

Guide d'identification et de délimitation des sols des zones humides

Comprendre et appliquer le critère pédologique de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié



Coordination : Emmanuel Thiry, MEDDE, Direction de l'eau et de la biodiversité, sous-direction des espaces naturels.

Rédaction : Nathalie Schnebelen et Bertrand Laroche, INRA Orléans, Unité InfoSol
Avril 2013.

Comment citer cet ouvrage :

MEDDE, GIS Sol. 2013. Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides. Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, Groupement d'Intérêt Scientifique Sol, 63 pages.

Photos de couverture : Sols et paysages de zones humides en France, © L. Boulonne/Inra, C. Ducommun/Agrocampus Ouest, C. Jolivet/Inra.

SOMMAIRE

AVERTISSEMENT	4
INTRODUCTION	5
CONTEXTE	7
RAPPEL DE LA REGLEMENTATION	7
L'APPROCHE SCIENTIFIQUE DES SOLS DE ZONES HUMIDES	9
Morphologie des sols de zones humides	9
Dénomination des sols de zones humides	15
<i>Quelques notions de classification</i>	15
<i>Correspondance entre type de sol, contexte géomorphologique et caractéristiques de l'engorgement par l'eau</i>	17
LES SOLS DES ZONES HUMIDES	20
TYPES DE SOLS DES ZONES HUMIDES	20
Règle générale	20
Cas particuliers	21
Liste des types de sols	22
Correspondance avec des dénominations antérieures	23
METHODES D'IDENTIFICATION ET DE DELIMITATION DES SOLS DE ZONES HUMIDES	25
Détermination par une prospection de terrain	26
<i>Collecter et exploiter les cartes disponibles</i>	26
Pédologie	26
Topographie	26
Géologie	26
<i>Réaliser une prospection</i>	26
<i>Appliquer les règles de décision pour le diagnostic de zones humides</i>	29
<i>Difficultés sur le terrain</i>	32
Pendant l'observation	32
Pendant l'interprétation	32
Détermination à partir de cartes et de bases de données pédologiques	34
<i>Quelques notions de cartographie des sols</i>	34
<i>Les principes de l'arrêté</i>	35
<i>L'importance de l'échelle des données disponibles</i>	36
<i>Quelques exemples de cartes disponibles</i>	37
<i>Les données en format national DoneSol</i>	39
<i>Exemples de délimitations à partir de bases de données sol</i>	44
Délimitation des sols de zones humides du Loiret	44
Délimitation des sols de zones humides de la Côte-d'Or	45

GLOSSAIRE	47
ANNEXE : FICHES DES TYPES DE SOLS CONCERNES PAR L'ARRETE	51
HISTOSOL	
CLASSE GEPPA : H	52
REDUCTISOL	
CLASSE GEPPA : VI (C ET D)	53
REDOXISOL	
CLASSE GEPPA : V (A, B, C, D) ET IV D	54
PLANOSOL TYPIQUE	
CLASSE GEPPA : V (A, B, C, D) ET IV D	55
FLUVIOSOL-RÉDOXISOL	
CLASSE GEPPA : V (A, B, C, D) ET IV D	56
THALASSOSOL-RÉDOXISOL	
CLASSE GEPPA : V (A, B, C, D) ET IV D	57
LUVISOL TYPIQUE-RÉDOXISOL	
CLASSE GEPPA : V (A, B, C, D) ET IV D	58
LUVISOL DÉGRADÉ-RÉDOXISOL	
CLASSE GEPPA : V (A, B, C, D) ET IV D	59
SOLS SALSODIQUES = SALISOL ET SODISOL	
CLASSE GEPPA : V (A, B, C, D) ET IV D	60
PELOSOL-REDOXISOL	
CLASSE GEPPA : V (A, B, C, D) ET IV D	61
COLLUVIOSOL-RÉDOXISOL	
CLASSE GEPPA : V (A, B, C, D) ET IV D	62
PODZOSOL HUMIQUE ET HUMO-DURIQUE	
CLASSE GEPPA : V (A, B, C, D) ET IV D	63

AVERTISSEMENT

La reconnaissance des types de sols nécessite des compétences en pédologie que ce guide ne saurait fournir à lui seul.

L'Association Française d'Etude des Sols a mis en place depuis quelques années une certification du métier de pédologue. L'évaluation des candidats est réalisée au sein d'une commission qui vérifie et évalue les connaissances générales en pédologie indispensables pour intervenir dans différents domaines de pédologie appliquée dont les zones humides.

L'ensemble des informations est disponible à l'adresse suivante : <http://www.afes.fr/certification.php>

INTRODUCTION

L'arrêté du 24 juin 2008 modifié, applicable en France métropolitaine et en Corse, précise les deux critères de définition et de délimitation des zones humides : à partir du sol, de la végétation ou des habitats. En l'absence de végétation ou d'habitats naturels, l'identification des zones humides à partir des sols est cruciale.

L'objectif de ce guide est de fournir des **clés pour l'observation et la compréhension** des sols de zone humide notamment en vue de l'application du critère sol de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié.

Il ne constitue pas un manuel de délimitation des zones humides pour l'application de la police de l'eau ni un cours de pédologie. Son utilisation nécessite des bases dans ce domaine (voir avertissement page précédente).

La première partie du guide rappelle le contexte de la mise en place de l'arrêté, aussi bien au niveau réglementaire que scientifique, notamment pédologique. La seconde partie présente les sols de zones humides retenus par l'arrêté. Les éléments permettant de déterminer les sols de zones humides sont décrits, ainsi que la liste des types de sols correspondante. Les méthodes de reconnaissance des sols de zones humides sur le terrain ou à partir de données et de cartes pédologiques existantes sont présentées en détail. Chaque type de sol de zones humides identifié dans l'arrêté fait enfin l'objet en annexe d'une fiche synthétique de reconnaissance.

Ce guide a été réalisé à la demande du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie par l'Institut National de la Recherche Agronomique, dans le cadre du Groupement d'Intérêt Scientifique Sol.



Photo 1 : Sol de zones humides à St-Marie-de-la Mer, dans les Bouches-du-Rhône (© Inra)

CONTEXTE

Rappel de la réglementation

En raison du caractère stratégique des services rendus par les zones humides, leur « préservation » et leur « gestion durable » sont considérées comme « d'intérêt général » par la loi française (code env., art. L. 211-1-1). Et le législateur d'ajouter :

« Les politiques nationales, régionales et locales d'aménagement des territoires ruraux et l'attribution des aides publiques tiennent compte des difficultés particulières de conservation, d'exploitation et de gestion durable des zones humides et de leur contribution aux politiques de préservation de la diversité biologique, du paysage, de gestion des ressources en eau et de prévention des inondations notamment par une agriculture, un pastoralisme, une sylviculture, une chasse, une pêche et un tourisme adaptés. A cet effet, l'Etat et ses établissements publics, les régions, les départements, les communes et leurs groupements veillent, chacun dans son domaine de compétence, à la cohérence des diverses politiques publiques sur ces territoires. Pour l'application du X de l'article L. 212-11, l'Etat veille à la prise en compte de cette cohérence dans les schémas d'aménagement et de gestion des eaux » (code env., art. L. 211-1-1)

La préservation et la gestion durable des zones humides s'inscrivent également dans le cadre des politiques européennes de gestion durable des ressources naturelles et de préservation de la biodiversité (directive-cadre 2000/60/CE sur l'eau, réseau « Natura 2000 » issu des directives 92/43/CEE « Habitats » et 79/409 /CEE « Oiseaux », notamment). La mise en œuvre au niveau national de ces directives doit se traduire par la recherche d'un développement équilibré des territoires.

L'article L. 211-1 du code de l'environnement instaure et définit l'objectif d'une gestion équilibrée de la ressource en eau. Il vise en particulier la préservation des zones humides, dont il donne la définition en droit français : « On entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

Cette définition est le socle sur lequel doivent se fonder les différents inventaires et cartes de zones humides. Le manque d'appréciation partagée des critères de définition des zones humides, et de leur délimitation, a pu nuire à leur préservation dans le cadre de la police de l'eau. C'est pourquoi les critères de définition des zones humides de l'article L. 211-1 ont été précisés par l'article R. 211-108 du code de l'environnement :

- « I. - Les critères à retenir pour la **définition des zones humides** mentionnées au 1° du I de l'article L. 211-1 sont relatifs à la **morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et à la présence éventuelle de plantes hygrophiles**. Celles-ci sont définies à partir de listes établies par région biogéographique. En l'absence de végétation hygrophile, la morphologie des sols suffit à définir une zone humide.

¹ Cette disposition permet au schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du grand bassin hydrographique de déterminer le territoire d'un bassin hydrographique (partie du grand bassin) où la réalisation d'un schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) sera obligatoire du fait de problématiques particulières parmi lesquelles la protection des zones humides doit être privilégiée.

- *II. - La **délimitation des zones humides** est effectuée à l'aide des **cotes de crue ou de niveau phréatique, ou des fréquences et amplitudes des marées**, pertinentes au regard des critères relatifs à la morphologie des sols et à la végétation définis au I.*
- *III. - Un arrêté des ministres chargés de l'environnement et de l'agriculture précise, en tant que de besoin, les modalités d'application du présent article et établit notamment les **listes des types de sols et des plantes** mentionnés au I.*
- *IV. - Les dispositions du présent article ne sont **pas applicables aux cours d'eau, plans d'eau et canaux**, ainsi qu'aux infrastructures créées en vue du traitement des eaux usées ou des eaux pluviales. »*

Ces critères ont été précisés notamment pour améliorer l'application de la rubrique 3.3.1.0 (anciennement 410) « Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais » du régime de déclaration ou autorisation des installations, ouvrages, travaux et activités au titre de la loi sur l'eau (articles L. 214.1 et R. 214-1 du code de l'environnement).

L'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1^{er} octobre 2009 explicite les critères de définition et de délimitation des zones humides. La circulaire du 18 janvier 2010 relative à la délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement en précise les modalités de mise en œuvre. La législation propose donc des critères relativement objectifs, utilisables partout, même là où il n'y a pas ou peu de végétation naturelle.

L'approche scientifique des sols de zones humides

Morphologie des sols de zones humides

L'engorgement des sols par l'eau peut se révéler dans la morphologie des sols sous forme de traces qui perdurent dans le temps appelées « traits d'hydromorphie ». Les sols de zones humides se caractérisent généralement ainsi par la présence d'un ou plusieurs traits d'hydromorphie suivants :

- des traits rédoxiques,
- des horizons réductiques,
- des horizons histiques.

Les **traits rédoxiques** (photos 2 et 2bis) résultent d'**engorgements temporaires** par l'eau avec pour conséquence principale des alternances d'oxydation et de réduction. Le fer réduit (soluble), présent dans le sol, migre sur quelques millimètres ou quelques centimètres puis re-précipite sous formes de taches ou accumulations de rouille, nodules ou films bruns ou noirs. Dans le même temps, les zones appauvries en fer se décolorent et deviennent pâles ou blanchâtre : Voir photos 2 et 2bis page suivante.

Ne pas confondre engorgement et hydromorphie

L'engorgement par l'eau ou saturation par l'eau d'un sol se définit par **l'occupation de la totalité de la porosité d'un horizon de sol par l'eau**. Lorsqu'il est engorgé, un horizon est à son humidité maximale, laquelle dépasse largement sa **capacité au champ**. Ceci a deux conséquences :

- la macro-porosité de l'horizon est occupée par l'eau qui s'y trouve "libre". Cette eau est capable de circuler verticalement ou latéralement et rapidement dans le sol, si les conditions s'y prêtent, mais elle peut aussi stagner ;
- l'eau occupant la porosité, elle en chasse l'air. Le milieu devient alors asphyxiant et réducteur.

L'engorgement d'un horizon peut être constaté directement sur le terrain grâce à une tarière ou un piézomètre, de préférence lors d'un passage en période humide ou de passages répétés plusieurs fois par an sur le même site. Un engorgement temporaire peut correspondre à un engorgement fréquent mais pendant peu de temps (par exemple au rythme des précipitations en hiver et au printemps) ; un engorgement permanent peut correspondre par exemple à un engorgement pendant huit mois sans discontinuer.

L'hydromorphie est la manifestation morphologique de l'engorgement par l'eau d'un sol :

- sous la forme de taches, de ségrégations, de colorations ou de décolorations, de nodules, résultant de la dynamique du fer et du manganèse (tous deux sont des éléments colorés), en milieu alternativement réducteur puis réoxydé ;
- sous la forme d'une accumulation de matière organique (sols tourbeux).

L'hydromorphie correspond donc à des traits morphologiques spécifiques des sols appelés traits d'hydromorphie. Ces traits sont la plupart du temps observables. Ils peuvent persister à la fois pendant les périodes humides et sèches, ce qui les rend particulièrement intéressants pour identifier les sols de zones humides



Photo 2 : Sol présentant des traits rédoxiques (© Agrocampus Ouest)

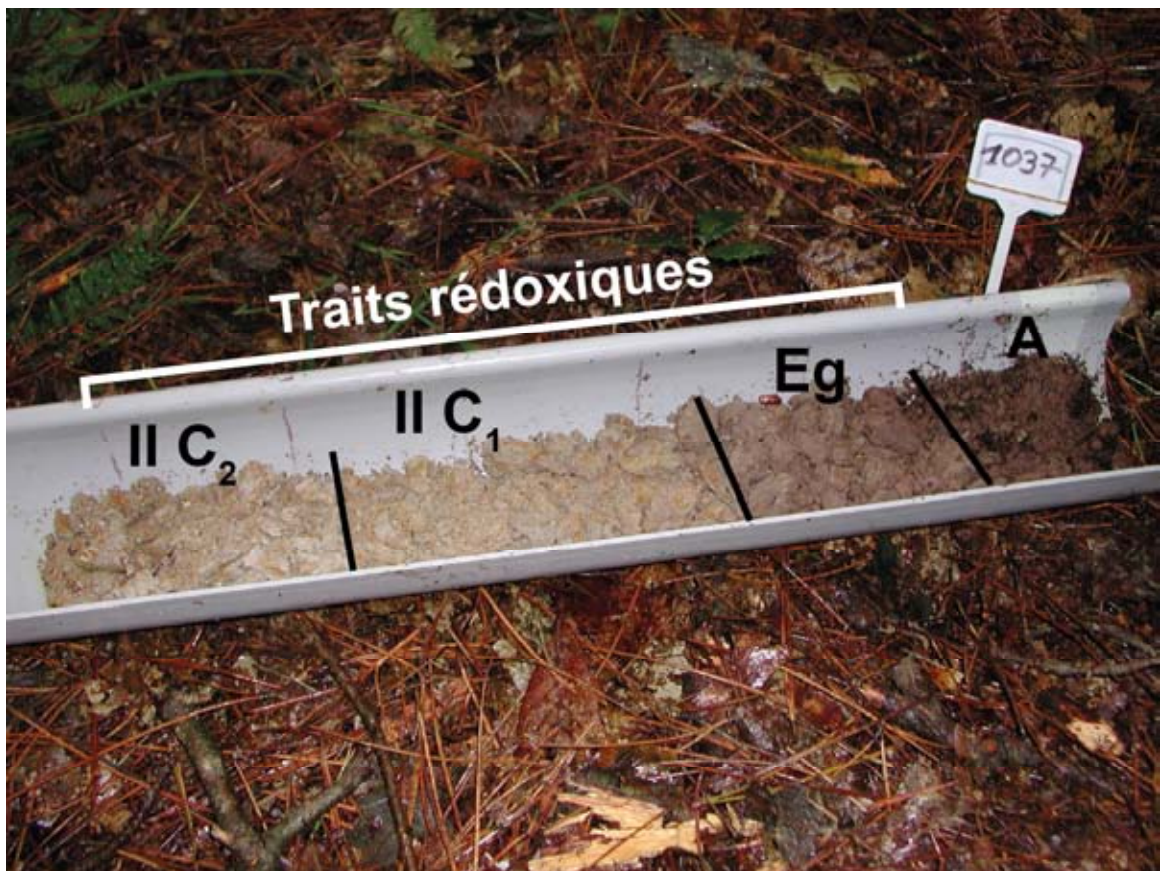


Photo 2 bis : Sondage présentant des traits rédoxiques (© Inra Infosol)

Un horizon de sol est qualifié de rédoxique lorsqu'il est caractérisé par la présence de traits rédoxiques couvrant plus de 5 % de la surface de l'horizon observé sur une coupe verticale. La figure 1 montre que cette présence est bien identifiable et ce, même à faible pourcentage.

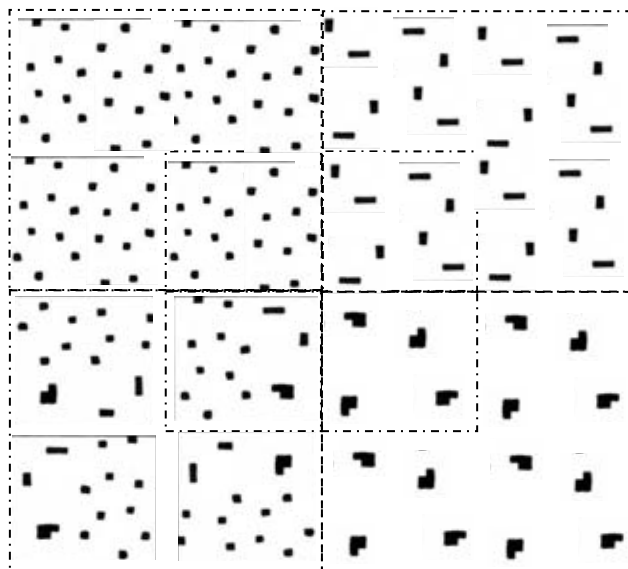


Figure 1 : Représentation de 5% de taches d'un horizon, en fonction de la taille et de la densité de ces taches, (code Munsell)

Les **horizons réductiques** (photos 3 et 3bis) résultent d'**engorgements permanents ou quasi permanents**, qui induisent un manque d'oxygène dans le sol et créent un milieu réducteur riche en fer ferreux ou réduit. L'aspect typique de ces horizons est marqué par 95 à 100 % du volume qui présente une coloration uniforme verdâtre/bleuâtre. Attention, la coloration bleuâtre/verdâtre disparaît à l'air (par ré-oxydation) en quelques heures sur un échantillon prélevé et en plusieurs semaines dans une fosse. Les horizons réductiques sont parfois (mais pas toujours) reconnaissables à leur odeur de soufre (dégagement d' H_2S avec l'acide chlorhydrique). Il est également possible de mettre en évidence la présence de fer ferreux par un test spécifique à l'aide de réactifs colorés : Voir photos 3 et 3bis page suivante.

Les termes traits réductiques sont souvent utilisés, par comparaison avec les traits rédoxiques. En réalité, la manifestation d'engorgement concerne la quasi-totalité du volume de sol ; il ne s'agit donc plus d'un trait en tant que tel mais d'une manifestation morphologique prédominante caractéristique d'un horizon spécifique.



Photo 3 : Sol présentant un horizon réductique (© Agrocampus Ouest)



Photo 3 bis : Sondage présentant un horizon réductique (© Lionel Berthier, Marine Lacoste - Agrocampus Ouest)

Les **horizons histiques** (notés H, photos 4 et 4bis) sont des horizons holorganiques entièrement constitués de matières organiques et formés en **milieu saturé par la présence d'eau durant des périodes prolongées** (plus de six mois dans l'année).

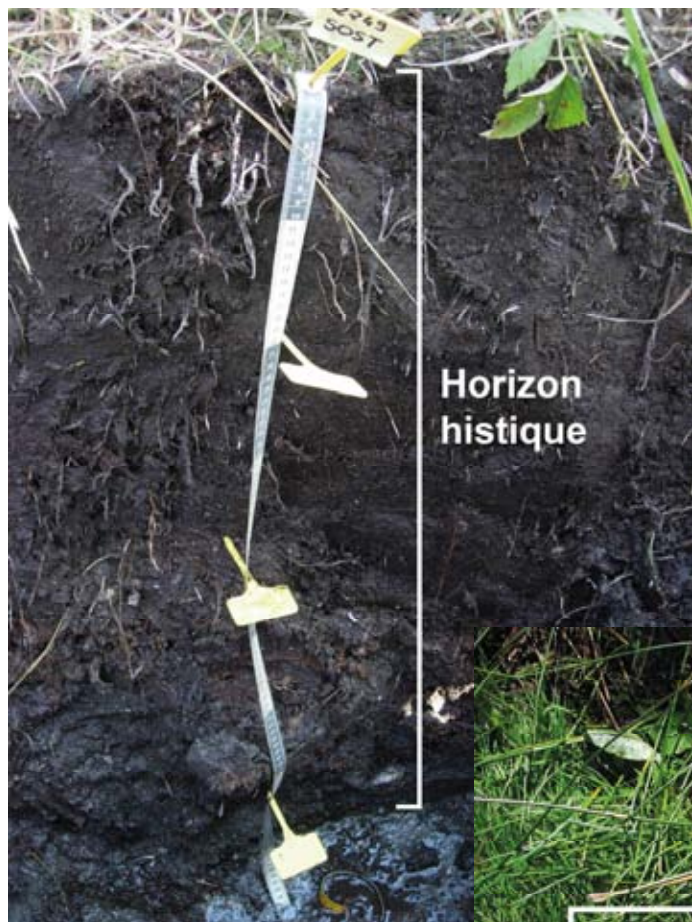


Photo 4 : Sol présentant un horizon histique (© Ensaf)



Photo 5bis : Sondage présentant un horizon histique (© Ensaf)

Ces horizons sont composés principalement à partir de débris de végétaux hygrophiles ou sub-aquatiques. En conditions naturelles, ils sont toujours dans l'eau ou saturés par la remontée d'eau en provenance d'une nappe peu profonde, ce qui limite la présence d'oxygène. Les différents types d'horizons H sont définis par leur taux de "fibres frottées" et le degré de décomposition du matériel végétal :

- horizons H fibriques, avec plus de 40 % de fibres frottées (poids sec), codés Hf ;
- horizons H mésiques, avec 10 à 40 % de fibres frottées (poids sec), codés Hm ;
- horizons H sapriques, avec moins de 10 % de fibres frottées (poids sec), codés Hs ;
- un abaissement du niveau de la nappe, avec ou sans mise en culture, entraîne l'apparition d'une structure grumeleuse assez fragile. Les horizons ainsi assainis sont codés Ha.

Engorgement sans hydromorphie et hydromorphie sans engorgement

Les traits d'hydromorphie issus d'une ségrégation, d'une accumulation ou d'une perte en fer et manganèse sont fréquents. Toutefois, ils ne se forment que dans certains matériaux favorables (présence de fer mobile en abondance) et lorsque des processus d'oxydo-réduction se développent. Il peut donc y avoir engorgement en eau sans trait d'hydromorphie. C'est par exemple le cas :

- de matériaux contenant très peu de fer (sols sableux ou limoneux, blanchis) ;
- de matériaux contenant du fer sous forme peu mobile (sols très calcaires, sols très argileux) ;
- de matériaux ennoyés dans une nappe circulante bien oxygénée (sols alluviaux).

Ces « cas particuliers » ont été intégrés dans l'arrêté.

Inversement, les traits d'hydromorphie peuvent persister alors que l'engorgement par l'eau n'existe plus. C'est le cas des sols engorgés de façon temporaire. Ils sont engorgés en hiver et au printemps et secs en été mais gardent leurs signes d'hydromorphie tout au long de l'année. C'est le cas aussi des sols drainés ou ayant subi un changement de pédoclimat. Leurs traits d'hydromorphie témoignent de régimes hydriques passés. Pour leur interprétation, les traits d'hydromorphie doivent ainsi être replacés dans le contexte général du sol et de son environnement afin de vérifier si les traits sont fonctionnels, correspondant à un engorgement actuel (permanent ou temporaire) ou si les traits sont fossiles, correspondant à un engorgement passé.

Pour ces différents cas, il est nécessaire de faire appel à un spécialiste en pédologie.

Dénomination des sols de zones humides

Quelques notions de classification

Les **types de sols** sont généralement définis par rapport à un **système de classification** pédologique. Au niveau français, le Référentiel Pédologique (noté RP) est le seul système français de désignation des sols élaboré collectivement et reconnu par les Ministères et par les différents programmes nationaux d'inventaire des sols. Il a été publié en 1992 et révisé en 1995 et en 2008. D'autres systèmes sont également utilisés (liste non exhaustive) :

- les systèmes internationaux (FAO, WRB 1998 – 2006) ;
- l'ancien système français CPCS 1967 (dont le RP est issu) ;
- la "cartographie 4 critères" (Massif armoricain) ;
- les différentes versions de la classification personnelle de Duchaufour.

Le RP est un système souple, pratiquement sans hiérarchie, basé sur trois "piliers" (interdépendants) : morphologie – fonctionnement – pédogenèse. Il utilise des horizons de références, codés (par exemple les horizons histiques fibriques Hf), qui permettent de définir des références telles que HISTOSOLS FIBRIQUES, FLUVIOSOL TYPIQUE, etc. A ces références, écrites en lettres capitales, peuvent s'ajouter des qualificatifs, écrits en lettres minuscules, afin d'être plus précis dans la dénomination du sol, par exemple : colluvial, fluvique, vertique, humifère, rédoxique, etc. Ce qui donne par exemple comme nom de sol: CALCOSOL fluvique.

Comment sont codés les différents traits d'hydromorphie ?

Les **traits rédoxiques** sont identifiés par un suffixe **g** ou **-g** accolé au nom de l'horizon par exemple Eg, BTg, Sg, Cg. Les codes n'ont pas changé entre les anciennes classifications (CPCS ou autres) et le RP. Les traits rédoxiques et les horizons rédoxiques étaient nommés « **pseudogley** ».

Les **horizons réductiques** sont codés **Gr** et **Go**. Selon le RP, les horizons réductiques *stricto sensu* notés Gr sont caractérisés par leur couleur qui peut être soit uniformément bleuâtre à verdâtre (sur plus de 95 % de la surface), soit uniformément blanche à noire ou grisâtre. Dans les horizons réductiques temporairement réoxydés, notés Go, la saturation par l'eau est interrompue périodiquement. Des taches de teintes rouille (jaune-rouge, brun-rouge), souvent pâles, sont observables pendant les périodes de non-saturation, au contact des vides, des racines, sur les faces de certains agrégats.

Dans les anciennes cartes, on retrouve aussi la lettre **G**. Les traits réductiques et les horizons réductiques étaient nommés « **gley** ».

Les **horizons histiques** sont notés **H**. Ils correspondent à des sols communément appelés « **sols tourbeux** ».

Les différents types de sols caractérisés par ces traits et correspondant à l'arrêté du 24 juin 2008 sont présentés en annexe, selon la nomenclature RP.

Le RP admet si nécessaire le rattachement d'un sol à deux références pédologiques pour conserver l'information la plus complète possible et mieux rendre compte de la réalité de terrain. Par exemple, certains sols se rattachent à l'évidence aux LUVISOLS, car l'illuviation y est bien visible et s'y exprime par une nette différenciation à la fois texturale et structurale. Mais ils sont aussi le siège d'engorgements intenses à faible profondeur, que l'on ne peut pas négliger et se rattachent donc aussi aux RÉDOXISOLS. Le sol sera ainsi nommé LUVISOLS-RÉDOXISOLS.

Correspondance entre type de sol, contexte géomorphologique et caractéristiques de l'engorgement par l'eau

Le tableau 1 présente, pour les différents types de sols ou « références » du RP correspondant à l'arrêté, le lien entre le type de sol et ses traits d'hydromorphie, son contexte géomorphologique, l'origine de l'eau et la durée de l'engorgement. Il donne à titre d'exemples quelques localisations de chaque type de sol.

Références	Description et conditions géomorphologiques	Origine de l'eau Localisation	Engorgement
FLUVIOSOL BRUT et FLUVIOSOL TYPIQUE (pas tous)	Situés dans les parties les plus basses des paysages (lits mineurs et majeurs des rivières) en zones inondables. Souvent matériau relativement fin (argile, limon, sable, gravillon) reposant sur un matériau plus grossier dans lequel circule la nappe alluviale.	Présence d'une nappe souterraine plus ou moins profonde, circulante et oxygénée, permanente ou temporaire, à fortes oscillations. Localisation : vallées alluviales	Par une nappe alluviale remontante. Zone humide uniquement quand la nappe remonte.
THALASSOSOL (pas tous)	Formés dans des alluvions marines ou fluvio-marines, qui reflètent, à long terme, les cycles de sédimentation (transgression et régression marines). Situés à des altitudes voisines du niveau de la mer, dans des plaines littorales des côtes basses. Pouvant être envahis par la mer (digues). En général, matériaux très fins (argileux).	A l'état naturel, ils subissent l'effet d'une nappe phréatique, plus ou moins salée, proche de la surface et fluctuant avec le niveau marin. Localisation : marais maritimes poldérisés (marais de l'Ouest, Wateringues, etc.)	Quand ils sont transformés en polders, le niveau de la nappe est généralement abaissé artificiellement et contrôlé.
SALISOL et SODISOL (pas tous)	Sols salés, situés en position topographique basse. Végétation halophile ou absente à partir d'un niveau de salinité élevé (toxicité).	Origine marine ancienne ou actuelle (nappe salée ou saumâtre). Localisation : marais maritimes salés	Présence d'une nappe phréatique souterraine.
PLANOSOL TYPIQUE	Forte différenciation texturale entre les horizons supérieurs peu argileux et assez perméables et les horizons profonds, beaucoup plus argileux et très peu perméables (plancher). Horizon Eg apparaissant à moins de 50 cm de profondeur. Passage entre horizons supérieurs et inférieurs très brutal.	Précipitations. Ecoulement hypodermique latéral rapide des eaux. Localisation : Champagne Humide, Puisaye, Perche, Sologne bourbonnaise, Forêt d'Orléans, Sologne, Noyonnais	Engorgements intenses mais fugaces au contact du plancher, de décembre à mai. Engorgements suivent rapidement le rythme des pluies. Sols secs de juin à novembre.

Références	Description et conditions géomorphologiques	Origine de l'eau Localisation	Engorgement
LUVISOL DEGRADE- REDOXISOL	Peu différents des précédents à deux différences près : - contact entre horizons supérieurs et inférieurs irrégulier, parfois sous forme de langues ; - pas d'écoulement latéral rapide mais longue stagnation de l'eau à faible profondeur, comme dans une éponge.	Précipitations. Ressuyage lent si pas de dispositif d'assainissement. Localisation : Haute Brie, Forêt de Chaux, Faux Perche, Gâtine Tourangelle, Boischaut nord, Sundgau, Gâtinais sud de l'Yonne, Champagne Humide, Pays d'Ouche, etc.	Engorgements intenses et durables en hiver et printemps. Sols souvent drainés ce qui permet leur exploitation agricole
PODZOSOL HUMIQUE	Sols sableux et très humifères des « landes humides » des Landes de Gascogne. Forêt touffue à Molinie. Parties basses de micro-topo-séquences.	Nappe peu profonde, localement et momentanément affleurante. Localisation : grandes superficies dans les Landes de Gascogne	Engorgement quasi-permanent jusqu'à proximité de la surface.
HISTOSOL	Sols composés essentiellement par accumulation en milieu aqueux de matériaux organiques, plus ou moins décomposés. = tourbes	Eaux de pluie : histosol « ombrogène » ; ou circulations dans le bassin versant et sources : histosol « soligène » Localisation : faibles superficies, dispersées dans toute la France.	Engorgement permanent de la quasi-totalité de l'histosol (sauf si abaissement artificiel du niveau de la nappe).
REDUCTISOL TYPIQUE Stagnique et Duplique	Réduction du fer quasi permanente donnant une répartition du fer plutôt homogène. Les horizons G montrent une couleur uniformément bleuâtre à verdâtre (plus de 95 % de la surface), ou uniformément blanche à noire ou grisâtre	Excès d'eau d'origines diverses (voir figure). Toujours présence d'une nappe souterraine permanente, peu oxygénée, à battement d'amplitude faible. Localisation : faibles superficies, vallées alluviales	Engorgement permanent dans les horizons Gr ; momentanément interrompu dans les horizons Go.
REDOXISOL	Les traits rédoxiques apparaissent dès la surface du sol (horizon Ag) et persistent même en périodes sèches.	Excès d'eau d'origines diverses (voir figure). Présence d'une nappe perchée. Localisation : faibles superficies, vallées alluviales, bas de versants, dépressions.	Périodes de saturation par l'eau et périodes de non saturation alternent rapidement, d'où alternance de phases de réduction et d'oxydation.

Tableau 1 : Présentation des différentes références présentes dans l'arrêté et de leurs conditions d'apparition



*Photo 6 : Conditions géomorphologiques et d'engorgement par l'eau d'un HISTOSOL
(© Inra - Infosol)*



*Photo 7 : Conditions géomorphologiques et d'engorgement par l'eau d'un LUVISOL DÉGRADÉ – RÉDOXISOL en Bretagne
(© Agrocampus Ouest)*

LES SOLS DES ZONES HUMIDES

Types de sols des zones humides

Règle générale

Pour l'identification des sols de zones humides, l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 2 octobre 2009 s'appuie sur une règle générale basée sur la morphologie des sols, et sur des cas particuliers. De cette règle générale et de ces cas particuliers sont déduits les types de sols de zones humides.

L'arrêté précise que :

« La règle générale ci-après présente la morphologie des sols de zones humides et la classe d'hydromorphie correspondante. La morphologie est décrite en trois points notés de 1) à 3). La classe d'hydromorphie est définie d'après les classes d'hydromorphie du Groupe d'Étude des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA, 1981 ; modifié) ».

Les sols des zones humides correspondent :

- à tous les **HISTOSOLS** car ils connaissent un engorgement permanent en eau qui provoque l'accumulation de matières organiques peu ou pas décomposées ; Ces sols correspondent aux classes d'hydromorphie H du GEPPA modifié.
- à tous les **REDUCTISOLS** car ils connaissent un engorgement permanent en eau à faible profondeur se marquant par des **traits réductiques** débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol ; Ces sols correspondent aux classes VI (c et d) du GEPPA.
- aux autres sols caractérisés par :
 - des **traits rédoxiques** débutant à moins de 25 centimètres de profondeur dans le sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur. Ces sols correspondent aux classes V (a, b, c, d) du GEPPA ;
 - ou des **traits rédoxiques** débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et des **traits réductiques** apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur. Ces sols correspondent à la classe IVd du GEPPA.

L'application de cette règle générale conduit à la liste des types de sols présentée ci-dessous. Cette liste est applicable en France métropolitaine et en Corse. Elle utilise les dénominations scientifiques du Référentiel pédologique de l'Association française pour l'étude des sols (AFES, Baize et Girard, 1995 et 2008), qui correspondent à des « REFERENCES ». Un sol peut être rattaché à une ou plusieurs références (rattachement double par exemple). Lorsque des références sont concernées *pro parte*, la condition pédologique nécessaire pour définir un sol de zone humide est précisée à côté de la dénomination. »

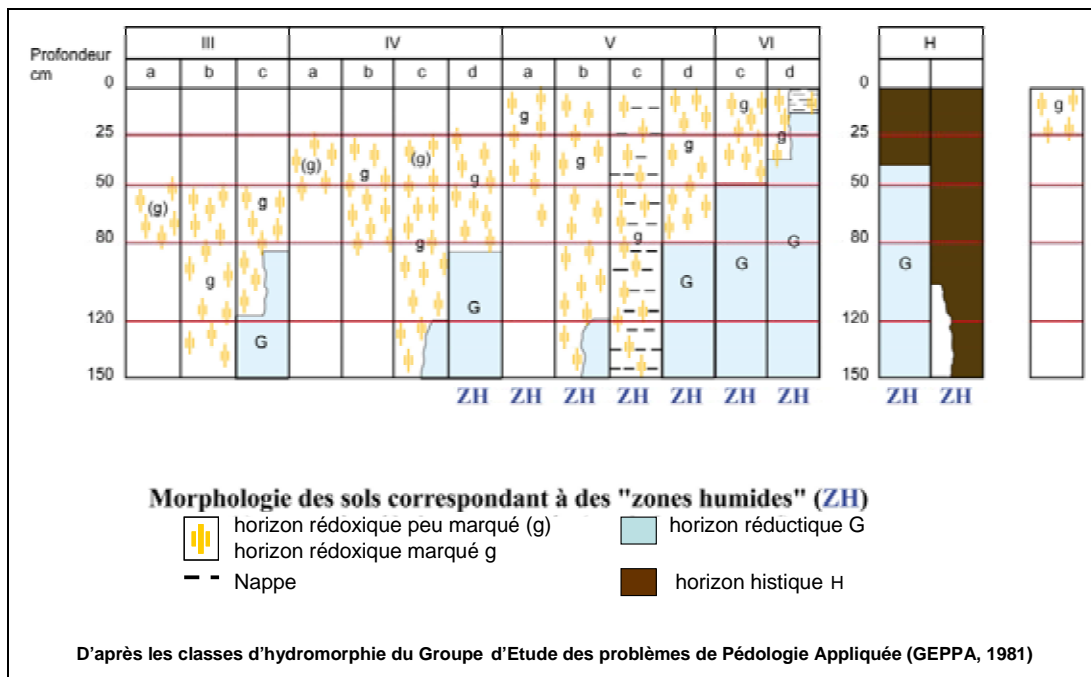


Figure 2 : Classes d'hydromorphie (GEPPA 1981 ; modifié). Les classes Vb, Vc, Vd, VI, H correspondent à des sols de zones humides ; les classes IVd et Va et les types de sols correspondants peuvent être exclus par le préfet de région après avis du conseil scientifique régional du patrimoine naturel

Cas particuliers

L'arrêté précise que :

« Dans certains contextes particuliers (FLUVISOLS développés dans des matériaux très pauvres en fer, le plus souvent calcaires ou sableux et en présence d'une nappe circulante ou oscillante très oxygénée ; PODZOSOLS humiques et humoduriques), l'excès d'eau prolongé ne se traduit pas par les traits d'hydromorphie habituels facilement reconnaissables. Une expertise des conditions hydrogéomorphologiques (en particulier profondeur maximale du toit de la nappe et durée d'engorgement en eau) doit être réalisée pour apprécier la saturation prolongée par l'eau dans les 50 premiers centimètres de sol. »

Cas particuliers

Les cas particuliers correspondent à des sols engorgés par l'eau mais sans traits d'hydromorphie (engorgement sans hydromorphie). Ces sols peuvent se trouver en zones humides, d'où la nécessité de recourir à l'expertise d'autres conditions du milieu.

En ce qui concerne les sols alluviaux fluviaux et lacustres (FLUVIOSOLS), ceux présentant des traits d'hydromorphie sont intégrés dans la règle générale (FLUVIOSOLS – REDOXISOLS) ; ceux ne présentant pas de traits d'hydromorphie sont pris en compte dans les cas particuliers de l'arrêté.

Liste des types de sols

Le tableau 2 liste les types de sols concernés par l'arrêté, ainsi que les conditions complémentaires nécessaires à leur affectation en sols de zones humides. Chaque type de sol est décrit par une fiche signalétique en annexe de ce guide.

RÈGLE GÉNÉRALE		LISTE DES TYPES DE SOLS		
MORPHOLOGIE	CLASSE D'HYDROMORPHIE (classe d'hydromorphie du GEPPA, 1981, modifié)	DÉNOMINATION SCIENTIFIQUE (« Références » du Référentiel Pédologique, AFES, Baize & Girard, 1995 et 2008))	CONDITION PÉDOLOGIQUE NÉCESSAIRE	CONDITION COMPLÉMENTAIRE NON PÉDOLOGIQUE
1)	H	Histosols (toutes références d').	Aucune.	Aucune.
2)	VI (c et d)	Réductisols (toutes références de et tous doubles rattachements avec) (1).	Aucune.	Aucune.
3)	V (a, b, c, d) et IV d	Rédoxisols (<i>pro parte</i>).	Traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ou traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de la surface, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et présence d'un horizon réductique de profondeur (entre 80 et 120 cm)	Aucune.
		Fluvisols - Rédoxisols (1) (toutes références de) (<i>pro parte</i>).		Aucune.
		Thalassosols - Rédoxisols (1) (toutes références de) (<i>pro parte</i>).		Aucune.
		Planosols Typiques (<i>pro parte</i>).		Aucune.
		Luvisols Dégradés - Rédoxisols (1) (<i>pro parte</i>).		Aucune.
		Luvisols Typiques - Rédoxisols (1) (<i>pro parte</i>).		Aucune.
		Sols Salsodiques (toutes références de).		Aucune.
		Pélosols - Rédoxisols (1) (toutes références de) (<i>pro parte</i>).		Aucune.
		Colluviosols - Rédoxisols (1) (<i>pro parte</i>).		Aucune.
		Fluvisols (présence d'une nappe peu profonde circulante et très oxygénée)		Aucune.
		Podzosols humiques et podzosols humoduriques	Aucune.	Expertise des conditions hydrogéomorphologiques (cf. § « Cas particuliers » ci-après)

(1) Rattachements doubles, *ie* rattachement simultané à deux « références » du Référentiel Pédologique (par exemple Thalassosols – Réductisols).

Tableau 2 : Liste des types de sols de zones humides "source : arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 2 octobre 2009"

Correspondance avec des dénominations antérieures

Afin de permettre l'utilisation des bases de données et de documents cartographiques antérieurs à 1995, la table de correspondance entre les dénominations du Référentiel pédologique de l'Association française pour l'étude des sols (AFES, 1995 et 2008) et celles de la commission de pédologie et de cartographie des sols (CPCS, 1967) est présentée dans le tableau ci-dessous.

DÉNOMINATION SCIENTIFIQUE (« Références » du Référentiel pédologique, AFES, Baize et Girard, 1995 et 2008)	ANCIENNE DÉNOMINATION (« groupes » ou « sous-groupes » de la CPCS, 1967)
HISTOSOLS (toutes référence d').	Sols à tourbe fibreuse. Sols à tourbe semi-fibreuse. Sols à tourbe altérée.
REDUCTISOLS (toutes références de).	Sols humiques à gley (1). Sols humiques à stagnogley (1) (2). Sols (peu humifères) à gley (1). Sols (peu humifères) à stagnogley (1) (2). Sols (peu humifères) à amphigley (1)
REDOXISOLS (<i>pro parte</i>).	Sols (peu humifères) à pseudogley (3) ou (4).
FLUVIOSOLS BRUTS – REDOXISOLS (<i>pro parte</i>).	Sols minéraux bruts d'apport alluvial – sous-groupe à nappe (3) ou (4).
FLUVIOSOLS TYPIQUES – REDOXISOLS (<i>pro parte</i>).	Sols peu évolués d'apport alluvial – sous-groupe « hydromorphes » (3) ou (4).
FLUVIOSOLS BRUNIFIES – REDOXISOLS (<i>pro parte</i>).	Sols peu évolués d'apport alluvial – sous-groupe « hydromorphes » (3) ou (4).
THALASSOSOLS – REDOXISOLS (toutes références de) (<i>pro parte</i>).	Sols peu évolués d'apport alluvial – sous-groupe « hydromorphes » (3) ou (4).
PLANOSOLS TYPIQUES (<i>pro parte</i>).	Sols (peu humifères) à pseudogley de surface (3) ou (4).
LUVISOLS DEGRADES – REDOXISOLS (<i>pro parte</i>).	Sous-groupe des sols lessivés glossiques (3) ou (4).
LUVISOLS TYPIQUES – REDOXISOLS (<i>pro parte</i>).	Sous-groupe des sols lessivés hydromorphes (3) ou (4).
Sols salsodiques (toutes références de).	Tous les groupes de la classe des sols sodiques (3) ou (4)
PELOSOLS – REDOXISOLS (toutes	Sols (peu humifères) à pseudogley (3) ou (4)

références de) (<i>pro parte</i>)	
COLLUVIOSOLS – REDOXISOLS (toutes références de) (<i>pro parte</i>)	Sols peu évolués d'apport colluvial (3) ou (4)
PODZOSOLS humiques et PODZOSOLS humoduriques	Podzols à gley (1) Sous-groupe des sols podzoliques à stagnogley (1), (3) ou (4) Sous-groupe des sols podzoliques à pseudogley (3) ou (4)
<p>(1) A condition que les horizons de « gley » apparaissent à moins de 50 cm de la surface.</p> <p>(2) A condition que les horizons de « pseudogley » apparaissent à moins de 50 cm de la surface et se prolongent, s'intensifient ou passent à des horizons de « gley » en profondeur.</p> <p>(3) A conditions que les horizons de « pseudogley » apparaissent à moins de 25 cm de la surface et se prolongent, s'intensifient ou passent à des horizons de « gley » en profondeur.</p> <p>(4) A condition que les horizons de « pseudogley » apparaissent à moins de 50 cm de la surface et se prolongent, s'intensifient et passent à des horizons de « gley » en profondeur (sols « à horizon réductique de profondeur »).</p>	

Tableau 3 : Correspondance entre les classifications RP et CPCS

Méthodes d'identification et de délimitation des sols de zones humides

L'arrêté du 24 juin 2008 modifié précise les méthodes d'identification et de délimitation des zones humides à partir du critère sol (figure 3) : mise en œuvre de protocoles de terrain, utilisation de données et cartes pédologiques disponibles.

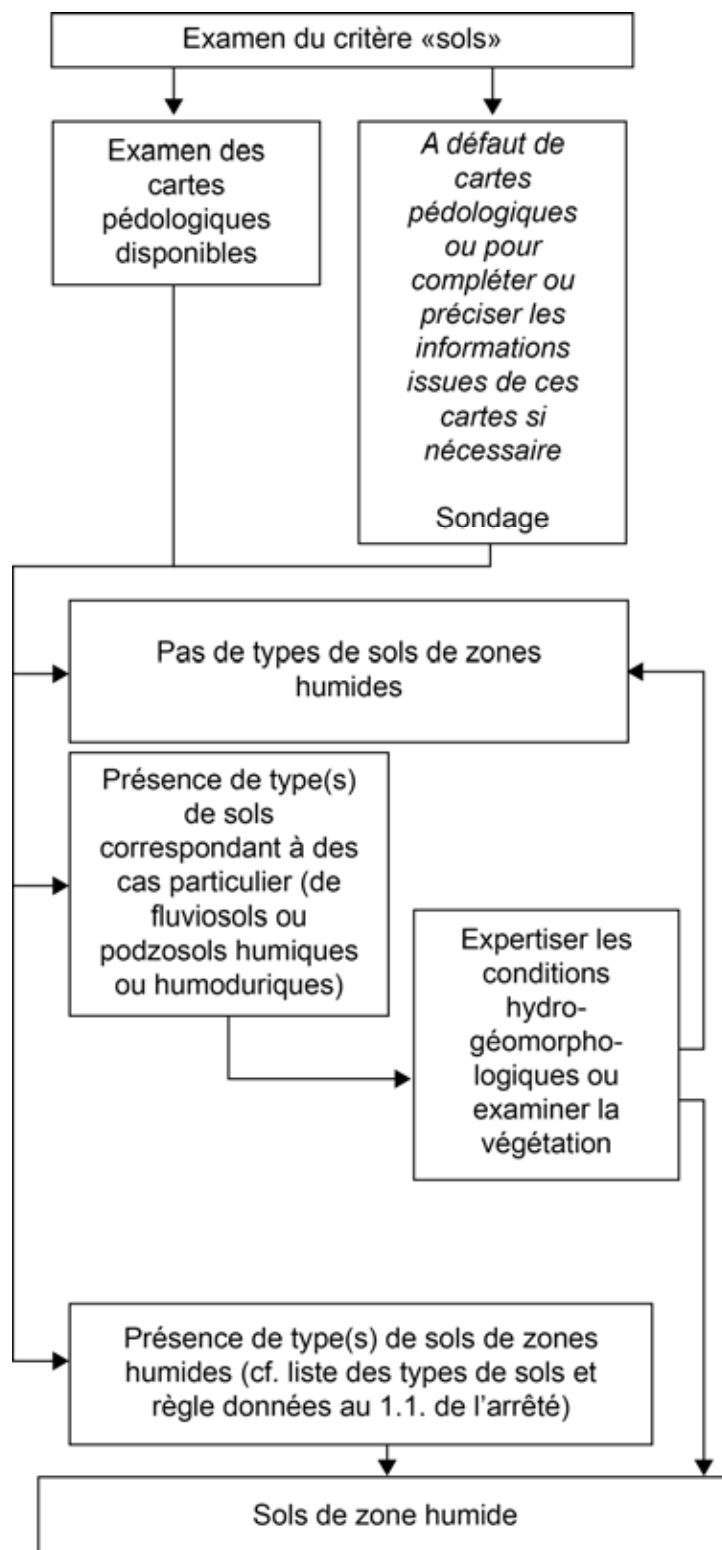


Figure 3 : Méthodes d'identification et de délimitation des zones humides

Détermination par une prospection de terrain

Collecter et exploiter les cartes disponibles

Il existe de nombreuses cartes permettant de préparer une prospection terrain.

Pédologie

Les cartes pédologiques disponibles sont de bonnes bases pour faciliter l'identification et la délimitation des sols de zones humides sur le terrain. La disponibilité des données ou cartes pédologiques sur un secteur peut être consultée *via* l'outil internet « REFERSOL » : <http://refersols.gissol.fr/georefersols/>. L'utilisation de ces données et cartes est décrite en détails dans le paragraphe « Utilisation des données et cartes pédologiques disponibles ».

A défaut de carte pédologique ou pour compléter ou préciser les informations issues de ces cartes si nécessaire, d'autres types de cartes peuvent être utilisés pour préparer une prospection sur le terrain.

Topographie

Les cartes topographiques sont une première source d'information : Scan 25, BD Carto, BD topo, BD alti (www.ign.fr). Les fonds de vallées, vallons, plaines littorales ou non, et plus généralement les positions basses du paysage ont une plus forte probabilité de présenter des sols de zones humides. Toutefois, des sols de zones humides et donc des zones humides peuvent également exister en position de versants ou de plateaux. Il est donc difficile de se fier uniquement à la topographie ou à la morphologie. Cette première observation donne une indication qui reste à confirmer par une observation directe à la tarière.

Géologie

Les cartes géologiques (www.brgm.fr) sont une autre source d'information. Les formations argileuses issues de sédiments marins lagunaires, certaines formations spécifiques de quelques étages géologiques (les argiles du Crétacé, du Lias, du Trias) sont connues comme zones préférentielles de localisation de zones humides. Comme pour la topographie, cette connaissance permet d'orienter ou de guider la délimitation des zones humides mais en aucun elle ne s'affranchit d'une information pédologique obtenus par le biais de carte ou d'une observation directe du sol par tarière.

Réaliser une prospection

Dans la majorité des cas, le recours à des **investigations sur le terrain** sera nécessaire pour localiser les limites entre zones humides et zones non humides (photo 7).

Le repérage cartographique peut être complété sur le terrain par une observation du paysage, de la topographie et de la végétation.

L'examen des sols doit ensuite porter prioritairement sur des points à situer de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. Le nombre, la répartition et la localisation précise de ces points dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec 1 point (= 1 sondage) par secteur homogène du point de vue des conditions du milieu.

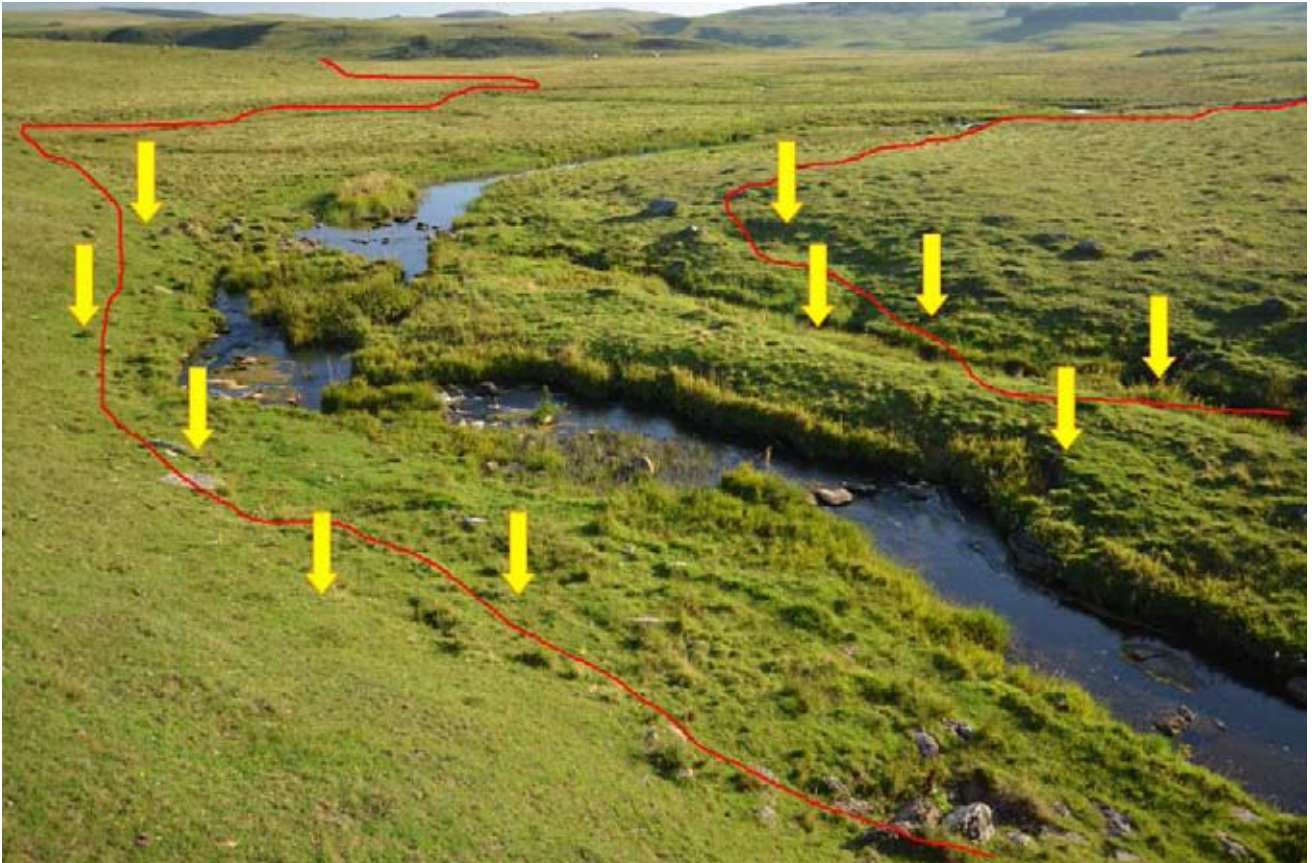


Photo 8 : Démarche de prospection de terrain à partir de la limite supposée de la zone humide (© Hélène Rousseau)

Les fosses pédologiques sont toujours préférables aux sondages pour bien observer le sol, notamment la généralité et l'abondance des taches, mais elles sont coûteuses en temps et en argent. L'observation doit se faire à une profondeur supérieure à 0,70 m et jusqu'à 1,20 m si possible. La présence de la roche mère à moindre profondeur ou d'une charge en cailloux trop élevée peut toutefois limiter la profondeur de prospection.

Les périodes sèches ne sont pas favorables pour une observation optimale des taches. L'observation peut également être difficile en périodes d'engorgements du fait de l'engorgement des sondages ou fosses. Il est préférable d'effectuer les sondages en fin d'hiver, début de printemps.

Règles pour la bonne exploitation d'un sondage à la tarière

Lors de la réalisation d'un sondage, enlever les 5 premiers centimètres pollués par la manipulation de la tarière, positionner un mètre à côté de la carotte, le niveau 0 étant positionné en haut du 1^{er} horizon : les profondeurs sont mesurées du haut vers le bas, à partir de la surface du terrain : voir photo 8, page suivante



Photo 9 : Examen d'un sol à partir d'un sondage pédologique (© Inra)

Lors de l'absence de données pédologiques antérieures (carte ou données ponctuelles), une prospection systématique devra être faite en vue de définir les différents types de sols et d'établir ainsi la carte des sols. La densité des observations sera fonction de l'échelle de restitution souhaitée. Le tableau 4 fixe la densité d'observation en fonction de l'échelle de représentation, il est extrait de la norme AFNOR CARTO NF X31-560.

Échelle de restitution		Sondages	Fosses pédologiques
Petite échelle	1 : 250 000	1 pour 200 ha à 600 ha	1 pour 2 000 à 6 000 ha
Moyenne échelle	1 : 100 000	1 pour 30 ha à 60 ha	1 pour 500 à 1 000 ha
	1 : 50 000	1 pour 10 ha à 30 ha	1 pour 200 à 300 ha
	1 : 25 000	1 pour 5 ha à 10 ha	1 pour 50 à 100 ha
Grande échelle	1 : 10 000	1 pour 2 ha à 3 ha	1 pour 10 à 50 ha

Tableau 4 : Densité des observations en fonction de l'échelle de restitution visée

L'objectif de la reconnaissance sur le terrain ne doit pas être d'identifier en priorité le nom du sol, souvent affaire de spécialistes, mais de vérifier la présence des différents traits d'hydromorphie, leur profondeur d'apparition/disparition et leur intensification ou non en profondeur. Il est important que l'ensemble des observations soit fait par des personnes compétentes en pédologie.

Appliquer les règles de décision pour le diagnostic de zones humides

D'après l'arrêté :

« L'examen du sondage pédologique vise à vérifier la présence des différents traits caractéristiques d'un sol de zone humide :

- d'horizons histiques (ou tourbeux) débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 centimètres ;
- ou de traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol ;
- ou de traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ;
- ou de traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et de traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur. »

Les figures 4 et 5, pages suivantes, récapitulent les différentes observations qui conduisent à classer les sols suivant les différentes classes du GEPPA en fonction de la présence ou non des traits caractéristiques. Si ces caractéristiques sont présentes, le sol peut être considéré comme sol de zone humide. En leur absence, il convient de vérifier les indications fournies par l'examen de la végétation ou, le cas échéant pour les cas particuliers des sols, les résultats de l'expertise des conditions hydrogéomorphologiques.

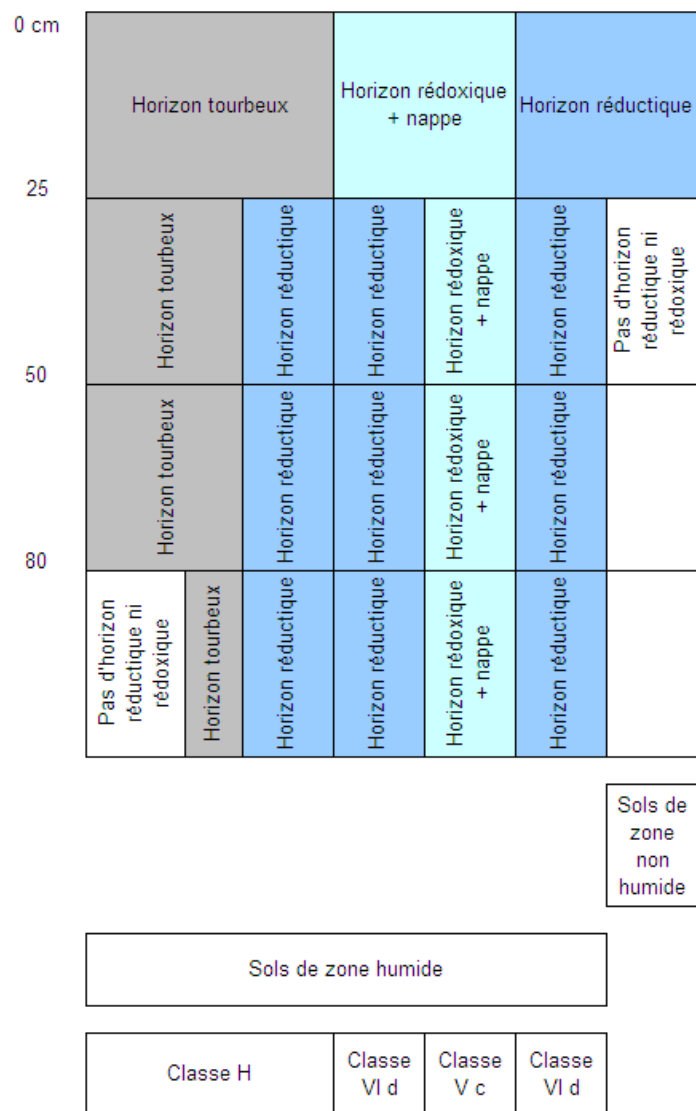


Figure 4 : Clé de détermination des sols de zone humide – cas de la présence d'un horizon tourbeux, réductique ou d'une nappe

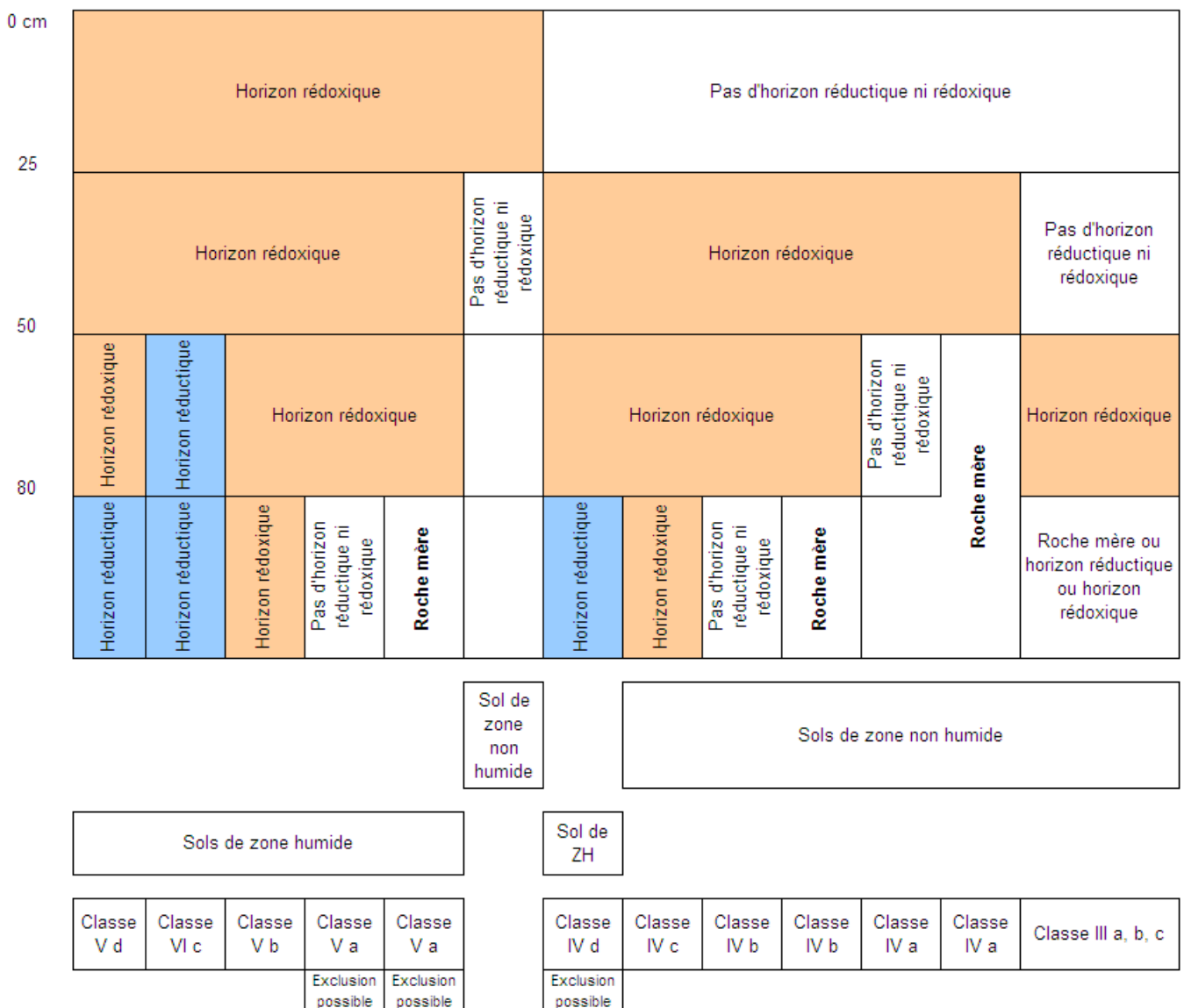


Figure 5 : Clé de détermination des sols de zone humide – cas de l'absence d'horizon tourbeux, réductique ou d'une nappe

Difficultés sur le terrain

Pendant l'observation

L'arrêté précise que les traits rédoxiques doivent se prolonger et s'intensifier en profondeur. L'observation du sol doit ainsi permettre de dire si les traits rédoxiques sont de plus en plus nombreux et/ou de plus en plus nets à mesure que l'on descend dans le sol. Les traits rédoxiques doivent se prolonger sur au moins 50 cm d'épaisseur. En profondeur, ils peuvent également laisser la place à des horizons réductiques.

Pendant l'interprétation

Concernant les **traits rédoxiques**, plusieurs difficultés peuvent apparaître :

- tout ce qui est orange-rouge n'est pas forcément révélateur d'hydromorphie. Les couleurs rougeâtres peuvent correspondre à des matériaux reliques des climats anciens (chauds et humides) ;
- les taches rouilles ou brunes peuvent correspondre à des taches rédoxiques mais aussi à des taches d'altération de minéraux riches en fer (par exemple d'altération de la glauconie) ;
- les nodules et concrétions ferro-manganiques plus ou moins durs, formés sur place, peuvent être confondus avec des graviers ferrugineux remaniés, déplacés et très durs ;
- les taches de décoloration blanchâtres et/ou grisâtres peuvent aussi correspondre à des « glosses »² ou des « volumes dégradés »³ ;
- l'abondance et le contraste des traits rédoxiques ne sont pas toujours évidents à estimer. En particulier dans les horizons à teneur en matière organique humifiée élevée, la proportion de taches peut être sous-estimée ;
- l'absence de fer, par exemple dans le cas des matériaux et horizons sableux quartzeux ou constitués quasi-exclusivement de calcaire, ou lorsque le fer a fini par être totalement évacué d'un horizon. Il n'y pas de bariolage blanc/rouille ni de nodules ferro-manganiques, donc de traits caractéristiques d'engorgement ;
- des engorgements temporaires bien réels peuvent ne pas laisser de traits rédoxiques visibles en période sèche, du fait de la présence d'une nappe circulante ou oscillante très oxygénée (nappe alluviale).

² Voir glossaire

³ Voir glossaire

Pour les **horizons réductiques** :

- la couleur grisâtre peut provenir de la roche-mère, par exemple des schistes ; la couleur verte peut provenir de présence de glauconie ;
- en l'absence de fer, donc de coloration bleuâtre/verdâtre il peut exister des horizons réductiques blancs ;
- des taches bleues de réduction peuvent être observées dans certains horizons labourés. Elles ne couvrent pas tout le volume de sol et ne correspondent donc pas à un horizon réductique.

Pour les **horizons histiques** :

- il peut exister des horizons histiques débutant à moins de 50 cm de la surface du sol mais peu épais (moins de 50 cm d'épaisseur) ;
- des horizons riches en matières organiques, mais comportant également des matières minérales (horizons An des Anmoor), ne doivent pas être confondus avec les horizons histiques constitués uniquement de matières organiques

A retenir pour une observation de terrain

- Lire le paysage, tenir compte de la topographie et de la géologie.
- La densité d'observations doit être suffisante pour l'échelle de restitution choisie.
- Les traits rédoxiques ou réductiques doivent s'intensifier et se prolonger en profondeur au-delà de 50cm.
- Ne pas confondre les taches d'hydromorphie avec des taches d'altération.
- L'absence du fer dans certains sols ne permet pas de marquer correctement l'hydromorphie (Cas particuliers de l'arrêté).
- Prendre en compte l'héritage de la roche mère, les couleurs initiales des matériaux.

Détermination à partir de cartes et de bases de données pédologiques

Quelques notions de cartographie des sols

Une **carte des sols** présente des ensembles pédologiques plus ou moins homogènes appelés **Unités Cartographiques de Sols (UCS)**. Une UCS peut comprendre un ou plusieurs polygones ou plages cartographiques présentant des caractéristiques homogènes. La taille de ces plages cartographiques (superficie, forme) et donc des UCS dépend de l'échelle de représentation de la carte.

Les UCS sont constituées par un ou plusieurs types de sols ou **Unités Typologiques de Sols (UTS)**. Leur nombre est fonction de la complexité du milieu et de l'échelle de représentation de la carte. A grande échelle (1/10 000 à 1/25 000), les unités cartographiques sont généralement simples, composées d'une seule UTS. A moyenne et petite échelles (1/50 000 à 1/250 000), les unités cartographiques sont complexes (hétérogènes), constituées de une ou plusieurs UTS dont les contours individuels ne peuvent être représentés à l'échelle considérée ; par contre leur mode d'organisation spatiale ainsi que le pourcentage relatif de surface au sein de l'UCS peuvent être définis (figure 6).

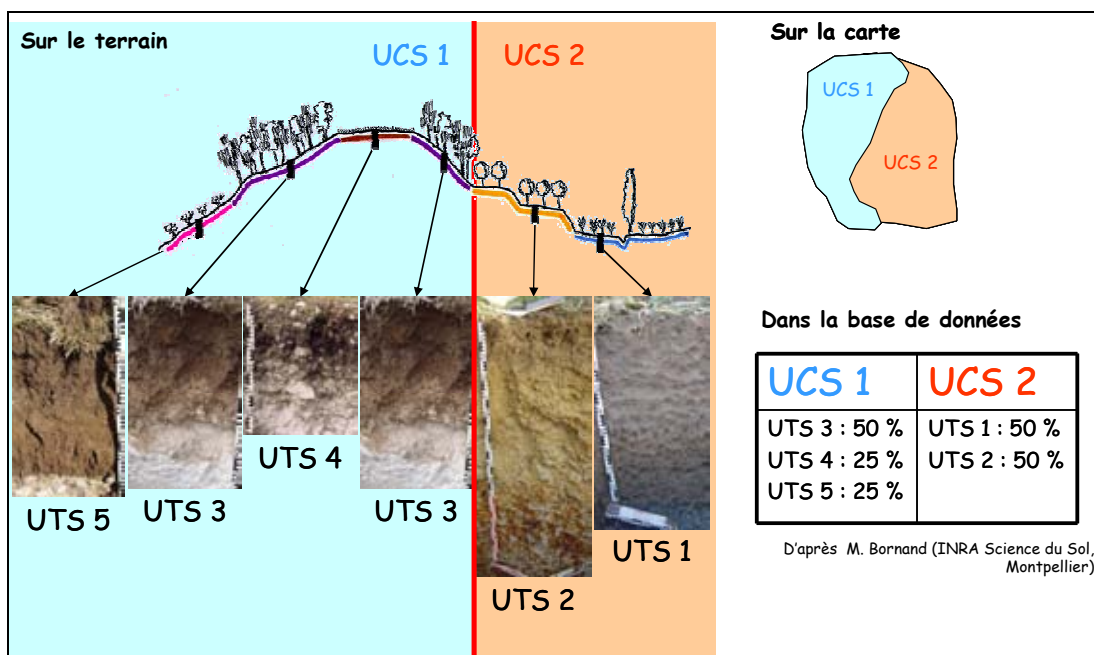


Figure 6 : Exemple de délimitation en Unités Cartographiques de Sols (UCS) comprenant chacune plusieurs Unités Typologiques de Sols (UTS)

(©M. Bornand Inra Montpellier)

Les cartes des sols récemment constituées s'accompagnent d'une **base de données** permettant de conserver, stocker et réutiliser facilement l'ensemble de ces informations pédologiques. Le modèle

de base de données sol utilisé est celui de la norme NF X 31-560. Le standard national « DONESOL » est compatible avec ce modèle.

Le GIS SOL

Le Gis Sol a été créé en 2001. Il regroupe le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAAF), le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE), l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN).

Son objectif est de constituer et de gérer un système d'information sur les sols de France répondant à échéance réaliste aux besoins régionaux et nationaux, dans le contexte européen. Le Gis Sol organise la concertation et la coopération entre ses membres dans le but de concevoir, orienter, coordonner, et s'assurer que se réalisent dans les meilleures conditions, des actions d'inventaire géographique des sols, de suivi opérationnel de leurs qualités, de création et de gestion d'information répondant aux demandes des pouvoirs publics et de la société.

Son action se décline autour de quatre grands programmes:

- Un programme d'inventaire: Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS),
- Un programme de surveillance: Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS),
- Deux programmes de capitalisation d'analyses de sols: Base de Données d'Analyses de Terre (BDAT) et Base de Données Éléments Traces Métalliques (BDETM).

Site web : www.gissol.fr

Contact : infosol@orleans.inra.fr

Les principes de l'arrêté

D'après l'arrêté :

« Lorsque des données ou cartes pédologiques sont disponibles à une échelle de levés appropriée (1/1000 à 1/25 000 en règle générale), la lecture de ces cartes ou données vise à déterminer si les sols présents correspondent à un ou des types de sols de zones humides parmi ceux mentionnés dans la liste présentée dans l'arrêté.

Un espace peut être considéré comme humide si ses sols figurent dans cette liste. Sauf pour les HISTOSOLS, REDUCTISOLS et REDOXISOLS, qui résultent toujours d'un engorgement prolongé en eau, il est nécessaire de vérifier non seulement la dénomination du type de sol, mais surtout les modalités d'apparition des traces d'hydromorphie indiquées dans la règle générale de l'arrêté.

Lorsque des données ou cartographies surfaciques sont utilisées, la limite de la zone humide correspond au contour de l'espace identifié comme humide selon la règle énoncée ci-dessus, auquel sont joints, le cas échéant, les espaces identifiés comme humides d'après le critère relatif à la végétation. »

L'importance de l'échelle des données disponibles

L'**échelle** des données ou des cartes pédologiques à disposition est primordiale. Une cartographie à l'échelle de 1/10 000 ne donne pas la même précision qu'une cartographie à l'échelle de 1/250 000.

Les cartes à grande échelle (1/10 000 à 1/25 000) vont permettre de délimiter directement les sols de zones humides à partir des unités cartographiques de sols. Elles peuvent être utilisées au niveau d'une parcelle ou d'une commune car la précision des limites cartographiques et du contenu des unités cartographiques est suffisante.

Pour les cartes à plus petites échelles, les unités cartographiques de sols sont souvent constituées de plusieurs types de sols différents, qui peuvent correspondre à des sols de zones humides ou non. L'exploitation de ces cartes permet de donner un pourcentage de présence de sols de zones humides dans la ou les unités concernées. Ces cartes ne sont pas utilisables à l'échelle de la parcelle ou même de la commune. Si le commanditaire veut une information géographique plus précise, un retour sur le terrain est indispensable afin de densifier les points d'observations. Par contre, le pourcentage ou la probabilité de présence de sols de zones humides annoncés à partir de ces cartes reste cohérent. Le retour terrain permettra juste de préciser la localisation exacte des sols de zones humides au sein de l'unité cartographique de sols concernée.

La connaissance actuelle de la répartition des sols sur le territoire ne permet pas de disposer d'une information de l'ordre de 1/10 000 à 1/25 000 sur l'ensemble du territoire. Des programmes de cartographie sont en cours sur de nombreux départements à une échelle de 1/250 000, voire même 1/50 000. Ces données peuvent donc être exploitées dans la délimitation des zones humides.

Quelques exemples de cartes disponibles

Les cartes produites par le passé peuvent contenir une information utilisable pour délimiter les sols de zones humides. Elles peuvent aider à leur classement. En revanche, cette information peut être exprimée de différentes manières. Quelques exemples des représentations de l'hydromorphie dans des cartes déjà publiées sont présentés en figures 7, 8 et 9.

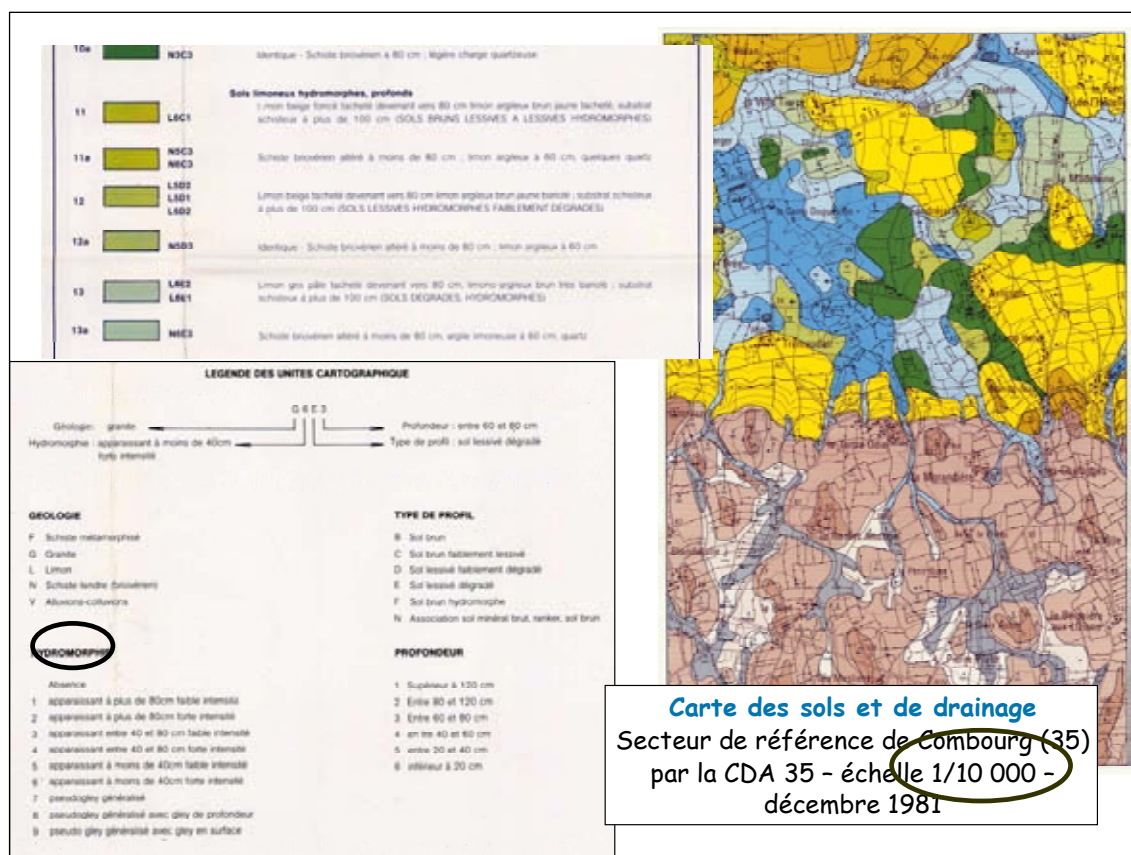


Figure 7 : Carte des sols et de drainage du secteur de Combourg (35)
Echelle 1/10 000 - Légende des unités cartographiques avec des classes d'hydromorphie fonction de l'intensité et de la profondeur d'apparition de l'hydromorphie

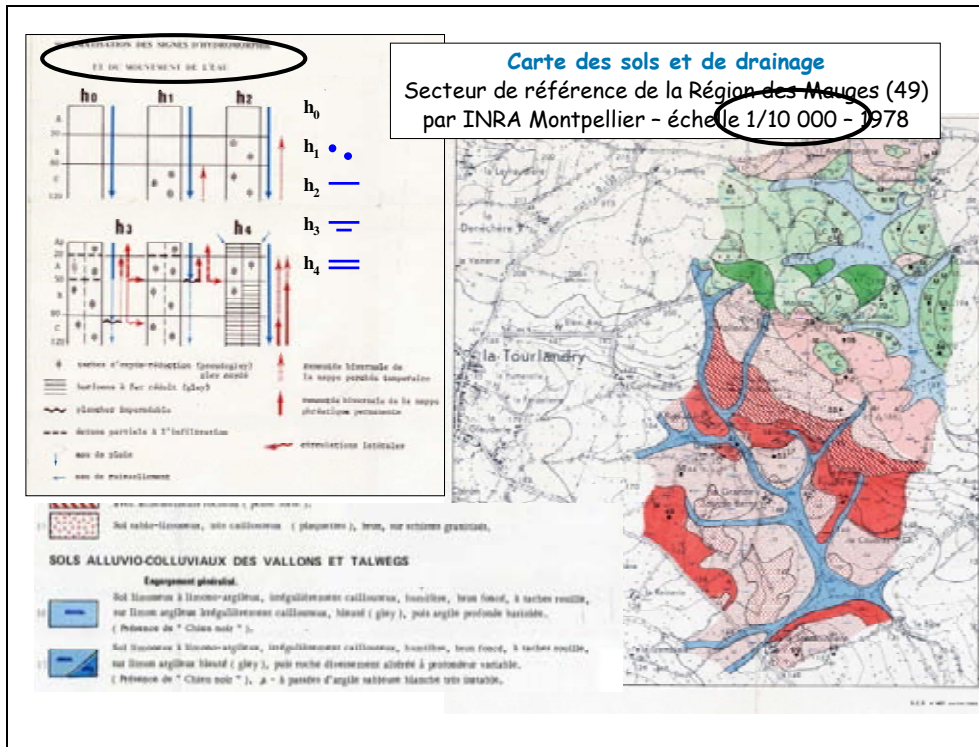


Figure 8 : Carte des sols et de drainage de la région des Mauges (49)
Echelle 1/10 000 - Schématisation des signes d'hydromorphie

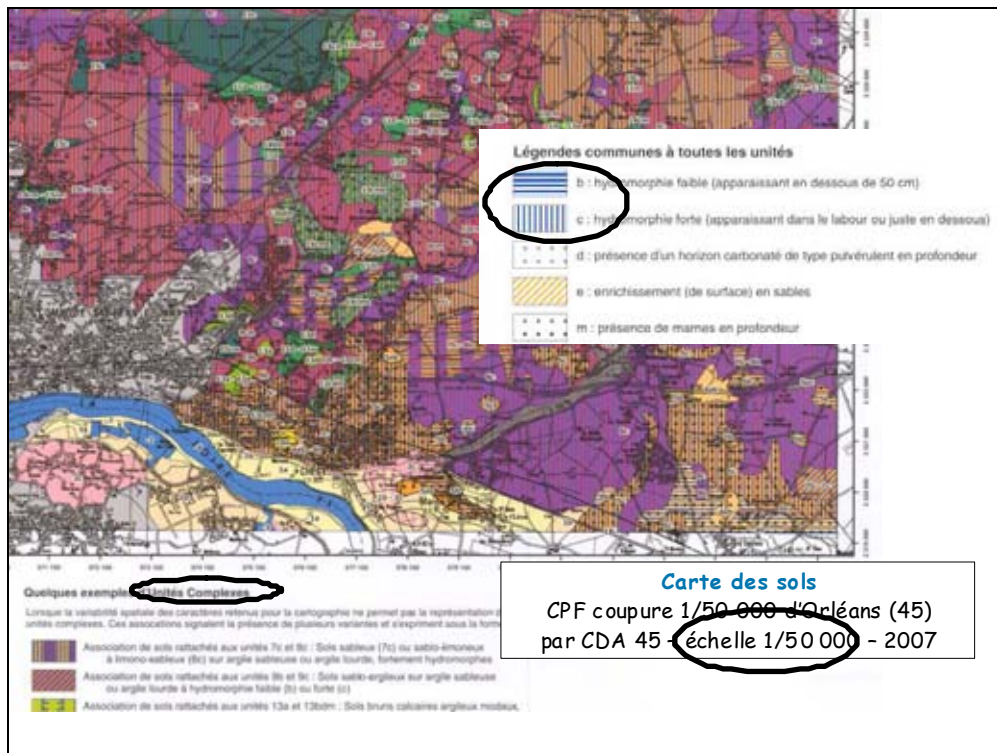


Figure 9 : Carte des sols d'Orléans (45)
Echelle 1/50 000 - Unités complexes (plusieurs types de sols par plages cartographiques).

Représentation de l'hydromorphie par un figuré en surimposition sur la carte, en deux classes

Un autre risque relatif à la délimitation de sols de zones humides lors de l'utilisation de documents anciens est lié à la dénomination des types de sols qui au fil des années a évolué. L'exemple le plus parlant est le cas des REDUCTISOLS qui, le plus souvent, ne sont finalement que des REDOXISOLS à nappe temporaire (battement de nappe) ou à nappe permanente oxydante (et non réductrice). On a généralement surestimé la présence de REDUCTISOLS au bord des cours d'eau. Une réinterprétation de ces données, ainsi qu'une vérification sur le terrain sont souvent nécessaires.

Enfin, pour les cartes à grandes échelles, des aménagements comme le drainage ont pu intervenir après la réalisation des cartes. Il est nécessaire dans ce cas de les prendre en compte.

A retenir pour l'exploitation des cartes pédologiques

- **Attention à l'échelle de représentation, d'autant plus si la carte est utilisée via un SIG.**
- **Attention à l'information qui est représentée.**
- **Attention si les plages cartographiques représentent des unités complexes ou simples.**

Les données en format national DoneSol

Les cartes pédologiques numérisées sont de plus en plus nombreuses et gérées dans un Système d'Information Géographique (SIG). Aux différentes pages cartographiques sont associées des données pédologiques gérées par un Système de gestion de Bases de Données ou SGBD. Ces données sont alors enregistrées, traitées et spatialisées. Le SIG permet de représenter les types de sols, leurs propriétés ou toutes thématiques intégrant ces données sur le sol.

Le **système national** de gestion des données sur le sol est appelé **DoneSol** (figure 10). Cette structure unique et multi-échelle permet de stocker toutes les informations relatives au sol. Elle est conforme à la norme NF X31-560 qui fixe les règles de l'acquisition et la gestion informatique de données pédologiques en vue de leur utilisation en cartographie des sols. Les informations fournies proviennent de différentes tables de DoneSol relatives aux données pédologiques surfaciques synthétisées à partir des données ponctuelles. Il est donc impératif que ces tables soient renseignées. Le dictionnaire de données DoneSol est disponible sur le site du GIS Sol (<http://www.gissol.fr/outil/donesol/Dictionnaire-DoneSol3-igcs-2012-11-01.pdf>).

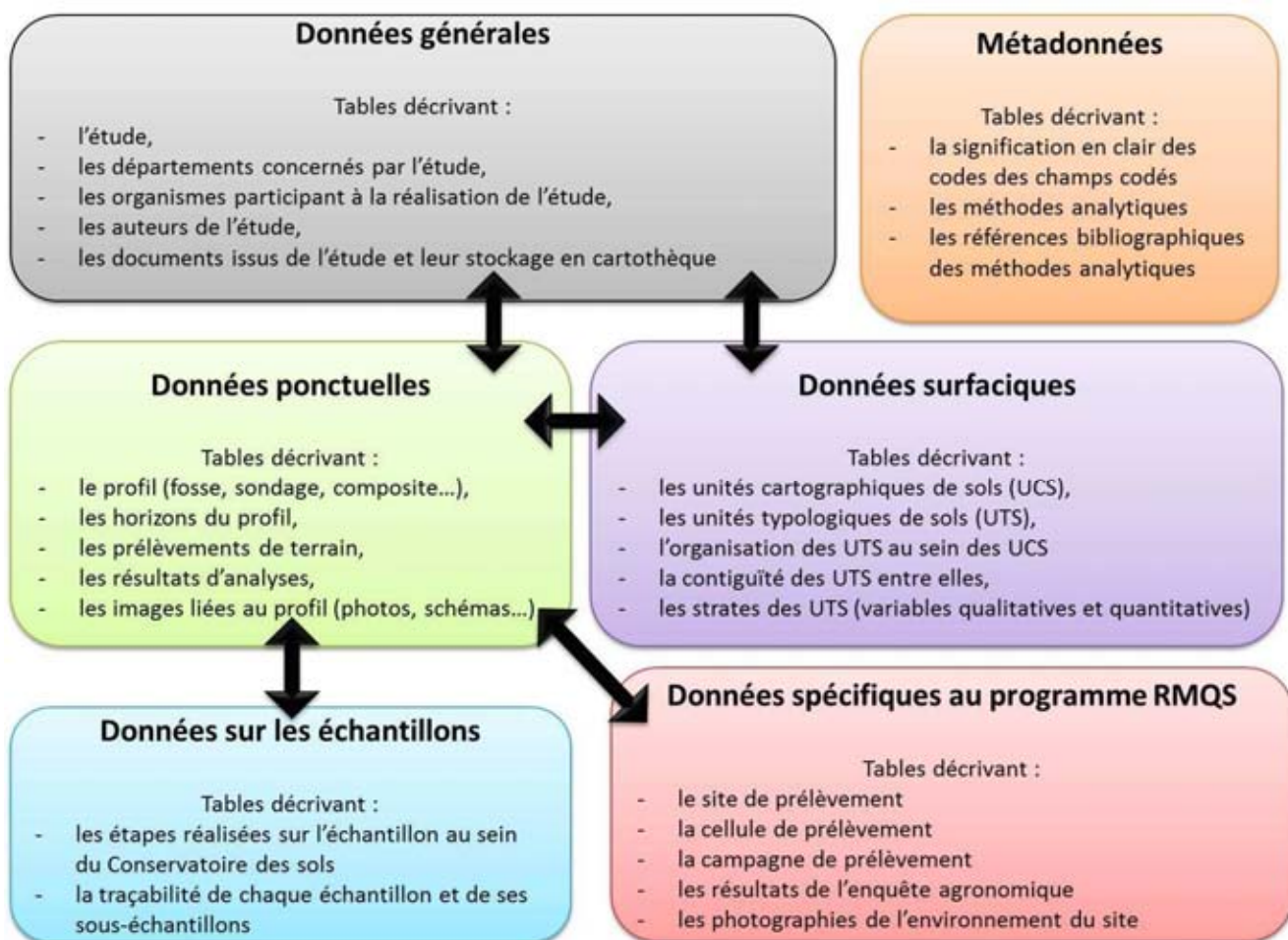


Figure 10 : Schéma simplifié de la base de données DoneSol.3

Les champs ou **paramètres** de DoneSol indispensables pour caractériser au mieux les sols de zones humides sont les suivants :

Table Unités Cartographiques de Sols (UCS)

- id_etude (UCS) ou no_etude : Numéro de l'étude dans la base de données.
- id_ucs (UCS) ou no_ucs : Numéro de l'Unité Cartographique de Sol tel que répertorié dans la partie graphique. Lien entre la couche graphique et la base sémantique.
- surf_unit (table UCS) : surface de l'unité

Table de relation entre Unités Cartographiques de Sols et Unités Typologiques de Sols (L_UCS_UTS)

- pourcent (L_UCS_UTS) : Pourcentage de l'UTS dans l'UCS.

Table Unités Typologiques de Sols (UTS)

- id_uts (UTS) : Numéro de l'Unité Typologique de Sol (U.T.S.), lien entre toutes les variables associées au type de sol.
- RP_95_GER ou RP_2008_GER (UTS) : Nom du type de sol (niveau de la Référence) en classification française Référentiel Pédologique pour l'U.T.S
- appar_h_mod (UTS) : Profondeur moyenne d'apparition de l'horizon tourbeux H (en cm).
- appar_gr_mod (UTS) : Profondeur moyenne d'apparition de l'horizon réductique permanent Gr (ou gley) (en cm).
- appar_go_mod (UTS) : Profondeur moyenne d'apparition de l'horizon réductique temporaire Go (ou gley réoxydé) (en cm).
- appar_g_mod (UTS) : Profondeur moyenne d'apparition de l'horizon rédoxique g (ou pseudogley) (en cm).
- niveau_nap_mod (UTS) : Profondeur du niveau maximum (le plus proche de la surface) supposé de la nappe d'eau souterraine (en cm).

Table d'affectation des strates (horizons synthétiques) aux Unités Typologiques de Sols (STRATE)

- no_strate (STRATE) : Numéro de la strate dans l'Unité Typologique de Sol, en fonction de son ordre d'apparition à partir de la surface,
- prof_appar_moy (STRATE) : profondeur moyenne d'apparition de la strate dans l'Unité Typologique de Sol (en cm),
- epais_moy (STRATE) : épaisseur moyenne de la strate dans l'Unité Typologique de Sol (en cm),
- nom_strate (STRATE) : Nom détaillé de la strate selon la classification de notation des horizons choisie.

Table STRATE_QUAL

- abondance_tache_oxy (STRATE_QUAL) : Abondance (en % de recouvrement) des taches d'oxydation de la strate
- abondance_tache_red (STRATE_QUAL) : Abondance (en % de recouvrement) des taches de réduction de la strate

L'extraction et la combinaison de ces différents paramètres permet d'attribuer une « classe » d'hydromorphie du GEPPA à chaque type de sol ou UTS. Il est aussi possible d'identifier les zones d'exclusion, les cas particuliers de l'arrêté pour lesquels une expertise des conditions hydrogéomorphologiques est requise (FLUVIOSOLS, PODZOSOLS humiques et humoduriques). L'objectif est d'obtenir pour chaque UTS son affectation ou non comme sol de zones humides.

Suite à cette **première phase de définition des sols de zones humides, la deuxième phase est la délimitation**. La représentation cartographique ne peut se faire qu'au niveau de l'Unité Cartographique de Sol (UCS) qui contient une ou plusieurs UTS. Le traitement pour le classement des sols en zones humides se fait sur les UTS.

Dans le cas des études à grande échelle, l'UTS représente généralement 100 % de l'UCS, elle est alors dite simple (composée d'une seule UTS). Le traitement est alors élémentaire, si l'ensemble de l'UCS est considéré comme une zone humide (UCS n°1, 5 et 6 du cas A de la figure 11). Chaque plage cartographique (ou polygone) appartenant à cette UCS est alors identifiée comme sol de zone humide.

Dans le cas des études de petites échelles (cas des Référentiels Régionaux Pédologiques à 1/250 000), les UTS ne peuvent pas être représentées individuellement, elles sont nécessairement regroupées dans des ensembles plus importants. Les UCS seront donc composées de plusieurs UTS avec des caractéristiques différentes, avec la contrainte graphique d'une forme de représentation unique (soit zones humides, soit hors zones humides). Après le traitement effectué au niveau des UTS, seulement une partie de l'UCS peut se retrouver en zones humides. Par conséquent, la restitution de la cartographie se fera sous la forme d'un pourcentage de représentation (Cas B de la figure 11). Par exemple l'UCS 1 ne contient que 25 % de sols de zones humides. L'obtention d'informations plus précises au niveau cartographique nécessitera un retour sur le terrain.

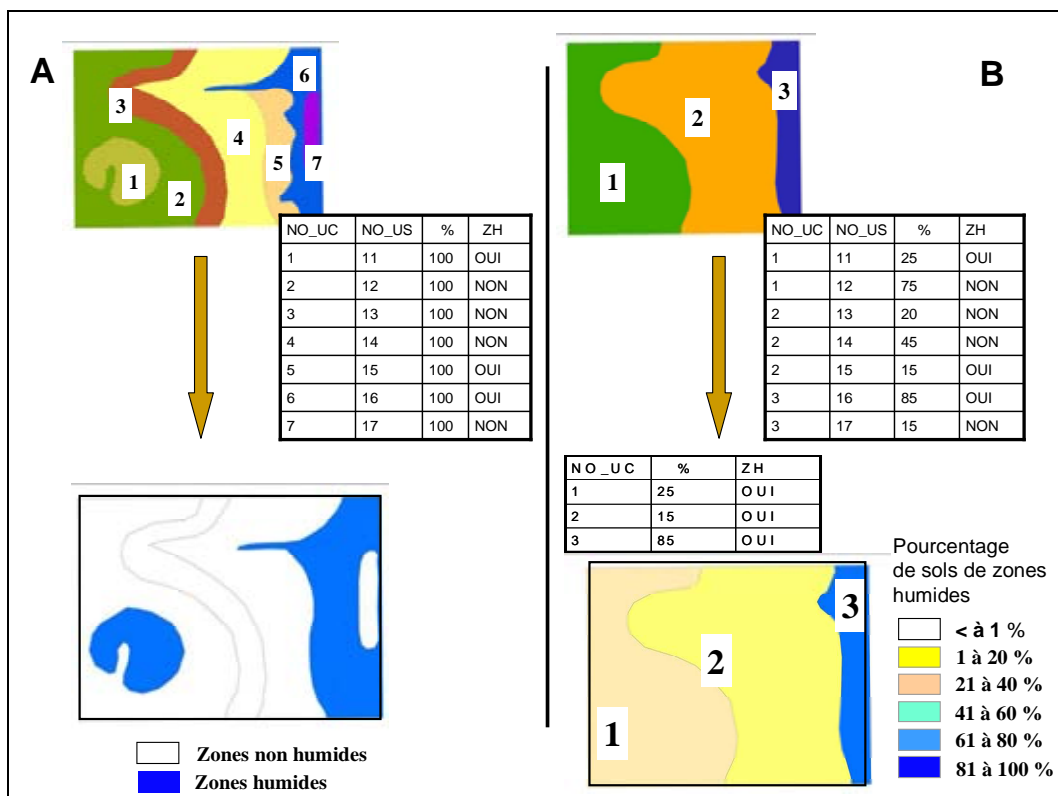


Figure 11 : Cartographie des sols de zones humides. Cas des unités (UCS) simples (A), et cas des unités complexes (B).

Attention !

La diversité des données cartographiques et des informations contenues nécessite pour leurs utilisations des connaissances en pédologie.

L'échelle des données cartographiques disponibles aujourd'hui conduit à un résultat souvent trop peu détaillé. Le résultat est un zonage sous la forme d'enveloppes avec un pourcentage de sols de zones humides. Si le commanditaire de l'étude souhaite une restitution à une échelle plus fine, il sera alors nécessaire de densifier les informations par des sondages pédologiques complémentaires.

Exemples de délimitations à partir de bases de données sol

Délimitation des sols de zones humides du Loiret

Cette délimitation a été effectuée par l'INRA d'Orléans à partir des données du Référentiel Régional Pédologique⁴, à l'échelle de 1/250 000 (figure 12). La représentation des sols de zones humides est faite sous la forme d'un pourcentage de sols ou Unités Typologiques de Sols (UTS) concernés par Unités Cartographiques de Sols (UCS), réparti en 6 classes. Les plaines alluviales et les régions du sud de la Loire, de la Puisaye et du Gâtinais sont les plus concernées par des sols de zones humides.

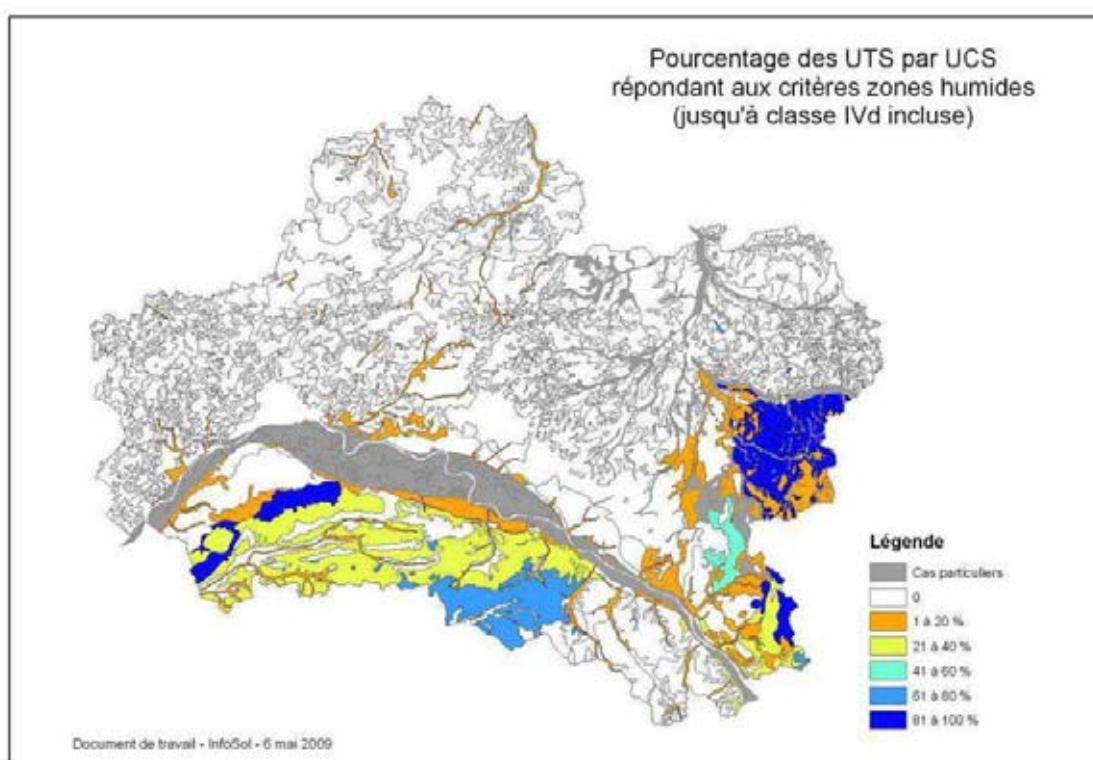


Figure 12 : Pourcentage de sols de zones humides dans le département du Loiret

⁴ Richer de Forges, A. 2008. Référentiel régional pédologique de la région Centre, Notice explicative de la carte des pédopaysages du Loiret à 1/250 000, Institut National de la Recherche Agronomique

Délimitation des sols de zones humides de la Côte-d'Or

La délimitation des sols de zones humides de la Côte-d'Or⁵ a également été réalisée par l'INRA d'Orléans (figure 13). Pour ce département, ce sont essentiellement la Plaine de Saône et le Dijonnais qui sont concernés par les sols de zones humides à l'échelle de 1/250 000, ainsi que les vallées du Chatillonnais, du Morvan et de Terre Plaine. Les plateaux pléistocènes humides et forestiers se distinguent nettement dans le val de Saône par la très importante présence de sols de zones humides.

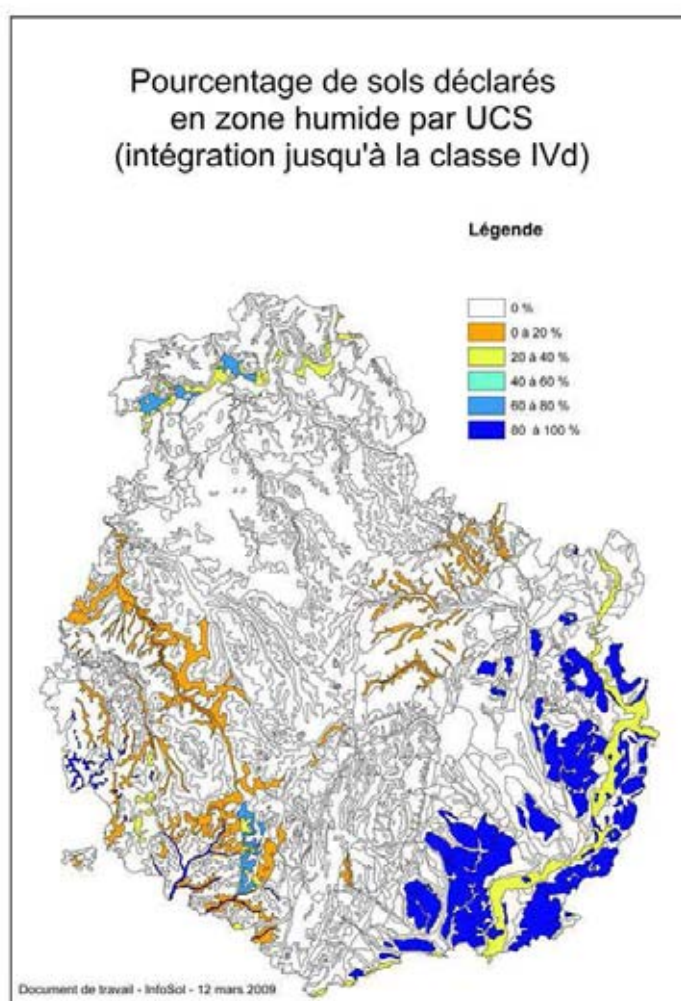


Figure 13 : Pourcentage de sols de zones humides dans le département de la Côte-d'Or

⁵ Chrétien J. 1996. Référentiel régional pédologique de la région Bourgogne, Notice explicative de la carte des pédopaysages de la Côte-d'Or à 1/250 000, Institut National de la Recherche Agronomique

GLOSSAIRE

Sauf indication, les définitions suivantes sont extraites du Petit Lexique de Pédologie (Baize, 2004). Les définitions marquées d'un astérisque (*) ont été légèrement modifiées par rapport à celle du Petit Lexique, afin d'aider les utilisateurs de ce guide. Elles n'ont pas vocation à être ajoutées ou à remplacer les définitions de référence.

Anaérobiose : vie en l'absence de l'air.

Capacité au champ : teneur maximale en eau non mobilisable par la force de gravité ; donc c'est l'état hydrique du sol *in situ* après ressuyage par gravité d'une pluie ayant saturé entièrement le solum. Le volume d'eau contenu dans le sol à la capacité au champ correspond à la capacité de stockage en eau. (Girard, Walter, Rémy, Berthelin et Morel, 2005).

Charte de couleurs Munsell® : charte permettant la désignation objective et sous une forme codée des couleurs des matériaux pédologiques. Cette charte est organisée selon un espace à trois dimensions et coordonnées cylindriques : la teinte de base (hue), la pureté ou intensité (chroma) et la clarté (value).

Composition granulométrique : répartition, exprimée sous une forme pondérale, des particules minérales selon leur grosseur (terre fine < 2 mm et éléments grossiers ≥ 2 mm). Le continuum granulométrique de la terre fine des sols est subdivisé en plus ou moins de fractions en fonction des proportions d'argile (< 2µm), de limons (de 2 à 50 µm) et de sables (de 50 à 2000 µm).

Couvertures pédologiques : objets naturels dont l'existence et l'état actuel résultent de l'évolution au cours du temps d'un matériel géologique sous l'action combinée de facteurs climatiques (températures, précipitations) et de l'activité biologique (végétaux, animaux, micro-organismes).

Eau libre ou eau gravitaire : eau susceptible de circuler dans le sol par la seule action de la gravité.

Engorgé : qualifie un horizon ou un terrain complètement saturé par l'eau.

Engorgement : occupation de la totalité de la porosité d'un horizon par l'eau. La notion d'engorgement correspond donc à celle de saturation par l'eau.

Glosse : langue blanchâtre due à une fente de gel.

FLUVIOSOLS : catégorie de sols caractérisés par leur développement dans des matériaux alluviaux fluviaux, fluvio-marins ou lacustres et par un fonctionnement hydrique lié à leur situation en position de basses plaines alluviales.

Fosse pédologique : fosse creusée pour pouvoir observer, décrire et prélever une couverture pédologique en un point donné.

Halophyte (végétation) : végétation adaptée aux milieux salés

HISTOSOLS : types de sols composés de matières organiques et d'eau. Le solum se construit à partir de débris végétaux morts qui se transforment lentement en conditions d'anaérobiose en raison de son engorgement permanent ou quasi-permanent. Un HISTOSOL est constitué presque exclusivement d'horizons holorganiques – histiques H (voir tourbe).

***Holorganique :** qualifie un horizon ou un sol entièrement constitué de matières organiques, humifiées ou non, pratiquement sans matière minérale. Les horizons holorganiques incluent notamment les horizons histiques fibriques (Hf), mésiques (Hm), sapriques (Hs) et assainis (H_a).

Horizons : couches superposées d'une couverture pédologique qui résultent d'un découpage par la pensée et qui ont des propriétés différentes les unes des autres.

Horizons histiques : horizons holorganiques, codés H, formés en milieu saturé par l'eau durant des périodes prolongées (plus de 6 mois par an) et composés principalement à partir de débris de végétaux hygrophiles ou sub-aquatiques.

Horizons éluviaux : ce sont des horizons organo-minéraux appauvris en fer et/ou en minéraux argileux phylliteux et/ou en aluminium, avec concentration corrélative en minéraux résistants. Ce sont des horizons d'éluviation par entraînement vertical, oblique ou latéral. Directement mobiles ou libérées par altération, les matières quittent ces horizons sous forme de solutions ou de suspensions et transitent vers d'autres horizons (horizons d'illuviation) et/ou hors du solum.

Hydromorphe : qualifie un horizon ou un solum dont la morphologie a été fortement influencée par des engorgements par l'eau temporaires ou permanents (anciens ou toujours actifs).

Hydromorphie : dans un horizon ou un solum, manifestation morphologique de l'engorgement sous la forme de taches, de ségrégation, de colorations ou de décolorations. Ce phénomène résulte de la dynamique du fer et du manganèse (tous deux éléments colorés) en milieu alternativement réducteur, puis réoxydé.

Imbibition : type particulier de saturation d'un horizon par l'eau en l'absence de pores grossiers : l'eau est alors fortement liée à la phase solide par des forces capillaires et demeure très peu mobile.

Matière organique des sols : ce terme rassemble tous les constituants des sols formés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et le plus souvent d'azote (COMIFER, 1993).

Organo-minéral : qualifie un horizon constitué d'un mélange de matières organiques et minérales avec des teneurs en carbone organique inférieures à 8g/100g.

Pédoclimat : ensemble des conditions de température et d'humidité régnant dans les horizons d'un sol, variables au cours de l'année.

Plage cartographique : correspond, sur la carte, à une surface élémentaire dont la limite est fermée sur elle-même et dont le contenu est défini et représenté de manière homogène.

Porosité : ensemble des volumes d'un échantillon de sol ou d'un horizon non occupés par la phase solide et disponibles de ce fait soit pour l'air, soit pour le stockage ou la circulation des fluides.

Référentiel Régional Pédologique : nom donné au volet à l'échelle de 1/250 000 du programme Inventaire Gestion et Conservation des Sols (IGCS).

REDOXISOLS : solums dans lesquels les processus d'oxydo-réduction sont jugés prédominants, voire seuls à s'exprimer. Le fonctionnement de ces solums est dominé par l'existence de saturations temporaires par l'eau, plus ou moins prolongées.

REDUCTISOLS : solums dont le fonctionnement est dominé par l'existence de saturations par l'eau permanentes ou quasi-permanentes (voir Baize et Girard, Référentiel Pédologique 1995, pour une description plus complète).

Saturé par l'eau : qualifie un horizon dont toute la porosité est occupée par de l'eau (à l'exception d'un peu d'air emprisonné). Cet état de saturation peut être temporaire ou permanent.

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

Sondage : trou vertical étroit creusé à l'aide d'une sonde ou tarière, permettant d'extraire des carottes et d'observer un solum beaucoup plus facilement et rapidement qu'en creusant une fosse.

Taches : imprégnations d'un petit volume de fond matriciel par un élément additionnel (oxyhydroxydes de fer, calcaire, matières organiques) ou décolorations d'un petit volume du fond matriciel par départ d'un élément coloré (le fer en général).

Tarière : instrument métallique enfoncé verticalement dans le sol permettant d'opérer des prélèvements et de faire des observations sur des petites carottes.

Texture : appréciation globale des propriétés mécaniques d'un matériau pédologique portée grâce à des sensations tactiles (comme le pétrissage entre les doigts), exprimée sous la forme d'une dénomination et permettant, après étalonnage et en l'absence de toute analyse, une estimation de la composition granulométrique.

Toposéquence de sols : succession de solums à morphologie différente dans un certain ordre en fonction de leur position sur un versant.

Tourbe : roche combustible légère, brunâtre, formée essentiellement de l'accumulation de débris végétaux. Ce terme présente une connotation plus géologique et écologique que pédologique, la classification des tourbes ayant comme critère premier les conditions écologiques de genèse. La géologie considère les tourbes comme des roches tandis que la pédologie les considère comme des sols subaquatiques. C'est pourquoi le terme d'HISTOSOL a été retenu dans le Référentiel Pédologique pour désigner les solums et leur fonctionnement.

Tourbière : lieu où se forme la tourbe et où on l'exploite (Foucault et Raoult, 2000).

Traits d'hydromorphie : caractères morphologiques (taches, bariolages, nodules) liés à des engorgements par l'eau, observables sur un solum même en saison sèche et servant classiquement de base à un jugement sur son fonctionnement hydrique (durée, profondeur d'action et origine de l'engorgement par l'eau au cours des cycles annuels).

Xérophyte (végétation) : végétation adaptée aux milieux secs.

ANNEXE : FICHES DES TYPES DE SOLS CONCERNES PAR L'ARRETE

HISTOSOL

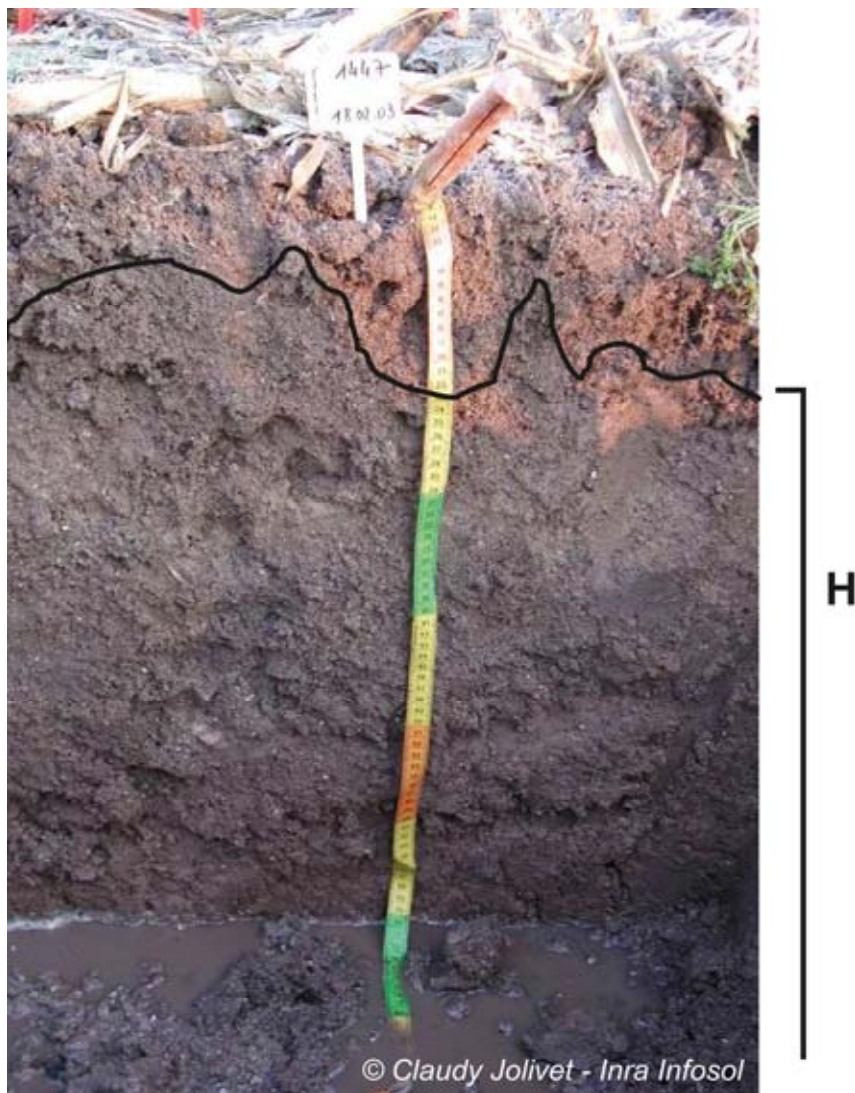
Classe GEPPA : H

Définition : Un HISTOSOL est composé de matières organiques et d'eau. Le solum se construit à partir de débris végétaux morts qui se transforment lentement en conditions d'anaérobiose en raison de son engorgement permanent ou quasi permanent en eau. Un HISTOSOL est constitué presque exclusivement d'horizons histiques H.
Horizons de référence (RP) : H
Horizons H d'épaisseur totale > 50 cm depuis la surface.
Seuls autres horizons et couches possibles en profondeur : horizons G, couches M ou D ou R.

Le RP distingue 5 références d'HISTOSOLS :

- HISTOSOLS FIBRIQUES
Hf dominants
- HISTOSOLS MÉSIQUES
Hm dominants
- HISTOSOLS
SAPRIQUES Hs
dominants
- HISTOSOLS
COMPOSITES mixtes
- HISTOSOLS
LEPTIQUES des
horizons H d'épaisseur

totale inférieure à 50 cm mais supérieure à 10 cm reposent sur un substrat tendre ou dur (couches M, D ou R).



Equivalent dans le système CPCS : Sols à tourbe fibreuse, sols à tourbe semi-fibreuse, sols à tourbe altérée.

Localisation morphologique : Ils se situent en position de replats ou dépressions, le plus souvent sur de petites surfaces. Parfois aussi dans des grandes vallées ou des bassins sédimentaires d'effondrement.

Localisation géographique : Possible partout en France.

Conditions d'affectation de ce type de sols à la liste des sols de zone humide : Aucune, ils en font tous partie.

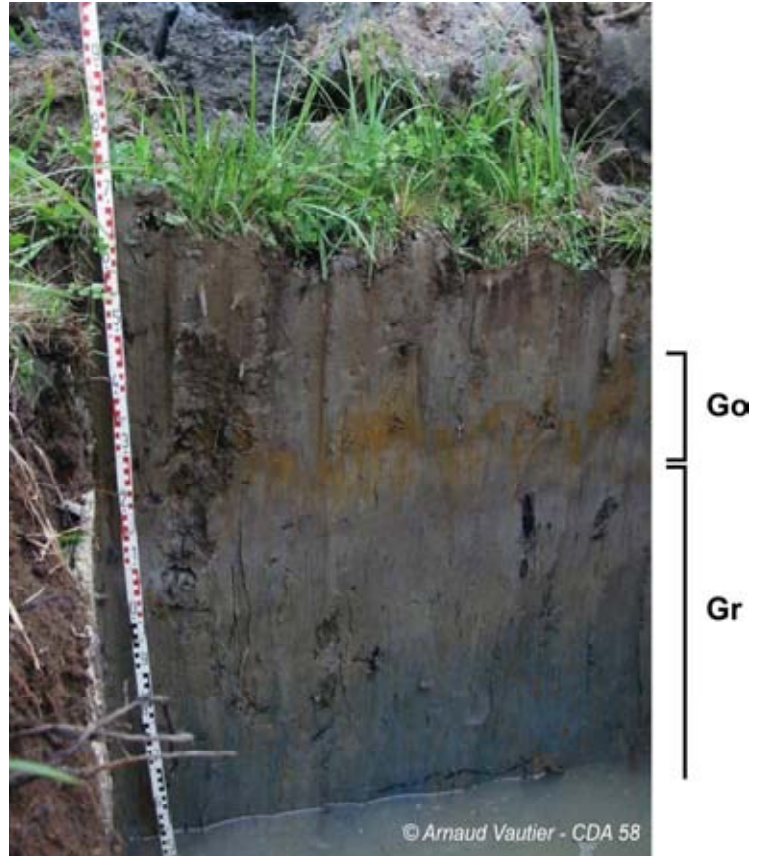
REDUCTISOL

Classe GEPPA : VI (c et d)

Définition : Un REDUCTISOL présente un horizon réductique G débutant à moins de 50 cm de profondeur. L'horizon G est lié à l'existence d'une nappe profonde (phréatique) non oxygénée à faible circulation souvent en relation avec le système hydrographique de surface (cours d'eau, étangs, lacs).

- RÉDUCTISOLS TYPIQUES : la saturation par une eau d'origine profonde est permanente au moins dans la partie inférieure du solum, mais peut varier saisonnièrement (fluctuation d'une nappe permanente profonde). Les solums peuvent présenter des formes d'humus hydromorphes (anmoor, horizon histique, hydromoder...)

- RÉDUCTISOLS STAGNIQUES : ils résultent de l'existence d'une nappe perchée permanente, l'horizon de surface étant soit constamment saturé en eau soit soumis à une inhibition capillaire. La permanence de conditions réductrices est due à la présence d'un plancher peu profond et souvent à une double origine de l'eau (pluie et apports latéraux). Les conditions réductrices disparaissent en profondeur (horizon C d'altération).



Le RP distingue 2 références de réductisols : RÉDUCTISOL TYPIQUE et RÉDUCTISOL STAGNIQUE

Equivalent dans le système CPCS : sols humiques à gley, sols humiques à sols (peu humifères) à gley, sols (peu humifères) à stagnogley, sols (peu humifères) à amphigley (1)

Localisation morphologique : Ils se situent généralement en montagne sous climat froid et humide, en position de cuvette ou de replat. Certains d'entre eux se situent en position de fond de vallée, de plaine alluviale ou de dépression lorsqu'une lame d'eau recouvre fréquemment le sol (submersion liée au débordement de cours d'eau ou à l'afflux d'eau de ruissellement).

Localisation géographique : Partout en France, surtout dans les plaines alluviales

Conditions d'affectation de ce type de sols à la liste des sols de zone humide : Aucune, ils en font tous partie.

REDOXISOL

Classe GEPPA : V (a, b, c, d) et IV d

Définition : Les traits rédoxiques (codés g ou -g) débutent à moins de 50 cm de la surface et résultent de l'occupation temporaire de toute la porosité par de l'eau d'origine pluviale, liée à sa faible percolation à travers le solum et, le plus souvent, à la présence d'une nappe perchée temporaire. Ces traits se prolongent ou s'intensifient sur au moins 50 cm d'épaisseur. Dans le cas d'un RÉDOXISOL dit "primaire", les traits hydromorphes (rédoxiques et éventuellement réductiques en profondeur) sont seuls présents ou sont jugés majeurs par rapport à d'autres traits ou processus.



Le RP ne donne qu'une seule référence : rattachement simple.

Equivalent dans le système CPCS : Sols (peu humifères) à pseudogley.

Localisation morphologique : On ne les observe que développés dans des matériaux très argileux à faible percolation dès la surface, dans des dépôts alluviaux ou colluviaux, présentant une discontinuité texturale propre à générer la formation d'une nappe perchée. Celle-ci est alimentée par les précipitations mais souvent également par des apports latéraux provenant des parties hautes des versants.

Localisation géographique : Peu fréquents, ils sont localisés dans les vallées alluviales, les bas de versants et les dépressions.

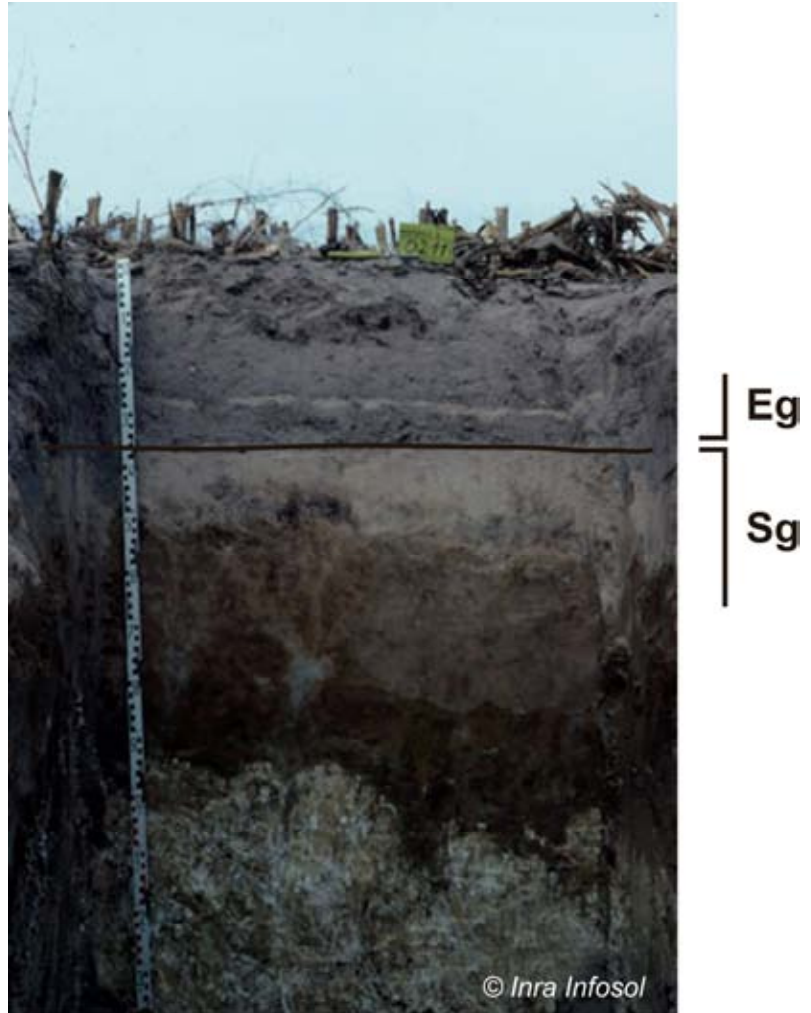
Conditions d'affectation de ce type de sols à la liste des sols de zone humide : Traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ou traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de la surface, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et présence d'un horizon réductique de profondeur (entre 80 et 120 cm).

PLANOSOL TYPIQUE

Classe GEPPA : V (a, b, c, d) et IV d

Définition : La caractéristique générale des PLANOSOLS est la présence d'un grand contraste entre des horizons supérieurs très appauvris en argile, perméables, qui sont saisonnièrement le siège d'excès d'eau et présentent donc des caractères rédoxiques (horizons codés Eg) ; et des horizons plus profonds, argileux ou très argileux, dont la perméabilité est très faible ou nulle : le "plancher" (horizon codé Sg). Le contact entre ces deux systèmes est brutal et sub-horizontale. Les matériaux parentaux sont des sédiments argileux marins ou lagunaires, formant un "plancher" dès qu'ils sont humides. Ceci conduit à la formation de nappes perchées temporaires et à une circulation hydrique exclusivement latérale (même sur pentes très faibles). La profondeur de l'horizon affecté par les nappes perchées temporaires (horizon Eg) a une grande importance pratique (agriculture, sylviculture, flore spontanée).

Dans le cas des PLANOSOLS TYPIQUES l'horizon Eg (à caractères rédoxiques) apparaît à moins de 50 cm de profondeur ; ce sont donc des sols de zones humides. Ils s'opposent aux PLANOSOLS DISTAUX (i.e. "à engorgement profond") où des horizons [A + E] non engorgés ont une épaisseur supérieure à 50 cm au dessus de l'horizon Eg.



Le RP ne donne qu'une référence pour les PLANOSOLS TYPIQUES : rattachement simple

Equivalent dans le système CPCSS : Sols (peu humifères) à pseudogley de surface.

Localisation morphologique : Développés sur les matériaux suivants : Argiles du Crétacé inférieur, argiles du Lias et du Trias, etc.

Localisation géographique : Champagne humide, Forêt d'Orléans, Sologne, Sologne bourbonnaise, Lorraine.

Conditions d'affectation de ce type de sols à la liste des sols de zone humide : Traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ou traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de la surface, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et présence d'un horizon réductique de profondeur (entre 80 et 120 cm).

FLUVIOSOL-RÉDOXISOL

Classe GEPPA : V (a, b, c, d) et IV d

Définition : Les FLUVIOSOLS sont les sols alluviaux fluviaux et lacustres. Ils se sont développés dans des matériaux déposés récemment - alluvions fluviales ou lacustres - qui se sont mis en place par transport puis sédimentation en milieu aqueux. Ils sont marqués par la présence d'une nappe phréatique alluviale permanente ou temporaire à fortes oscillations et ils sont généralement inondables en période de crue (sauf si le terrain a été endigué). Deux cas peuvent se présenter:

- 1) les signes rédoxiques débutent à moins de 25 cm et se prolongent ou s'intensifient en profondeur.
- 2) les engorgements sont réels mais du fait que le matériau est dénué de fer, aucun trait rédoxique n'apparaît. Ils font partie des cas particuliers, une étude des conditions hydrogéomorphologiques est un complément important pour un classement en zones humides ou pas.



Le RP distingue 4 références - rattachement double

- FLUVIOSOLS BRUTS – RÉDOXISOLS (1)
- FLUVIOSOLS TYPIQUES – RÉDOXISOLS (2)
- FLUVIOSOLS BRUNIFIES – RÉDOXISOLS (3)
- FLUVIOSOLS JUVENILES – RÉDOXISOLS

Equivalent dans le système CPCS : Sols minéraux bruts d'apport alluvial - sous-groupe à nappe (1), Sols peu évolués d'apport alluvial – sous-groupe « hydromorphes » (2), sols peu évolués d'apport alluvial – sous-groupe « hydromorphes »(3)

Localisation morphologique : Ils occupent toujours une position basse dans les paysages (vallées) où ils constituent les lits mineur et majeur des rivières à l'exclusion des zones de terrasses.

Localisation géographique : Partout en France

Conditions d'affectation de ce type de sols à la liste des sols de zone humide : *Attention ! Cas particuliers : expertise des conditions hydrogéomorphologiques pour le classement de ce type de sol en zone humide.*

THALASSOSOL-RÉDOXISOL

Classe GEPPA : V (a, b, c, d) et IV d

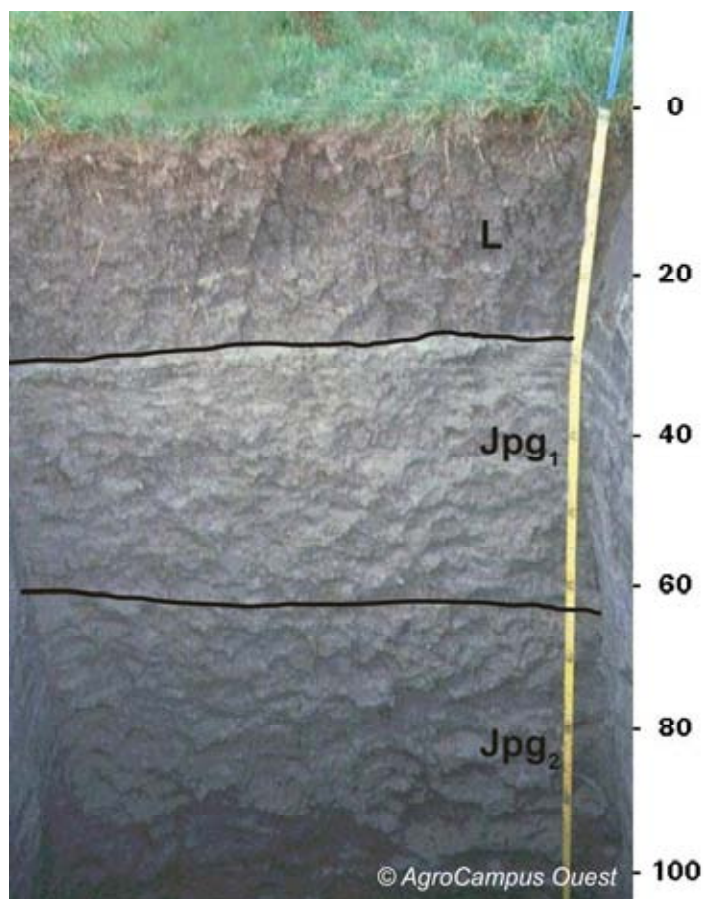
Définition : Les THALASSOSOLS sont développés dans des alluvions marines ou fluvio-marines.

Les matériaux parentaux sont de granulométrie très fine (80 à 90 % d'argiles + limons). A l'état naturel, ces terrains subissent l'influence d'une nappe phréatique (salée ou saumâtre) proche de la surface, qui fluctue selon le rythme des marées. Parfois il y a même invasion par la mer aux périodes de grandes marées ou durant les tempêtes.

Si les traits rédoxiques (correspondant à des engorgements fonctionnels) débutent à moins de 25 cm et se prolongent ou s'intensifient en profondeur, il y a un double rattachement qui le conduit à être un sol de zone humide.

Le RP distingue 3 références : rattachement double

- THALASSOSOLS BRUTS RÉDOXISOLS (sols de la slikke)
- THALASSOSOLS JUVÉNILES RÉDOXISOLS (sols du schorre)
- THALASSOSOLS POLDÉRISÉS RÉDOXISOLS. Pour être classé dans cette dernière catégorie, un solum doit être suffisamment dessalé et situé dans des zones endiguées, drainées ou assainies, sinon il sera rattaché à une catégorie de sols salsodiques ou réductisols ou rédoxisols.



Equivalent dans le système CPCS : Sols peu évolués d'apport alluvial – sous-groupe « hydromorphes ».

Localisation morphologique : Dans des alluvions marines ou fluvio-marines.

Localisation géographique : Dans des paysages des plaines littorales des côtes basses.

Conditions d'affectation de ce type de sols à la liste des sols de zone humide : Traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ou traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de la surface, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et présence d'un horizon réductique de profondeur (entre 80 et 120 cm).

LUVISOL TYPIQUE-RÉDOXISOL

Classe GEPPA : V (a, b, c, d) et IV d

Définition : Les LUVISOLS TYPIQUES sont des sols ayant connu un important lessivage d'argiles, fortement différenciés. Les horizons de surface sont nettement appauvris en argile, et les horizons de profondeur sont nettement enrichis en argile après leur transfert. Les sols sont développés dans des matériaux limoneux ayant un mauvais drainage naturel vertical lié à l'existence de substrats géologiques imperméables.

Ex. : Limons loessiques / argiles à silex ou argiles à meulières du Bassin parisien.

Rapidement, au cours de leur évolution pédogénétique, les horizons BT (horizon enrichis) deviennent peu perméables, des engorgements s'installent. Si les engorgements superficiels se marquent par des traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de profondeur et se prolongent en profondeur, il y a alors double rattachement aux LUVISOLS TYPIQUES - RÉDOXISOLS. Ces sols sont très souvent drainés par l'agriculture et présentent souvent des traits d'hydromorphie fossiles, témoins d'un engorgement passé.

Références : rattachement double.



© Lionel Berthier - AgroCampus Ouest

Equivalent dans le système CPCS : Sous groupe des sols lessivés hydromorphes.

Localisation morphologique : Ils sont principalement localisés sur des couvertures limoneuses, sur des replats, plateaux ou terrasses.

Localisation géographique : Ils sont principalement localisés en Brie, en Hurepoix, sur les terrasses alluviales du bassin de la Garonne ("Boulbènes").

Conditions d'affectation de ce type de sols à la liste des sols de zone humide : Traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ou traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de la surface, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et présence d'un horizon réductique de profondeur (entre 80 et 120 cm).

LUVISOL DÉGRADÉ-RÉDOXISOL

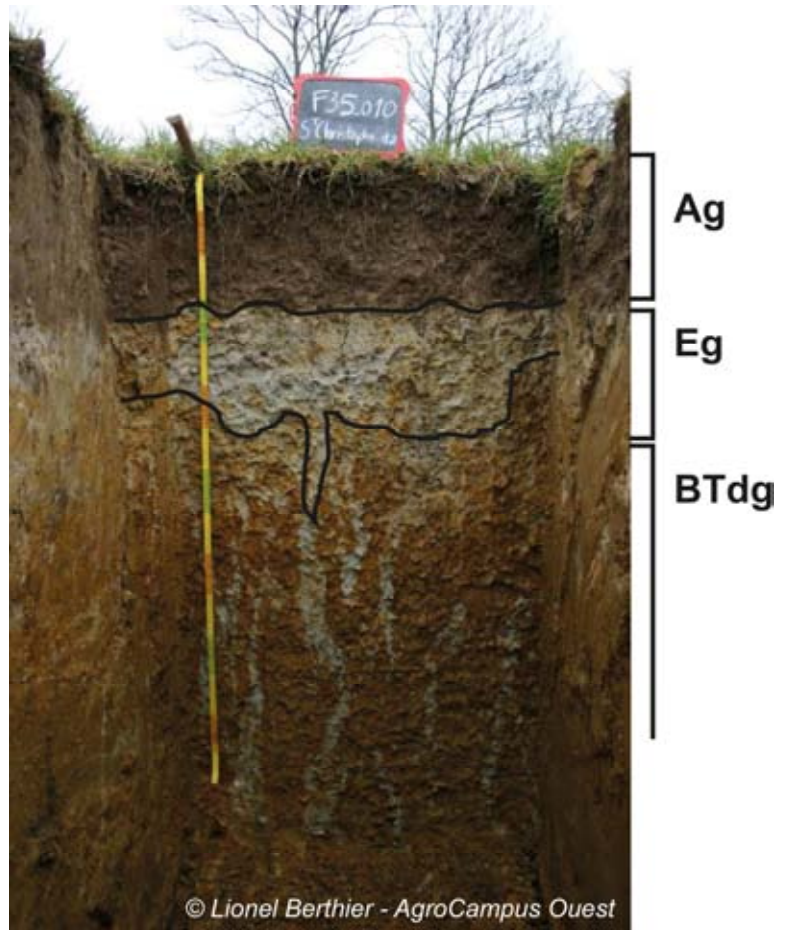
Classe GEPPA : V (a, b, c, d) et IV d

Définition : Les LUVISOLS DEGRADÉS - REDOXISOLS représentent le stade ultime d'évolution des LUVISOLS TYPIQUES rédoxiques. Ils sont toujours développés dans de vieux "limons des plateaux". Ils sont caractérisés par un horizon situé entre l'horizon **éluvial**⁶ rédoxique Eg et l'horizon **illuvial**⁷ rédoxique BTg où coexistent 3 types de volumes :

- 1) des résidus du BTg plutôt argileux, colorés en ocre car riches en fer ferrique ;
- 2) des nodules noirs ferro-manganiques ;
- 3) des volumes blancs (souvent en forme de langues verticales) dépourvus de fer et très appauvris en argile, dits « dégradés ».

Si les traits rédoxiques (correspondant à des engorgements fonctionnels) débutant à moins de 25 cm et se prolongent ou s'intensifient en profondeur on est dans le cas du double rattachement et ce sont alors des sols de zones humides.

Références : rattachement double.



Equivalent dans le système CPCS : Sous groupe des sols lessivés glossiques.

Localisation morphologique : Ils sont principalement localisés sur des couvertures limoneuses, sur des replats, plateaux ou terrasses.

Localisation géographique : Ces sols sont fréquents en France : Haute Brie, Gâtinais de l'Yonne, Champagne humide, Faux Perche, Gâtine Tourangelle, Forêt de Chaux, Bretagne (altérites de schistes), etc. Ils sont très souvent drainés lorsqu'ils sont utilisés en agriculture

Conditions d'affectation de ce type de sols à la liste des sols de zone humide : Traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ou traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de la surface, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et présence d'un horizon réductique de profondeur (entre 80 et 120 cm).

⁶ Voir Glossaire

⁷ Voir Glossaire

SOLS SALSODIQUES = SALISOL ET SODISOL

Classe GEPPA : V (a, b, c, d) et IV d

Définition : Ils sont définis par la présence de deux horizons de référence spécifiques : l'horizon salique et l'horizon sodique. Ils peuvent exister soit séparément, soit conjointement et superposés dans un même solum, en raison d'une évolution naturelle ou souvent anthropique induite par l'irrigation. Les horizons saliques sont caractérisés par l'abondance des sels solubles dans la solution du sol ou précipités dans l'horizon lui-même. Ce sont des sels plus solubles que le gypse : chlorurés, sulfatés, bicarbonatés, carbonatés ou nitratés. Ils peuvent être des sels simples KCl, NaCl, MgCl₂, CaCl₂, Na₂SO₄, MgSO₄, NaHCO₃, Na₂CO₃, NaNO₃..., ou des sels complexes + ou - hydratés. Le cation le plus fréquent est le sodium. Les horizons sodiques sont caractérisés par l'abondance de l'ion sodium Na⁺ sur le complexe échangeable (> 15 % des ions adsorbés). Suite à une pression osmotique trop élevée dans la solution du sol, ou à une toxicité ionique spécifique, la végétation se spécialise, et devient **halophyte**⁸ ou **xérophyte**⁹. Les terrains sont parfois totalement dépourvus de végétation du fait d'une trop grande toxicité.



Le RP distingue 7 références : SALISOLS CHLORURO-SULFATES, SALISOLS CARBONATES, SODISOLS INDIFFERENCIÉS, SODISOLS SOLONETZIQUES, SODISOLS SOLODISÉS, SODISALISOLS, SALISODISOLS.

Equivalent dans le système CPCS : Tous les groupes de la classe des sols sodiques

Localisation morphologique : Les matériaux sont généralement alluviaux ou fluvio-marins, ils sont en position topographique basse, avec fréquemment la présence d'une nappe phréatique salée.

Localisation géographique : Terrains proches du littoral.

Conditions d'affectation du type de sols aux zones humides : Traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ou traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de la surface, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et présence d'un horizon réductique de profondeur (entre 80 et 120 cm).

⁸ Voir Glossaire

⁹ Voir Glossaire

PELOSOL-REDOXISOL

Classe GEPPA : V (a, b, c, d) et IV d

Définition : Il s'agit de sols riches en argiles granulométriques, avec une grande abondance de limons fins. Ils se caractérisent par une faible évolution des minéraux argileux, et hérités du matériau parental. Un comportement particulier de l'horizon Sp, référence des PELOSOLS, lié à la proportion d'argile semi-gonflante. Lorsque le matériau parental est carbonaté, la partie supérieure du solum est décarbonatée. Ils ne présentent généralement pas de trace d'hydromorphie lorsqu'ils sont présents sur les pentes. Dans le cas contraire, l'hydromorphie peut-être marquée dans la partie supérieure. Si les traits rédoxiques (correspondant à des engorgements fonctionnels) débutent à moins de 25 cm et se prolongent ou s'intensifient en profondeur, le double rattachement est caractérisé et ces sols sont bien des sols de zones humides.



Le RP distingue 3 références : double rattachement.

- PELOSOLS TYPIQUES,
- PELOSOLS BRUNIFIES,
- PELOSOLS DIFFERENCIES.

Equivalent dans le système CPCS : Sols (peu humifères) à pseudogley.

Localisation morphologique : Ils sont présents sur les bas de versants aux fortes pentes.

Localisation géographique : Localisation possible partout en France.

Conditions d'affectation de ce type de sols à la liste des sols de zone humide : Traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ou traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de la surface, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et présence d'un horizon réductique de profondeur (entre 80 et 120 cm).

COLLUVIOSOL-RÉDOXISOL

Classe GEPPA : V (a, b, c, d) et IV d

Définition : Ils sont définis par leur matériau parental que sont les colluvions. Ils occupent des positions particulières dans le paysage et présentent des conditions morphologiques et de fonctionnements spécifiques.

Les colluvions sont la résultante de l'accumulation progressive de matériau pédologique, d'altérites ou de roches meubles, arrachés plus haut dans le paysage. Le sol se développe en totale indépendance du matériau sous-jacent. Les propriétés de ce sol est fonction du matériau dans lequel il se développe. Le rattachement aux COLLUVIOSOLS ne fait uniquement si l'épaisseur excède 50 cm.

Si les traits rédoxiques (correspondant à des engorgements fonctionnels) débutent à moins de 25 cm et se prolongent ou s'intensifient en profondeur, il y a un double rattachement qui le conduit à être un sol de zone humide.

Le RP ne distingue qu'une seule référence : rattachement simple.

Equivalent dans le système CPCS : Sols peu évolués d'apport colluvial.

Localisation morphologique : Localisés sur les parties concaves des bas de versants, ou en position de piémont, dans les fonds de vallons secs et dolines ou dans les replats dans les pentes, ou au pied des grands talus des terrasses alluviales.

Localisation géographique : Localisation possible partout en France.

Conditions d'affectation de ce type de sols à la liste des sols de zone humide : Traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface et se prolongeant ou s'intensifient en profondeur ou traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de la surface, se prolongeant ou s'intensifient en profondeur, et présence d'un horizon réductique de profondeur (entre 80 et 120 cm).



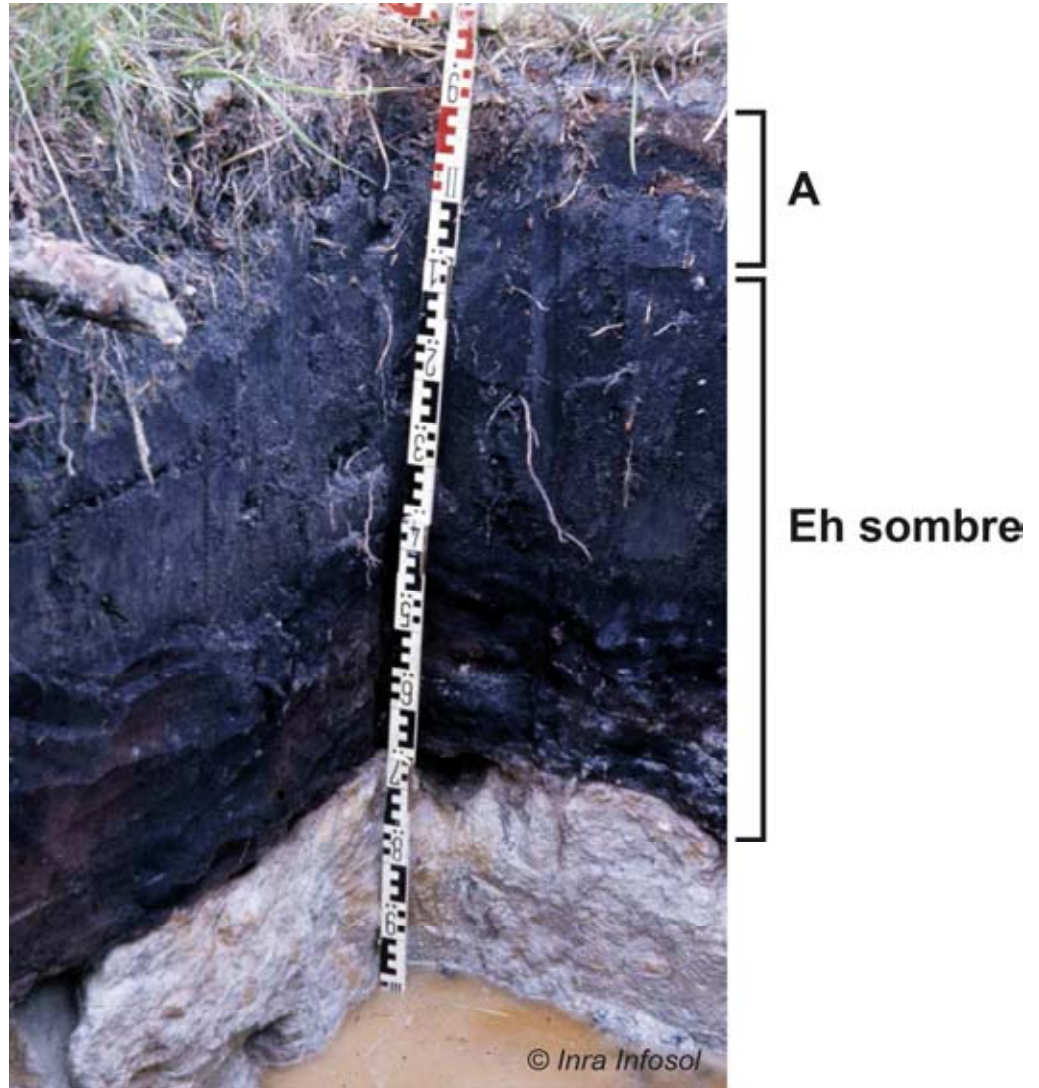
Présence de traits rédoxiques

© Jean-Paul Party - Sol Conseil

PODZOSOL HUMIQUE ET HUMO-DURIQUE

Classe GEPPA : V (a, b, c, d) et IV d

Définition : La morphologie et le fonctionnement des PODZOSOLS sont influencés par la présence d'une nappe peu profonde, localement et momentanément affleurante. La morphologie habituelle des PODZOSOLS est modifiée : les horizons E sont alors masqués par une accumulation de matières organiques noires, avec une grande pauvreté en fer. Par conséquent, la coloration noire est généralisée au profil, les engorgements ne se marquent pas par des traits rédoxiques "classiques". Ce type de sol est un des cas particuliers de l'arrêté. Une expertise des conditions hydrogéomorphologiques (en particulier profondeur maximale du toit de la nappe et durée d'engorgement en eau) doit être réalisée pour apprécier la saturation prolongée par l'eau dans les 50 premiers centimètres de sol.



Le RP ne distingue qu'une seule référence pour chaque type : rattachement simple

Equivalent dans le système CPCS : Podzols à gley

- Sous-groupe des sols podzoliques à stagnogley
- Sous-groupe des sols podzoliques à pseudogley.

Localisation géographique : Ce sont, typiquement, des "landes humides" des Landes de Gascogne (parties basses des micro-toposéquences, forêts du Médoc).

Conditions d'affectation de ce type de sols à la liste des sols de zone humide : *Attention ! Cas particuliers : expertise des conditions hydrogéomorphologiques pour le classement de ce type de sol en zone humide.*



**Ministère de l'Écologie,
du Développement durable et de l'Énergie**
Direction générale de l'Aménagement,
du Logement et de la Nature
92 055 La Défense cedex
Tél. 01 40 81 21 22

