utile en eau. Rapport d'étude, université de Franche-Comté, 81 p.

Lucot E., Monnet J.-C., 2022. Acquisition de connaissances sur les effets du changement climatique sur les forêts du Haut-Jura. Consolidation de l'outil de diagnostic du réservoir en eau des sols destiné aux gestionnaires forestiers. Rapport d'étude, université de Franche-Comté, 52 p.

Lucot E., Monnet J.-C., Barnéoud C., Antoine J.-M., Laroche B., Girot G., 2023. Référentiel Régional Pédologique de Franche-Comté – Programme Inventaire gestion et conservation des sols (IGCS, GIS Sol).

Lucot E., Monnet J.-C., Vélux B., 2023. Référentiel régional pédologique de Franche-Comté : Caractéristiques dominantes des sols (UCS). Université de Franche-Comté (Besançon). 2023. <hal-04530259>

Monnet J.C., 1996. Caractérisation fonctionnelle d'unités cartographiques prairiales dans le massif du Jura - Application à la définition des terroirs du comté. Thèse université de Franche-Comté, 140 p.