

# GUIDE MÉTHODOLOGIQUE

pour la caractérisation des zones humides selon  
des critères pédologiques sur le territoire du SAGE  
"Estuaire de la Gironde et milieux associés"





**Conception :** Élèves ingénieurs agronomes de Bordeaux Sciences Agro spécialisation "Gestion des Espaces Agricoles" - Maylis FAYET, Gabriel LAHELLEC, Justine LE NET, Pauline PELLETIER et Alexandre PIERRE, sous la direction de Philippe CHERY, Stéphanie JALABERT, Jean-François LARCHE et Alexandre LEE, Bordeaux Sciences Agro, pour le compte du Syndicat Mixte pour le Développement Durable de l'Estuaire de la Gironde (SMIDDEST) et de la Commission Locale de l'Eau (CLE) du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) "Estuaire de la Gironde et milieux associés".

**Coordination pré-éditoriale :** Diane-Laure SORREL sous la direction de Jérôme BARON, SMIDDEST.

**Projet co-financé par :** Agence de l'Eau Adour Garonne, Département de la Gironde.

**Cet ouvrage doit être cité comme suit :**

Bordeaux Sciences Agro et SMIDDEST, 2017. Guide méthodologique pour la caractérisation des zones humides selon des critères pédologiques sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés", 58 p.

**Crédits photographiques :** © Bordeaux Sciences Agro (sauf mention contraire).

**Conception graphique:** Valérie Dubois, Dockside Communication  
90 bis boulevard Emile Delmas, 17000 La Rochelle.

**Impression :** Bordeaux Impressions  
86 cours de la Martinique, 33000 Bordeaux.

**Date d'édition :** Novembre 2017.

**Version électronique téléchargeable sur :** [www.smiddest.fr](http://www.smiddest.fr)

# Préambule

## Un guide...

### Pourquoi ?

Dans un souci d'homogénéiser les méthodologies déployées pour la délimitation et la caractérisation des zones humides basées sur des critères pédologiques, la Commission Locale de l'Eau (CLE) du SAGE propose de fournir ce guide de "bonnes pratiques". Il sert de support technique pour les opérateurs locaux et permet d'acquérir des données comparables et plus facilement analysables.

### Comment ?

Ce guide est issu d'un travail de bibliographie, de retours d'expériences sur le terrain, d'analyses cartographiques et d'échanges avec les experts sur le sujet. Il s'articule autour de deux grands axes : les sols de zones humides du territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés" ainsi que la démarche à suivre pour caractériser ces sols et ainsi délimiter les zones humides présentes sur ce territoire.

### Pour qui ?

Ce guide propose un ensemble de "bonnes pratiques" pour la délimitation et la caractérisation de zones humides basées sur des critères pédologiques. Il s'adresse aux bureaux d'études qui réalisent des inventaires de zones humides, aux services instructeurs des dossiers réglementaires, mais aussi à tout autre personne qui souhaiterait détenir quelques notions méthodologiques et de pédologie relatives aux zones humides.

### Par qui ?

Ce guide méthodologique a été réalisé par cinq élèves ingénieurs spécialisés en Gestion des Espaces Agricoles (promotion 2016) de l'École Nationale Supérieure des Sciences Agronomiques de Bordeaux Aquitaine, dans le cadre d'un projet professionnel commandité par le Syndicat Mixte pour le Développement Durable de l'Estuaire de la Gironde (SMIDDEST), pour le compte de la CLE du SAGE.

Ce guide traite uniquement de l'approche pédologique de la détermination des zones humides. Les critères ayant trait à l'approche floristique ne sont pas présentés.

Les numéros entre [ ] renvoient aux références bibliographiques présentées page 56.

### Un guide qui est amené à évoluer...

Ce guide apporte les "bonnes pratiques" qui sont applicables pour la réalisation d'un inventaire de zones humides sur des critères pédologiques. Toutefois, il est amené à être modifié selon l'évolution :

- de la législation (ce guide se base sur l'arrêté du 24 juin 2008, modifié le 1<sup>er</sup> octobre 2009),
- des données et méthodes bibliographiques publiées,
- des méthodes d'analyse et de traitement de l'information.



© T. Girard



# Sommaire

|   |    |
|---|----|
| <b>INTRODUCTION</b>   | 7  |
| <b>A SOLS CARACTÉRISTIQUES DE ZONES HUMIDES ET SPÉCIFICITÉS SUR LE TERRITOIRE DU SAGE</b> | 9  |
| A.1. Un cadre juridique : l'arrêté du 1 <sup>er</sup> Octobre 2009                        | 9  |
| A.2. Les sols de zones humides : une règle générale à appliquer                           | 10 |
| A.3. Des situations qui nécessitent des approches spécifiques                             | 18 |
| A.4. Les sols du territoire du SAGE : synthèse  | 19 |
| <b>B MÉTHODOLOGIE DE CARACTÉRISATION DES SOLS DE ZONES HUMIDES</b>                        | 27 |
| B.1. Étape 1 : Étude des données disponibles  | 27 |
| B.2. Étape 2 : Définition du plan d'échantillonnage                                       | 36 |
| B.3. Étape 3 : Réalisation de la phase de terrain   | 41 |
| <b>CONCLUSION</b>   | 55 |



# Introduction

## Les zones humides...

### ... qu'est-ce que c'est ?

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 définit, pour la première fois dans la législation française, les zones humides comme des « *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 une partie de l'année* » (Article L211-1 du code de l'environnement).

### ... sont-elles utiles ?

Les zones humides sont des milieux aux fonctions et valeurs diverses [1] :

- **fonctions hydrologiques,**
- **fonctions biologiques,**
- **fonctions physiques,**
- **valeurs économiques,**
- **valeurs culturelles et sociales.**

### ... sont-elles menacées ?

Les zones humides sont de plus en plus menacées par des enjeux majeurs [2-3] :

- **modification de l'hydrologie,**
- **arrivée d'espèces exotiques,**
- **pollutions et contaminations chimiques,**
- **fermeture des milieux,**
- **assèchement, drainage,**
- **imperméabilisation des sols.**

### ... du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés"

Il existe quatre principaux types de zones humides sur le territoire [3] :

- zones humides de **milieu forestier** : les tourbières, les lagunes, les landes humides, etc.,
- zones humides d'accompagnement des **cours d'eau ou de résurgences,**
- zones humides de **bord d'estuaire**, recouvrant largement les marais, territoires conquis sur l'estuaire, exploités ou non,
- **estrans et vasières.**

### ... comment les reconnaît-on ?

Il existe **deux critères** officiels permettant de définir les zones humides :

- l'hydromorphie des **sols,**
- la présence de **plantes hygrophiles.**

Le présent guide s'attache à développer le critère relatif à l'hydromorphie des sols [4].

#### ENVIE D'EN SAVOIR PLUS ?

Ce guide propose une méthode d'accompagnement des bureaux d'études pour la réalisation d'inventaires de zones humides sur des critères pédologiques. Des compléments d'information peuvent être apportés par le **Guide méthodologique pour la prise en compte des milieux humides dans les projets de territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés"** [4].



# sol drainé

© SMIDDEST



# calcaire

© CREN-17



# salé

© SMIDDEST

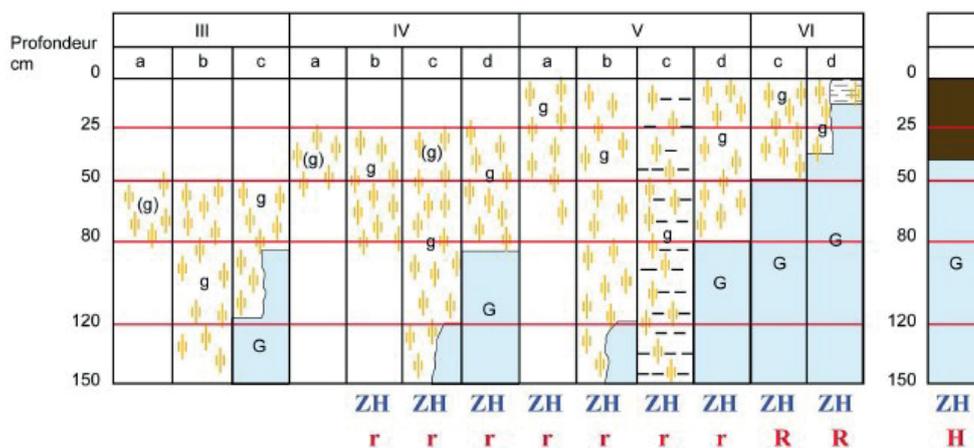
# A / Des sols caractéristiques de zones humides et des spécificités sur le territoire du SAGE

## A.1. Un cadre juridique de caractérisation

La première partie de ce guide présente le cadre juridique qui régit la délimitation des zones humides sur des critères pédologiques. À cela est associée la présentation des types de sols caractéristiques des zones humides mais aussi les spécificités territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés", ainsi que leur localisation.

Tout projet d'aménagement du territoire qui touche à la ressource en eau est soumis à la Loi sur l'eau. En fonction des impacts du projet, le maître d'ouvrage doit fournir un dossier de déclaration ou d'autorisation environnementale. Ce dernier doit contenir entre autre un état des lieux de la zone de projet et de son environnement. Il est nécessaire de déterminer la présence de zones humides. Dans une volonté d'identifier au mieux ces zones sur le territoire du SAGE « Estuaire de la Gironde et milieux associés », ce document s'appuie sur les critères pédologiques définis au sein de **l'arrêté du 24 juin 2008, modifié par l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009, venant étayer le décret 2007-135 datant du 30 janvier 2007**. Il permet d'assurer une concordance entre les différentes méthodologies qui seront appliquées dans le cadre de la détermination de zones humides.

Cet arrêté **synthétise les principaux critères d'hydromorphie**, caractéristiques des sols de zones humides [4] et présente également un **schéma récapitulatif de l'ensemble des sols caractéristiques des zones humides** (figure 1) répartis en classes. Pour déterminer un sol de zone humide suite à des investigations pédologiques, il est nécessaire de se référer aux différents cas présentés au sein de cette synthèse.



### Morphologie des sols correspondant à des "zones humides" (ZH)

- (g) caractère rédoxique peu marqué (pseudogley peu marqué)
- g caractère rédoxique marqué (pseudogley marqué)
- G horizon réductique (gley)
- H Histosols R Réductisols
- r Rédoxisols (rattachements simples et rattachements doubles)

d'après Classes d'hydromorphie du Groupe d'Étude des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA).

Morphologie de sol correspondant à un sol humide d'après l'arrêté du 24/06/08 mais ne correspondant pas à un sol humide d'après l'arrêté modifié du 01/10/09.

Figure 1. Les sols indicateurs des zones humides.

Les classes **IV d et V a** ont été sources de débats. Elles sont difficiles à déterminer car selon les conditions météorologiques, les traits rédoxiques peuvent vite se modifier et évoluer. Aujourd'hui, elles **ne correspondent plus à des sols de zones humides**.

## A.2. Les sols de zones humides une règle générale à appliquer

Afin d'explicitier au mieux le **schéma récapitulatif des sols indicateurs de zones humides** (figure 1) présenté précédemment, il est nécessaire de présenter le texte législatif associé, issu également de **l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009**.

« Les sols des zones humides correspondent [4] :

1. **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.
2. **À tous les Réductisols**, 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.
3. **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 et d du GEPPA.

OU

- des traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur, 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 IV d 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, 1 995 et 2008)**, qui correspondent à des "références". Un sol peut être rattaché à une ou plusieurs références. Lorsque des références sont concernées en partie, la condition pédologique nécessaire pour définir un sol de zone humide est précisée à côté de la dénomination. »

(Arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009)

L'ensemble des sols qui peut être rattaché à **une ou plusieurs références pédologiques** et **les conditions pédologiques associées** sont synthétisées dans le tableau 1, page suivante.

L'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009 définit le cadre juridique de caractérisation des sols sur des critères pédologiques. **Des fiches synthèses de présentation de ces grands types de sols** se trouvent en pages 12 à 17.

Tableau 1.

Liste des types de sols des zones humides selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1<sup>er</sup> octobre 2009.

| RÈGLE GÉNÉRALE                               |   | LISTE DES TYPES DE SOLS  |  |   |
|--|---|--|--|---|
| MORPHOLOGIE                                  | CLASSE D'HYDROMORPHIE<br>(classe du GEPPA, 1981, modifié) | DÉNOMINATION SCIENTIFIQUE<br>(« références » du Référentiel Pédologique, AFES, (Baize & Girard, 1995 et 2008)) | CONDITION PÉDOLOGIQUE NÉCESSAIRE   | CONDITION COMPLÉMENTAIRE NON PÉDOLOGIQUE  |
| 1/   | H   | Histosols.   | 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 (pro parte).  | Traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur<br><br>ou<br>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) (pro parte).  |  | Aucune  |
|  |   | Thalassosols - Rédoxisols (1) (pro parte).   |  | Aucune  |
|  |   | Planosols Typiques (pro parte).  |  | Aucune  |
|  |   | Luisols Dégradés - Rédoxisols (1) (pro parte).   |  | Aucune  |
|  |   | Luisols Typiques - Rédoxisols (1) (pro parte).   |  | Aucune  |
|  |   | Sols Salsodiques.  |  | Aucune  |
|  |   | Pélosols - Rédoxisols (1) (pro parte).   |  | Aucune  |
|  |   | Colluviosols - Rédoxisols (1) (pro parte)  |  | Aucune  |
|  |   | Fluvisols (présence d'une nappe peu profonde circulante et très oxygénée)                                      | Aucune   | Expertise des conditions hydrogéomorphologiques (cf. « Cas particuliers » ci-après) |
| Podzosols humiques et podzosols humoduriques | Aucune  | Expertise des conditions hydrogéomorphologiques (cf. « Cas particuliers » ci-après)                            |  |   |

(1) Rattachements doubles, c'est-à-dire rattachement simultané à deux « références » du Référentiel Pédologique (par exemple Thalassosols – Réductisols).

En outre, certains **cas particuliers** sont à prendre en compte :

« 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 prolongée 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 » [4].



Marais de Blaye  
Source : Amandine ALLAIN

# LES HISTOSOLS

## CARACTÉRISTIQUES

« 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. Un Histosol est constitué presque exclusivement d'horizons histiques notés H » [5].

Les Histosols peuvent atteindre plusieurs mètres d'épaisseur avec différents horizons qui se différencient par le degré d'évolution du matériel végétal accumulé en dégradation [6].

## LOCALISATION GÉNÉRALE

- Replats ou dépressions, le plus souvent sur de petites surfaces [7]
- Parfois dans des grandes vallées [7]
- Parfois dans des bassins sédimentaires d'effondrement [7]
- Lacs et étangs ; bordure des cours d'eau ou du littoral, dans des conditions d'eau stagnante ou à faible écoulement [6].

> Les Histosols se retrouvent partout en France [7].



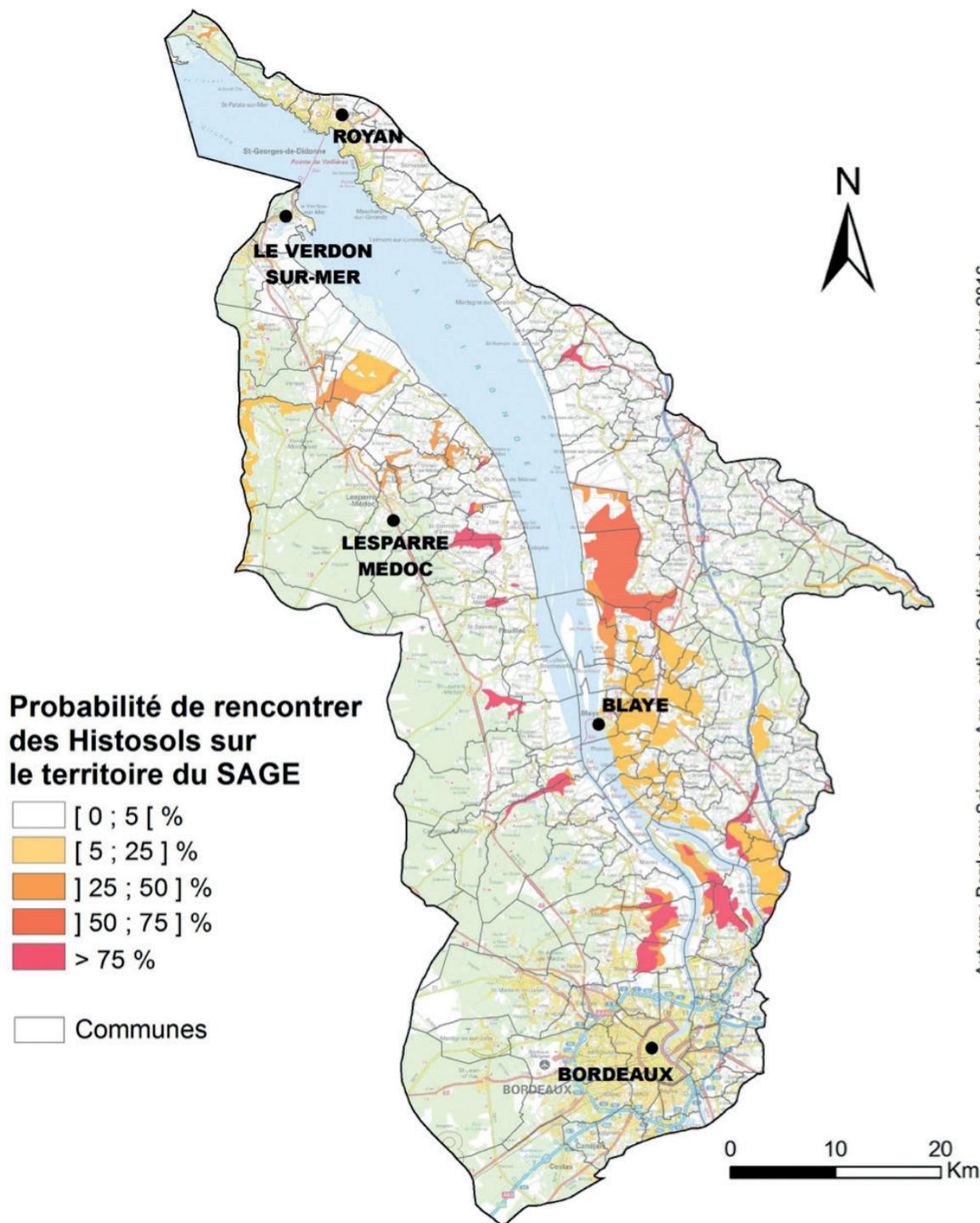
Paysage sur Histosols fibriques, photo réalisée à Rigaud, Ludon-Médoc, le 02/02/2010

**Condition pédologique nécessaire pour identifier une zone humide en présence d'un Histosol en accord avec l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009 :**

**AUCUNE**

« [...] 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 » [4].

Figure 2.  
Histosols potentiels sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".



Auteurs : Bordeaux Sciences Agro, option Gestion des espaces agricoles, Janvier 2016.  
Maylis FAYET, Gabriel LAHELLEC, Justine LE NET, Pauline PELLETIER, Alexandre PIERRE

Sources : Référentiel Régional Pédologique de Charente-Maritime (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Poitou-Charentes, Chambre Régionale d'Agriculture Poitou-Charentes ;  
Référentiel Régional Pédologique de Gironde (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Aquitaine, INRA, Unité InfoSol, Orléans, 2015.

# LES RÉDUCTISOLS

## CARACTÉRISTIQUES

« Les Réductisols apparaissent dans les milieux humides engorgés de façon permanente ou quasi-permanente. Ils sont caractérisés par l'existence d'un horizon marqué par la présence de fer réduit dont la teinte affecte l'ensemble de l'horizon saturé. Ces horizons dits « réductiques » (à « gley ») caractérisent les divers types de Réductisols qui se différencient par la profondeur à laquelle apparaissent ces horizons » [6].

## LOCALISATION GÉNÉRALE

- **Réductisols typiques** (liés à une nappe d'eau) : présence en position de fonds de vallée, de plaine littorale, de delta, de dépression. Ils sont souvent associés aux fluvisols, plus proches des cours d'eau.
- **Réductisols stagniques** (liés à un excès d'eau d'origine climatique) : présence 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 aux débordements de cours d'eau ou à l'afflux d'eau de ruissellement).



Paysage sur Réductisols histiques, photo réalisée à P. du Canton, Braud-et-Saint-Louis, le 12/02/2010

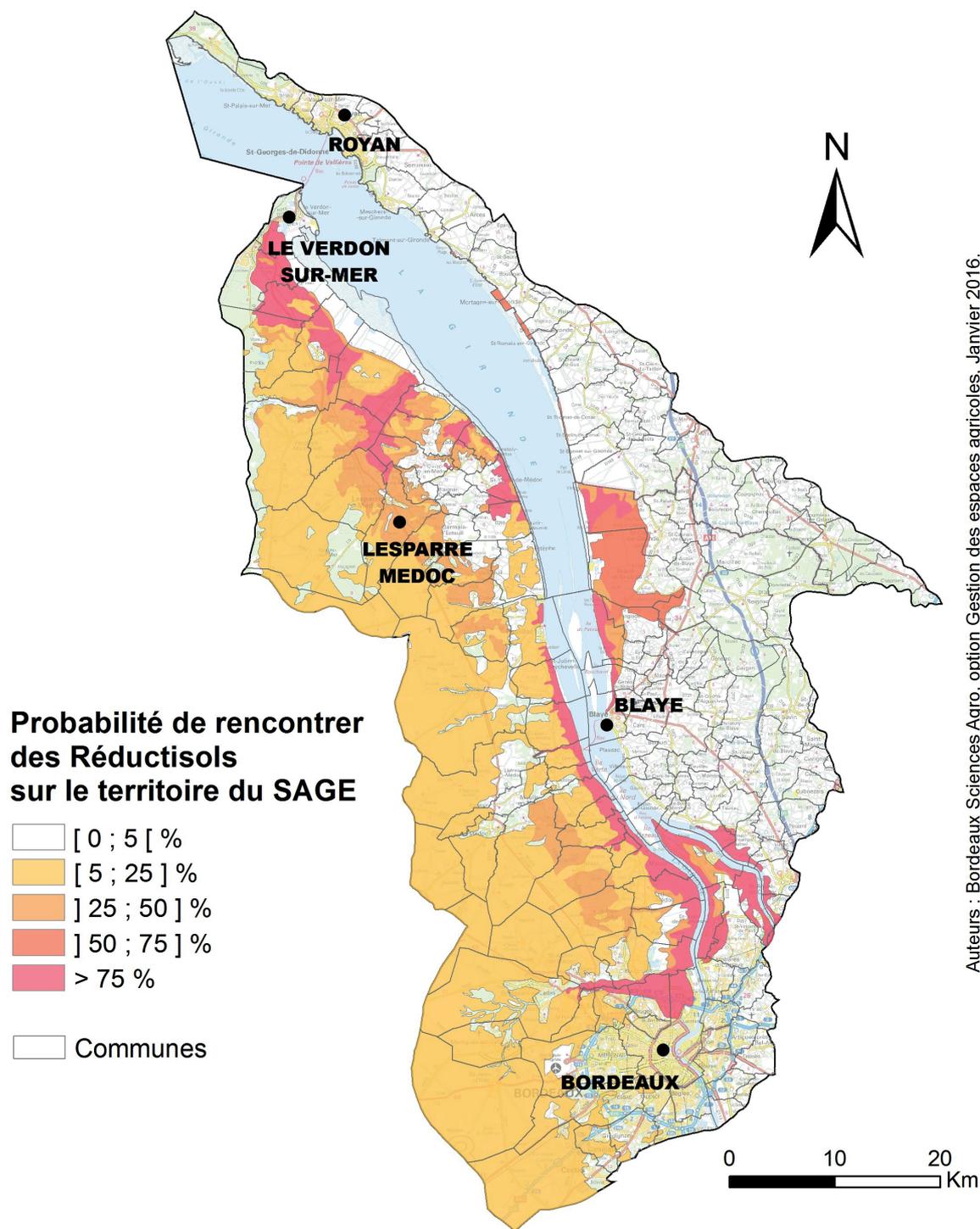
> Les Réductisols se retrouvent partout en France [7].

**Condition pédologique nécessaire pour identifier une zone humide en présence d'un Réductisol en accord avec l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009 :**

**AUCUNE**

« Tous les Réductisols, car ils connaissent un engorgement permanent en eau à faible profondeur se marquant par des traits réductiques débutant à moins de 50 centi-mètres de profondeur dans le sol ; ces sols correspondent aux classes VI c et d du GEPPA » [4].

Figure 3.  
Réductisols potentiels sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".



Auteurs : Bordeaux Sciences Agro, option Gestion des espaces agricoles, Janvier 2016.  
Maylis FAYET, Gabriel LAHELLEC, Justine LE NET, Pauline PELLETTIER, Alexandre PIERRE

Sources : Référentiel Régional Pédologique de Charente-Maritime (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Poitou-Charentes, Chambre Régionale d'Agriculture Poitou-Charentes ; Référentiel Régional Pédologique de Gironde (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Aquitaine, INRA, Unité InfoSol, Orléans, 2015.

# Les sols à caractère RÉDOXIQUE

## CARACTÉRISTIQUES

Les sols à caractère rédoxique comprennent les rédoxisols, les planosols typiques, les sols salsodiques, les fluvisols, les podzosols humiques et les podzosols humo-duriques mais aussi certains sols possédant un rattachement double, c'est-à-dire rattachés simultanément à deux « références » du Référentiel Pédologique. Les sols possédant un rattachement double sont les suivants [4] :

- fluvisols-rédoxisols
- thalassosols-rédoxisols
- luvisols dégradés-rédoxisols
- luvisols typiques-rédoxisols
- pélosols-rédoxisols
- colluviosols-rédoxisols
- calcosols-rédoxisols.



Paysage sur fluvisol rédoxique, photo réalisée à Capet, Ludon-Médoc, le 02/02/2010

### Condition pédologique nécessaire pour identifier une zone humide en présence d'un sol à caractère rédoxique en accord avec l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009 :

OUI

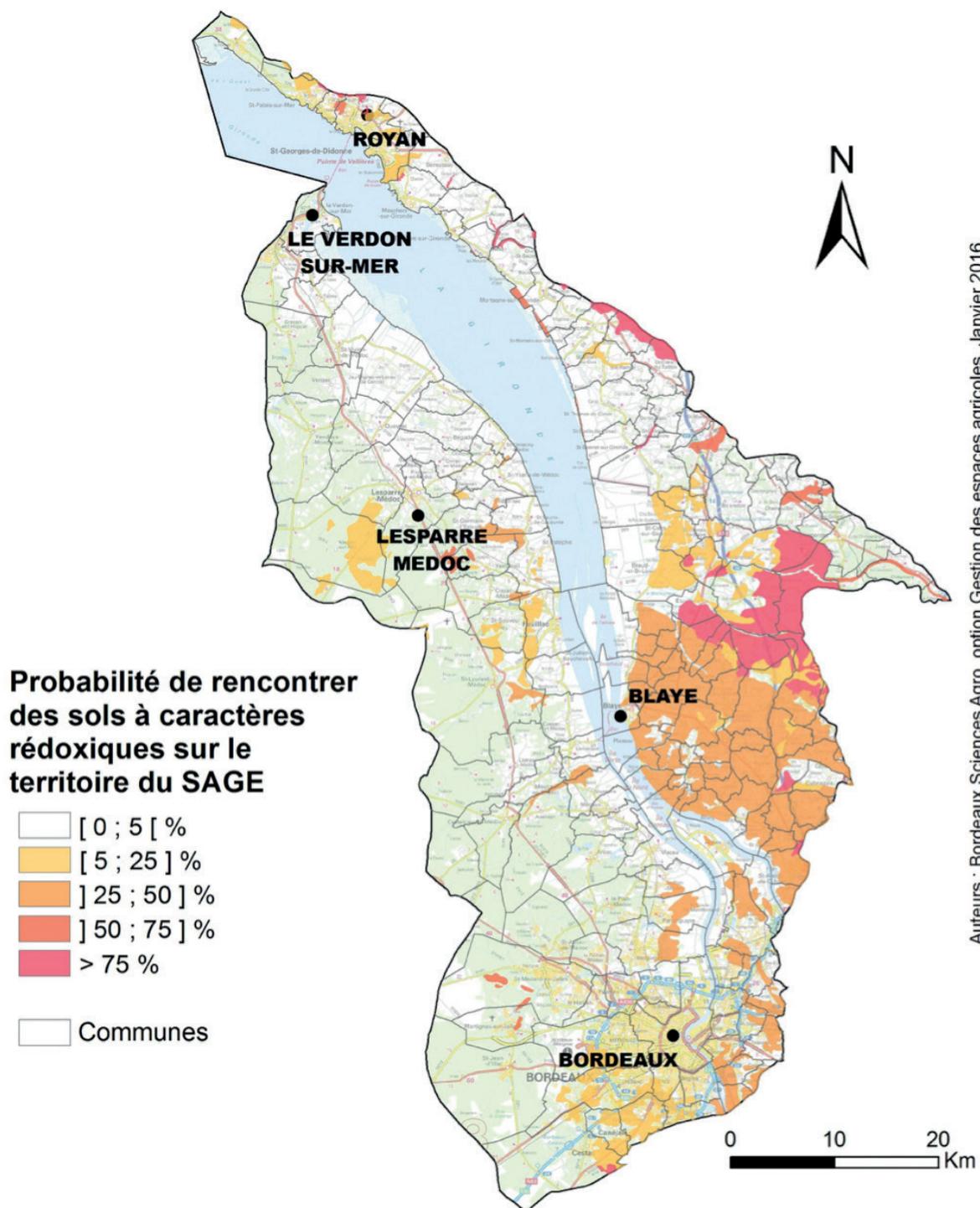
Les sols à caractère rédoxique sont des sols de zone humide lorsqu'ils présentent :  
« - des traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de profondeur dans le sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur. Ces sols correspondent aux classes V a, b, c, d du GEPPA ;

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 IV d du GEPPA» [4].

Figure 4.

Sols potentiellement à caractère rédoxique sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".



Auteurs : Bordeaux Sciences Agro, option Gestion des espaces agricoles, Janvier 2016.  
Maylis FAYET, Gabriel LAHELLEC, Justine LE NET, Pauline PELLETIER, Alexandre PIERRE

Sources : Référentiel Régional Pédologique de Charente-Maritime (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Poitou-Charentes, Chambre Régionale d'Agriculture Poitou-Charentes ;  
Référentiel Régional Pédologique de Gironde (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Aquitaine, INRA, Unité InfoSol, Orléans, 2015.

## A.3. Des situations qui nécessitent des approches spécifiques

### QUELLES SONT-ELLES?

---

Le territoire du SAGE « Estuaire de la Gironde et milieux associés » est hétérogène quant à sa pédologie. Il est nécessaire de prendre en compte ses spécificités pour appréhender au mieux ses caractéristiques et les zones humides potentiellement présentes.

Trois de ces spécificités sont mises en évidence :

- **les sols drainés,**
- **les sols calcaires,**
- **les sols salés.**

Il s'agit ici de présenter ces trois situations et, par l'intermédiaire de cartographies, de montrer où il est possible d'y être confronté sur le territoire du SAGE.

### POURQUOI LES SOLS DRAINÉS ?

---

Le drainage des sols est une pratique très répandue sur le territoire, et plus particulièrement sur les sols à vocation agricole.

**> Le drainage des parcelles, entraîne une diminution de l'eau présente dans le sol et donc des facteurs de risque entraînant la diminution des surfaces humides.**

### POURQUOI LES SOLS CALCAIRES ?

---

La présence de calcaire actif fixe le fer et empêche sa mobilisation dans le sol, sa réduction et son oxydation.

**> Cela entraîne donc l'absence ou tout du moins une très faible présence de taches d'oxydo-réduction visibles.**

### POURQUOI LES SOLS SALÉS ?

---

Les sols salés en bordure d'estuaire sont des sols très intéressants pour la culture. Cependant, leur mise en culture suppose un drainage et un apport régulier de chaux.

**> Le drainage combiné à un chaulage régulier entraîne une modification des caractéristiques du sols rendant difficile l'observation des taches d'oxydo-réduction.**

De même que pour les sols figurant dans l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009, des **fiches synthétiques de présentation de ces cas particuliers** sont présentés pages suivantes.

Sur le terrain, rencontrer ces situations impose la mise en œuvre de pratiques adaptées. Ces dernières sont présentées dans partie B.

## A.4. Les sols du territoire du SAGE : synthèse

Les cartographies présentées précédemment rendent compte de la **localisation potentielle** de certains sols sur le territoire du SAGE « Estuaire de la Gironde et milieux associés ». Il est alors intéressant de se pencher sur **des données quantitatives** (tableau 2), c'est-à-dire sur la surface qu'occupent ces sols par rapport aux **335 263 hectares** du territoire du SAGE.

Tableau 2. Types de sols et surfaces potentielles associés sur le territoire du SAGE « Estuaire de la Gironde et milieux associés ».

| Type de sol                | Surface minimale potentielle |     | Surface maximale potentielle |      |
|----------------------------|------------------------------|-----|------------------------------|------|
|                            | ha                           | %   | ha                           | %    |
| Histosols                  | 7600                         | 2,3 | 14 700                       | 4,4  |
| Réductisols                | 23 600                       | 7,0 | 61 200                       | 18,3 |
| Sols à caractère rédoxique | 18700                        | 5,6 | 35 300                       | 10,5 |

|  | Surface potentielle |      |
|--|---------------------|------|
|  | ha                  | %    |
| Sols potentiellement drainés                     | 80 000              | 41,3 |
| Sols potentiellement calcaires                   | 58 200              | 17,4 |
| Sols potentiellement au moins «légèrement salés» | 55 500              | 16,6 |

Les sols caractéristiques de zones humides (à savoir les Histosols, Réductisols et sols à caractères rédoxique en accord avec l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009) **sont bien présents sur le territoire**, s'étendant sur une surface comprise entre 15 et 33% de la surface totale du territoire du SAGE (hors masses d'eau).

En parallèle, le territoire du SAGE présente un **vaste terroir viticole**, ce qui explique la **présence de sols potentiellement drainés** sur 41% de la surface totale. Les sols calcaires et les sols au moins "légèrement salés" sont **également présents** à hauteur d'environ 17% sur le territoire.

Le tableau 2 ci-dessus apporte donc des informations quantitatives qui permettent de se rendre compte que les sols caractéristiques de zones humides, mais aussi les particularités du territoire du SAGE, sont bien représentés en termes de surface.

Les cartes présentées dans ce guide ne fournissent qu'une enveloppe de la localisation des sols. Ces cartes sont visualisables sur l'interface cartographique du SMIDDEST accessible depuis [smiddest.fr](http://smiddest.fr).

**Une étude locale approfondie est nécessaire** pour prendre en compte les spécificités du territoire, dans la localisation de zones humides.

## LES SOLS DRAINÉS

Le **drainage** correspond à l'ensemble des travaux d'aménagements hydro-agricoles qui sont réalisés sur un site ou sur une parcelle agricole pour supprimer ou réduire les excès d'eau. Le drainage se rencontre principalement en **zones agricoles** (pour éviter l'excès d'eau néfaste pour les cultures) ou **urbaines** (pour le maintien des infrastructures sur un sol stable).

Les aménagements qui sont ainsi réalisés pour lutter contre les engorgements des sols sont de plusieurs types. En effet, il existe des fossés à ciel ouvert (où se déversent les eaux qui ruissellent), des réseaux de drains (à profondeur et écartement calculés), ou même des structures de parcelles en « ados » qui assurent l'évacuation de l'excès d'eau par un remodelage topographique de la parcelle.

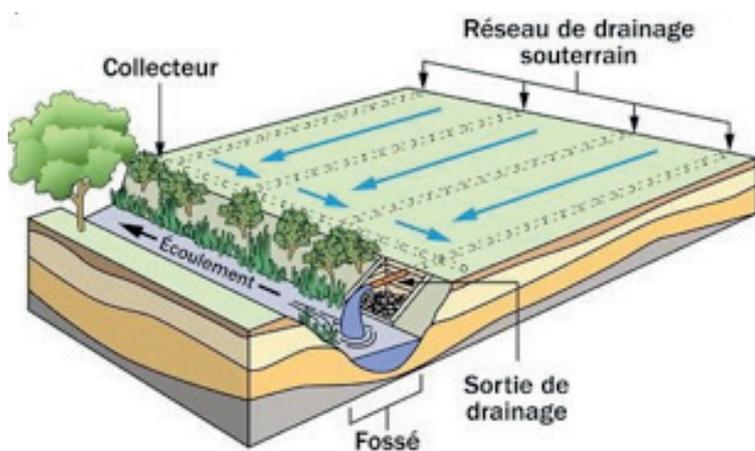


Figure 5.  
Croquis d'un réseau de drainage souterrain.

Source : Ontario, Ministère de l'agriculture,  
de l'Alimentation et des Affaires rurales, 2015.

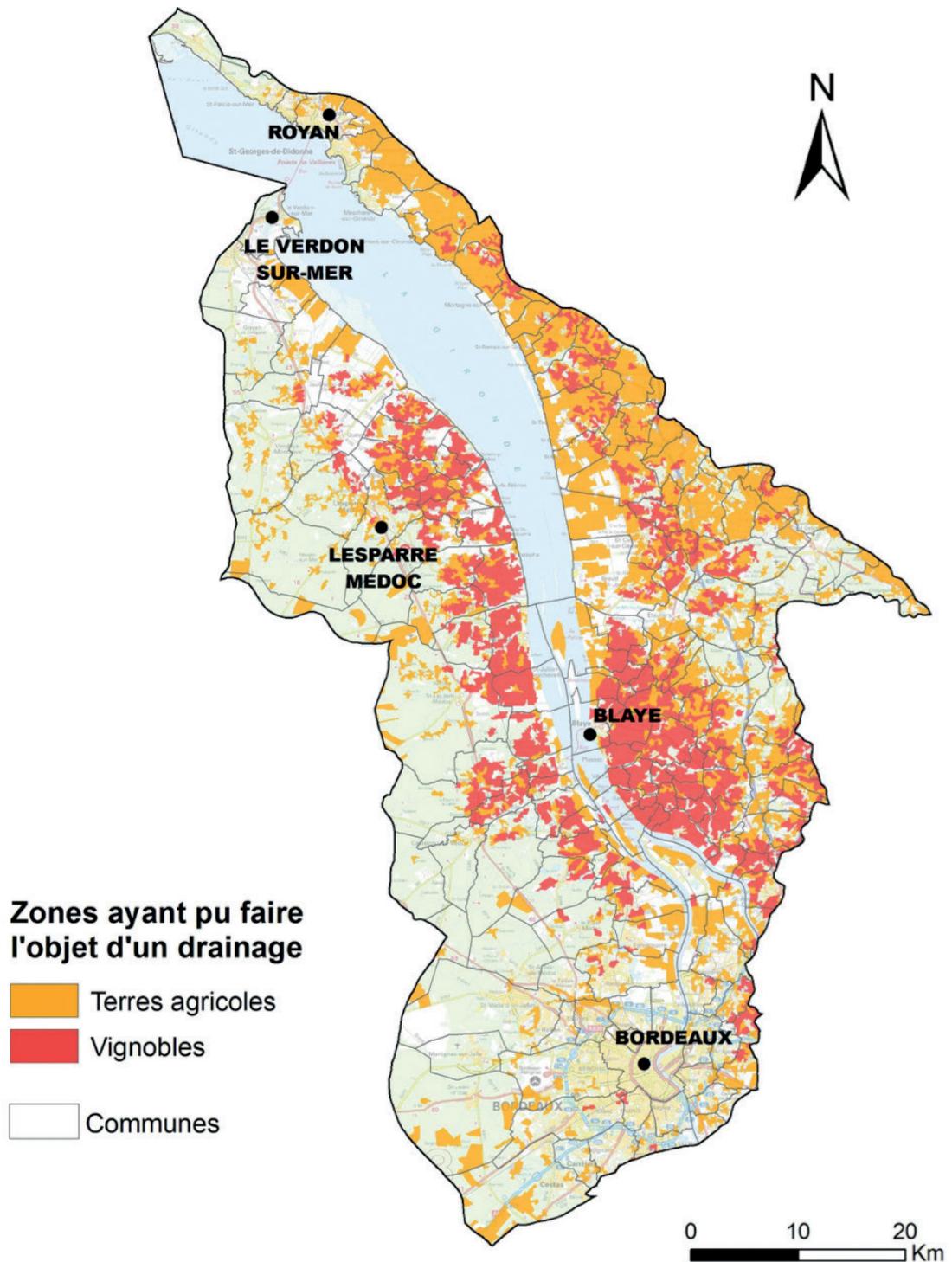


Sortie de drainage  
Source : Ontario, Ministère de l'agriculture,  
de l'Alimentation et des Affaires rurales, 2015.



Fossé rempli d'eau, photo réalisée  
au Château Priban, Ludon- Médoc,  
le 02/03/2010

Figure 6.  
Sols potentiellement drainés sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".



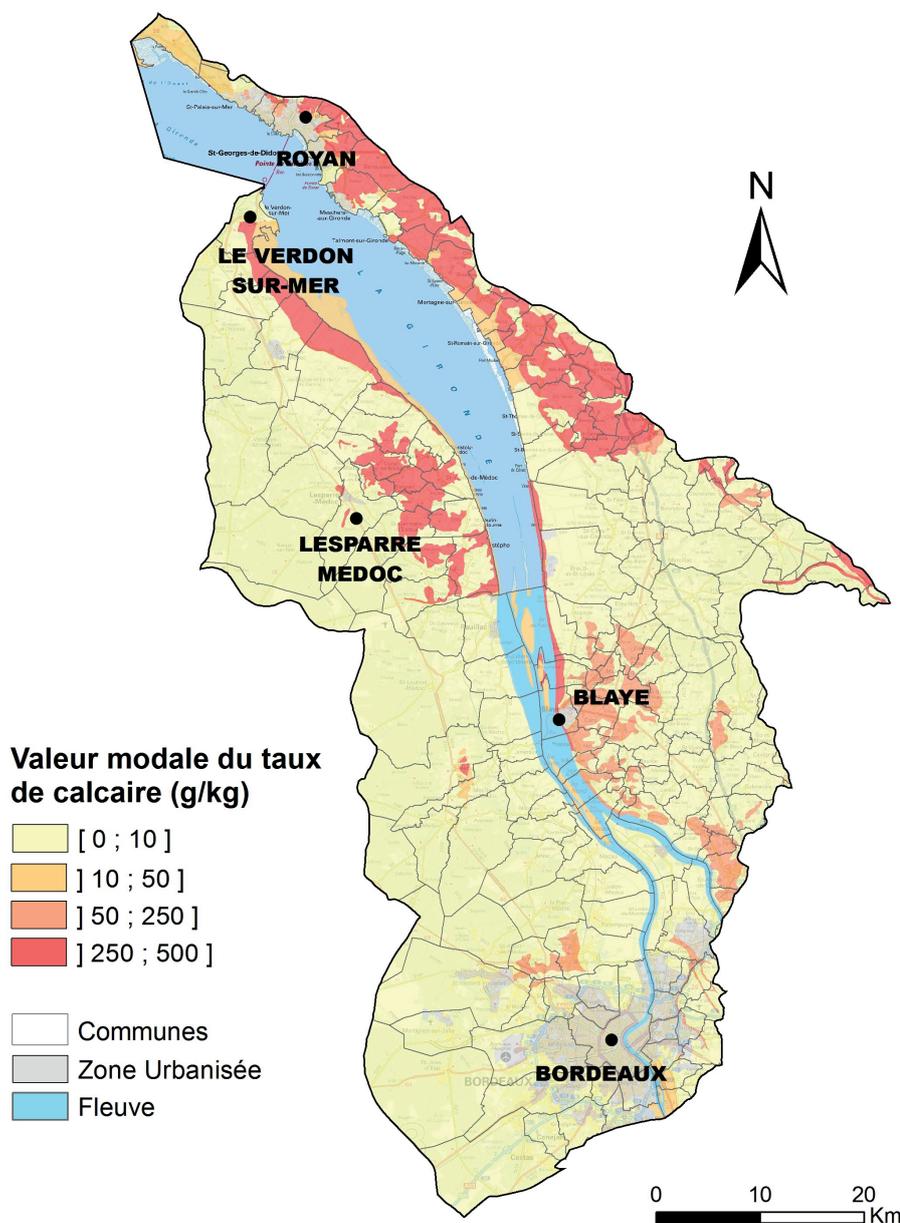
Auteurs : Bordeaux Sciences Agro, option Gestion des espaces agricoles, Janvier 2016.  
Maylis FAYET, Gabriel LAHELLEC, Justine LE NET, Pauline PELLETTIER, Alexandre PIERRE

Source : Corine Land Cover 2012.

# LES SOLS CALCAIRES

Le **calcaire** présent dans certains sols du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés" a une double origine. Il peut s'agir de calcaire inhérent au contexte géologique de la zone, issu de la dégradation de la **roche-mère** sous jacente ou de son proche affleurement. Mais, ce calcaire peut ne pas être naturellement présent dans les sols et provenir des apports de chaux ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) réalisés par les agriculteurs afin de faciliter la mise en culture de leurs terres. La présence de calcaire dans le sol entraîne une disparition des traits d'hydromorphie.

Figure 7.  
Sols potentiellement calcaires sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".



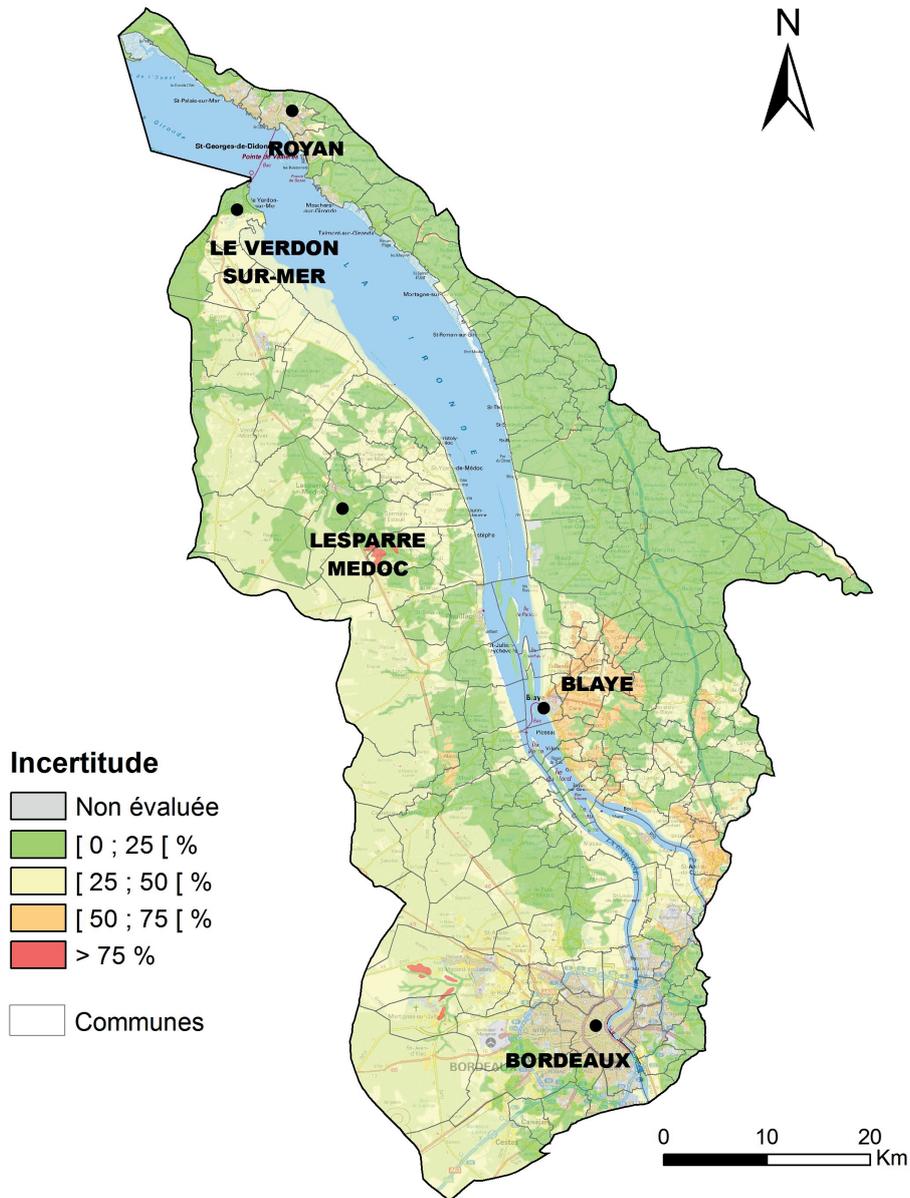
Auteurs : Bordeaux Sciences Agro, option Gestion des espaces agricoles, Janvier 2016.  
Maylis FAYET, Gabriel LAHELLEC, Justine LE NET, Pauline PELLETTIER, Alexandre PIERRE

Sources : Référentiel Régional Pédologique de Charente-Maritime (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Poitou-Charentes; Chambre Régionale d'Agriculture Poitou-Charentes ; Référentiel Régional Pédologique de Gironde (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Aquitaine, INRA, Unité InfoSol, Orléans, 2015.



Paysage sur fluvisol calcaire rédoxique, photo réalisée à Le Foussat, Bouliac, le 03/02/2010

Figure 8.  
Probabilité de trouver un sol calcaire sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".



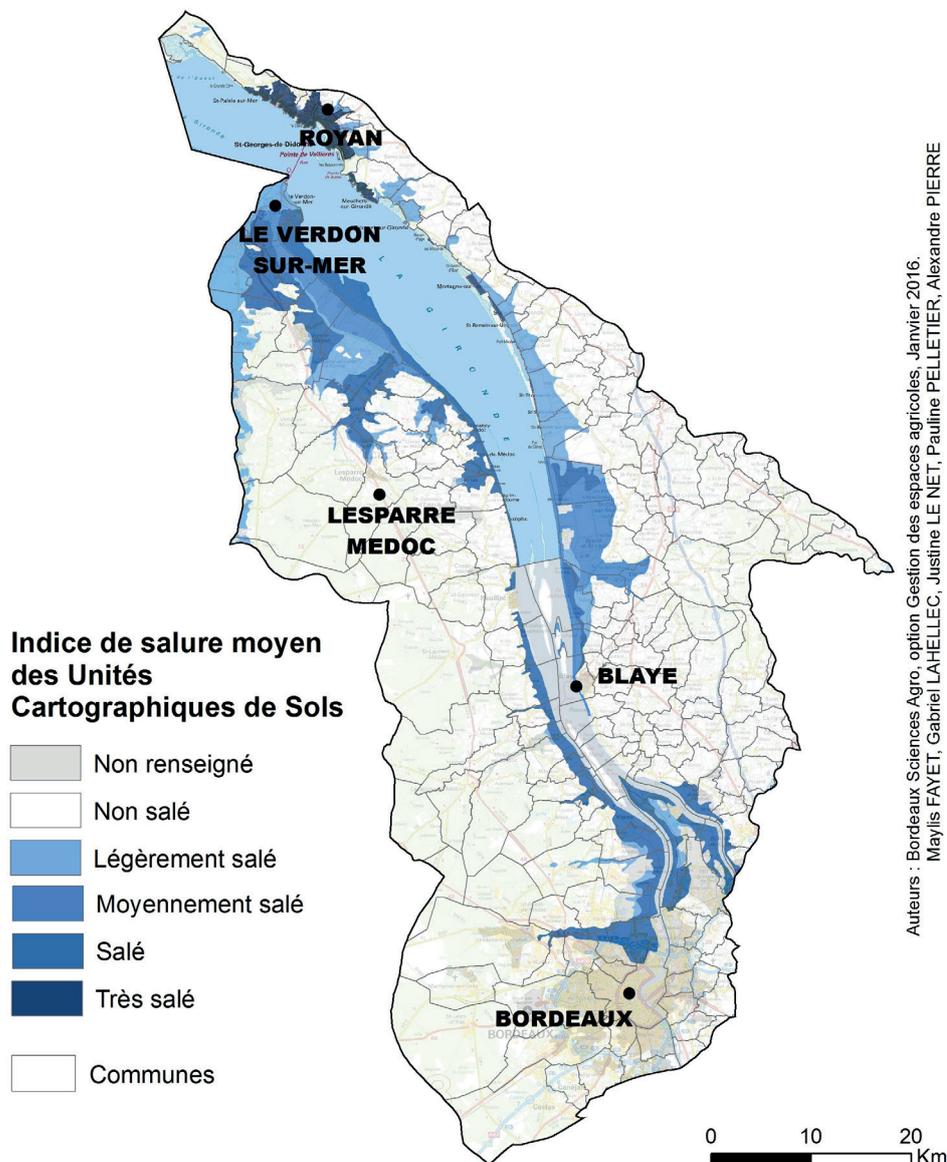
Auteurs : Bordeaux Sciences Agro, option Gestion des espaces agricoles, Janvier, 2016.  
Maylis FAYET, Gabriel LAHELLEC, Justine LE NET, Pauline PELLETIER, Alexandre PIERRE

Sources : Référentiel Régional Pédologique de Charente-Maritime (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Poitou-Charentes, Chambre Régionale d'Agriculture Poitou-Charentes ; Référentiel Régional Pédologique de Gironde (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Aquitaine, INRA, Unité InfoSol, Orléans, 2015.

# LES SOLS SALÉS

Les sols salés sont des sols dans lesquels le sodium échangeable occupe au moins 5 % de la Capacité d'Échange Cationique (CEC) [9]. Ils correspondent aux références des sols salsodiques et des thalassosols de l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009. En bordure de l'estuaire de la Gironde, la présence de sel est essentiellement due à l'eau de mer qui remonte le long de l'estuaire et sature en sel les sédiments fluviaux. Les sols récents qui en sont issus sont donc salés mais aussi souvent humides au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1<sup>er</sup> octobre 2009.

Figure 9.  
Sols potentiellement calcaires sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".

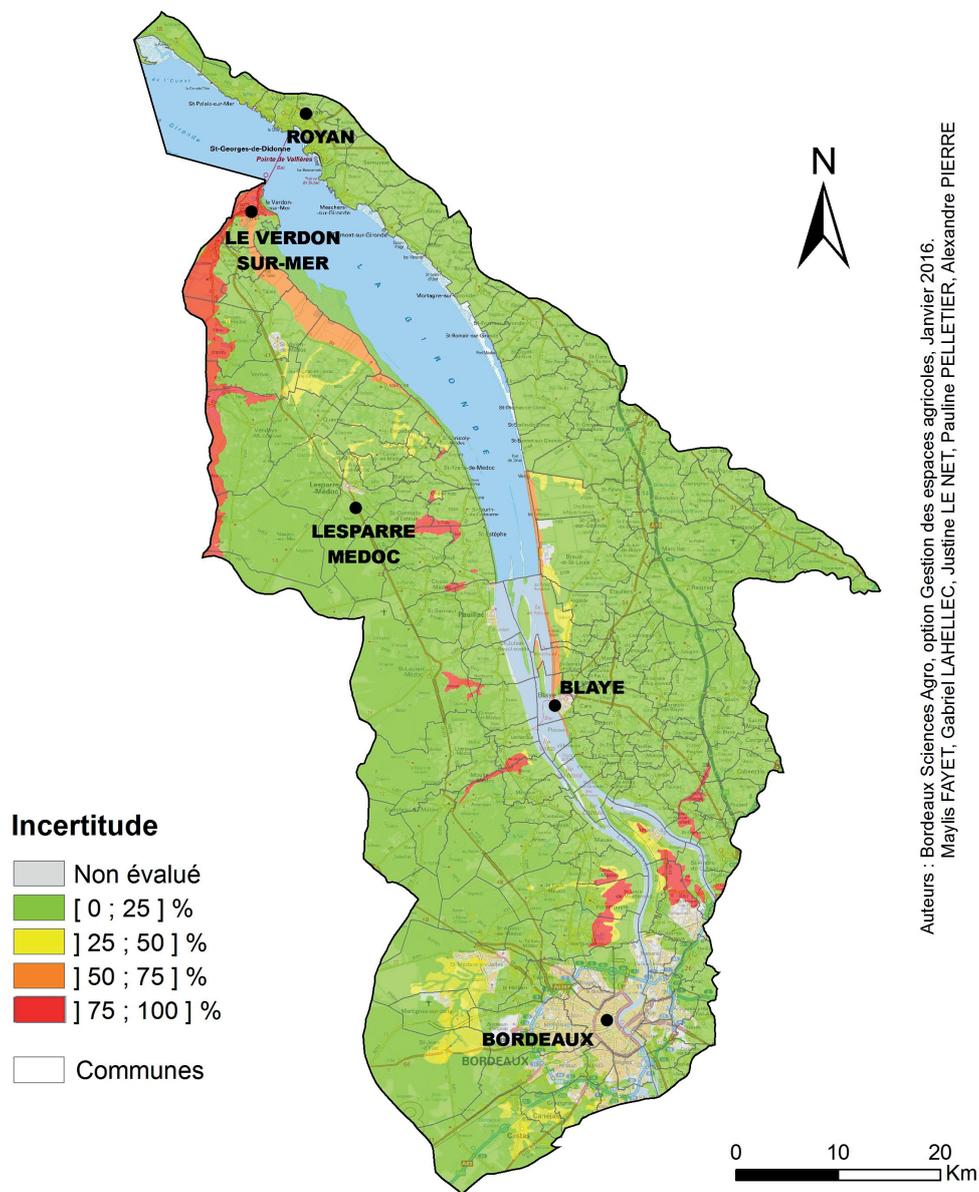


Sources : Référentiel Régional Pédologique de Charente-Maritime (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Poitou-Charentes, Chambre Régionale d'Agriculture Poitou-Charentes ; Référentiel Régional Pédologique de Gironde (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Aquitaine, INRA, Unité InfoSol, Orléans, 2015.



Chenaux et prés salés

Figure 10.  
 Probabilité de rencontrer un sol salé sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".



Sources : Référentiel Régional Pédologique de Charente-Maritime (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Poitou-Charentes, Chambre Régionale d'Agriculture Poitou-Charentes ;  
 Référentiel Régional Pédologique de Gironde (échelle : 1/250 000), Programme IGCS Aquitaine, INRA, Unité InfoSol, Orléans, 2015.



© J. Girard

# B / Méthodologie de caractérisation des sols de zones humides

Cette partie vise à proposer une méthodologie à appliquer pour déterminer si un site d'étude possède ou non des sols de zones humides. Chaque étape est détaillée afin de faciliter sa mise en œuvre.

## B.1. Étape 1 : étude des données disponibles

Afin de **mieux appréhender la zone de projet**, il est nécessaire de s'appuyer sur les données existantes qui permettront de fournir un **panel d'informations essentielles et complémentaires** les unes des autres. Une analyse de ces données et leur croisement permet de déterminer si des **zones humides peuvent être présentes** sur le territoire mais aussi d'en définir **les limites plus ou moins précises**.

Plusieurs types de données peuvent être utilisées pour faciliter le travail de terrain.

Elles peuvent servir :

- À déterminer des sites à forte probabilité d'être une zone humide. En fonction des données, il est possible de déterminer des sites **potentiellement** humides ou même directement des sites humides. Dans le premier cas, la phase de terrain sera indispensable pour vérifier la présence effective d'une zone humide et sa délimitation exacte. Dans le second cas, la **phase de terrain sera aussi nécessaire** pour confirmer les limites de la zone humide.
- À définir la **stratégie d'échantillonnage** la plus adaptée et la **position des sondages** pédologiques.

**Ce guide traite uniquement de l'approche pédologique de la détermination des zones humides.** Les critères ayant trait à l'approche floristique, en accord avec l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1<sup>er</sup> octobre 2009 [4] ne sont pas abordés.

### > Quelles données utiliser ?

#### INFORMATION SUR LES ZONES HUMIDES

Certaines informations sur les zones humides peuvent être issues d'études antérieures sur le territoire de projet. Cela peut provenir d'études d'impacts qui ont été réalisées dans le cadre de dossiers réglementaires, mais aussi de la recherche scientifique ou encore des connaissances de personnes expertes en pédologie ou référentes sur le territoire d'étude, qui, par leurs expériences de terrain, peuvent aisément repérer des zones humides.

#### DONNÉES CARTOGRAPHIQUES

##### **Cartes topographiques :**

Les zones humides se trouvent préférentiellement dans les zones dépressionnaires du terrain (fond de vallon, dépression localisée, zone de pente concave...), mais aussi sur des plateaux constitués d'une roche mère imperméable. De plus, les spécificités du relief doivent aussi être prises en compte dans l'élaboration du plan d'échantillonnage.

### Cartes géologiques :

De même que pour le relief, la stratégie d'échantillonnage prendra en compte les différentes formations géologiques présentes sur la zone d'étude. En effet, chaque formation géologique devra faire l'objet de sondages pédologiques sur le terrain.

#### Où trouver les données topographiques et géologiques ?

Afin d'utiliser ces deux types de cartographie, il sera possible d'utiliser l'outil en ligne Géoportail, selon la méthode décrite ci-dessous.

Méthode :

1. Se connecter à Géoportail : <http://www.geoportail.gouv.fr/accueil>,
2. Identifier la zone d'étude grâce à l'outil de dessin disponible,
3. Sélectionner les couches d'informations topographiques et géologiques :
  - **Topographie** : « Cartes IGN », les courbes de niveaux sont représentées jusqu'au rapport d'échelle 1/8000,
  - **Géologie** : « Cartes géologiques (BRGM) », les informations géologiques sont représentées jusqu'au rapport d'échelle 1/17000. Le site internet Infoterre (<http://infoterre.brgm.fr>) du BRGM peut être une bonne source d'informations et d'appréhension du territoire grâce à un ensemble de cartographies avec des légendes dynamiques, qui facilitent la compréhension.

### Cartes pédologiques :

Ces cartes seront une aide précieuse pour la détermination des zones humides. Lorsqu'elles sont disponibles à une échelle appropriée ( $\geq 1/25000$ ), elles permettront de délimiter directement les zones humides inféodées aux Réductisols ou Histosols. En effet, d'après l'arrêté, la présence de ces sols classe obligatoirement le terrain en zone humide.

Dans les autres cas (échelles inférieures ou autres types de sols) la lecture des cartes pédologiques pourra faciliter la détermination et la délimitation des zones humides.

#### Où trouver les données pédologiques et comment les exploiter ?

**Refersol** : cet outil compile les cartes pédologiques existantes sur le site <http://refersols.gissol.fr/georefersols>.

Lorsqu'elles sont disponibles à un **rapport d'échelle approprié** ( $\geq 1/25000$ ), les cartes pédologiques vont permettre de délimiter directement les zones humides inféodées aux Réductisols ou Histosols. En effet, d'après l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1<sup>er</sup> octobre 2009, la présence de ces sols **classe obligatoirement le terrain en zone humide**. Les cartes pédologiques à grande échelle (c'est-à-dire sur une petite surface d'étude, ou encore pour un grand rapport d'échelle) permettent ainsi de délimiter directement des zones humides. Si l'échelle de la carte est plus petite (c'est-à-dire si l'aire représentée est plus importante), elle pourra au moins permettre de définir des espaces où il serait probable de rencontrer des zones humides.

En outre, connaître l'échelle de la carte pédologique est indispensable pour l'utiliser au mieux et en extraire les informations essentielles.

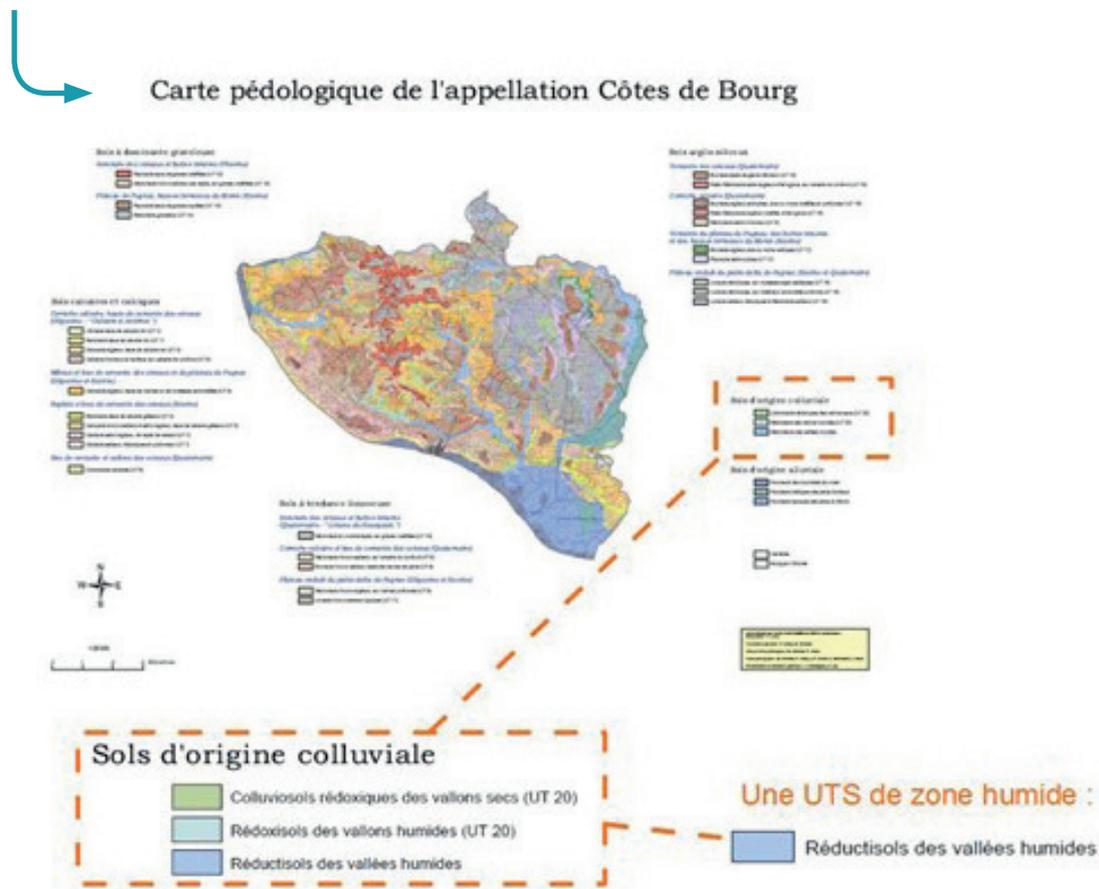
### Cartes spécifiques :

Certaines études fournissent une enveloppe de localisation de zones qui peuvent être humides. Les cartes qui sont issues de ces investigations assurent donc une excellente base de travail pour la délimitation de zones humides sur un territoire donné. Elles offrent une première vision du terrain qui facilitera tout travail de recherche de zones humides.

### DONNÉES DE SONDAGES DÉJÀ EXISTANTES

Des sondages pédologiques ont pu être effectués lors d'études précédentes. Il sera alors judicieux de réutiliser ces informations afin de diminuer l'effort d'échantillonnage sur le terrain.

**CAS 1 :** Les cartes pédologiques à grande échelle ( $\geq 1/25000$ ), représentent des ensembles pédologiques unis, appelés **Unités Typologiques de Sols (UTS)**. Ces UTS correspondent à des **TYPES** de sols.



**ATTENTION :** Il sera quand même nécessaire d'aller sur le terrain pour définir les limites exactes des zones humides; mais aussi pour mettre en évidence les zones humides non-représentées sur la carte car le rapport d'échelle de cet outil est trop petit pour les mettre en évidence.

**EXEMPLE :** une carte pédologique au 1/25000 montrera au minimum des ensembles de 250 hectares.

Figure 11. Carte pédologique de l'appellation Côtes de Bourg montrant les UTS, avec présence d'une UTS constitutive de zone humide.

**CAS 2 :** Les cartes à **petite échelle** représentent en revanche des **ensembles pédologiques constitués de sols ayant une ou plusieurs caractéristiques communes**. Ces caractéristiques peuvent être liées par exemple à la géologie sous-jacente ou à la position des sols dans le paysage. Les ensembles ainsi formés sont appelés **Unités Cartographiques de Sols (UCS)**. Les différents sols d'une même UCS peuvent être suffisamment différents pour que certains soient des sols de zones humides et pas d'autres. Dans le cas d'une carte où seront représentées des UCS et non des UTS, un cartouche en légende fournira la liste des UTS présentes dans chaque UCS représentée sur la carte, ainsi que le pourcentage de chaque UTS et parfois leur mode d'organisation spatiale.

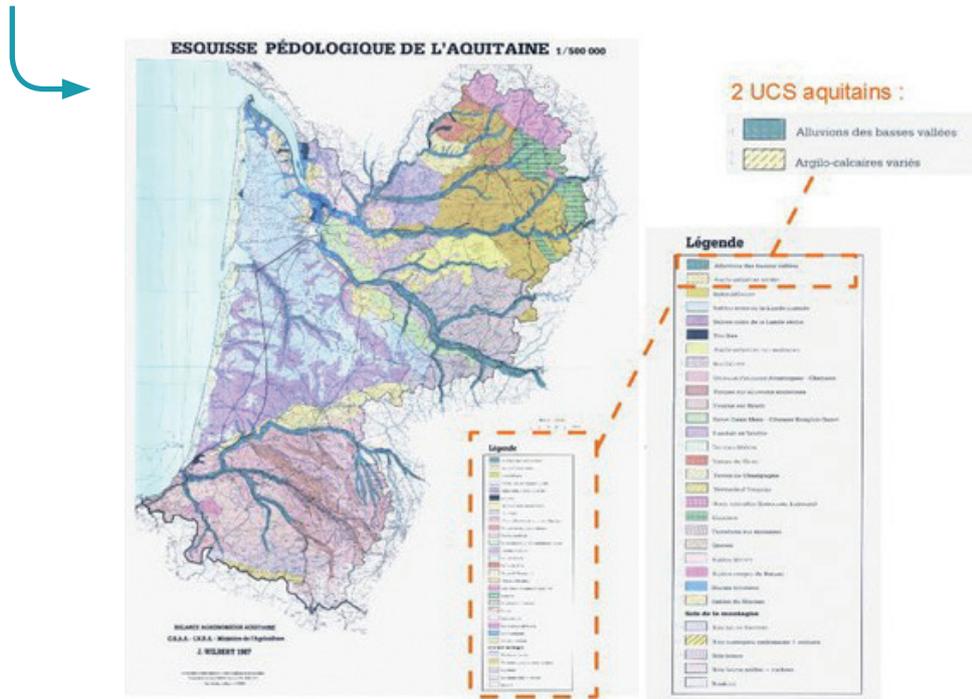
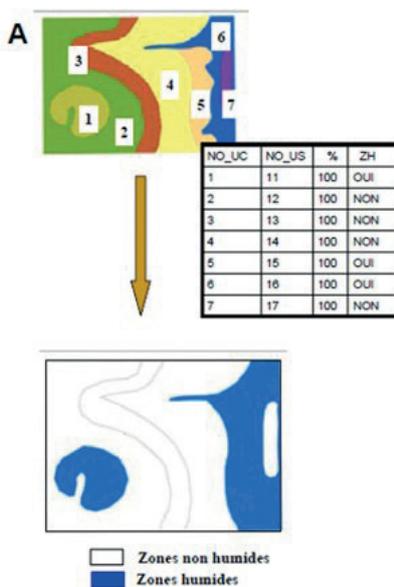


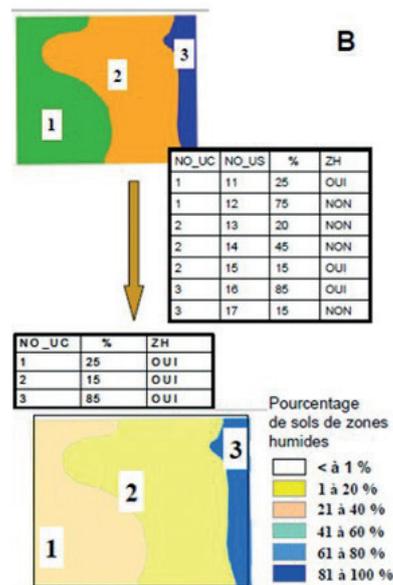
Figure 12. Esquisse pédologique de l'Aquitaine à l'échelle du 1/500 000, montrant des UCS (d'après Wilbert, 1987).

**CAS 1 : La carte représente les UTS**



On peut déterminer directement des zones humides grâce aux sols caractéristiques (Histosols ou Réductisols).

**CAS 2 : La carte représente les UCS**



On peut déterminer un pourcentage de sols en zones humides pour chaque UCS. Cela servira à diriger les recherches et effectuer une validation des résultats obtenus par les sondages.

Figure 13. UCS et UTS, synthèse.

## Exemple d'utilisation de données disponibles : topographie, géologie et photos aériennes

Les pages suivantes illustrent les renseignements qui peuvent être tirés de l'analyse de données disponibles sur Géoportail. Une zone d'étude fictive a été choisie sur le territoire de l'estuaire de la Gironde.

Les données topographiques, géologiques et les photos aériennes de cette zone d'étude sont analysées successivement pour extraire les informations utiles à la détermination des zones humides.

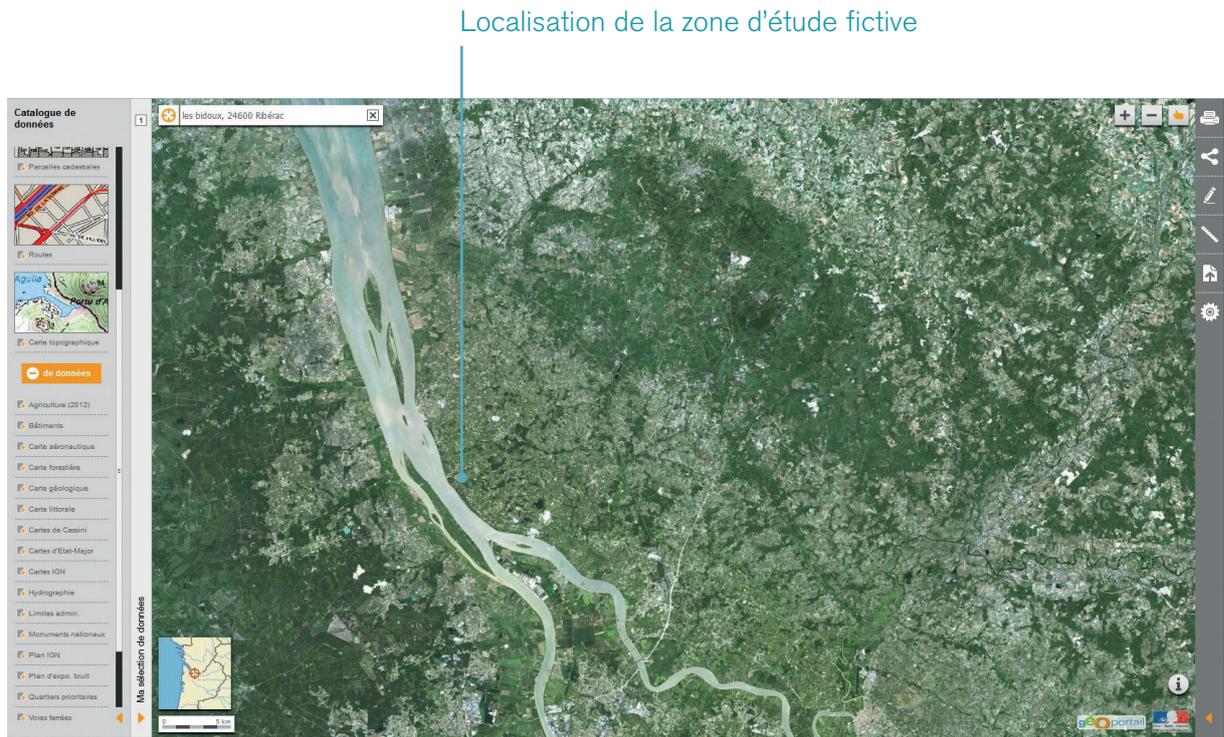


Figure 14. Localisation d'une zone d'étude fictive sur photographie aérienne.

Source : Géoportail

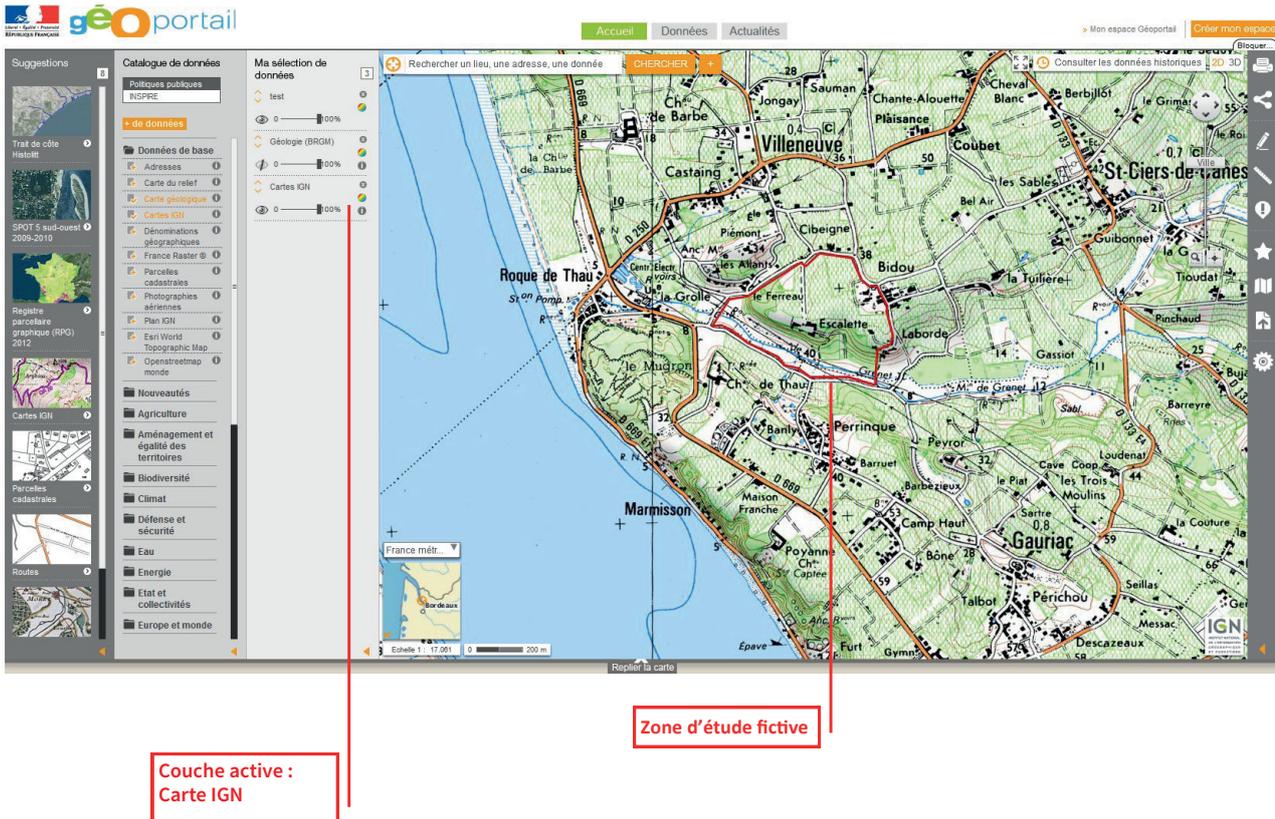


Figure 15. Localisation de la zone d'étude fictive sur une carte IGN.

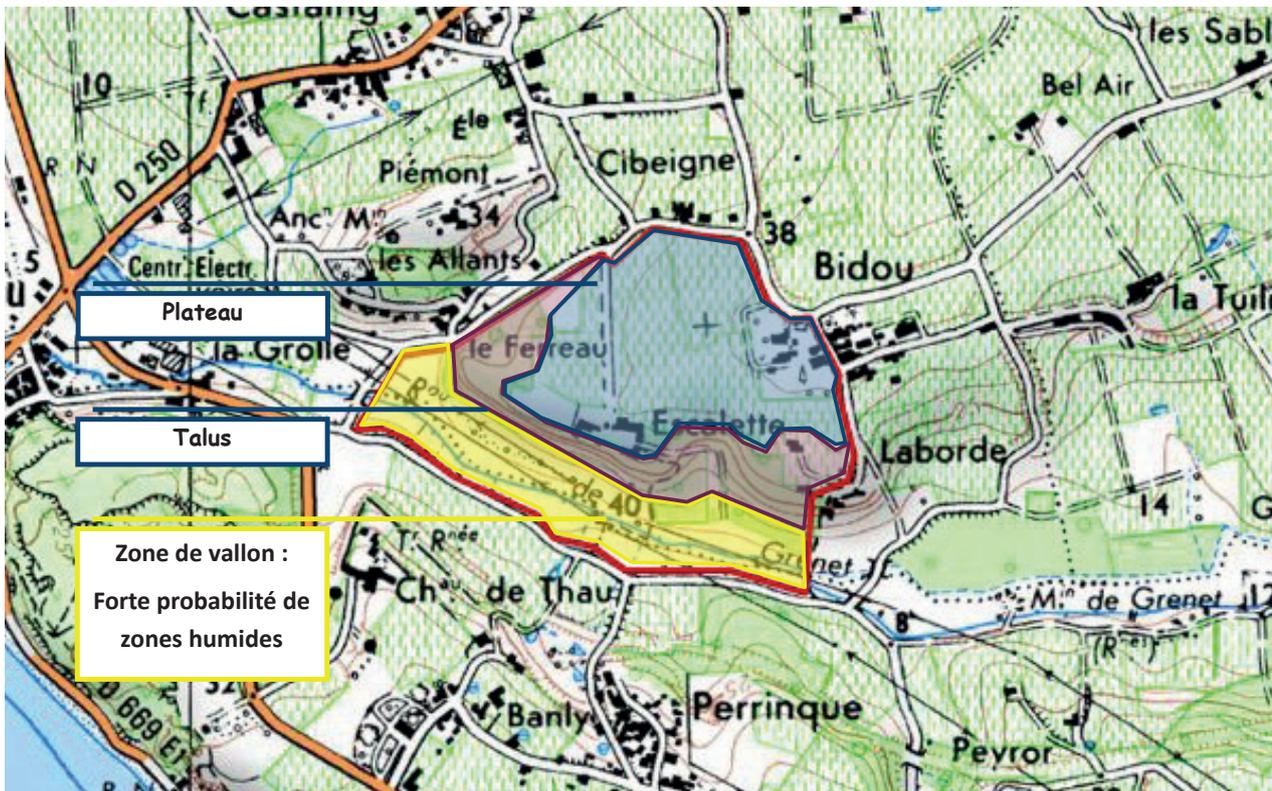


Figure 16. Analyse de la zone d'étude fictive à partir de la carte IGN.

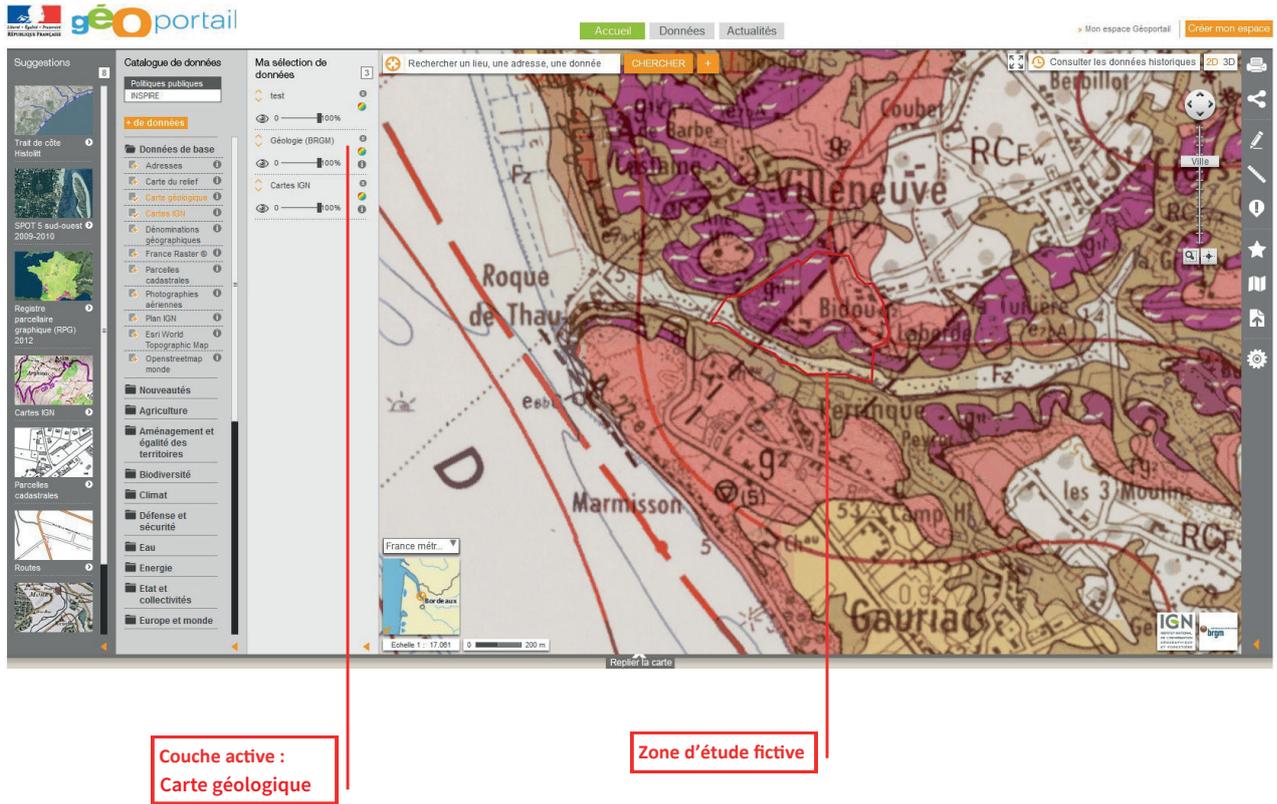


Figure 17. Localisation de la zone d'étude fictive sur une carte géologique.

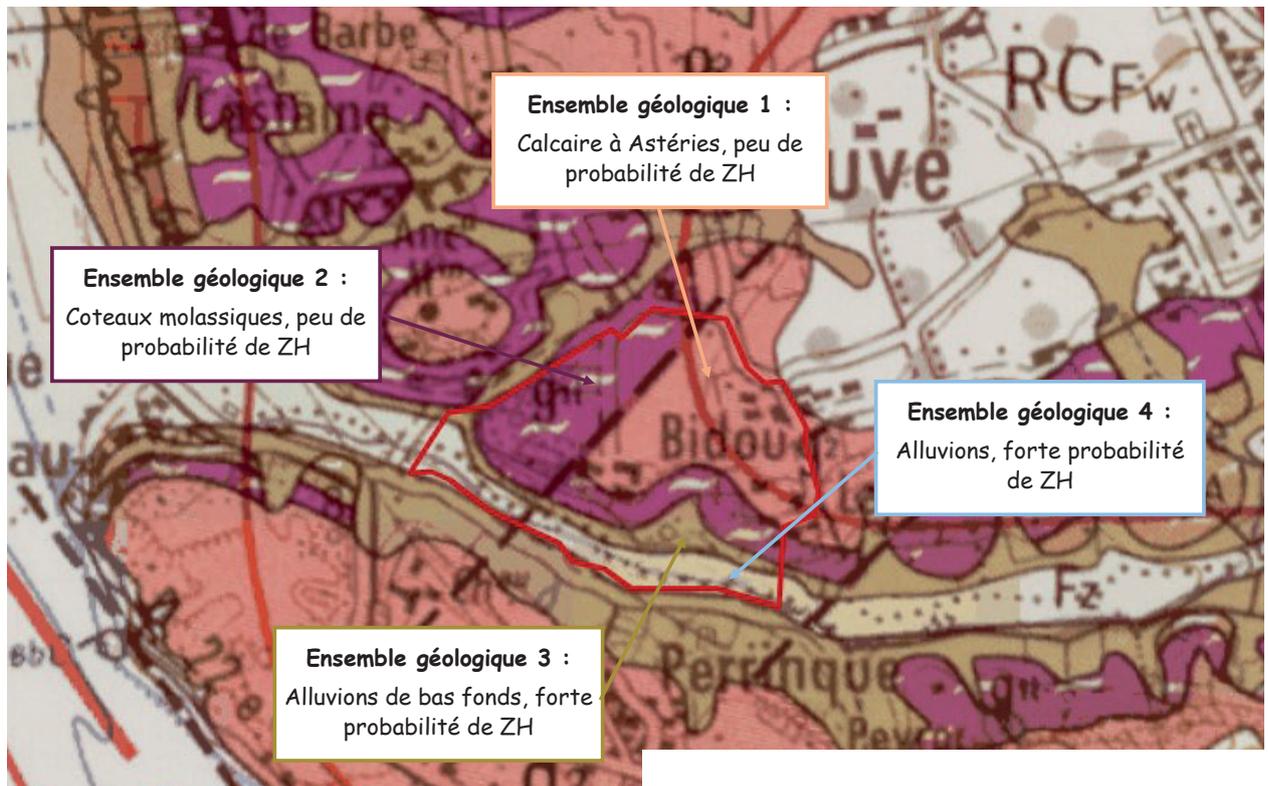


Figure 18. Analyse de la zone d'étude fictive à partir de la carte géologique.

## Utilisation des photos aériennes

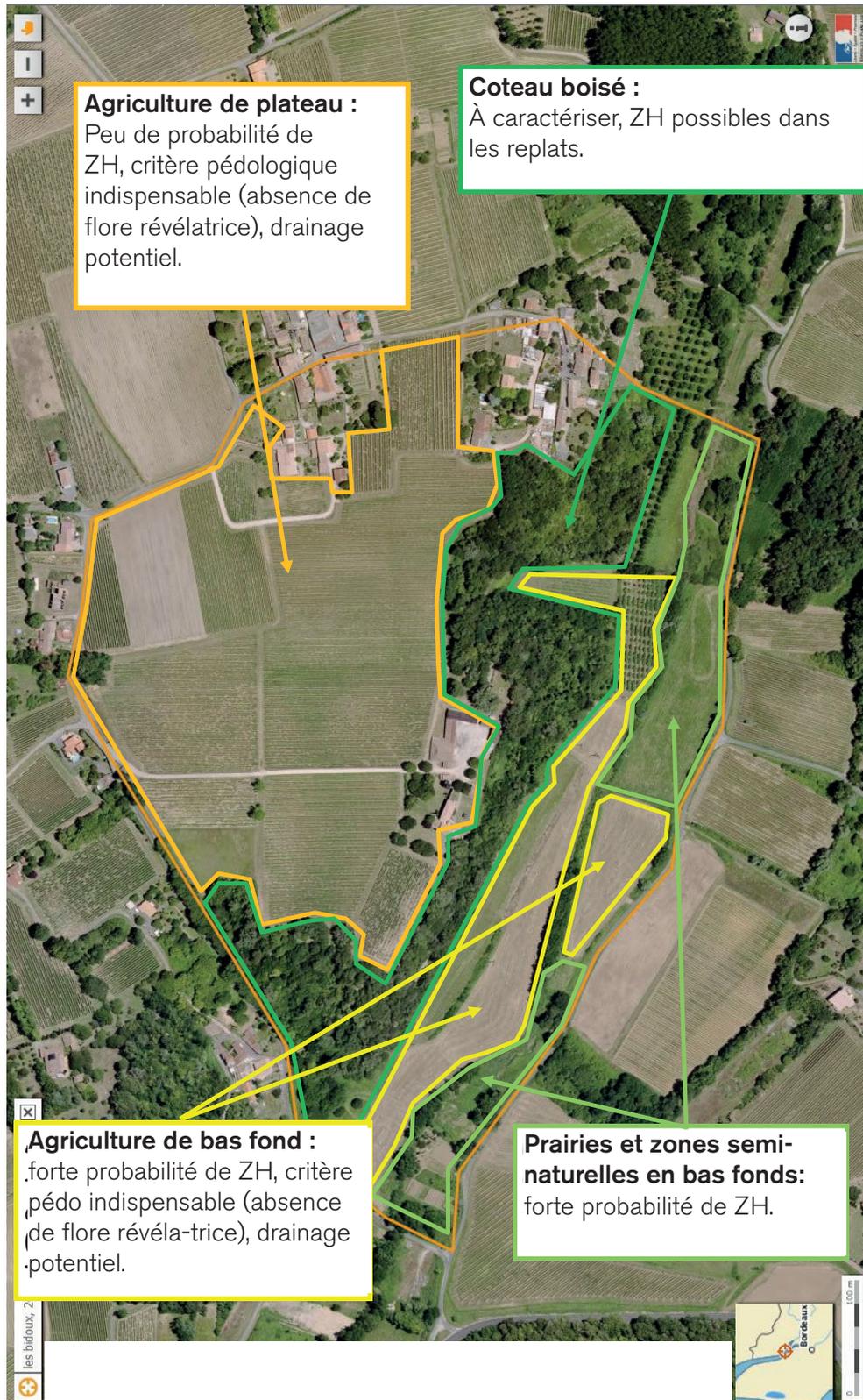


Figure 19. Analyse de la zone d'étude fictive et détermination de l'occupation du sol à partir d'une photo aérienne.

Source : Géoportail

# Zoom sur quelques définitions de cartographie

## L'échelle c'est ...

Le rapport entre la distance mesurée sur la carte et la distance mesurée dans la réalité.

Une carte à grande échelle couvre donc une étendue plus limitée qu'une carte à petite échelle.

Il y a un rapport inverse entre l'échelle et le détail d'une carte ; plus l'échelle est grande, plus la carte est détaillée.

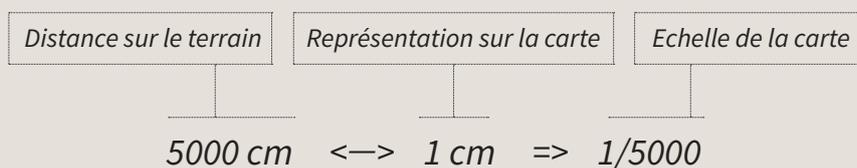
## L'échelle de travail c'est ...

L'échelle à laquelle le travail de terrain a été réalisé.

L'échelle utilisée sur la cartographie n'est pas forcément égale à celle utilisée sur le terrain pour des questions de représentativité et de dimension de la carte.



L'échelle cartographique est forcément supérieure à l'échelle de travail.



« Donc au 1/5 000, 1 cm sur la carte représente 50 m sur le terrain »

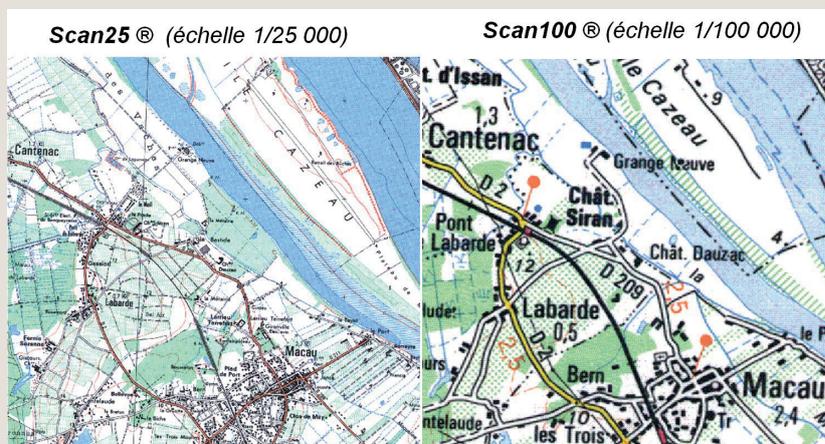


Figure 20. Deux rapports d'échelle sur Scan.

## B.2. Étape 2 : Définition du plan d'échantillonnage

Le positionnement des points de sondages pédologiques à réaliser pour déterminer la présence ou non de zones humides sur une zone de projet dépend du plan d'échantillonnage retenu. Ce dernier peut être adapté à chaque étude et sera décidé **selon la surface du projet**, mais aussi du **niveau d'expertise en pédologie**. Deux types d'échantillonnages sont possibles : l'**échantillonnage systématique** et l'**échantillonnage raisonné**.

### > L'échantillonnage systématique

L'échantillonnage systématique consiste à découper la zone d'étude en un quadrillage régulier, puis à faire un sondage à chaque point d'intersection de ce quadrillage. Cette méthode assure la détection des zones humides d'une taille supérieure ou égale à la surface d'un carré du quadrillage.

Avec :  
 l : largeur  
 L : longueur  
 N : nombre de sondages  
 D : distance entre deux sondages  
 Smin : surface minimale des zones humides à détecter.

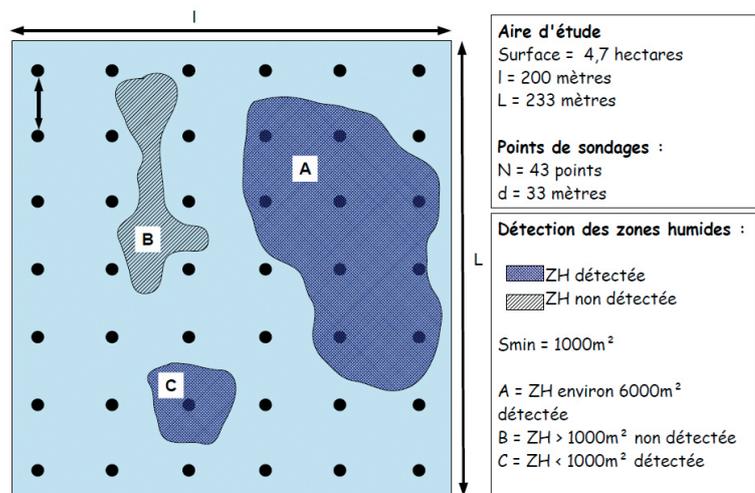


Figure 21. Détermination des zones humides avec la mise en place d'un échantillonnage systématique.

Il faut veiller à ce que le quadrillage de l'échantillonnage soit perpendiculaire à la pente.

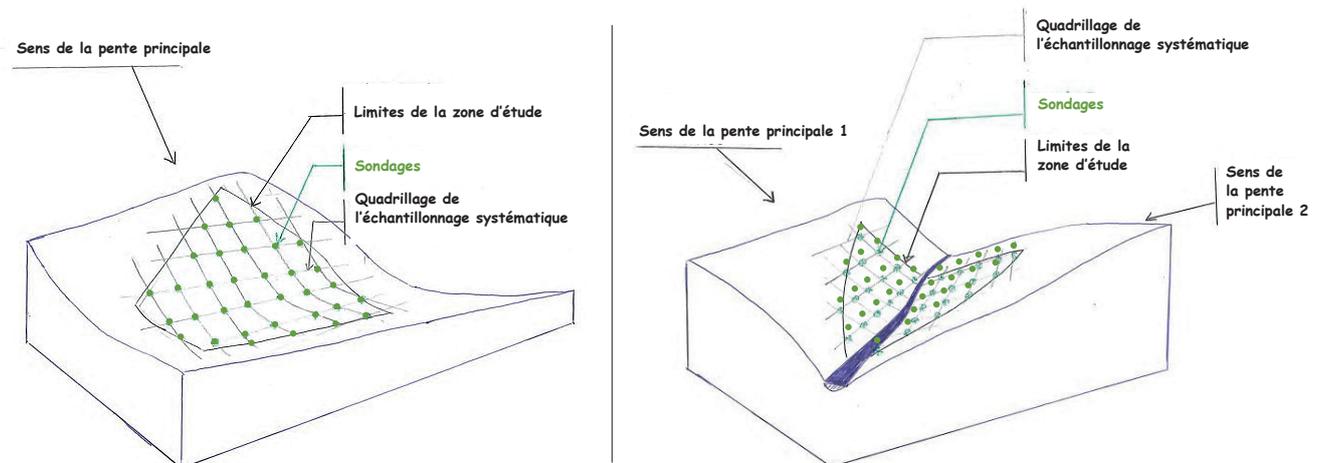


Figure 22. Deux exemples d'orientation du maillage pour un échantillonnage systématique en fonction du relief.

La mise en place d'un échantillonnage systématique nécessite le découpage de la zone d'étude selon un quadrillage. Le tableau ci-dessous présente **une estimation du nombre de sondages** qui seront à réaliser en tenant compte de **la surface à cartographier et de la précision souhaitée** (correspondant à la surface minimale de zones humides à détecter).

Tableau 3. Nombre de sondages théorique à réaliser en fonction de la surface de l'étude et de la surface minimale de zone humide à détecter.

| Nombre de sondages à réaliser                                 |       | Surface de la zone d'étude (hectares) |       |       |        |        |         |
|---|-------|---------------------------------------|-------|-------|--------|--------|---------|
|   |       | 1                                     | 2     | 5     | 10     | 50     | 100     |
| Surface minimum de zones humides à détecter (m <sup>2</sup> ) | 10    | 1 000                                 | 2 000 | 5 000 | 10 000 | 50 000 | 100 000 |
|   | 25    | 400                                   | 800   | 2 000 | 4 000  | 20 000 | 40 000  |
|   | 50    | 200                                   | 400   | 1 000 | 2 000  | 10 000 | 20 000  |
|   | 100   | 100                                   | 200   | 500   | 1 000  | 5 000  | 10 000  |
|   | 500   | 20                                    | 40    | 100   | 200    | 1 000  | 2 000   |
|   | 1000  | 10                                    | 20    | 50    | 100    | 500    | 1 000   |
|   | 5000  | 5                                     | 5     | 10    | 20     | 100    | 200     |
|   | 10000 | 5                                     | 5     | 5     | 10     | 50     | 100     |

En fonction de la précision de détection voulue, l'échantillonnage systématique peut nécessiter la réalisation de nombreux sondages. Nous voyons ainsi que pour de grandes surfaces et de fortes précisions, le nombre de sondages est rédhibitoire. Il est donc important d'ajuster l'échelle de représentation cartographique à l'aire d'étude.



En raison des données issues de la bibliographie et ce, quelle que soit la surface du projet étudiée, **un minimum de 5 sondages est indispensable** (soit 1/2 journée de travail de terrain).

**Un échantillonnage systématique sera donc à réaliser pour une petite surface à cartographier.**

**Pour une grande surface à cartographier**, il est nécessaire de s'aider des informations tirées des différentes cartes, de la topographie (ou toutes autres sources d'informations) pour **sélectionner les zones où la probabilité de trouver une zone humide est forte**. Sur ces zones, on pourra appliquer un échantillonnage systématique.

Le nombre de sondages peut être très élevé pour de petites surfaces de zones humides à détecter ou de grandes surfaces d'études. Le tableau 4, ci-après, présente l'équivalent en jours de travail pour un opérateur effectuant entre 15 et 20 sondages par jour (soit 17 sondages en moyenne, valeur utilisée pour construire le tableau 4).

Tableau 4. Nombre de jours de travail théorique en fonction de la surface de l'étude et de la surface minimale de zone humide à détecter.

| Temps de travail de terrain nécessaire                        |       | Surface de la zone d'étude (hectares) |          |          |         |         |          |
|---|-------|---------------------------------------|----------|----------|---------|---------|----------|
|   |       | 1                                     | 2        | 5        | 10      | 50      | 100      |
| Surface minimum de zones humides à détecter (m <sup>2</sup> ) | 10    | 3 mois                                | 6 mois   | 15 mois  | 2,5 ans | 12 ans  | 24 ans   |
|   | 25    | 1 mois                                | 2 mois   | 6 mois   | 1 an    | 5 ans   | 10 ans   |
|   | 50    | 2,5 sem.                              | 1 mois   | 3 mois   | 6 mois  | 2,5 ans | 5 ans    |
|   | 100   | 6 j                                   | 2,5 sem. | 1,5 mois | 3 mois  | 15 mois | 2,5 ans  |
|   | 500   | 1 j                                   | 3 j      | 6 j      | 3 mois  | 3 mois  | 6 mois   |
|   | 1000  | 1 j                                   | 1 j      | 3 j      | 6 j     | 1 mois  | 2 mois   |
|   | 5000  | 0,5 j                                 | 0,5 j    | 1 j      | 2 j     | 6 j     | 2,5 sem. |
|   | 10000 | 0,5 j                                 | 0,5 j    | 1 j      | 1 j     | 3 j     | 6 j      |

Le tableau 4 rend compte du temps de travail qui sera dévolu à la réalisation des sondages pédologiques sur le terrain d'étude. En parallèle, il est à noter qu'en moyenne un jour sur le terrain équivaut à trois jours d'analyse au bureau (bien que ce temps puisse être écourté grâce aux éléments de résultat précis qui seront renseignés au sein des fiches sondage en pages 44-45 de ce guide).

### Cartographie des zones humides avec un échantillonnage systématique

La réalisation de cette cartographie est simple. Il s'agit simplement de délimiter les grands ensembles qui sont définis par des éléments de résultats pédologiques semblables (symbolisés dans la figure 23 par des étoiles de couleurs différentes).

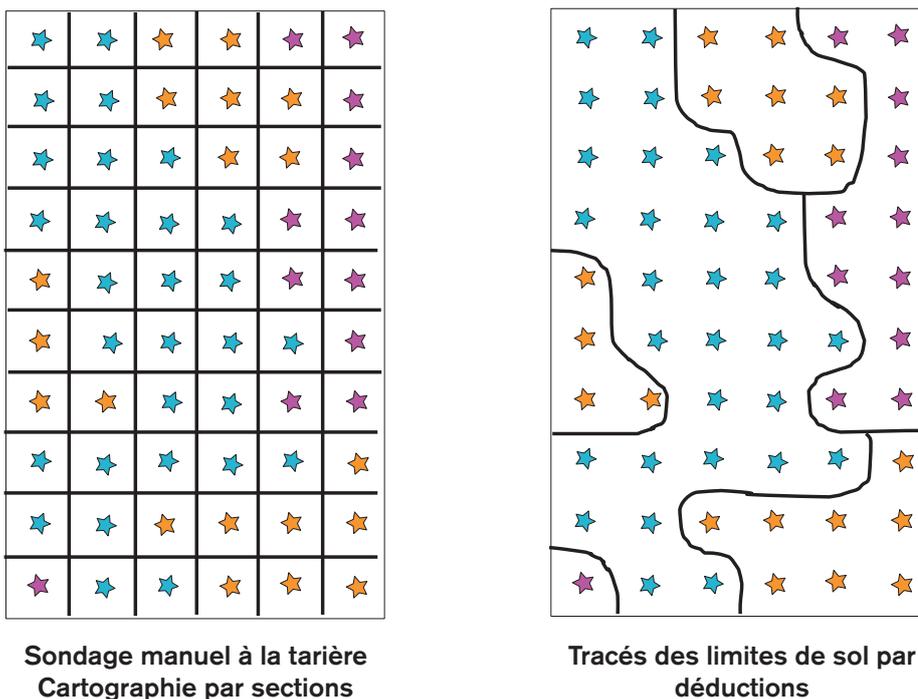


Figure 23. Tracés cartographiques suite à un échantillonnage systématique.

## > L'échantillonnage raisonné

Pour cette stratégie d'échantillonnage, la réalisation d'un travail préliminaire poussé, c'est-à-dire la réalisation d'une étude minutieuse des documents disponibles (cartes, photographies aériennes, études pédologiques anciennes...), sera indispensable. Cela assurera au bureau d'études de mieux connaître la zone de projet et de mieux appréhender la présence ou l'absence de zones humides.

Cependant, il s'agit là d'un travail d'analyse complexe qui nécessite de l'expérience. L'utilisation d'un échantillonnage raisonné est recommandé pour un bureau d'étude ayant une bonne expérience en pédologie et/ou dans la réalisation de ce type de stratégie d'échantillonnage. Sinon, il est préférable de réaliser en premier lieu un échantillonnage systématique, même au maillage lâche.

Une fois que le travail d'étude préliminaire de la zone de projet est réalisé, il est possible de définir les limites fictives d'une zone humide. Le placement des points de sondage pédologique sera une aide pour affiner ces contours (figure 24). La bonne maîtrise de réalisation de cette stratégie d'échantillonnage permettra de diminuer l'effort de terrain, et donc de réduire les coûts, tout en étant très efficace dans la délimitation des potentielles zones humides.

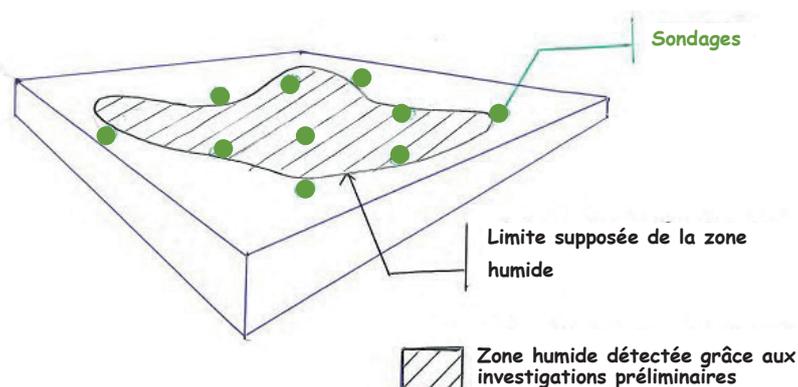


Figure 24. Placement des points de sondage pour la validation des limites d'une zone humide pré-localisée grâce à l'étude préliminaire.



Pour une stratégie d'échantillonnage raisonné, **un minimum de 5 sondages est également indispensable** (soit 1/2 journée de travail de terrain).

## Cartographie des zones humides avec un échantillonnage raisonné

Après avoir repéré les limites fictives de la zone humide sur la zone de projet à partir du travail préliminaire et établi la stratégie d'échantillonnage raisonné, plusieurs étapes sont à suivre pour réaliser au mieux la cartographie de délimitation des zones humides.

**1.** Il s'agira tout d'abord d'essayer d'affiner les contours de la zone humide en plaçant de part et d'autre de ses limites des sondages pédologiques. L'analyse des résultats obtenus permettra de distinguer la présence ou non de sols hydromorphes, caractéristiques des zones humides (figure 25-a).

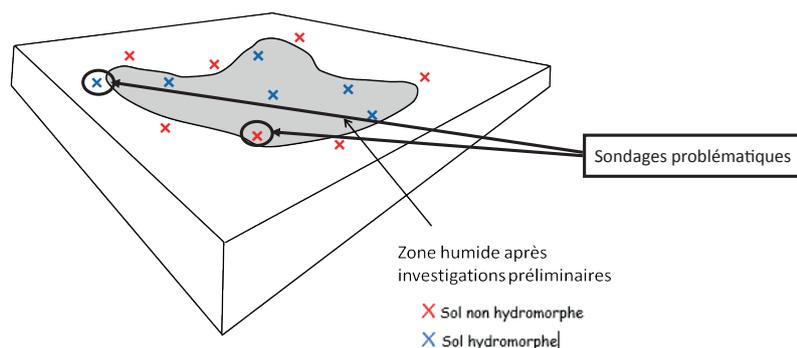


Figure 25-a. Cartographie des zones humides avec un échantillonnage raisonné ; étapes à suivre.

2. Les résultats présentés au sein de cet exemple révèlent que les limites fictives qui ont été prédéfinies ne sont pas optimales. En effet, deux sondages (entourés dans la figure 25-a) ne concordent pas. Il est nécessaire de réitérer les sondages pour continuer à affiner les contours de la zone humide, de les analyser et de définir s'il s'agit de sols hydromorphes ou non (figure 25-b).

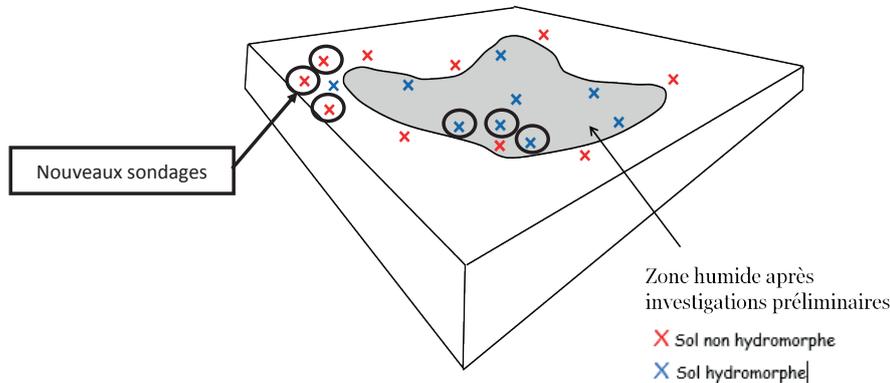


Figure 25-b. Cartographie des zones humides avec un échantillonnage raisonné ; étapes à suivre.

3. L'ensemble des résultats permettront de préciser au mieux les limites de la zone humide. (figure 25-c).

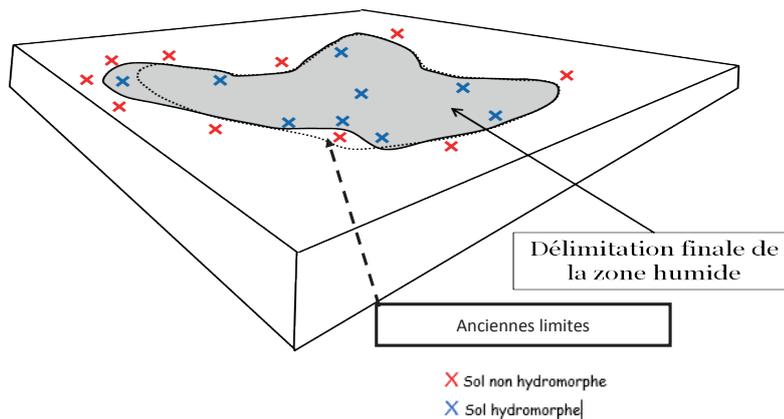


Figure 25-c. Cartographie des zones humides avec un échantillonnage raisonné ; étapes à suivre.

Une fois l'ensemble du travail préliminaire réalisé, que la zone de projet est mieux connue et que la stratégie d'échantillonnage est établie, il est alors temps d'aller sur le terrain pour réaliser les sondages pédologiques.



Cependant, **le travail préliminaire n'est en aucun cas une condition suffisante pour justifier de la présence d'une zone humide** et de ses limites sur la zone d'études. Il doit **obligatoirement être accompagné d'un travail sur le terrain** car seuls les sondages pédologiques pourront témoigner de la présence effective de zones humides et définir précisément leurs limites.

En outre, l'ensemble du travail préliminaire qui aura été réalisé, ainsi que les choix qui auront été fait pour établir la stratégie d'échantillonnage devront être **clairement explicités et justifiés**. C'est l'ensemble de ces éléments de justification qui pourront témoigner de la bonne réalisation du travail d'inventaire des zones humides sur des critères pédologiques.

---

## B.3. Étape 3 : Réalisation de la phase de terrain

Dans le but de préparer et de réaliser au mieux les sondages pédologiques sur le terrain, ce guide présente l'ensemble des éléments nécessaires à la bonne mise en œuvre de cette troisième étape indispensable :

- la présentation du matériel nécessaire,
- la méthode pour réaliser un sondage manuel et renseigner les résultats,
- l'illustration de cette méthode avec les trois grands types de sols qui sont présentés dans l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009,
- l'adaptation du protocole aux différents cas spécifiques du territoire du SAGE.

### > Un cadre à respecter [9-10]

---

#### CADRE GÉNÉRAL

Après le travail préalable permettant de déterminer des zones humides potentielles, le **travail de terrain** vise l'**identification** et la **caractérisation** des zones humides et de leur contour.

---

#### CADRE TECHNIQUE

La méthodologie de terrain à adopter est précisée par l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009 et la circulaire qui lui est relative.

Le présent document fournit un protocole de terrain pour la réalisation de **sondages à la tarière pédologique**. Il est à noter que la réalisation de fosses pédologiques peuvent compléter ces sondages. Elles permettent en effet d'observer plus aisément le sol et les divers marqueurs caractéristiques des zones humides qui peuvent y être associés. Elles restent cependant coûteuses en temps ainsi qu'en financement [7].

#### PÉRIODE DE TERRAIN

Afin d'acquérir des données pertinentes et fiables, les investigations de terrain doivent être réalisées à des périodes de l'année favorables à l'observation des traits d'hydromorphie. D'après l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009, la période comprise entre la **fin de l'hiver et le début du printemps** est la plus propice [7]. Ces périodes sont idéales car l'engorgement récent des sols dû aux précipitations des saisons automnale et hivernale assure la présence de marqueurs visibles caractéristiques de zones humides. Par opposition, les sondages réalisés en périodes sèches (entre la fin du printemps et le début de l'automne) ne permettent pas une observation optimale de ces marqueurs [7], et notamment des critères hydrogéomorphologiques.

## > Le matériel nécessaire [7-10-11]

### LISTE DU MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 tarière manuelle précisément graduée tous les 20 cm au minimum,
- 1 gouttière en plastique précisément graduée,
- 1 mètre,
- 1 couteau,
- des fiches de synthèse des observations (pages 44-45),
- 1 charte des couleurs des sols (charte Munsell),
- des cartes de la zone à analyser (avec les points de sondages renseignés),
- 1 GPS (facultatif),
- des marqueurs colorés (bâtonnets par exemple) (facultatif).



*Tarière manuelle*



*Gouttière, tarière pédologique  
et marqueurs*



*Charte Munsell*

Le modèle de tarière pédologique utilisé dans le cadre de la présentation du protocole est de type Helix, gradué à 20 cm (5 cm de vrilte + 20 cm de loge + 1 cm de soudure avec le manche), puis de 10 cm en 10 cm jusqu'au manche.

## > La méthode générale

### SUR LA ZONE D'ÉTUDE

Bien se repérer à l'aide de cartes de la zone et/ou avec un GPS (facultatif).

### PROFONDEUR MINIMALE D'UN SONDAGE

L'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009 fixe la profondeur de sondage à atteindre à 80 cm. Elle doit préférentiellement atteindre 120 cm [7].

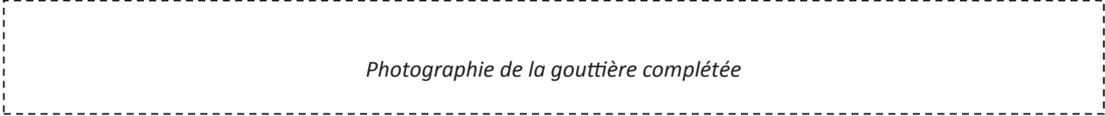
---

## ÉTAPES DE RÉALISATION D'UN SONDAGE À LA TARIÈRE

- 1.** Choisir un emplacement optimal, non anthropisé, en tenant compte des informations délivrées par la carte géologique, la topographie, la flore du sol, et prendre en compte les pratiques à éviter.
- 2.** Nettoyer la surface du sol en veillant plus particulièrement à écarter les matériaux fins risquant de tomber dans le sondage, les litières et les matières organiques fines.
- 3.** Enfoncer la tarière pédologique verticalement au niveau du point de sondage, et tourner l'outil dans le sens horaire (vers la droite), jusqu'à disparition de la loge.  
**Ne pas remplir la tarière à l'excès car risque de blocage.**
- 4.** Extraire l'outil verticalement tout en tournant légèrement vers la droite.  
**Quelques difficultés d'extraction plus ou moins importantes peuvent se produire (notamment sur sol sec).**
- 5.** Éliminer les parties latérales de la carotte située dans la loge afin de faciliter sa lecture, à l'aide d'un couteau à lame large et peu pointue.
- 6.** Extraire la partie centrale de la carotte avec le couteau et la disposer dans la gouttière, en veillant à bien positionner la partie la plus haute de celle-ci sur le point 0 de la gouttière.
- 7.** À l'aide d'un mètre, vérifier la profondeur exacte du trou réalisé et placer l'échantillon en conséquence dans la gouttière.
- 8.** Renouveler les étapes 2 à 7 jusqu'à atteindre préférentiellement 1,20 m de profondeur.  
**Avant de déposer les nouvelles carottes dans la gouttière, toujours supprimer les parties latérales de l'échantillon prélevé, enlever les cinq premiers centimètres qui correspondent au prélèvement précédent et à la manipulation de la tarière puis dégager la vrille de la terre adhérant à sa paroi.**
- 9.** À la fin de l'échantillonnage, expliciter les causes d'arrêt du sondage à la tarière.
- 10.** Délimiter les horizons identifiés, à l'aide de marqueurs visibles.
- 11.** Prendre une photo de l'échantillon le plus rapidement possible, avec un éclairage homogène et de qualité afin de se rapprocher au plus près de la réalité des couleurs. La photo pourra servir d'illustration pour le rapport d'étude.
- 12.** Renseigner précisément une fiche de rendu des résultats associée à l'échantillon (pages 44-45) à l'aide de la charte Munsell ainsi que du présent guide. Pour bien la renseigner, ne pas hésiter à manipuler les horizons identifiés pour voir ce qu'ils contiennent. L'essentiel des informations passe par la vue et le toucher.

« Il ne faut pas raisonner directement sur les noms des sols de la liste, mais repérer les traits d'hydromorphie, leur profondeur d'apparition ou de disparition et leur intensification en profondeur ou non. » [11].

> Exemple de fiche de synthèse des observations

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <b>N° Sondage :</b>   |  | <b><u>Fiche de résultat de sondage à la tarière pédologique</u></b>   |  |
| <u>Date</u> : jj / mm / aaaa  |  | <u>Coordonnées géographiques</u> :  |  |
| <u>Nom de l'observateur</u> :   |  | <b>X :</b>  |  |
| <u>Commune</u> :  |  | <b>Y :</b>  |  |
| <u>Lieu-dit</u> :   |  | <b>Altitude :</b>   |  |
|   |  | <u>Système de coordonnées</u> :   |  |
| <b><u>Description du milieu</u></b>   |  |   |  |
| <u>Conditions météorologiques notables</u> :  |  |   |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>actuelles</b> :</li><li>• <b>passées</b> :</li></ul>   |  |   |  |
| <u>Géologie</u> :   |  |  <p>Photographie de la localisation du sondage</p> |  |
| <u>Couverture / végétation</u> :  |  |   |  |
| <u>Aspect surface</u> :   |  |   |  |
| <u>Drainage / irrigation</u> :  |  |   |  |
| <b><u>Caractérisation du sol</u></b>  |  |   |  |
| <i>À compléter après avoir réalisé le sondage à la tarière manuelle et après avoir complété la dernière page de ce document (correspondant au dernier horizon identifié).</i> |  |   |  |
| <u>Profondeur arrêt tarière</u> :   |  |   |  |
| <u>Cause arrêt tarière</u> :  |  |   |  |
| <u>Type de sol</u> :  |  | <u>Classe GÉPPA (selon arrêté du 01/10/2009)</u> :  |  |
| <u>Présence / absence de zone humide</u> : Oui / Non  |  |   |  |
| <i>Remarques complémentaires:</i>   |  |   |  |
|  <p>Photographie de la gouttière complétée</p>  |  |   |  |

N° Sondage :

**Description de la carotte de sol et de chaque horizon**

**Horizon n° : ... cm - ... cm :**

*Texture :*

*Couleur de la matrice :*

*Présence / absence d'éléments grossiers : Oui / Non*

*Nature de ces éléments grossiers :*

*État d'humidité : sec / frais / humide / engorgé*

*Présence / absence de traits d'hydromorphie :*

*Couleur et nature de ces traits :*

*Netteté de ces traits :*

*Présence / absence de concrétion Fe-Mn : Oui / Non*

---

**Horizon n° : ... cm - ... cm**

*Texture :*

*Couleur de la matrice :*

*Présence / absence d'éléments grossiers : Oui / Non*

*Nature de ces éléments grossiers :*

*État d'humidité : sec / frais / humide / engorgé*

*Présence / absence de traits d'hydromorphie :*

*Couleur et nature de ces traits :*

*Netteté de ces traits :*

*Présence / absence de concrétion Fe-Mn : Oui / Non*

## > Un protocole appliqué aux sols de zones humides

L'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009 présente clairement les sols indicateurs de zones humides : les Histosols, le Réductisols et les sols à caractère rédoxique. Ces derniers sont présentés au sein des fiches de description en pages 12 à 17.

Les pages 47 à 49 présentent les caractéristiques principales et les items de reconnaissance sur le terrain des Histosols, Réductisols et sols à caractère rédoxique.

## > Un protocole appliqué aux cas spécifiques du territoire du SAGE

La partie A présente trois éléments pédologiques spécifiques présents sur le territoire du SAGE : les sols drainés, les sols calcaires et les sols salés. Les fiches des pages 20 à 25 présentent ces trois cas notables.

Ces spécificités ne sont pas sans conséquences quant à la bonne mise en œuvre du protocole de réalisation d'un sondage pédologique à la tarière manuelle et à la détermination de la présence ou non d'une zone humide.

En effet, il est indispensable de vérifier que le point de sondage ne se situe pas au niveau d'un des trois cas spécifiques cités. **Le protocole présenté sera donc à adapter.** De nouvelles étapes devront être réalisées. Elles sont présentées dans les fiches de reconnaissance pages 50 à 52.



*Zone humide, La Lustre*

## LES HISTOSOLS SUR LE TERRAIN



*Histosol fibrique,  
photo réalisée à Rigaud, Ludon-Médoc,  
le 02/02/2010*

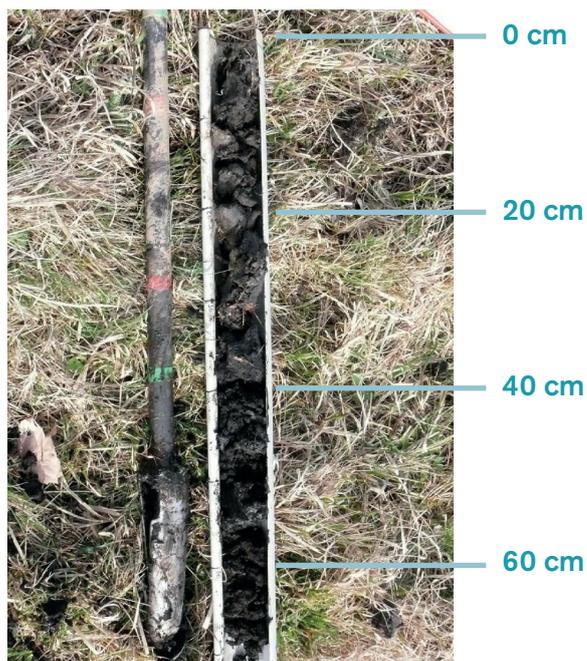
### Caractéristiques principales du sol [5-7] :

- 88 à 97 % d'eau : grande capacité de stockage en eau,
- Au moins 30 % de matière organique (MO),
- 2 à 10 % de matière sèche,
- 1 à 7 % de gaz.

**Un Histosol se caractérise par des horizons histiques, qui sont à 100% constitués de matière organique et formés en milieu saturé par l'eau [12].**

### Reconnaissance terrain de l'horizon H

- Présence de fibres végétales plus ou moins identifiables,
- Matériel noir, gras, tachant les doigts,
- Odeur de soufre assez marquée (odeur caractéristique des œufs putréfiés) [13].



*Histosol fibrique,  
photo réalisée à Rigaud, Ludon-Médoc,  
le 02/02/2010*

## LES RÉDUCTISOLS SUR LE TERRAIN



*Réductisol typique d'origine fluviale,  
photo réalisée au Camus,  
Saint-Louis-de-Monferrans,  
le 26/02/2010*

### Caractéristiques principales du sol [5-7] :

#### **SAISON HUMIDE :**

- Engorgement complet du profil : saturation en eau et conditions anaérobies,
- Réduction du fer ferrique  $Fe^{3+}$  peu soluble, en fer ferreux  $Fe^{2+}$  soluble.

#### **SAISON SÈCHE :**

- Abaissement de la nappe d'eau : conditions aérobies partielles,
- Oxydation du  $Fe^{2+}$  en  $Fe^{3+}$ ,
- Migration en profondeur des cations solubles ( $Fe^{2+}$  et  $Ca^{2+}$ ).



*Réductisol typique d'origine fluviale,  
photo réalisée au Camus,  
Saint-Louis-de-Monferrans,  
le 26/02/2010*

### Reconnaissance terrain de l'horizon G

- Déferrification et décoloration de l'horizon réductique : couleur gris-bleuâtre / verdâtre (ATTENTION : disparaît à l'air libre par réoxydation en quelques heures sur un échantillon prélevé),
- Réoxydation partielle possible de  $Fe^{2+}$  en  $Fe^{3+}$ : taches rouille au niveau des vides, des racines,... si conditions aérobies,
- Odeur de soufre assez marquée (odeur caractéristique des œufs putréfiés) [13].

## LES SOLS À CARACTÈRE RÉDOXIQUE SUR LE TERRAIN



*Fluvisol calcaire rédoxique réductique en profondeur, photo réalisée à Belle Rive/Lamade, Saint-Louis-de-Monferrans, le 26/02/2010*



*Rédoxisol réductique en profondeur, photo réalisée à La Petite Malésine, Anglade, le 12/02/2010*

### Caractéristiques principales du sol [5-7] :

- Redistribution du Fer dans les différents horizons (distribution liée à l'engorgement),
- Sols plutôt acides et quelques fois très acides,
- Très pauvre en MO,
- Caractérisé par des tâches.

### **SAISON HUMIDE :**

- Engorgement et stagnation de l'eau en conditions anaérobies,
- Réduction du fer ferrique  $Fe^{3+}$  peu soluble, en fer ferreux  $Fe^{2+}$  soluble,
- Réduction de  $Mn^{4+}$  de couleur noire en  $Mn^{2+}$  incolore.

### **SAISON SÈCHE :**

- Disparition de l'eau libre en conditions aérobie,
- Oxydation du  $Fe^{2+}$  en  $Fe^{3+}$  et du  $Mn^{2+}$  en  $Mn^{4+}$ ,
- Lixiviation des cations solubles ( $Ca^{2+}$ ),
- Migration en profondeur des cations solubles ( $Fe^{2+}$  et  $Ca^{2+}$ ).

### Reconnaissance terrain de l'horizon

- Formation de multiples taches de couleur rouille (Oxydation de  $Fe^{2+}$  en  $Fe^{3+}$ ) et d'autres plus claires, en raison d'une migration hétérogène du fer
- Présence potentielle de taches noires : manganèse  $Mn^{4+}$
- Possibilités de formation de concrétion Fe-Mn sous forme de nodules noirs durs [5]

## LES SOLS DRAINÉS SUR LE TERRAIN



*Buse de drainage, Marais de Blaye  
Source : Amandine ALLAIN*

### Caractéristiques principales du sol :

Les sols drainés sont des sols dans lesquels l'excès d'eau a été évacué par différentes techniques pour permettre notamment leur mise en culture. Originellement, ces sols ont donc été humides au sens de l'arrêté d'octobre 2009, mais le drainage a "gommé" ce caractère et plus particulièrement dans ses premiers cinquante centimètres. Dans ce contexte, la caractérisation de sols de zones humides devient délicate et seule une observation des critères hydrogéomorphologiques permettra un diagnostic pertinent.

### Reconnaissance terrain de l'horizon

- Analyser le contexte géographique de la parcelle : zone où l'utilité d'un drainage existe ?
- Observer s'il y a présence de fossés d'évacuation ou de buses d'évacuation dans les fossés.
- Nous pouvons supposer que la parcelle est potentiellement en zone humide si les parcelles alentours sont repérées comme telles.
- Regarder si présence d'eau libre.
- Si végétation hygrophile, apparition des taches (puis intensification en profondeur) ou présence d'eau à moins de 50 cm de profondeur = ZONE HUMIDE.
- Formation de nodules noirs durs [5].

## LES SOLS CALCAIRES SUR LE TERRAIN



*Sols Calcaires : à gauche Rendosol sur calcaire altéré ; à droite Calcisol épais sur calcaire à astéries*  
(© P. Chéry Bordeaux Sciences Agro)

### Caractéristiques principales du sol :

La présence de calcaire dans les sols favorise la fixation du fer et empêche sa mobilité dans le sol et son oxydo-réduction. Cela entraîne alors l'absence ou tout au moins une très faible présence des taches d'oxydo-réduction visibles et nécessaires au diagnostic des sols caractéristiques de zones humides. Dans ce contexte, il est nécessaire de regarder d'autres critères pour déterminer le degré d'humidité du sol et plus particulièrement la profondeur d'apparition de l'eau libre dans le trou de tarière (critères hydrogéomorphologiques). L'observation doit alors être réalisée durant la période hivernale.

### Reconnaissance terrain de l'horizon

- Faire un test à l'acide chlorhydrique (HCl) dilué sur la terre fine.
- Si pas d'effervescence > protocole normal de reconnaissance.
- Si effervescence, même minimale :
  - regarder très attentivement si taches de faible taille
  - regarder la profondeur de l'eau libre
  - regarder la végétation caractéristique des zones humides, si possible.
- Si végétation hygrophile, apparition des taches (puis intensification en profondeur) ou présence d'eau à moins de 50 cm de profondeur = ZONE HUMIDE
- Si un doute persiste, contacter un expert en pédologie.

## LES SOLS SALÉS SUR LE TERRAIN



Sol salé : *Thalassosol* sur alluvions marines  
(C. Walter, Agro Campus Ouest)

### Caractéristiques principales du sol :

Les sols salés ont des comportements physico-chimiques particuliers et pour les mettre en culture, il est nécessaire de les drainer et de les irriguer pour évacuer les excès de sel et d'épandre du gypse ( $\text{CaSO}_4, \text{H}_2\text{O}$ ) pour resaturer leur CEC par du calcium tout en faisant diminuer leur pH alcalin.

Dans ces conditions, le repérage des taches caractéristiques de l'hydromorphie des sols devient délicate. En effet, très souvent, l'intervention humaine décrite précédemment modifie la morphologie et le fonctionnement de ces sols.

Il convient alors de pratiquer un sondage à la tarière durant la période hivernale et de regarder le niveau de l'eau libre dans le trou réalisé pour juger du degré d'hydromorphie de ces sols.

### Reconnaissance terrain de l'horizon

- Se renseigner sur l'historique du sol analysé (un chaulage a pu être pratiqué par exemple, ce qui inhibe l'apparition de taches d'oxydo-réduction en accord avec la description des sols calcaires).
- Réaliser un test à la tarière durant la période hivernale (en accord avec l'arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009).
- Regarder le niveau de l'eau libre dans le trou ainsi réalisé pour juger du degré d'hydromorphie de ces sols.
- Si un doute persiste, contacter un expert en pédologie.

## > Précautions particulières et pratiques à éviter

Tous les sondages à la tarière pédologique doivent suivre le protocole précédent. Cependant, les points de sondage pourront parfois se situer dans des zones où certains paramètres sont à prendre en compte dans la réalisation des carottes du sol. Des étapes supplémentaires seront donc à rajouter dans la mise en œuvre du protocole. La liste présentée ci-dessous n'est pas exhaustive. Seul l'observateur peut juger de la qualité du point de sondage qu'il réalise selon le milieu dans lequel il se trouve. **La prise en compte du paysage, de la topographie et de la géologie reste indispensable.**



*Couvert forestier*



*Souille de sanglier*

- Lorsque le point de sondage se situe sous **couvert forestier**, il est préférable de nettoyer la surface du sol dans un rayon de 30 cm autour du point de sondage. En effet, les résidus végétaux risqueraient de « salir » la carotte et de limiter par la suite l'analyse visuelle de l'échantillon.
- Lorsque le point de sondage se situe en **zone cultivée**, par exemple dans un labour récent, il est possible de délayer la partie labourée ou travaillée, et commencer le sondage au fond de la « raie », en faisant attention d'en tenir compte pour décompter les profondeurs.
- Lorsque le point de sondage se situe à proximité d'une **souille** (flaque boueuse naturelle ou parfois creusée par le sanglier, où l'animal se vautre), il est préférable de modifier l'emplacement du sondage.

D'autres situations sont à proscrire pour les points de sondage, qui devront être repositionnés dans le cas où ces situations étaient rencontrées. En effet, les sols pourront être ponctuellement remaniés, tassés ou gorgés d'eau en raison de la proximité directe d'une rivière ou d'un étang. Les résultats ne sont donc pas généralisables et il est impossible de conclure quant à la présence d'une zone humide ni même de sa délimitation. Les photos suivantes illustrent des situations à éviter.



*Bordures de parcelles agricoles*



*Petites dépressions remplies d'eau*



*Zones modifiées / créées par l'Homme*



*Proximité immédiate d'un habitat humain (en place / en ruine)*



*Tournières issues du passage des machines agricoles*



*Chemins (remaniés ou non)*



# Conclusion

Ce guide méthodologique a pour objectif **d'accompagner au mieux les bureaux d'études** dans le cadre de la **réalisation d'inventaires de zones humides à partir de critères pédologiques**, sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".

Ce guide s'attache à présenter la démarche méthodologique pas à pas et met l'accent sur les points suivants :

- rappel du cadre juridique,
- présentation des sols hydromorphes caractéristiques des zones humides,
- présentation des spécificités du territoire du SAGE,
- aide à la réalisation du travail d'étude et d'analyse préliminaire de la zone de projet,
- aide à la mise en place d'une stratégie d'échantillonnage et réalisation de la cartographie de délimitation des zones humides,
- aide dans la réalisation du travail de terrain.

Néanmoins, le choix du bureau d'études qui réalise le travail d'inventaire des zones humides à partir de critères pédologiques est primordial. Cela assure à la fois la réalisation d'un travail pertinent et permet de réduire les coûts des études. Il faut ainsi prendre en compte notamment :

- **la composition de l'équipe de travail**

—> la présence d'un pédologue confirmé permettra d'optimiser le temps de travail en valorisant les études préliminaires et en diminuant le nombre de sondages manuels à réaliser,

- **le coût du bureau d'études**

—> un bureau d'études plus compétent pourra réduire son temps d'investigation sur le terrain réduisant ainsi ses coûts lors de sa réponse à l'appel d'offre.

# Bibliographie

- [1] Eau France, 2015. Les zones humides : Intérêts [en ligne].  
Disponible sur : [http:// www.zones-humides.eaufrance.fr](http://www.zones-humides.eaufrance.fr) (consulté le 16 novembre 2015).
- [2] Eau France. Les zones humides : Menaces [en ligne].  
Disponible sur : <http://www.zones-humides.eaufrance.fr> (consulté le 16 novembre 2015).
- [3] SMIDDEST, 2015. Guide méthodologique pour la prise en compte des milieux humides dans les projets de territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés". , 64 p.
- [4] Arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2009 modifiant l'arrêté du 24 juin 2008 [en ligne].  
Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr> (consulté le 16 novembre 2015).
- [5] Baize Denis, Girard Michel-Claude, coordinateurs, Association française pour l'étude du sol (Afes), Editions Quae, Collection Savoir-faire, Référentiel pédologique, 2008, 405p.
- [6] Barnaud G., Fustec E.. Conserver les milieux humides : pourquoi ? comment ?.  
Edition educagri, BP 87999-21079 Dijon cedex. 2007. 295p.
- [7] 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.
- [8] LARRAT, V., CHERY, P. 2010. Enveloppe territoriale des principales zones humides du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés". – Etude pédologique - Compléments : Observations de terrain. Ecole Nationale d'Ingénieurs des Travaux Agricoles de Bordeaux.
- [9] Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), 2016, Classification des sols [en ligne].  
Disponible sur : <http://www.fao.org>
- [10] Baize D., Jabiol B., 1995. Guide pour la description des sols. Inra éditions, 375p.
- [11] Baize D., Ducommun Ch., Reconnaître les sols de zones humides, difficultés d'application des textes réglementaires, 2014. Étude et gestion des sols, volume 21, pages 85 à 101.
- [12] Beauchamp J., Université de Picardie Jules Verne, Les principaux Types de Sols, 2006 [en ligne].  
Disponible sur : <https://www.u-picardie.fr> (consulté le 16 novembre 2015).
- [13] Duhaut CB, Atelier Identification des Zones Humides sur critères pédologiques, 2012.
- [14] Dictionnaire Larousse [en ligne].  
Disponible sur : <https://www.larousse.fr> (consulté le 1<sup>er</sup> décembre 2015).
- [15] Université Virtuelle Environnement et Développement durable, 2013, Glossaire des SIG, Définition Échelle [en ligne].  
Disponible sur : <http://www.emse.fr>

# Illustrations

## LISTE DES FIGURES

- Figure 1. Les sols indicateurs des zones humides.
- Figure 2. Histosols potentiels sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".
- Figure 3. Réductisols potentiels sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".
- Figure 4. Sols potentiellement à caractère rédoxique sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".
- Figure 5. Croquis d'un réseau de drainage souterrain.
- Figure 6. Sols potentiellement drainés sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".
- Figure 7. Sols potentiellement calcaires sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".
- Figure 8. Probabilité de rencontrer un sol calcaire sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".
- Figure 9. Sols potentiellement salés sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".
- Figure 10. Probabilité de rencontrer un sol salé sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".
- Figure 11. Carte pédologique de l'appellation Côtes de Bourg montrant les UTS, avec présence d'une UTS constitutive de zone humide.
- Figure 12. Esquisse pédologique de l'Aquitaine à l'échelle du 1/500 000, montrant des UCS (d'après Wilbert, 1987).
- Figure 13. UCS et UTS, synthèse.
- Figure 14. Localisation d'une zone d'étude fictive sur photographie aérienne.
- Figure 15. Localisation de la zone d'étude fictive sur une carte IGN.
- Figure 16. Analyse de la zone d'étude fictive à partir de la carte IGN.
- Figure 17. Localisation de la zone d'étude fictive sur une carte géologique.
- Figure 18. Analyse de la zone d'étude fictive à partir de la carte géologique.
- Figure 19. Analyse de la zone d'étude fictive et détermination de l'occupation du sol à partir d'une photo aérienne.
- Figure 20. Deux rapports d'échelle sur Scan.
- Figure 21. Détermination des zones humides avec la mise en place d'un échantillonnage systématique.
- Figure 22. Deux exemples d'orientation du maillage pour un échantillonnage systématique en fonction du relief.
- Figure 23. Tracés cartographiques suite à un échantillonnage systématique.
- Figure 24. Placement des points de sondage pour la validation des limites d'une zone humide prélocalisée grâce à l'étude préliminaire.
- Figure 25 a-b-c. Cartographie des zones humides avec un échantillonnage raisonné ; étapes à suivre.

## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1. Liste des types de sols des zones humides selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1<sup>er</sup> octobre 2009.
- Tableau 2. Types de sols et surfaces associés sur le territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés".
- Tableau 3. Nombre de sondages théorique à réaliser en fonction de la surface de l'étude et de la surface minimale de zone humide à détecter.
- Tableau 4. Nombre de jours de travail théorique en fonction de la surface de l'étude et de la surface minimale de zone humide à détecter.
- Tableau 5. Grille de lecture des dossiers Loi sur l'Eau à destination des membres de la CLE.



12, rue Saint-Simon ■ 33390 Blaye ■ Tél : 05 57 42 28 76 ■ Fax : 05 57 42 75 10

---

[www.smiddest.fr](http://www.smiddest.fr) - [contact@smiddest.fr](mailto:contact@smiddest.fr)