

# Projets Astuce et TIC

## Outil de conversion de sols pédologiques en sols fonctionnels à l'aide de règles de pédotransfert (Wosten, Vangenuchten)

---

P. Clastre, R. Lecerf

### Sommaire

1	Introduction.....	2
1.1	Modèle Infosol.....	2
1.2	Modèle crau.....	4
2	Schéma synoptique de la chaine de traitement.....	8
3	Principe général d'utilisation.....	9
4	F_pedo_to_soil_p1.....	13
4.1	Fonctions de pédo transfert et calcul de la réserve utile.....	14
5	Analyse / regroupement des sols.....	15
6	F_pedo_to_soil_p2.....	16
6.1	Fonctions Génération du fichier des sols fonctionnels STICS.....	17
6.2	Fonctions de contrôle des données .....	17
7	Exemple d'utilisation .....	18
8	Annexe : méthode de classification/regroupement des sols de la crau .....	18

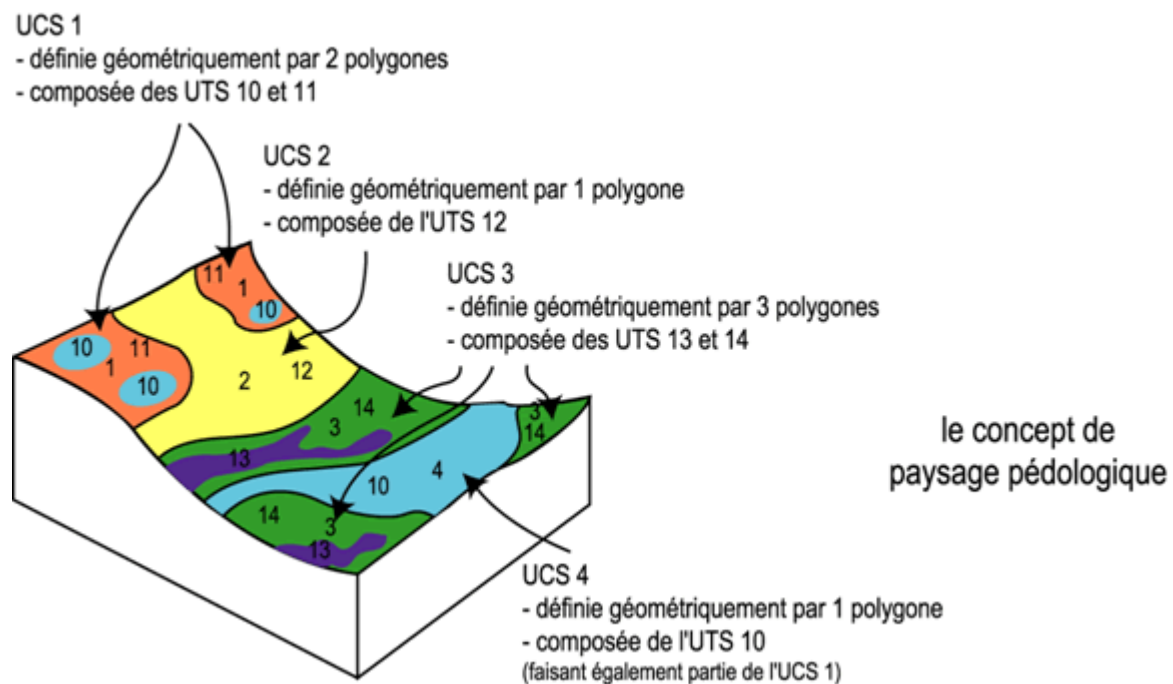
# 1 Introduction

Les outils proposés sont utilisés pour convertir des informations pédologiques en caractéristiques de sol compatibles avec nos modèles : on parlera de sols fonctionnels.

Dans les sous chapitres qui suivent, nous donnons des informations utiles à la compréhension des traitements qui sont effectués par les outils proposés. En particulier, nous présentons la description du modèle de données pédologiques générique, conforme à ce qui est utilisé par l'unité InfoSol et qui fait référence en la matière. L'objectif est d'être en capacité d'exploiter des données provenant de cartes à différentes échelles spatiales allant des cartes pédologiques fines (1/50000) aux cartes de pédopaysages à l'échelle du millionième, pour générer des sols fonctionnels. Dans notre cas, on entend par sol fonctionnel (nommé également USF dans la suite du document) la caractérisation des paramètres physiques, chimiques nécessaires pour le fonctionnement des modèles TSVA et modèles de culture. Ensuite, nous proposons une description du modèle explicitement compatible avec l'état actuel des fonctions proposées.

## 1.1 Modèle Infosol

Les graphiques donnés ci-dessous explicitent le modèle décrit sur le [site de l'unité INFOSOL](#). Ce modèle est utilisé pour décrire des pédo-paysages à l'échelle du 1/1000000.

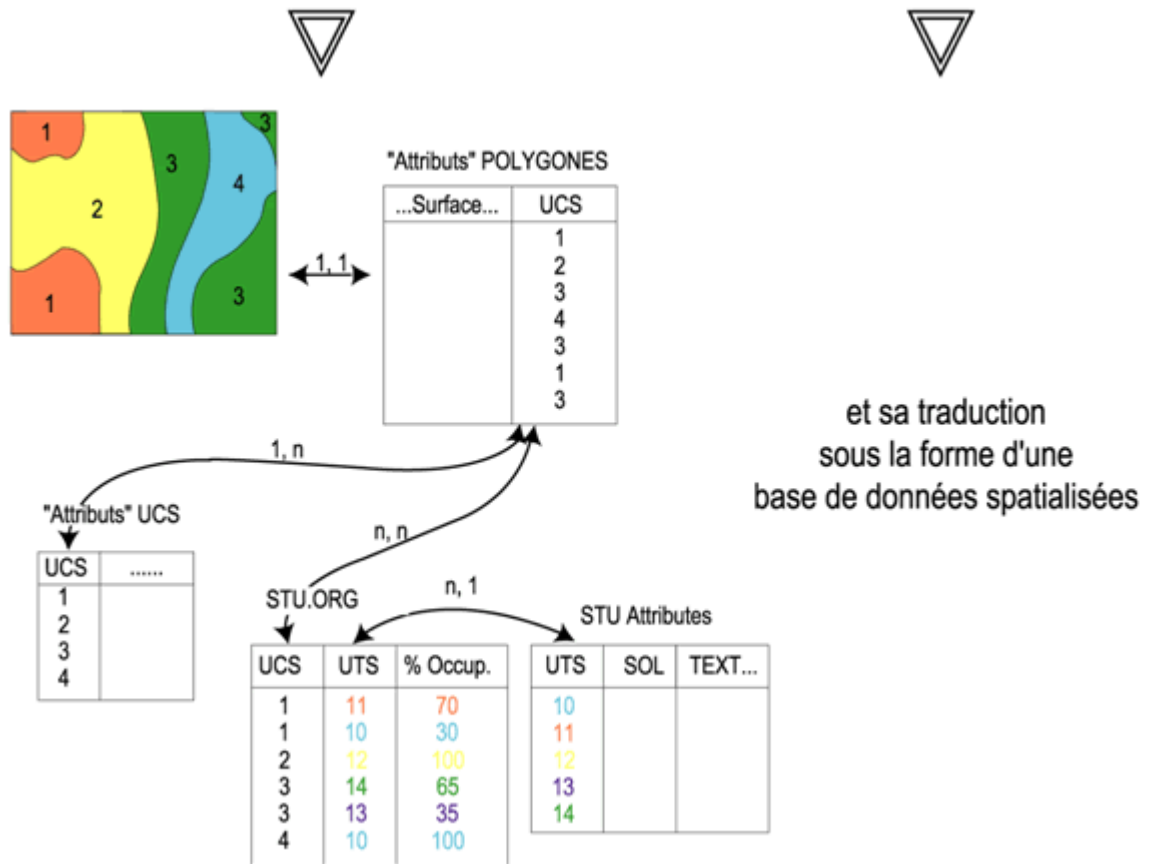


UCS : unité cartographique de sol

UTS : Unité typologique de sol

Une carte pédologique est un modèle vecteur de polygones. A chaque polygone est associé une UCS. Plusieurs polygones peuvent être associés à une même UCS, ce qui traduit le fait qu'en ces divers lieux géographiques, on trouve les mêmes proportions de types de sol (UTS), sans savoir exactement

où ils se trouvent. Donc les UCS s'apparentent à des catégories de sol, pouvant apparaître plusieurs fois dans un pédo paysage.



Dans ce modèle de données, la couche de sol qui va servir de support pour déterminer dans quel sol se trouve une parcelle, renvoie donc à une série de proportions d'UTS.

Pour la simulation d'un paysage, on a donc besoin de « convertir » les sols pédologiques en sols fonctionnels (USF). L'information permettant d'alimenter la description fonctionnelle est définie au niveau des UTS sur lesquelles des profils de référence ont été réalisés avec un certain nombre de grandeurs mesurées. L'analyse de la variabilité des propriétés intra et inter UTS peut conduire à des regroupements d'UTS qui ne seraient pas discriminantes sur le plan des propriétés de sol.

On peut également envisager qu'une même UTS, en cas de variabilité interne trop importante, engendre plusieurs sols fonctionnels. Auquel cas, une table de contingence supplémentaire sera établie pour donner les proportions de chaque USF (sol fonctionnel) au sein des UTS.

UTS	USF	%SF
10	1	50
10	2	50
11	3	100

Table USF.ORG (%SF désigne le pourcentage de l'USF dans l'UTS)

En termes de multi simulations, et pour ce qui concerne uniquement le critère sol, le cas général peut se décrire par les règles suivantes :

- Chaque parcelle à simuler, via l'UCS dans laquelle elle se trouve, se voit associée une UTS dominante ou bien on choisit de faire la simulation sur toute les UTS qui composent l'UTS.
- Via la table UTS.ORG, on peut retrouver la proportion des UTS et via la table USF.ORG, on peut retrouver la proportion des USF dans les UTS. Par ce mécanisme on peut représenter une variabilité intra UTS.
- Dans l'exemple représenté, si une parcelle est dans l'UCS 1,

UCS	UTS	USF	%SF	%occup	%total SF
1	10	1	50%	30	15
1	10	2	50%	30	15
1	11	3	1	70	70

Il faudra donc faire « tourner » le modèle 3 fois, et composer le résultat en application les pondérations proposées dans la dernière colonne (produit de %SF x % occup)

## 1.2 Modèle crau

Dans le contexte de la Crau, la carte des sols pédologiques dont nous disposons est une version simplifiée du modèle de données Infosol. La carte est établie au 1/100000 en faisant apparaître des UCS qui ne contiennent qu'une UTS.

L'ensemble des informations pédologiques a été numérisée à partir de la carte pédologique d'Arles ([Bouteyre and Duclos, 1994<sup>1</sup>](#)) (cf base geonetwork pour plus d'informations). La base de données numérisée par le CEREGE dans le cadre d'Astuce et Tic contient 2 principales informations : La cartographie des types de sols et une base de données contenant les données de chacun des profils ainsi que leur localisation.

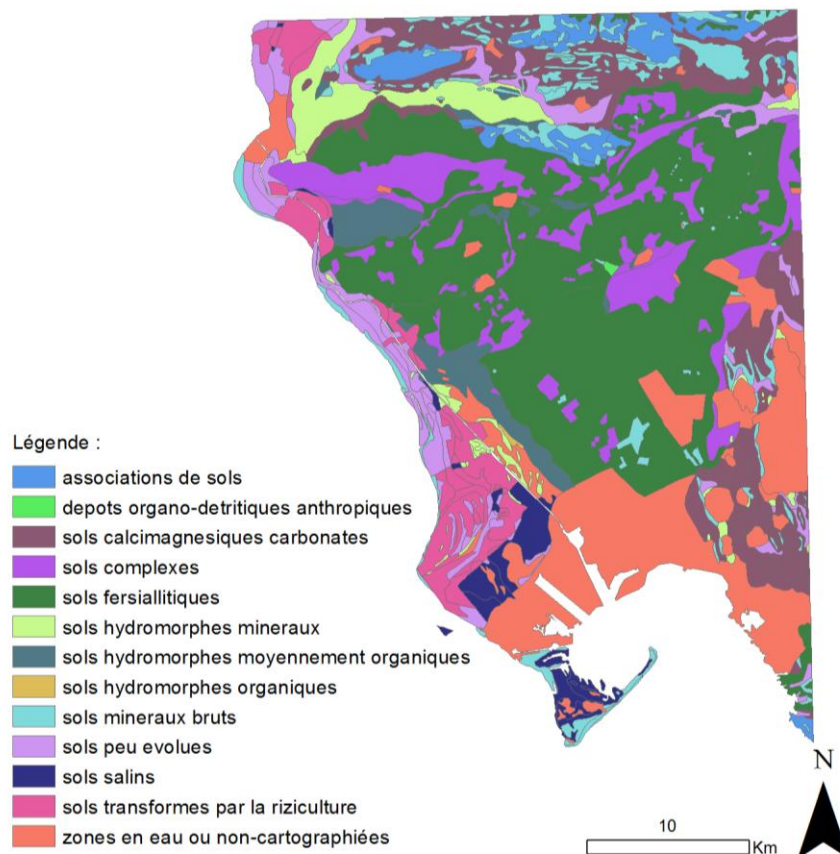
Les profils sont associés à une classe de sols(UTS). Toutefois, cette classe ne correspond pas forcément à la classe de l'unité cartographique sur laquelle le sondage a été effectué. 15% des profils sont localisés sur une autre unité cartographique que la classe à laquelle ils appartiennent géographiquement (intersection SIG). Les basculements de classe s'effectuent souvent vers une classe de sol très proche. Malgré des recherches dans les documents, rien ne justifie ces changements, donc nous n'avons pas d'explication logique à préciser ici. Le choix est fait de conserver ces profils avec leur rattachement à l'UTS définie dans la base de données.

Ainsi les données numérisées se composent :

D'une carte au format shape délimitant les classes de sol, donc les UCS;

---

<sup>1</sup> Bouteyre, G. and Duclos, G. (1994). Carte pédologique de France a 1/100000 : Arles. Editions, I. Olivet, INRA.



D'un fichier excel des profils pédologiques, donnant des informations par horizon sur les taux de limon, d'argile ... Ce fichier a été généré à partir de la base de données access.

Sol_carto	ID_profil	X	Y	Nb_couches	pH	CsurNsol	Norg	calc	ep1
%s	%s	%f	%f	%f	%f	%f	%f	%f	%f
48	1	791380.6978	1862098.434	3	8.4	NaN	NaN	23	30
49	10	811643.1912	1858590.072	3	NaN	NaN	NaN	20	30
18	104	786271.6613	1846876.988	4	8.8	7.5	0.2	22	5
49	10bis	811234.4245	1859172.334	4		8 16.125	0.16	23	20
50	11	815527.8612	1860293.55	2	NaN	NaN	NaN	34	30

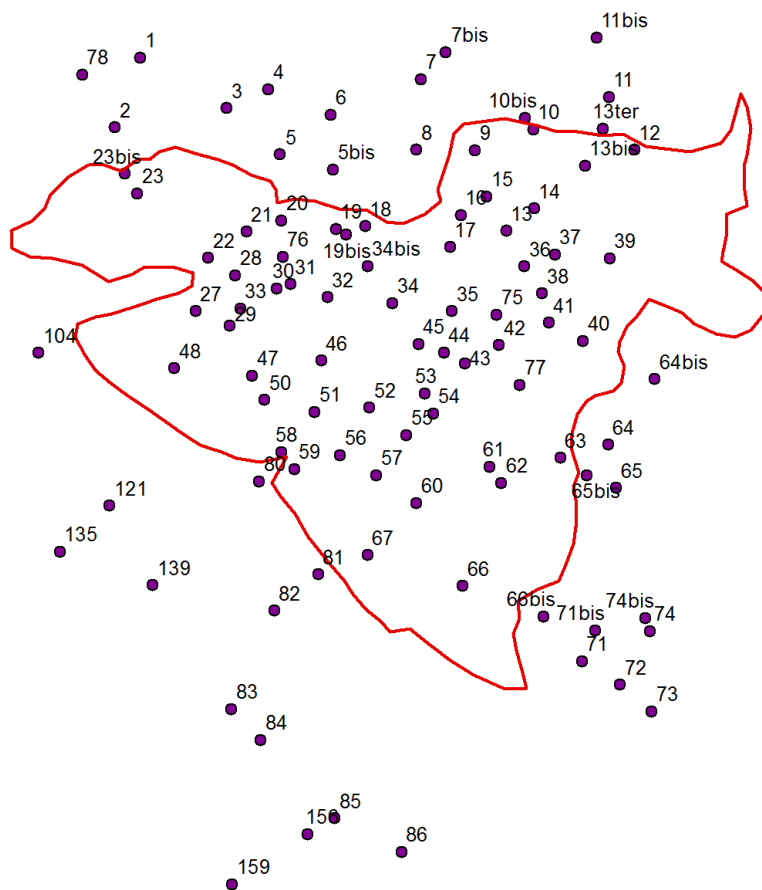
Dans ce fichier, fournit au format CSV, on trouve une liste de caractéristiques de profils pédologiques ( en ligne). Chaque profil appartient à une UTS. Une UTS peut contenir plusieurs profils pédologiques. Chaque profil est caractérisé par un certain nombre d'attributs. On retrouvera des attributs génériques et 7 répétitions d'attributs pour 7 couches de sol maximum. La première ligne de la matrice contient les noms des colonnes. La seconde ligne contient le type numérique des données (%s pour les 2 premières colonnes, et %f pour toutes les autres). Ces noms ne doivent pas être modifiés.

Les attributs sont détaillés ci-dessous :

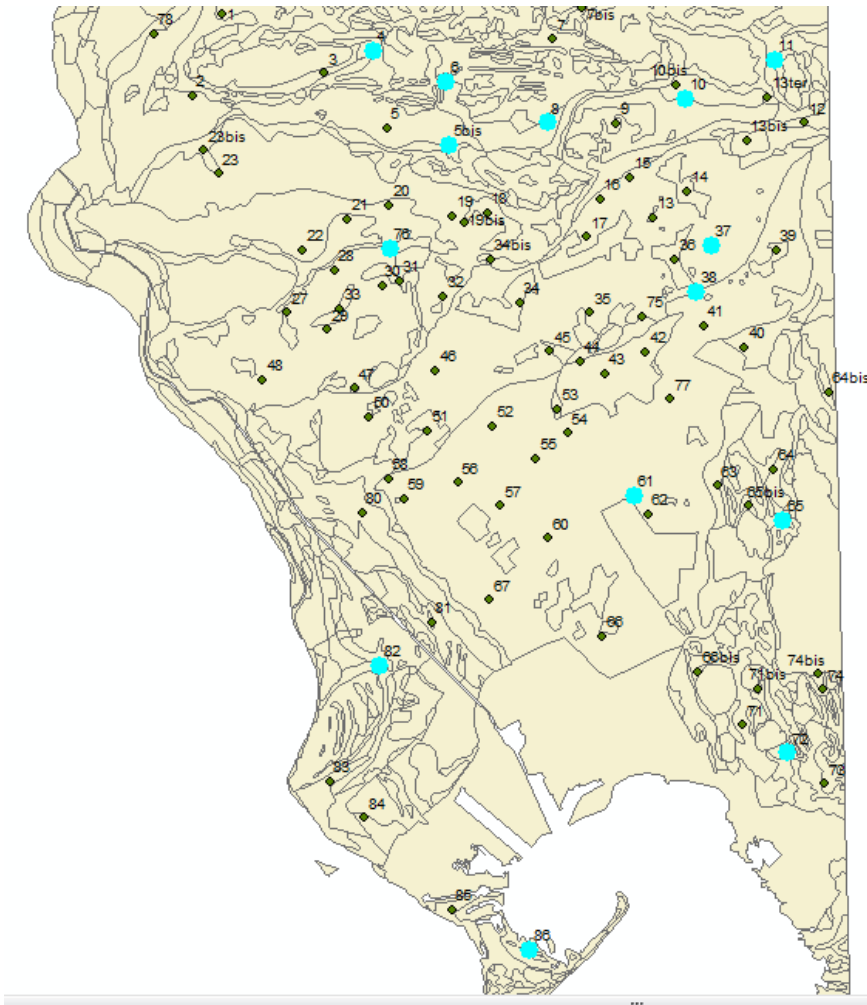
- Sol carto : numéro d'UTS
- ID Profil : identifiant du profil de sol
- X : coordonnée en X du profil de sol

- Y : coordonnée en Y du profil de sol
- Nb couches : nombre de couches de sol effectivement renseignées pour le sol
- pH : pH du premier horizon de sol correspondant à la couche minéralisante
- CsurNsol : rapport C/N de la couche minéralisante
- Norg : Azote organique de la couche minéralisante (%)
- Calc : taux de calcaire de la couche minéralisante (%)
- Ep[i] : épaisseur de la couche (cm)
- Arg[i] : pourcentage d'argile
- Lim[i] : pourcentage de limon
- Sable[i] : pourcentage de sable
- MO[i] : pourcentage de matière organique
- Da[i] : densité apparente
- Pc[i] : pourcentage de cailloux
- Typc[i] : type de cailloux (codes stics)

[i] est pris entre 1 et 7. Les colonnes doivent exister même si le nombre de couches de sol effectivement décrit est inférieur.

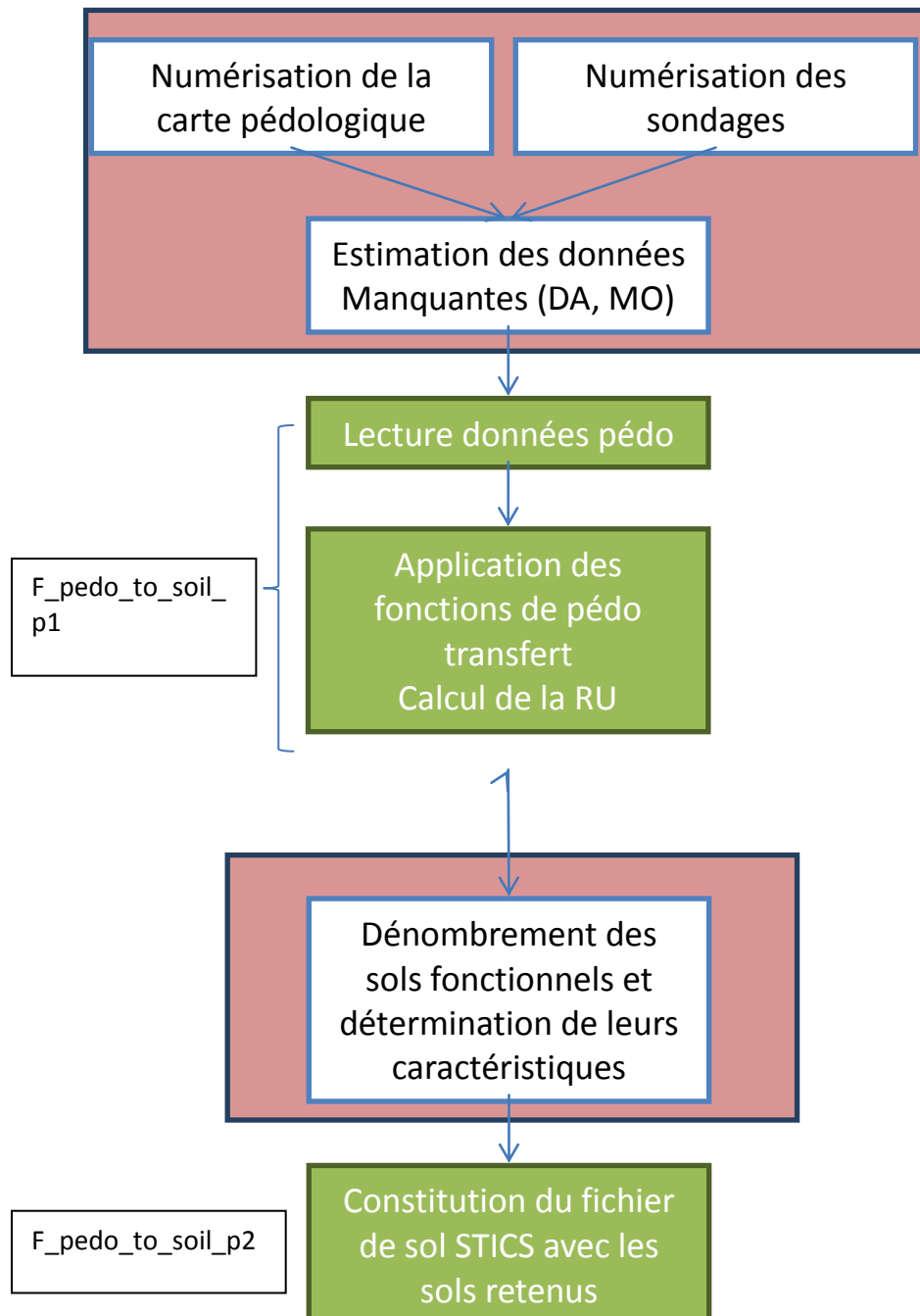


Position géographique et identification des profils pédologiques fournis dans la base de données.



Les profils présentant des différences d'affectation de classe de sol entre la base de données et l'intersection cartographique, sont représentés en bleu.

## 2 Schéma synoptique de la chaine de traitement



On se préoccupe dans ce travail, uniquement des boîtes vertes. Les boîtes roses sont des étapes nécessaires mais non assistées. Il convient en particulier de se reporter à la fin de ce document pour avoir des détails sur la méthodologie de regroupements des sols UTS ou profils, qui n'a, jusqu'ici, été exploitée que par R. Lecerf.







application est un nouveau fichier csv, qui contiendra les valeurs de RU calculées pour chaque profil. La seconde étape a pour objectif de générer un fichier de paramètres sol, au format Stics 6.9.

L'outil proposé est semi automatique. Le passage vers la seconde étape n'est pas automatique et l'utilisateur devra lui-même identifier les groupes de sols homogènes, selon ses propres critères.

Ce script est paramétré au début du fichier, pour contrôler le rejet ou non des profils présentant des données manquantes. Les valeurs possibles pour ces deux paramètres sont données ci-après.

```
%      Exclusion_list: valeur indiquant la liste des variables qui, si elles
%      sont manquantes peuvent conduire à une exclusion du profil ou de
%      l'horizon. 1: 'ep','arg','lim','sable','mo','da'
%      2: 'ep','arg','lim','sable'
%      Exclusion_level:
%      1: on exclu un profil si sur n'importe quel horizon il
%      manque une donnée (exclusion sévère)
%      2: on exclu un profil si une donnée manquante est trouvée
%      dans le premier horizon. Sinon on ne conserve dans ce
profil que les horizons sans données manquantes et
%      successifs, en modifiant le nombre de couche qui sert aux
%      calculs suivant (RU) (exclusion légère)
%      3: on exclu un profil si une donnée manquante est trouvée
%      dans le premier horizon et on ne conserve que les profils
%      dont seul le dernier horizon contient des données
%      manquantes (hypothèse reposant sur le fait que la
%      dernière analyse n'a pas été faite car substrat rocheux).
```

L'outil s'appuie sur certaines fonctions de la librairie MSLIB. Le script d'enchaînement des étapes est proposé dans le fichier traitement\_profils\_vaucluse. La séquence des opérations est la suivante :

### **F\_init\_metadata**

- Fonction utilisée pour créer un fichier temporaire qui contiendra les métadonnées du traitement, dans lequel on va retrouver la version du code (SVN) ainsi que quelques éléments de synthèse après chaque opération. Sont également intégrés dans ce fichier, tous les commentaires décrivant chacune des fonctions utilisées. Ceci permet principalement de comprendre les sorties obtenues à chaque étape.

### **F\_import\_analyse\_donesol**

- Fonction d'import et de pré-traitement des données issues de l'extraction donesol. Voir chapitre précédent pour son paramétrage. Cette fonction génère un fichier temporaire nommé profils\_importe.csv

### **F\_calcul\_densite\_apparente\_auto**

- Chaque horizon est caractérisé par une texture (triangle GEPPA). On cherche à déterminer la densité apparente, qui servira ensuite pour le calcul de la RU. En utilisant la publication (Bruand et al. 2004), on dispose d'une relation entre texture et densité apparente. Lorsque la texture donnée dans donesol n'est pas disponible dans cette publication, on applique une règle à dire d'expert : Si horizon de surface cultivé alors  $d_a=1.3$  ; si horizon de surface non cultivé, alors  $d_a=1.45$  ; Si horizon de sub surface alors  $d_a=1.6$ . Une variable « cda » est ajoutée aux données, indiquant que la densité apparente a été obtenue à dire d'expert.

- Cette fonction génère un fichier temporaire nommé `profils_avec_da.csv`

### **F\_conversion\_profils\_csv**

- Le fichier intermédiaire généré par cette fonction contient autant de ligne que de profils distincts. Les horizons pour un même profils sont positionnés en colonnes.
- Cette fonction génère un fichier temporaire nommé `profils_convertis.csv`

### **F\_pedo\_to\_soil\_p1** (voir §5)

- Lecture du fichier des profils et conversion dans une structure
- Vérification du contenu de la structure par comparaison avec un modèle prè enregistré ( toutes les colonnes doivent être présentes)
- Traitement des nodata (NAN, -999, 999 ) sont convertis en NaN dans la structure de données, et élimination des horizons (et les horizons inférieurs) contenant au moins un nodata. L'élimination consiste en fait à ajuster le nombre de couche présente dans le profil. Si ce nombre vaut 0, alors le profil doit être ignoré dans les autres fonctions.
- Application de la règle de pédo transfert de WOSTEN permettant le calcul des paramètres de des courbes de rétention de type Van Genuchten puis estimation des points caractéristiques pour le calcul de la RU. D'autres fonctions pourront être implémentées ultérieurement.
- Option : Analyse de variance, qui aide à la classification et donc à l'identification des sols fonctionnels.
- L'exécution de cette fonction génère un listing assez long. Un résumé des sorties est archivé dans le fichier de métadonnées.
- Cette fonction génère deux fichiers de sortie nommés à partir du fichier source : les données traitées dans un `<fichier_source>_traite.csv` et les métadonnées dans un fichier `<fichier_source>_traite.txt` (où `<fichier_source>` est la valeur de la variable `ficsource` qui désigne le nom du fichier à traiter).

### **F\_join\_ucs**

- Lecture du fichier résultat contenant les RU
- Lecture d'un fichier contenant la relation identifiant de profil vers unité cartographique de sol
- Jointure par fonction matlab `intersect`
- Sauvegarde du fichier résultat avec mise à jour des métadonnées
- Affichage de la liste des profils qui n'ont pas été trouvés dans l'un ou l'autre des ensembles.

### **F\_close\_metadata**

- Renomme le fichier de métadonnées pour lui donner le même nom que le fichier résultat, mais avec l'extension « `.txt` »

A ce stade, l'utilisateur dispose d'un fichier CSV, avec une ligne par profil, et contenant les valeurs de RU par profil. Il est alors possible de cartographier (point) les valeurs de RU, ou de passer à l'étape suivante pour aboutir à une carte de sols fonctionnels.

Pour cela, il faut que l'utilisateur procède lui-même à l'identification des sols pertinents et génère un fichier contenant autant de lignes que de sols fonctionnels retenus. Les champs peuvent être identiques dans cette structure à ceux générés par F\_pedo\_to\_soil\_p1. **(voir §6)** Il faut s'appuyer sur l'identification des polygones de sol (UCS) et créer une colonne UCS dans le fichier résultat, en utilisant l'identifiant du profil.

Cependant, il faut considérer que les champs spécifiques aux profils (ID\_profil, X,Y) n'ont plus de raison d'être, puisque le nombre de ligne de ce fichier correspond aux nombre de sols fonctionnels retenus. Les valeurs des différents champs seront calculés selon le moyen le mieux adapté au contexte ( moyenne, médiane ...)

#### **F\_pedo\_to\_soil\_p2** (voir §7)

- Lecture et vérification du fichier des sols fonctionnels retenus
- Génération du fichier des paramètres de surface
- Intervention de l'utilisateur possible pour modifier ce fichier qui ne contient que des valeurs par défaut
- Relecture du fichier des paramètres de surface
- Génération du fichier de sol pour le modèle

## **5 F\_pedo\_to\_soil\_p1**

Calcul des RU en vue d'une analyse permettant le regroupement de différents profils dans des sols fonctionnels. Outre l'utilisation des fonctions de pédo transfert de vangenuchten, cette fonction intègre les indicateurs d'intervention (remplacement de valeurs manquantes, seuil dépassé) pour la granulométrie, la densité apparente, et la matière organique. Ces indicateurs sont intégrés au fichier de sortie, et le fichier de méta donnée généré simultanément comporte les explications reportées dans chacune des fonctions (section CONTENU). Ceci permet de comprendre, les traitements effectués sur chacun des profils.

```
function % F_pedo_to_soil_p1: calcul RU et analyse des sols pédologiques
%
% USAGE: [solru] = F_pedo_to_soil_p1('sols_crau.csv',0,1);
%
%
% INPUT:
%   profil_pedo_csv: nom du fichier CSV contenant les profils pédologiques
%   prof_standards: booléen. Si vrai, déclenche le calcul des RU pour des
%   couches prédéfinies de sol (50,100, 150, 200)
%   show_graph: booléen: si vrai, déclenche l'affichage des courbes de
%   vangenuchten sur un même plot (non opérationnel)
%
% OUTPUT:
%   solru: structure de données, identique à celle de départ, et dans
%   laquelle ont été rajouté un certain nombre de colonnes, dont les
```

```

% résultats de calcul de RU.
%
% DEBUT CONTENU:
% Fonction de calcul de la RU pour chaque horizons puis totale
% La fonction génère un fichier analyse_"profil_pedo_csv" contenant les
sorties des calculs de RU (pour
% chaque horizons, puis intégrées à l'échelle du profil (ep * RU_hz)
% Cette fonction ajoute également trois colonnes à la fin:
% Nb_couches_RU: nombre de couches réellement utilisées pour faire le
% calcul de la RU totale (par opposition au Nb_couches_initial)
% scmo: somme des valeurs de controle sur la matière organique (cmo[i]).
Si cette
% valeur est différente de 0, alors le code correspondant explicite le
% contexte selon les règles suivantes:
% 0: pas de correction effectuée sur la matière organique (valeurs
% conformes
% 1 (2,3,...7): une ou plusieurs valeurs manquantes de mo remplacées
par 1.5 %
% 10 (20,30, ...70): une ou plusieurs valeurs de mo > 5%.
% Ce codage permet de savoir combien d'horizons présentent des
% problèmes pour la matière organique. Exemple: si scmo==12, cela
% signifie qu'un des horizons porte une valeur de mo > 5%, et que
% deux autres horizons avaient des données manquantes sur cette
% variable.
% scg: somme des valeurs de controle sur la granulométrie (cg[i]). Si
cette
% valeur est différente de 0, alors le code correspondant explicite le
% contexte selon les règles suivantes:
% 0: pas de problème sur les valeurs de granulo du profil
% 1 (2,3,...7): un ou plusieurs horizon possèdent des valeurs de
% granulo telles que la somme de ces valeurs s'écarte de plus de 10%
% (en plus ou en moins) de la somme théorique (100)
% scda: somme des valeurs de controle sur la densité apparente (cda<i>).
% Si cette valeur est différente de 0, alors le code correspondant
explicite le
% contexte selon les règles suivantes:
% 0: pas de problème sur les valeurs de densité apparente du profil
% 1 (2,3,...7): un ou plusieurs horizon possédaient une valeur
% manquante de densité apparente (texture inconnue ou valeur
% manquante). La procédure appliquée permet d'attribuer des valeurs
% par défaut en fonction de l'horizon (voir fonction
% F_calcule_densite_apparente_auto.m)
% FIN CONTENU:
%
% APPELS: F_csv2struct (fonction MSLIB),
% F_data_control,
% F_pf_vangenuchten,
% F_RU_Horizon,
% F_RU_ep,
% anova1 (matlab)
%
% AUTHORS: R. Lecerf, P. Clastre
% VERSION: 1.1
% DATE: Juin 2014

```

## 5.1 Fonctions de pédo transfert et calcul de la réserve utile

**Principes :** chaque fonction est appelée avec un seul argument qui est une matrice générée par une fonction de lecture à partir d'un fichier CSV. Chaque règle peut apporter son lot d'information

supplémentaire. Ces dernières sont ajoutées à la matrice d'entrée, sous forme de nouvelles colonnes.

/\* préparation de me (matrice d'entrée) puis\*/

Me=F\_pf\_vangenuchten(me) ;

Calcul de l'humidité à la capacité au champ et au point de flétrissement (génère les variables pf25 \_ n° horizon et pf42\_ n°horizon)

me = F\_wosten\_99(me) ;

#### Table descriptive des fonctions de pédo transfert

Nom fonction	Description	Colonnes ajoutées
F_wosten_99	Wosten 1999	
F_pf_vangenuchten	Modèle de Mualem van Genuchten	Pf25 pf42
F_RU_horizon	Calcul de la RU par cm de sol pour chaque horizon et sur la hauteur total de l'horizon	RUcms (RU en mm par cm de sol) RU_n°horizon (RU en mm sur la hauteur totale de l'horizon de sol)
F_RU_ep	Calcul de la RU pour une profondeur de sol donnée	RU'profondeur en cm'

## 6 Analyse / regroupement des sols

Cette opération est manuelle et une demande une certaine expertise (pédologique et modélisation)

Elle se réalise à partir du fichier de données dont le nom est construit par concaténation du mot clé « analyse » et du nom du fichier d'entrée des sols cartographiques.

#### Voir le § 9 pour une présentation de la méthode de regroupement des sols utilisées dans le cadre des données de la crau (projet Astuce et Tic)

A la sortie de ce processus on obtient deux fichiers :

- Fichier des regroupements : pour chaque classe de sol (UTS), on donne l'association à l'un des sols fonctionnels identifiés. Cela pourra être utilisé ensuite pour générer la cartographie des sols fonctionnels, mais n'intervient pas dans les fonctions matlab de génération du fichier sol. Ce fichier contient autant de lignes que de classes cartographiques existants dans le jeux de données

Sol_carto	ID_sol_fonctionnel
43	1
38	1
23	2
34a	2
26	2

...

- Fichier des sols : fichier csv, dans lequel chaque ligne porte les caractéristiques des sols fonctionnels regroupés.

ID_Sol_fonctionnel	Nb_couches	pH	CsurNsol	Norg	calc	ep1	arg1	lim1	
%s	%f	%f	%f	%f	%f	%f	%f	%f	
1	3	8.4	16.1	0.36		23	30	16	44
2	3	8.2	9.54	0.14		20	30	9	29

Il est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer qu'il n'y a plus de NaN dans les données utilisées.

Le format du fichier des sols est sensiblement le même que celui du fichier « traite ». Il correspond au format initial ( sol\_carto), auquel ont été ajoutés les colonnes de calcul de RU, mais duquel ont été soustraites les colonnes X,Y, et ID\_profil, qui se référaient aux profils. La colonne « Sol\_carto » est renommée «ID\_sol\_fonctionnel » dans ce fichier.

Avant chaque appel des fonctions dans l'étape suivante, les structures de données sont contrôlées (tous les champs requis doivent exister dans les fichiers d'entrée) afin de restreindre les risques d'erreur.

## 7 F\_pedo\_to\_soil\_p2

Conversion des sols fonctionnels identifiés et regroupés par l'utilisateur en fichier modèle (param.sol pour stics par exemple).

```
function [ps, ss]=F_pedo_to_soil_p2(analyse_sol,out_name, modele)
%
% Fonction d'aide au calcul des sols fonctionnels à partir de sols
% pédologiques. A utiliser dans un contexte cartographique. Partie 2
%
% USAGE: F_pedo_to_soil_p2('analyse_sols_crau.csv','param.sol','STICS');
%
% Lire le fichier Readme_sol.docx pour plus de détails.
%
% INPUT:
% analyse_sol: fichier CSV contenant la liste des sols retenus et
% regroupés par l'utilisateur.
% out_name: nom du fichier de sortie
% modele: nom du modèle pour lequel les sols fonctionnels doivent être
% générés. Peut prendre les valeurs: STICS
%
% OUTPUT:
% ps: structure de donnée contenant les paramètres de surface
% effectivement utilisés
% ss: structure de données contenant les données des sols fonctionnels
% contenue dans le paramètre d'appel analyse_sol
%
% Ces deux arguments de sortie permettent de vérifier ce qui a été généré
% dans le fichier out_name
%
% APPELS: F_csv2struct,
%         csvDocument (classe MSLIB);
%         F_gen_param_surf_stics,
%         F_data_control,
%         F_write_sol_stics
```



```

%
% AUTHORS: R. Lecerf, P. Clastre
% VERSION: 1
% DATE: Janvier 2013

```

## 7.1 Fonctions Génération du fichier des sols fonctionnels STICS

```

function F_write_sol_stics(out_name,param_surf_stics,sol_struct)
%F_write_sol_stics      Ecriture d'un fichier de sol stics
%
% ENTREES: out_name : nom du fichier de sol fonctionnel à générer
%           param_surf_stics: structure des paramètres de surface stics
%           sol_struct:  structure contenant les paramètres fonctionnels
%                   du sol
%
% SORTIES: Fichier de sol au format stics
%
% CONTENU: cette fonction écrit dans un fichier les données
% récupérées dans les structures données en argument. L'écriture se fait au
% format attendu par Stics en version 6.0
%

```

## 7.2 Fonctions de contrôle des données

```

function [ status,s ] = F_data_control( s, typec, ctrl_nodata )
%F_DATA_CONTROL controle compatibilité d'une structure pour soil/vigie-med
%           status=F_data_control(me,typec)
%
% ENTREES: descriptif des arguments d'entrée
%           s : matrice sortie de la fonction F_load_pedo_file
%           Typec: chaîne de caractère permettant à la fonction de savoir quel
type de controle effectuer.
%           Cet argument peut prendre les valeurs suivantes :
%           carte_sol : contrôle que la matrice me correspond bien au
format d'entrée de base des fonctions de pédo transfert.
%           stics_sol : champs générés par règle de pédo transfert nommée
%           stics_surf : champs utilisés pour stocker les paramètres de
surface pour stics
%           ctrl_nodata: booléen. Si vaut true, alors on recherche les nodata et
on
%           normalise. Si vaut false, on sort sans contrôler les nodata
%
% SORTIES: descriptif des valeurs de sortie
%           status: vaut true si la structure passée en argument est conforme au
%           modèle. Dans le cas contraire, la sortie prend la valeur false et la
%           fonction error est appelée précédée de l'affichage des indices et
%           noms des colonnes en erreur
%           s: structure de données corrigées éventuellement (si ctrl_nodata =
%           true)
%
% CONTENU
%
%           Controle de forme
%           =====
%           A partir du type de structure attendu (typec), une structure "modèle"
%           est chargée en mémoire. On cherche alors dans la structure à
%           contrôler, si tous les champs attendus, sont présents.
%           Les modèles sont stockés dans des fichiers csv, dans le répertoire
"modèles": modele_carte_sol.csv,
%           modele_pedo_osten_94.csv.
%

```

```

%   Controle de contenu
%   =====
%   Principe: parcours de tous les horizons et détection de
%   données manquantes ( 999 ou -999 ou NaN). Si une donnée manquante est
%   trouvée, toutes les couches inférieures sont supprimées et le nombre de
%   couches présentes est décrémenté en conséquence dans la structure
%   retournée.
%   Cette fonction vérifie également que toutes les colonnes présentes dans
%   le modèle sont également présentes dans le fichier contrôlé.
%
% APPELS: F_csv2struct (mslib)
%
% AUTEUR: P. Clastre (pclastre@avignon.inra.fr)
% DATE: 17-06-2014
% VERSION: 1.2
%

```

#### Cas de retour d'erreur :

- Une colonne est manquante ( son nom)
- Une donnée manquante ( chaine vide) est détectée dans une colonne
- Deux (ou plus) colonnes portent le même nom.

## 8 Exemple d'utilisation

Si on dispose d'un fichier cartographique nommé sols\_crau.csv, au format identique au modèle Modèles\modele\_carte\_sol.csv, alors la première phase se déroule ainsi :

```
F_pedo_to_soil_p1('sols_crau.csv')
```

Cette commande créé le fichier sols\_crau\_traite.csv dans lequel il faut procéder aux regroupements des profils et synthèse des valeurs d'attributs.

```
[ps,ss]=F_pedo_to_soil_p2('sols_crau_traite.csv','param.sol','STICS')
```

Cette commande créé un fichier nommé param.sol au format STICS.

## 9 Annexe : méthode de classification/regroupement des sols de la crau

Le processus d'assemblage des horizons de sol des sondages de chaque UTS peut se construire de différentes manières :

- par dénomination d'horizons (Ap1, Ap2, AC1, BC, C etc.... ????)
- Par numéro d'horizon, solution facile mais ..... présente des risques (Association d'un horizon A avec un horizon B etc...)

- Par profondeur (les profondeurs des horizons varient pour chaque sondage)

Sur la plaine de la Crau, en utilisant la carte pédologique d'Arles, on distingue essentiellement 2 classes de sols fonctionnels.

Ces sols ont été identifiés en effectuant une ANOVA de la RU sur 100 cm de sol de l'ensemble des profils par classe de sol. L'ANOVA met en évidence des sols ayant une RU < 100 mm et d'autres ayant une RU > 100 mm.

On distingue ainsi les sols fersiallitiques ayant une RU inférieure à 100 mm et les sols hydromorphes ayant une RU supérieure à 100mm.

Concernant les prairies, le processus décrit précédemment ne suffit pas à établir une carte des sols de prairies représentatives.

Les profils de 2 classes de sols fonctionnels décrits précédemment ont été moyennés afin d'obtenir un profil de sol pour chaque classe. Moyenner des profils nécessite toutefois d'écartier certains profils de sols atypique afin d'obtenir une moyenne représentative. Cette étape doit être effectuée manuellement. Elle peut également être effectuée en calculant une médiane ou en conservant le profil de sol le plus représentatif de chaque classe de sol fonctionnel.

En ce qui concerne le cas spécifique des prairies irriguées.

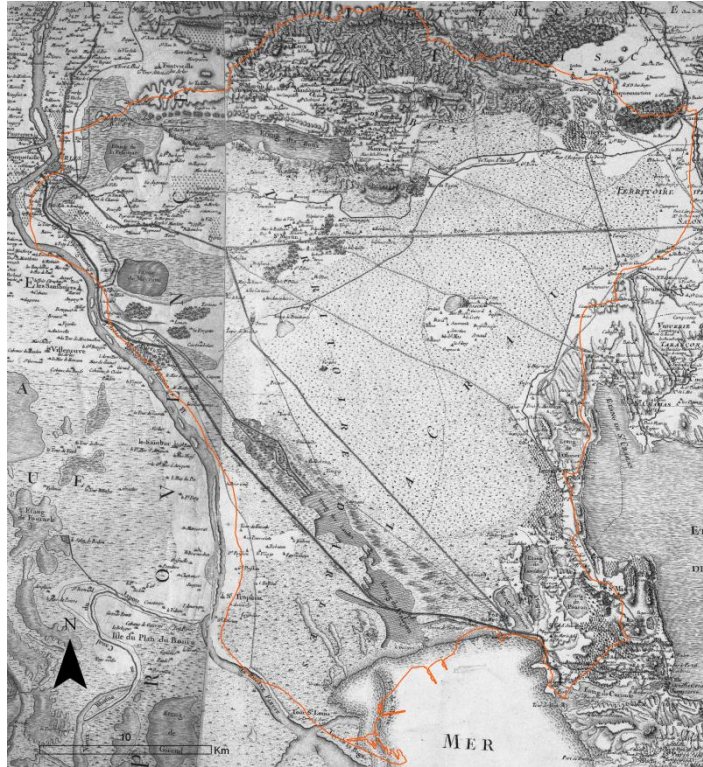
Parmi l'ensemble des sondages, très peu ont été effectués sur des sols fersiallitiques mis en culture, notamment des prairies (l'objectif premier était de déterminer les sols des prairies irriguées de la plaine de la Crau).

D'un point de vue historique, les cultures de prairies sont implantées sur des sols fersiallitiques. L'apport d'eau d'irrigation a contribué à l'accumulation de limon sur le premier horizon. L'épaisseur du premier horizon va donc dépendre de la date de première mise en culture.

Des données historiques sur l'occupation du sol ont été acquises afin de dater l'ancienneté des cultures.

Trois données d'occupation du sol ont été utilisées :

- La carte de Cassini, datant approximativement de 1783, est la première cartographie de France, à l'échelle du 1/86400. Premier ouvrage de ce genre, elle contient une information très sommaire sur l'occupation du sol (figure f\_rapport4\_emmah\_cassini).
- Une image Landsat MSS datant du 03/10/1975, une des premières images satellite acquise sur la plaine de la Crau ayant une résolution spatiale de 60m,
- la classification de l'occupation du sol de l'année 2009 dont les caractéristiques ont été exposées précédemment.

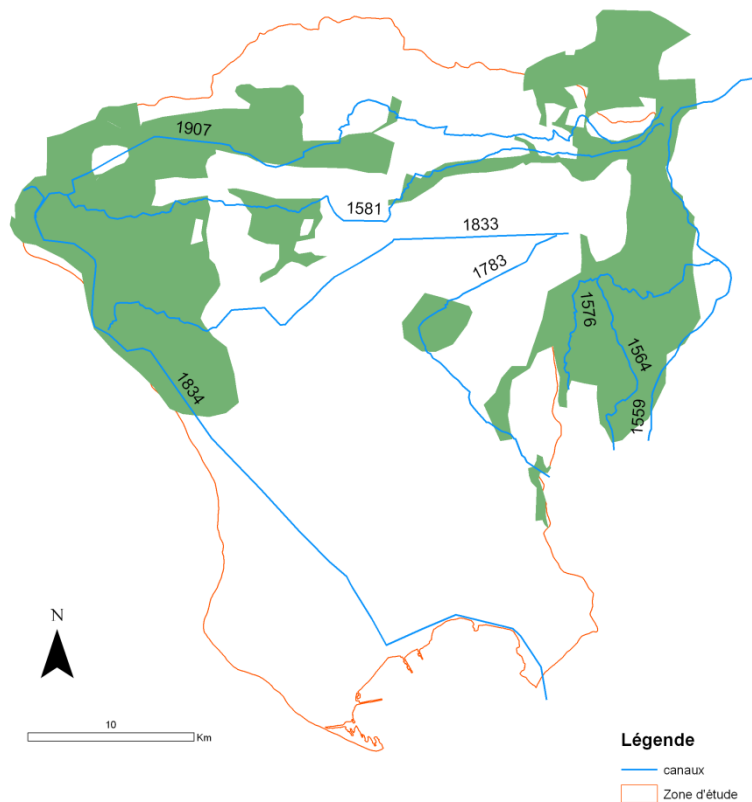


f\_rapport4\_emmah\_cassini

*Légende : Carte de Cassini de la plaine de la Crau géoréférencées.*

Sur chacune de ces cartes, les zones cultivées ont été identifiées.

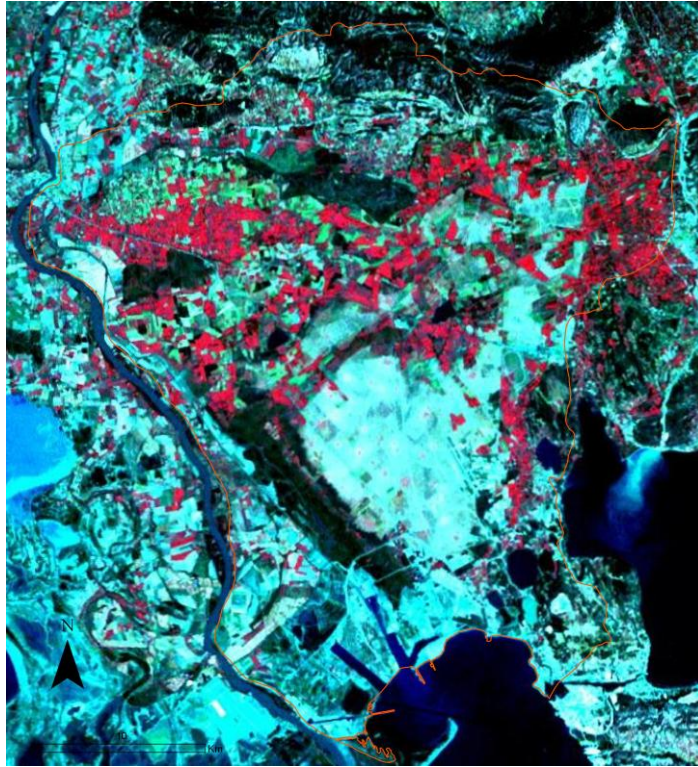
Sur la carte de Cassini, il a été considéré que les zones apparaissant en blanc étaient cultivées en 1793. Ces zones sont notamment présentes aux environs des canaux déjà existant avant cette date notamment le canal de Craponne branche d'Istres et le canal de Craponne branche d'Arles. Les autres zones cultivées correspondent plus généralement à des zones de bas-fonds dont les sols sont marqués par de l'hydromorphie (figure f\_rapport4\_emmah\_prairies\_1783)



f\_rapport4\_emmah\_prairies\_1783

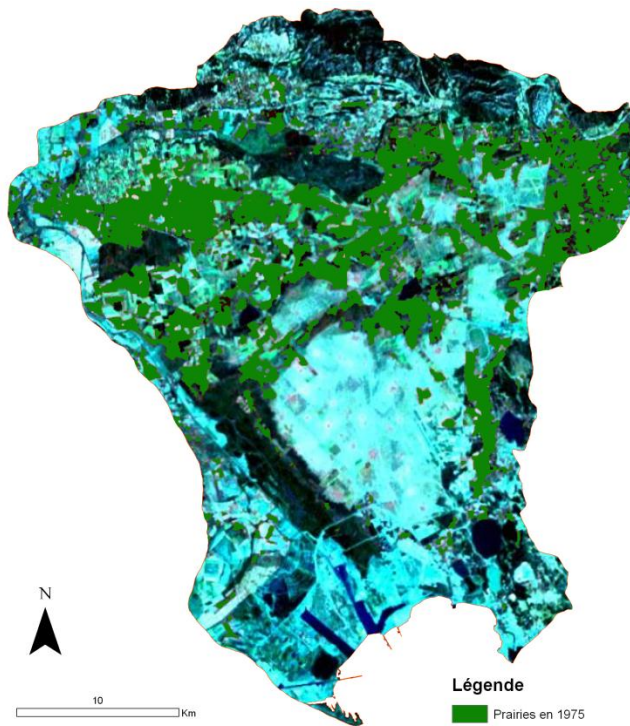
*Légende : les zones potentiellement cultivées en 1793 (en vert) d'après la carte de Cassini et les dates de construction des principaux canaux d'irrigation.*

L'image Landsat de 1973 a été traitée afin de classifier l'ensemble des prairies et des cultures existantes à cette date (f\_rapport4\_emmah\_landsat). Une simple classification utilisant la méthode du maximum de vraisemblance a été utilisée. Sur cette image, il est possible de distinguer clairement les prairies irriguées du reste de l'occupation du sol. La classification obtenue est présentée en figure f\_rapport4\_emmah\_prairies\_1975.



f\_rapport4\_emmah\_landsat

*Légende : Image landsat du 03/10/1975. Les surfaces en rouge correspondent aux prairies irriguées et en vert aux autres cultures.*



f\_rapport4\_emmah\_prairies\_1975

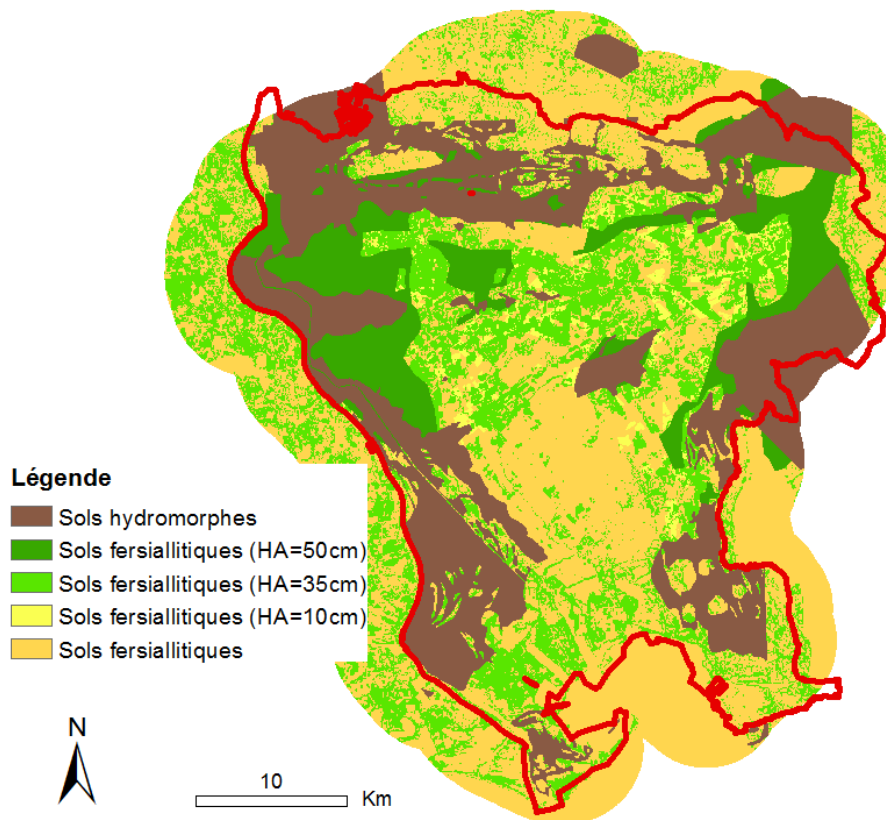
*Légende : Résultat de la classification des prairies (vert) à partir de l'image Landsat de 1975*

Enfin la classification de l'occupation du sol de l'année 2009 a été utilisée pour spatialiser les prairies existantes à l'heure actuelle et mettre en évidence celles qui auraient été mises en culture entre 1975 et 2009.

Les épaisseurs des horizons A sur sols fersiallitiques ont été définies comme exposées dans le tableau T\_rapport4\_emmah\_epaisseur\_sol\_prairie:

Date de première mise en culture	Epaisseur en cm
Avant 1793	50
Entre 1793 et 1975	35
Entre 1975 et 2009	10

Le résultat final, la carte des sols fonctionnels pour les prairies est présentée à la suite :



f\_rapport4\_emmah\_carte\_sols

*Légende : Carte des sols établie pour le fonctionnement du modèle STICS sur la plaine de la Crau*

Les caractéristiques des sols ont été recalculées en moyennant les paramètres de l'ensemble des sondages sur sols fersiallitiques et sur sols hydromorphes. Les caractéristiques de ces sols sont présentées dans le tableau t\_rapport4\_emmah\_caract\_sol\_stics

	Horizon	Epaisseur de l'horizon	Humidité à la capacité au champ (%)	Humidité au point de flétrissement (%)	Densité apparente	Eléments grossiers (%)
Sol hydromorphes	1	21.6	29.4	14.9	1.45	4
	2	42	28.1	16.5	1.6	7
	3	51.2	28.8	16.8	1.6	11.25
Sols fersiallitiques (HA=50cm)	1	50	26	12.1	1.45	10
	2	31	25.3	13.5	1.6	55
	3	50	25.3	13.5	1.6	75
Sols fersiallitiques (HA=35cm)	1	35	26	12.1	1.45	10
	2	31	25.3	13.5	1.6	55
	3	50	25.3	13.5	1.6	75
Sols fersiallitiques (HA=10cm)	1	10	26	12.1	1.45	10
	2	31	25.3	13.5	1.6	55
	3	50	25.3	13.5	1.6	75
Sols fersiallitiques	1	31	25.3	13.5	1.6	55
	2	50	25.3	13.5	1.6	75

t\_rapport4\_emmah\_caract\_sol\_stics

*Légende : Caractéristiques des sols tels définis pour les simulations STICS*