



## **2.4. METHODOLOGY: SOILS**

**FROGS (French Refinement Of Groundwater Scenarios)  
UIPP Training**

**Paris, 16 November 2011**

**UIPP Environmental Methodology Working Group**

- **Work performed by INRA Orléans (Xavier Morvan & Christine Le Bas) as part of the SSM WG**
  - Based on soil data available in GIS Sol databases BDGSF and DONESOL
- **19 major soil-types identified by superposition of BDGSF and Agricultural Census**
  - Different soils and soil depths representing the arable land associated to selected field crops (cereals, maize, oilseed rape, potatoes, sugar beet)
- **One representative soil profile from DONESOL associated to each soil-type**



Détermination de profils types de sol par régions de culture



Travaux réalisés dans le cadre du groupe de travail « Méthodologie - Comportement dans l'environnement - Atelier Eaux souterraines » de la Commission d'étude de la toxicité des produits antiparasitaires à usage agricole et des produits assimilés, des matières fertilisantes et des supports de culture

Document rédigé par :  
Xavier MORVAN, Christine LE BAS  
INRA, Unité Infosol, Orléans

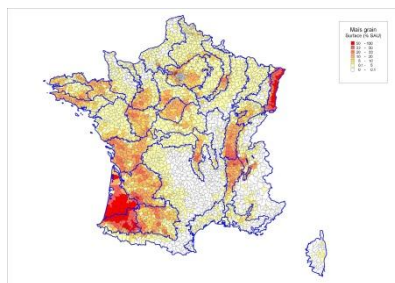
Août 2006



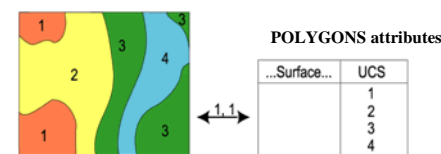
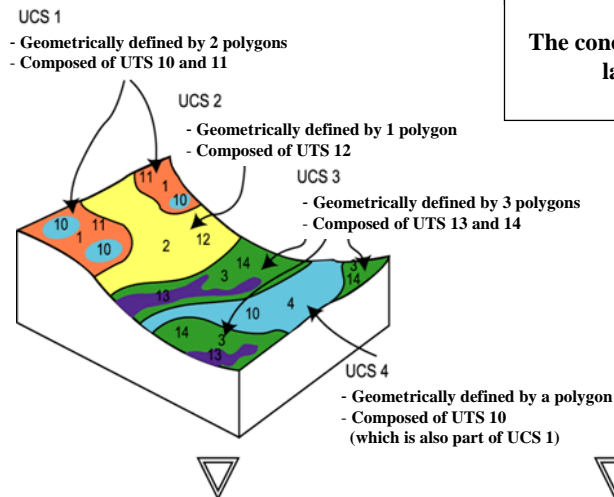
**BDGSF soil database  
(1:1000000)**

**Limited number of representative soil types for arable land**

**CORINE land cover & 2000 Agricultural census**



**The concept of pedological landscape...**



**POLYGONS attributes**

...Surface...	UCS
	1
	2
	3
	4
	3
	1
	3

**... and its translation in terms of spatial database**

**UCS attributes**

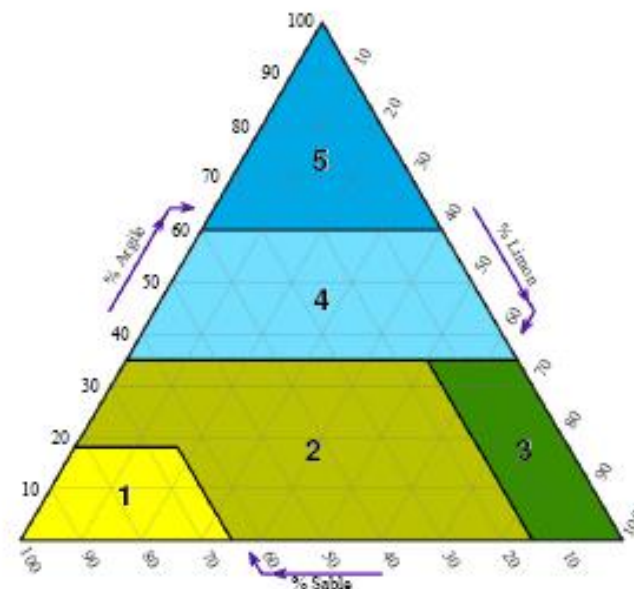
UCS	.....
1	
2	
3	
4	

STU.ORG			UTS attributes		
UCS	UTS	% Occup.	UTS	SOL	TEXT...
1	11	70	10		
1	10	30	11		
2	12	100	12		
3	14	65	13		
3	13	35	14		
4	10	100			



n° soil-type	FAO denomination	Texture class	Depth of profile
1	Luvisol	3	>80 cm
2	Cambisol	4	>80 cm
3	Rendzine	2	>80 cm
4	Luvisol	2	>80 cm
5	Cambisol	3	60 cm
6	Rendzine	2	60 cm
7	Rendzine	4	40 cm
8	Fluvisol	2	>80 cm
9	Fluvisol	1	>80 cm
10	Gleysol	4	>80 cm
11	Cambisol	2	60 cm
12	Podzoluvisol	3	>80 cm
13	Cambisol	3	>80 cm
14	Podzoluvisol	2	>80 cm
15	Cambisol	2	>80 cm
16	Rendzine	3	60 cm
17	Rendzine	3	>80 cm
<del>18</del>	<del>Solonchak</del>	<del>4</del>	<del>&gt;80 cm</del>
19	Arenosol	1	>80 cm

**! Note: solonchak soil part of original selection, but turned out not to be relevant**





Profile ID	Horizon ID	Depth (cm)	Sand (kg/kg)	Silt (kg/kg)	Clay (kg/kg)	OC (g/kg)	pH(water) (-)
1	1	29	0.188	0.611	0.201	10.3	7.1
	2	41	0.125	0.562	0.313	6.7	7.6
	3	75	0.122	0.556	0.322	6.1	7.8
	4	100	0.131	0.541	0.328	3.4	7.9
	5	130	0.164	0.358	0.478	2.8	7.8
2	1	20	0.062	0.615	0.323	14.6	7.4
	2	50	0.041	0.598	0.361	6.0	7.2
	3	80	0.029	0.599	0.372	5.0	7.2
	4	110	0.04	0.522	0.438	3.0	6.9
3	1	25	0.379	0.363	0.258	12.9	7.9
	2	50	0.378	0.349	0.273	6.5	8.1
	3	70	0.417	0.327	0.256	5.5	8.2
	4	100	0.472	0.262	0.266	4.5	8.1
4	1	25	0.464	0.348	0.188	11.7	5.8
	2	50	0.408	0.323	0.269	5.3	6.8
	3	121	0.361	0.302	0.337	3.7	7.4
5	1	10	0.08	0.648	0.272	19.9	6
	2	28	0.072	0.646	0.282	13.2	5.3
	3	40	0.083	0.569	0.348	9.5	5.6
	4	70	0.08	0.485	0.435	5.2	5.8
6	1	20	0.357	0.429	0.214	11.6	8.2
	2	40	0.369	0.419	0.212	8.8	8.4
	3	50	0.261	0.468	0.271	3.3	8.6

>> Outils > DONESOL

Base de données nationale des informations spatiales  
pédologiques

L'étude cartographique des sols nécessite l'observation détaillée de coupes de sols appelées «profils pédologiques». On peut distinguer les observations faites sur une tranchée (*fosse pédologique*) et les observations réalisées à partir d'un sondage à la tarière. Ces observations sont accompagnées de prélèvements et d'analyses effectuées au laboratoire.

Depuis 1979, l'INRA en collaboration avec l'IRAT, s'est doté d'un système standardisé pour la description des sols et des méthodes d'analyses de laboratoire. Ce système est appelé : « Système de Transfert de l'Information Pédologique et Agronomique (STIPA) ». Ce système comprend un manuel précisant les variables et les codes pour la description des sols. Il comprend également des programmes de gestion informatique des données. STIPA a fait l'objet de nombreuses collaborations internationales et est utilisé dans les pays francophones d'Afrique.

STIPA est un système ouvert qui a évolué avec la progression des connaissances en Science du Sol ainsi que la généralisation de son usage. En 1990, il a été fusionné avec le système de description des unités cartographiques de sols pour constituer la base de données DONESOL. L'ensemble des programmes de gestion est désormais géré sous le système PostGreSQL.

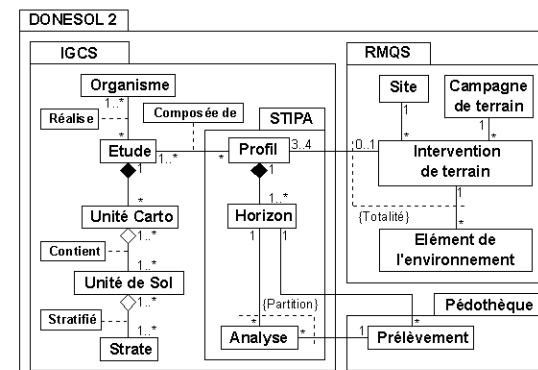
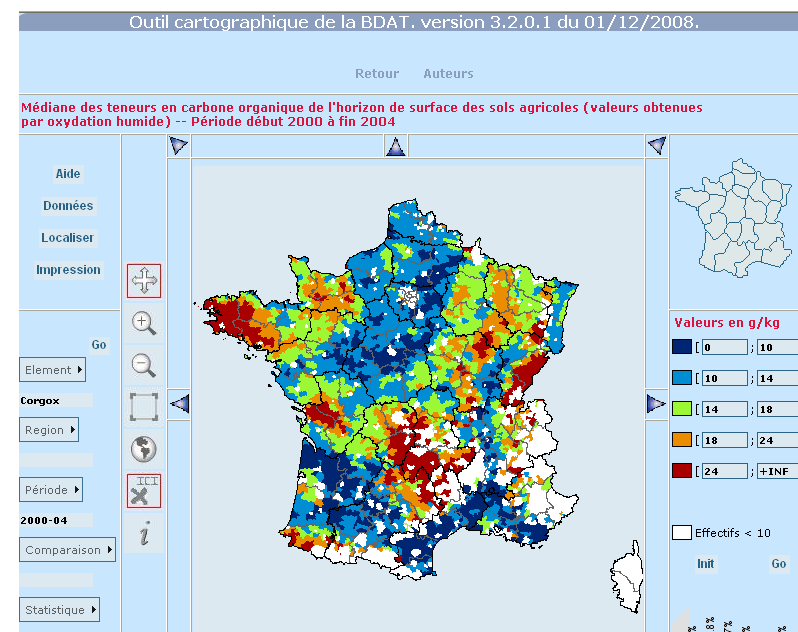


Diagramme de classes UML du système d'information INRA- DONESOL 2 [GROLLEAU, 2003]



- **Bias introduced from DONESOL2**
  - Highest number of data from the Orléanais region, where the OC content is the most depleted by agricultural practices
- **Comparison with topsoil OC content from BDAT**
  - Comprehensive GIS Sol database of surface soil analyses
- **Correction at AU-level based on area-weighted median OC values ( $OC_{med}$ )**
  - Correction Factor applied to all soils relevant for the AU:  

$$CF = OC_{med} (BDAT) / OC_{med} (DONESOL)$$



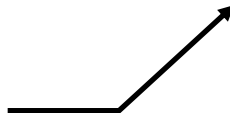
### Comparison with BDAT comprehensive topsoil data (2000-2004)



Table 46: Areal median  $OC_{med}$  for INRA soils and derived from BDAT

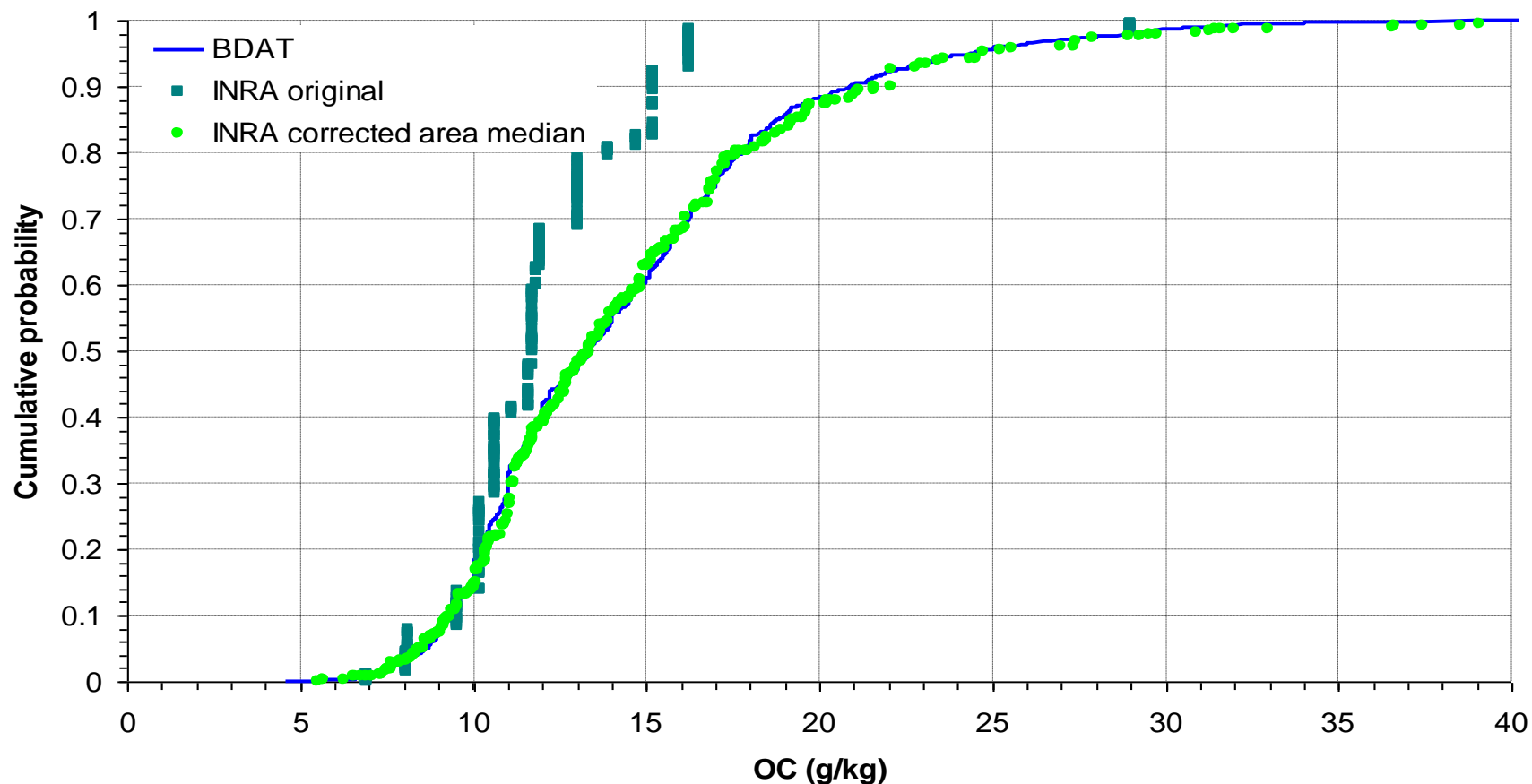
AU No.	INRA $OC_{med}$ (%)	BDAT $OC_{med}$ (%)	Correction factor
1	1.17	1.01	0.86
2	1.19	2.26	1.91
3	1.22	1.48	1.21
4	1.01	1.10	1.09
5	1.17	1.19	1.02
6	1.16	1.74	1.50
7	1.18	0.97	0.82
8	1.13	1.33	1.18
9	1.00	1.10	1.10
10	1.24	1.57	1.26
11	1.03	1.85	1.80
12	1.30	1.89	1.45
13	1.17	1.55	1.33
14	1.06	1.09	1.03
15	0.86	0.78	0.91
16	1.18	1.67	1.42
17	1.01	1.10	1.08
18	1.18	0.95	0.80
19	1.16	1.23	1.06
20	1.13	1.45	1.29
21	1.16	1.51	1.30
22	1.16	1.32	1.14
23	1.18	1.15	0.98
24	1.16	1.13	0.98
25	1.08	2.60	2.41
26	1.18	1.46	1.24
27	1.20	1.02	0.85
28	1.19	0.83	0.70
29	1.20	1.37	1.14
30	0.99	1.65	1.66
31	1.06	1.00	0.94

AU 15: Sologne  
- Orléanais



15 0.86 0.78

## Comparison of the area-weighted probability distributions of topsoil OC







### AU x Soil (SID) Surface

AUID	SID	Area (kha)
3	2	89
3	5	7
3	6	21
3	8	71
3	9	25
3	11	35
3	14	215
3	15	30
3	19	4

**AU 3**

**Limagnes – Plaine du Forez**

### Crop (CID) x Soil (SID)

CID	SID
1	1
1	2
1	3
1	6
1	8
1	9
1	13
1	19

**CID 1**

**Sugar beets**

**X**



### AU x Soil x Crop

AUID	SID	CID	MeteoStation
3	2	1	48049
3	6	1	48049
3	8	1	48049
3	9	1	48049
3	19	1	48049

**Relevant soils for sugar beets in Limagnes – Plaine du Forez**



### Pedotransfer functions

- **Missing subsoil OC values: Bruand et al. PTF**

$$\text{Equation 3: } c(x) = 0.22 + \frac{1.29 \cdot (e^{-0.028x} - e^{-2.8})}{1 - e^{-2.8}}$$

with  $x$  = depth (cm)  
 $c(x)$  = OC content (%)

- **Bulk density: PEARL PTF**

$$\text{Equation 4: } \rho_d = 1800 + 1236 \cdot m_{om} - 2910 \cdot \sqrt{m_{om}}$$

with  $\rho_d$ : bulk density (kg/m<sup>3</sup>)  
 $m_{om}$  (kg/kg): organic matter content,  $m_{om} = 1.724 m_{oc}$   
 $m_{oc}$  (kg/kg): organic carbon content

- **Hydraulic properties: HYPRES PTF**

### Other parameters

- **Dispersivity: FOCUS default**
- **Biodegradation depth factors: FOCUS default**

## Comparison of several PTF and selection of HYPRES (Wösten et al, 1999)

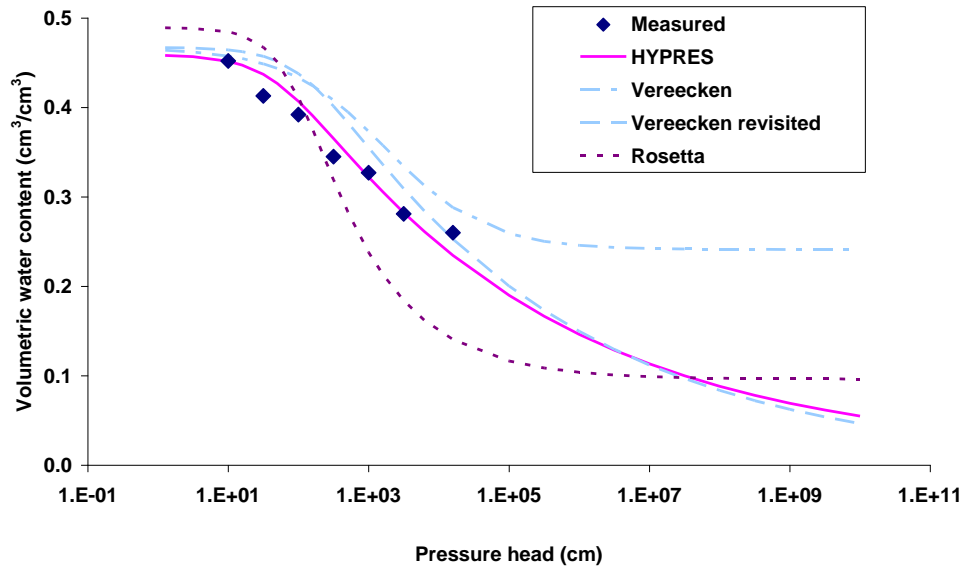
$$\theta(h) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha|h|)^n\right]^m}$$

$$K(h) = K_r S_e^{\lambda} \left[1 - (1 - S_e^{1/m})^m\right]^2$$

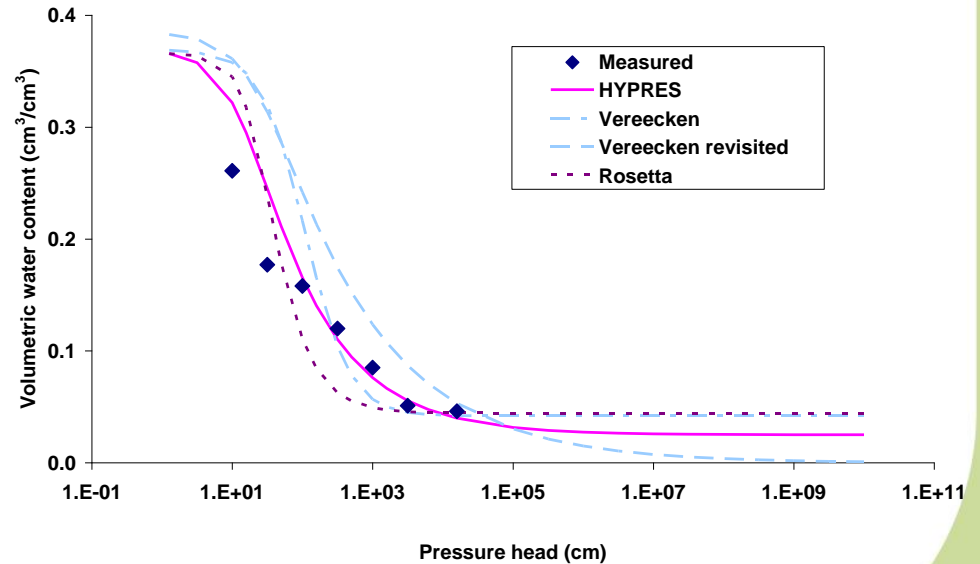
$$S_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \quad (\text{relative water saturation})$$



Surface horizon, loamy clay, estimated bulk density



Subsoil horizon, sand, estimated bulk density





- **Selection of dominant soils performed by INRA based on GIS Sol data**
- **Proportion of each soil in the AU is known, but not their localization**
  - Not possible with 1/1000000 scale BDGSF
- **One selected representative soil profile for each dominant soil**
  - Correction of OC content based on BDAT due to bias in DONESOL
- **Proportion of crops grown on the different soils is only available at national level**
- **Parameterization of soils for PEARL performed using pedotransfer functions**



Thank you very much for your kind attention