

## Initiation et sensibilisation à la connaissance des sols

# Évaluation du potentiel épurateur des sols

Jean Marie VINATIER (CRARA)

Ont également participé à la réalisation de ce montage



Association pour la Relance Agronomique en Alsace



Ministère  
de l'Agriculture et de la Pêche

Centre National d'Etudes et de Ressources  
en Technologie Avancée



## Organisation de la formation

- Module 1/ Les sols : observation et fonctionnement
  - Module 2/ Composition minérale du sol
  - Module 3/ Matière organique des sols
  - Module 4/ Initiation à la pédogenèse
- Module 5/ Cartographie des sols et des paysages, gestion des informations
- **Module 6/ : Évaluation du potentiel épurateur des sols**

# Le sol, système central de la fonction filtration - épuration



Le sol système épurateur

Les paramètres pédologiques  
déterminant la capacité  
d'épuration

Les paramètres externes au sol

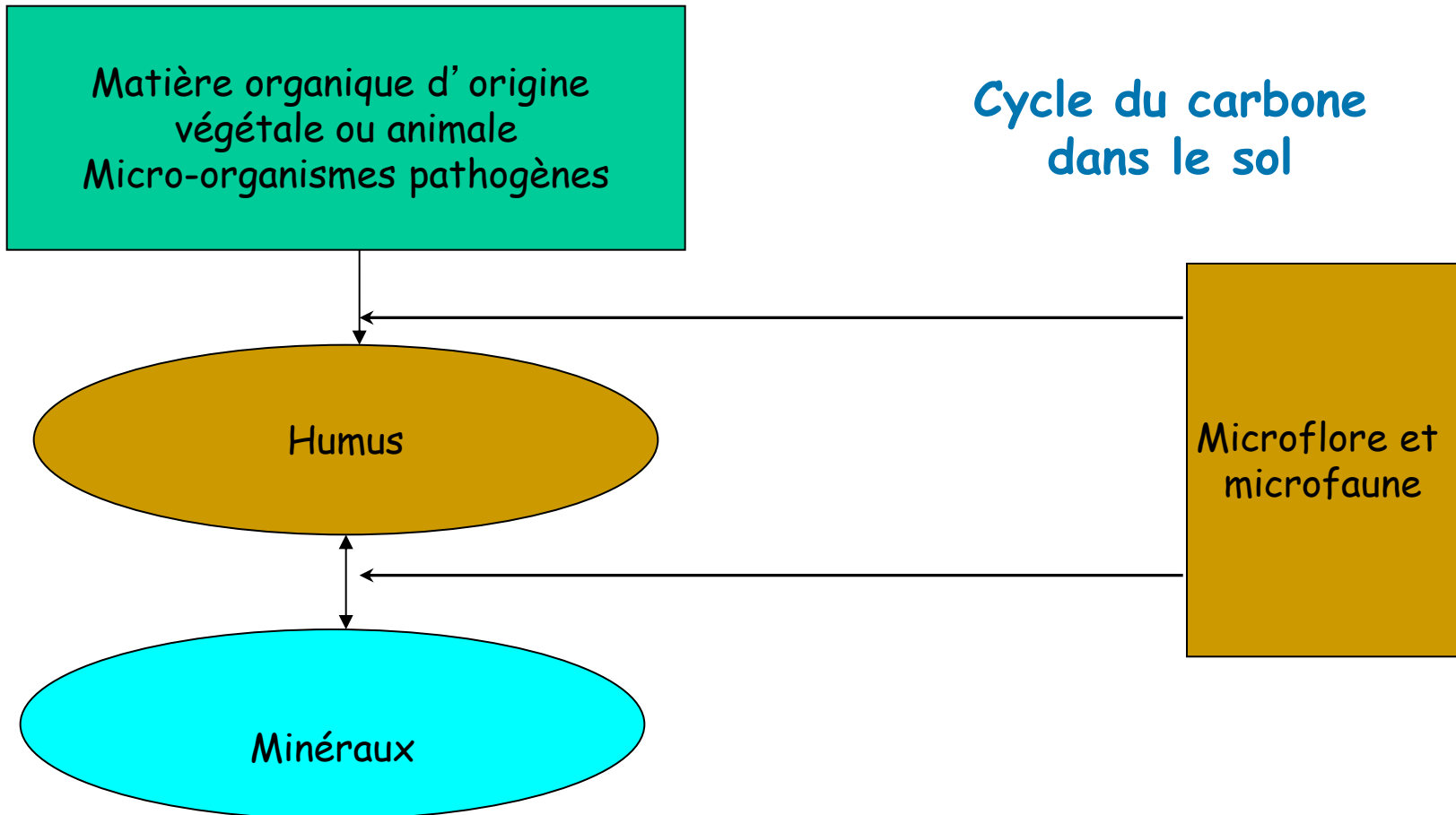
Méthodes d'évaluation de la  
capacité d'épuration du sol

Bilan

# Le sol système épurateur

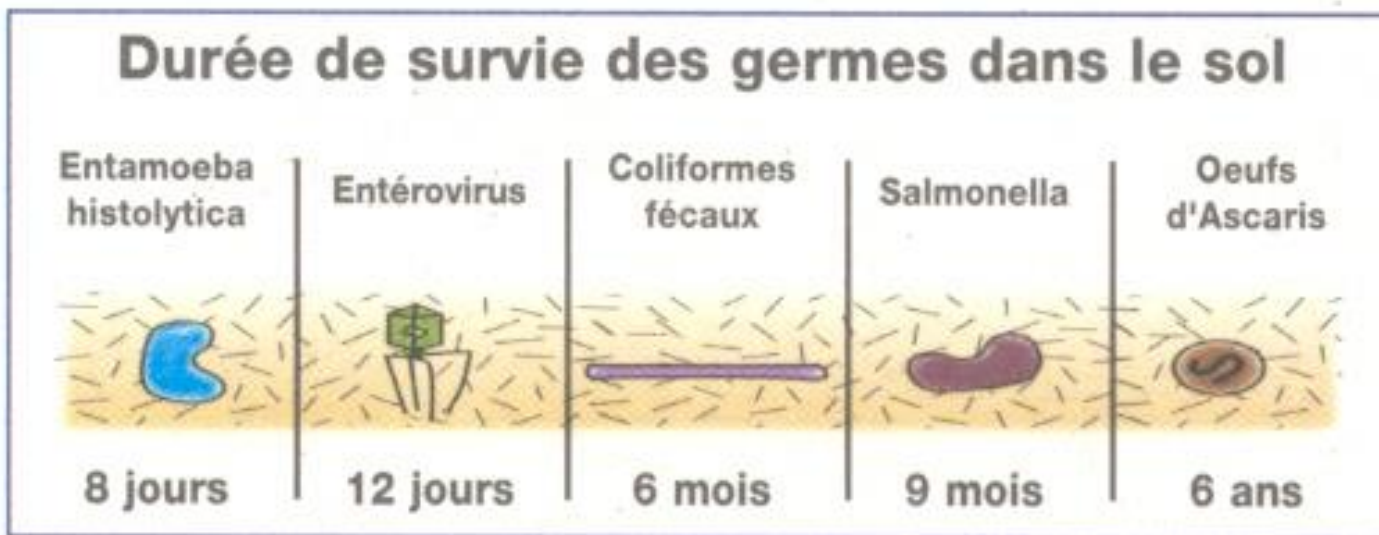
## Le carbone

### Cycle du carbone dans le sol



# Le sol système épurateur

## Les micro-organismes pathogènes



# Le sol système épurateur

## Les micro-polluants



- Les Éléments Traces Métalliques :

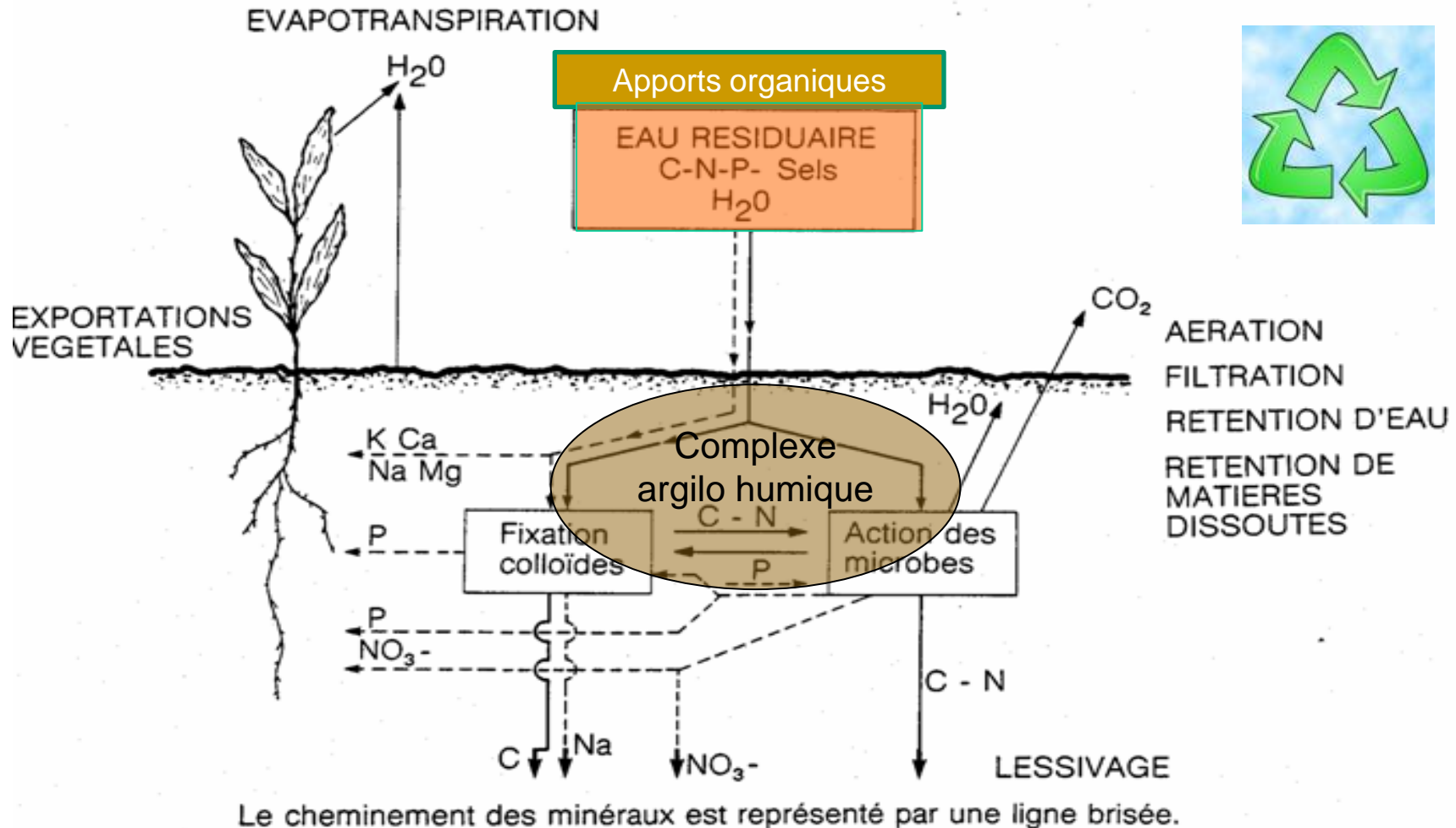
Cu, Pb, Zn, Cr, Cd, Hg, Ni, Se

- Les Composés Traces Organiques :

Polychlorobiphényles (PCB), Organohalogénés (AOX),  
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

# Le sol système épurateur

## LES DIFFERENTES FONCTIONS DU SOL SYSTEME EPURATEUR



# Le sol, système central de la fonction filtration - épuration



Le sol système épurateur

Les paramètres pédologiques  
déterminant la capacité  
d'épuration

Les paramètres externes au sol

Méthodes d'évaluation de la  
capacité d'épuration du sol

Bilan





Pour avoir un bon pouvoir épurateur, un sol doit être capable de:

- Infiltrer, humifier et minéraliser les matières organiques fraîches
  - ⇒ Perméable et sans risque de battance
  - ⇒ Milieu aérobie (pas d'engorgement ou de tassement) ⇔ respiration des micro-organismes

&

- Stocker et recycler les produits de décomposition de la matière organique
  - ⇒ Bon complexe argilo humique
  - ⇒ Bonne profondeur du sol pour les racines



# Les paramètres pédologiques déterminant la capacité d'épuration

- Filtrer  $\Leftrightarrow$  Perméabilité du sol  
⇒?
- Humifier  $\Leftrightarrow$  Biologie du sol, K1  
⇒?
- Minéraliser  $\Leftrightarrow$  Biologie du sol, K2  
⇒?
- Stocker et échanger avec les plantes  $\Leftrightarrow$  complexe argilo-humique  
⇒?

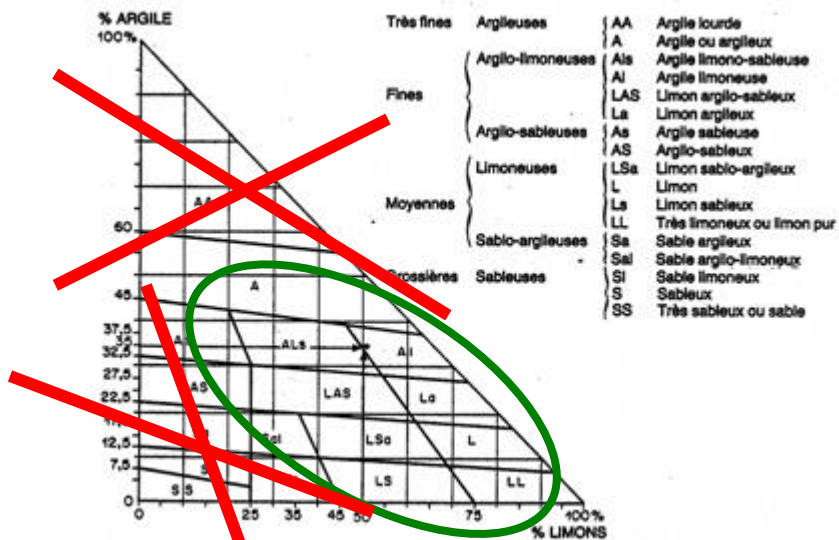
# Les paramètres pédologiques déterminant la capacité d'épuration

- Filtrer  $\Leftrightarrow$  Perméabilité du sol
  - $\Rightarrow$  Texture
  - $\Rightarrow$  Porosité
- Humifier  $\Leftrightarrow$  Biologie du sol, K1
  - $\Rightarrow$  Hydromorphie  $\Leftrightarrow$  aérobiose
  - $\Rightarrow$  Acidité
  - $\Rightarrow$  Porosité
- Minéraliser  $\Leftrightarrow$  Biologie du sol, K2
  - $\Rightarrow$  Texture
  - $\Rightarrow$  pH
- Stocker et échanger avec les plantes  $\Leftrightarrow$  complexe argilo-humique
  - $\Rightarrow$  Minéraux  $\Leftrightarrow$  CEC
  - $\Rightarrow$  Eau  $\Leftrightarrow$  Réserve utile
  - $\Rightarrow$  Terre fine  $\Leftrightarrow$  % de Cx
  - $\Rightarrow$  Profondeurs des racines

# Les paramètres pédologiques déterminant la capacité d'épuration

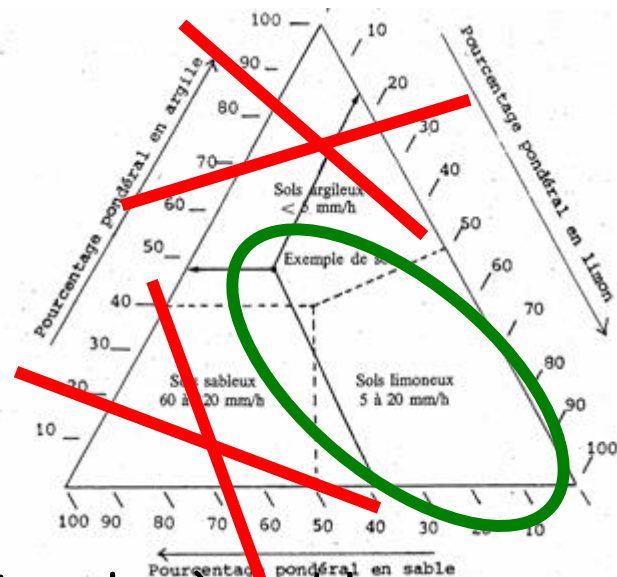
## La perméabilité de l'horizon de surface $\Leftrightarrow$ texture

Triangle des textures du GEPPA



Les sols très argileux, imperméable ont une faible capacité d'épuration.

Triangle des textures de l'Aisne



Un sol très sableux, trop perméable, a une faible capacité d'épuration.

## La perméabilité de l'horizon de surface $\Leftrightarrow$ texture

Sol argileux

$\Leftrightarrow$  fissuration et retrait

$\Leftrightarrow$  imperméabilité si humide



Sol sableux

$\Leftrightarrow$  Trop perméable





# Les paramètres pédologiques déterminant la capacité d'épuration

## L'hydromorphie

- **Hydromorphie** = manifestation morphologique de l'engorgement par l'eau d'un sol (taches **rouilles** et **grises**)
- L'engorgement par l'eau d'un sol réduit sa capacité d'oxydation, donc son potentiel épurateur

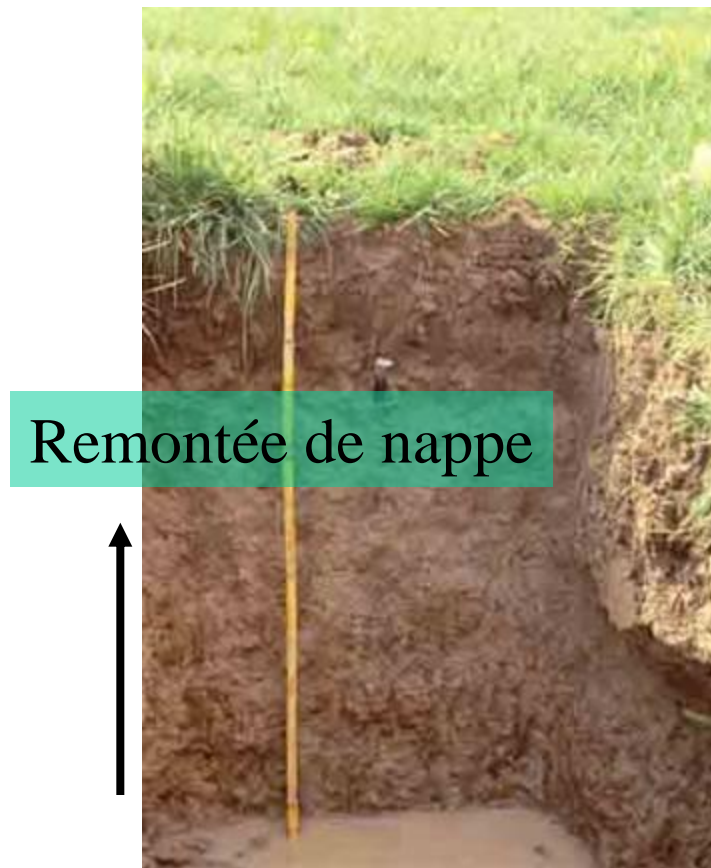
### Causes de l'engorgement par l'eau d'un sol

	Fortes entrées d'eau	Faibles sorties d'eau
<b>Causes primaires propres au sol</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Faible infiltration</li> <li>Faible écoulement latéral</li> <li>Faible percolation</li> </ul>
<b>Causes primaires extérieures au sol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remontée d'une nappe soutenue par une rivière</li> <li>Source, mouillère</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faible <sup>verticale</sup> évapotranspiration</li> </ul>
<b>Causes secondaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Précipitations abondantes</li> <li>Position de bas de versant ou de fond de vallon</li> <li>Obstacle physique anthropique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faible profondeur du plancher</li> <li>Diminution de l'évapotranspiration</li> </ul>



# L'hydromorphie

## Différentes origines



**Sol de bas fond**

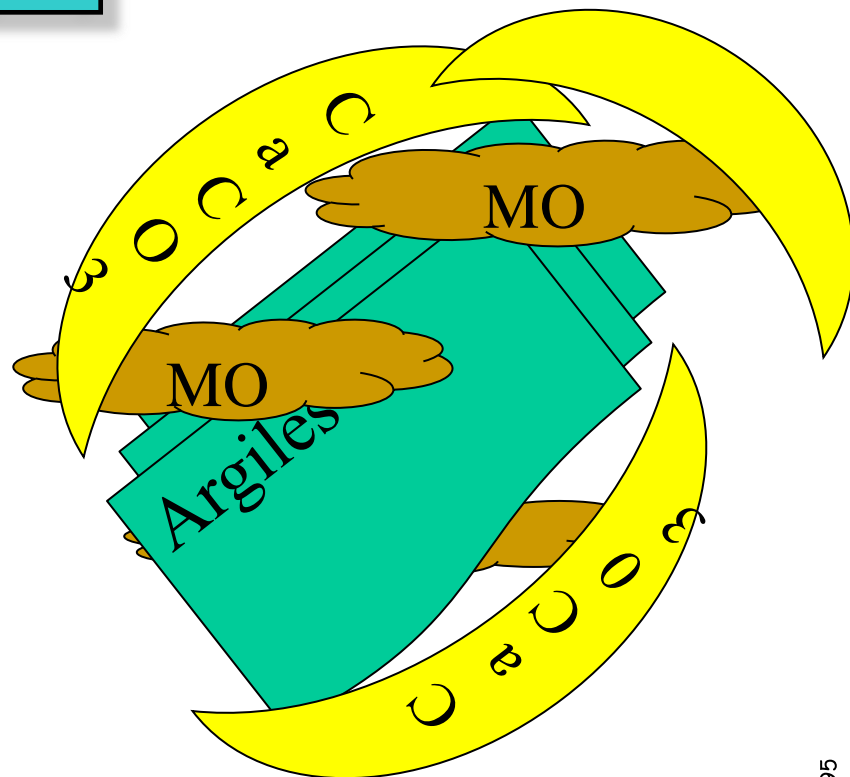


**Limon des plateaux**

# Les paramètres pédologiques déterminant la capacité d'épuration

## Coefficient de minéralisation (K2)

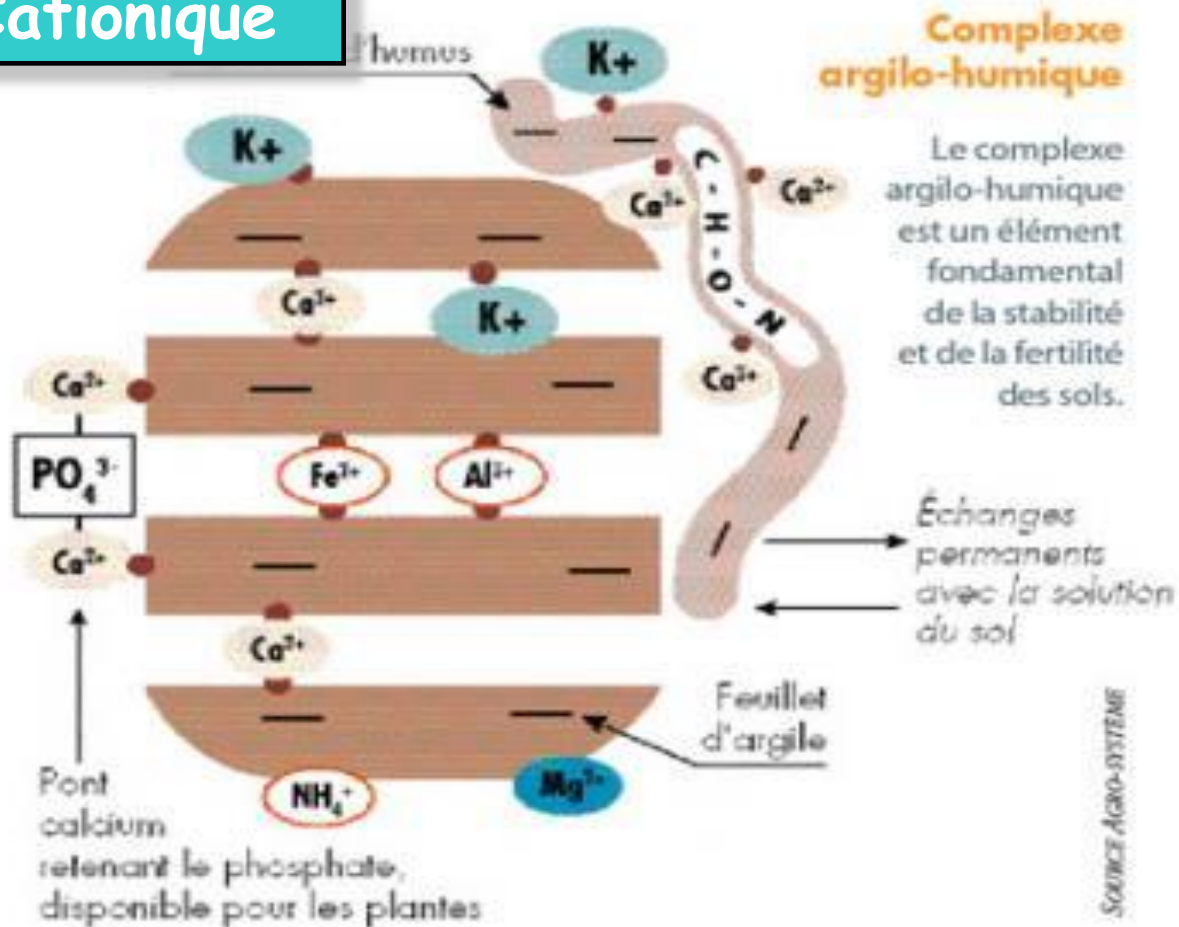
CaCO <sub>3</sub> (0/00)	Argile (0/00)		
	50	150	300
0	2.4	1.7	1.2
50	1.9	1.4	1.0
150	1.4	1.0	0.7
400	0.8	0.6	0.4





# Les paramètres pédologiques déterminant la capacité d'épuration

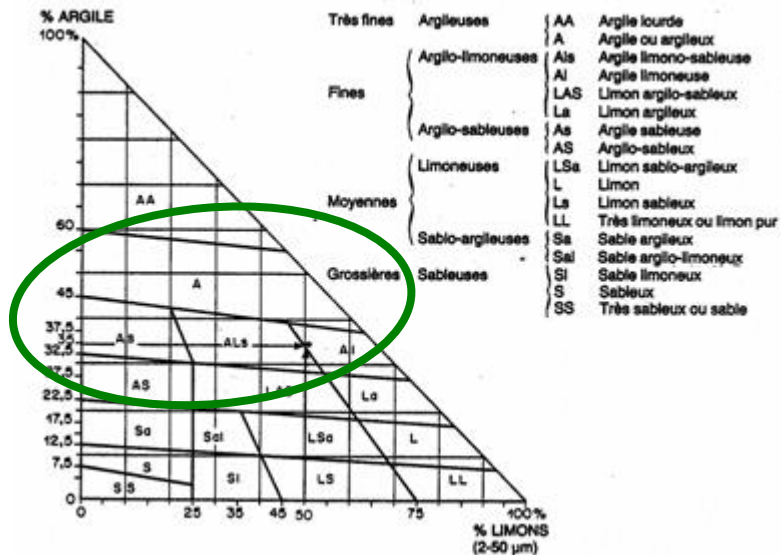
Complexe argilo humique  $\Leftrightarrow$   
Capacité d'Echange Cationique



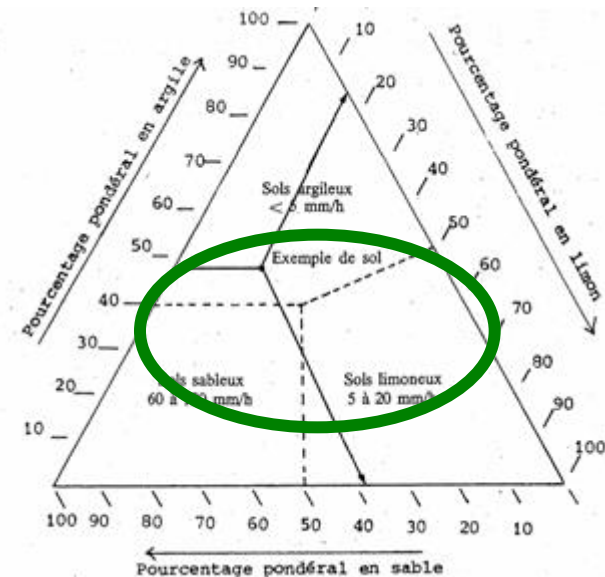
# Les paramètres pédologiques déterminant la capacité d'épuration

## Capacité d'Echange Cationique de l'horizon de surface $\Leftrightarrow$ texture

Triangle des textures du GEPPA



Triangle des textures de l'Aisne

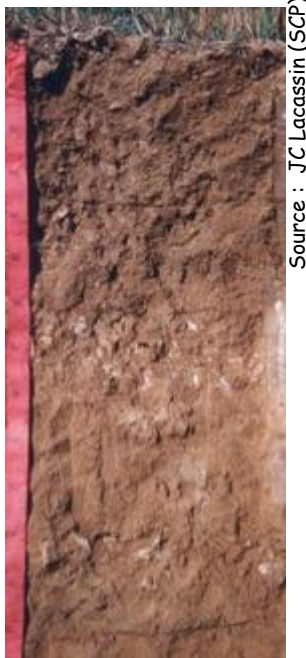
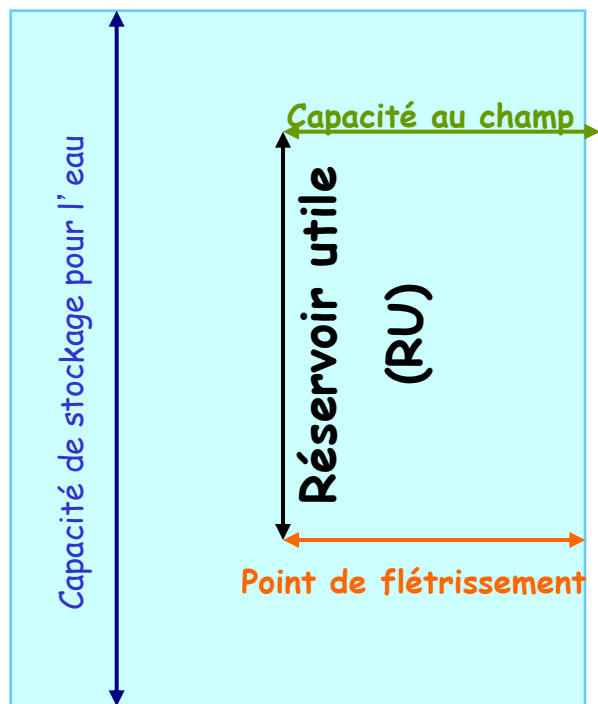


Les sols du centre du triangle de texture sont ceux qui possèdent la meilleure CEC

# Les paramètres pédologiques déterminant la capacité d'épuration

Le réservoir utilisable maximal (RUM)  
↔ profondeur du sol

Plus un sol a un RUM faible, plus sa capacité d'épuration diminue car moins il peut stocker les produits issus de la décomposition de la MO



Source : JC Lacassin (SCP)

Sol profond  
(RU élevé)



Sol superficiel et caillouteux  
(RU faible)

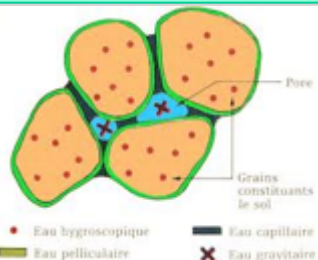
# Les paramètres pédologiques déterminant la capacité d'épuration

## Le réserve utile (RU) ⇔ Texture

Plus un sol a un RUM faible, plus sa capacité d'épuration diminue car moins il peut stocker les produits issus de la décomposition de la MO

TERRE NON TASSEE

$$\text{RUM (mm/mcm)} = \text{SOMME}(0.155 \cdot (1 - (\% \text{EG}/100)) \cdot ((0.0468 \cdot \% \text{A}) + (0.2145 \cdot \% \text{L}) + (0.346 \cdot \% \text{MO}) + 3.7561))$$

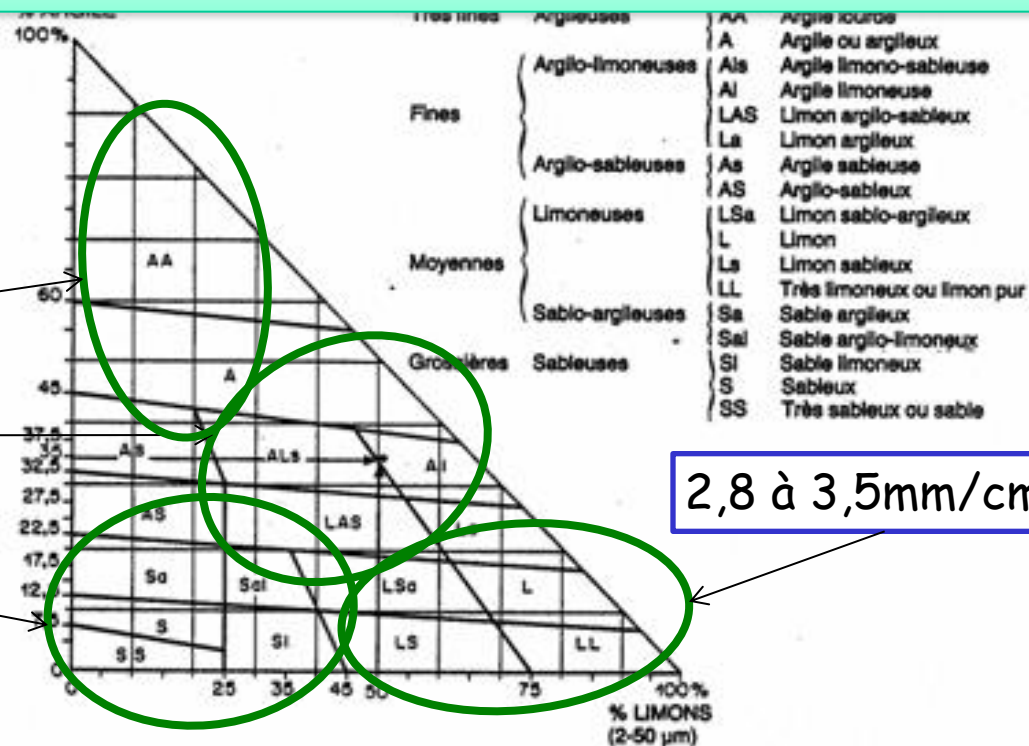


1mm/cm\*

1 à 2,8mm/cm\*

0.5 à 1 mm/cm\*

\* Références régionales

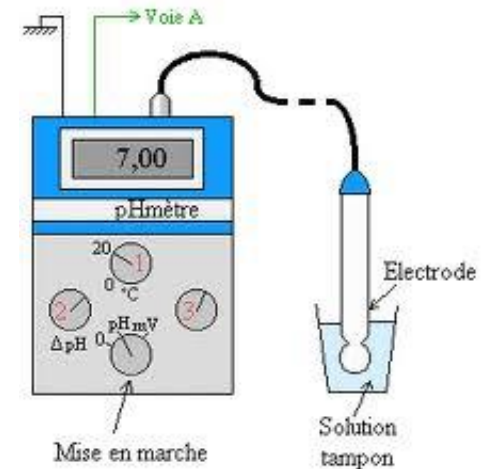


2,8 à 3,5mm/cm\*

# Les paramètres pédologiques déterminant la capacité d'épuration

## Le pH eau

- Rappels :
  - Très Basique :  $> 8.5$
  - Basique :  $7.2$  à  $8.5$
  - Neutre :  $6.8$  à  $7.2$
  - Peu acide:  $5.5$  à  $6.8$
  - Acide à très acide :  $< 5.5$



- pH des sols généralement compris entre  $3.5$  et  $8.5$  (dépend contexte régional)
- pH extrêmes diminuent l'activité biologique  
pH acides favorisent la solubilité des éléments traces métalliques et donc leur transfert



# Les paramètres agronomiques déterminant la capacité d'épuration

## Le tassement du sol et la battance



Le tassement réduit la capacité de stockage sur sol et l'enracinement



S'il y a crouste de battance, les produits organiques liquides peuvent ruisseler et ne pas s'infiltrer

# Le sol, système central de la fonction filtration - épuration



Le sol système épurateur

Les paramètres pédologiques  
déterminant la capacité  
d'épuration

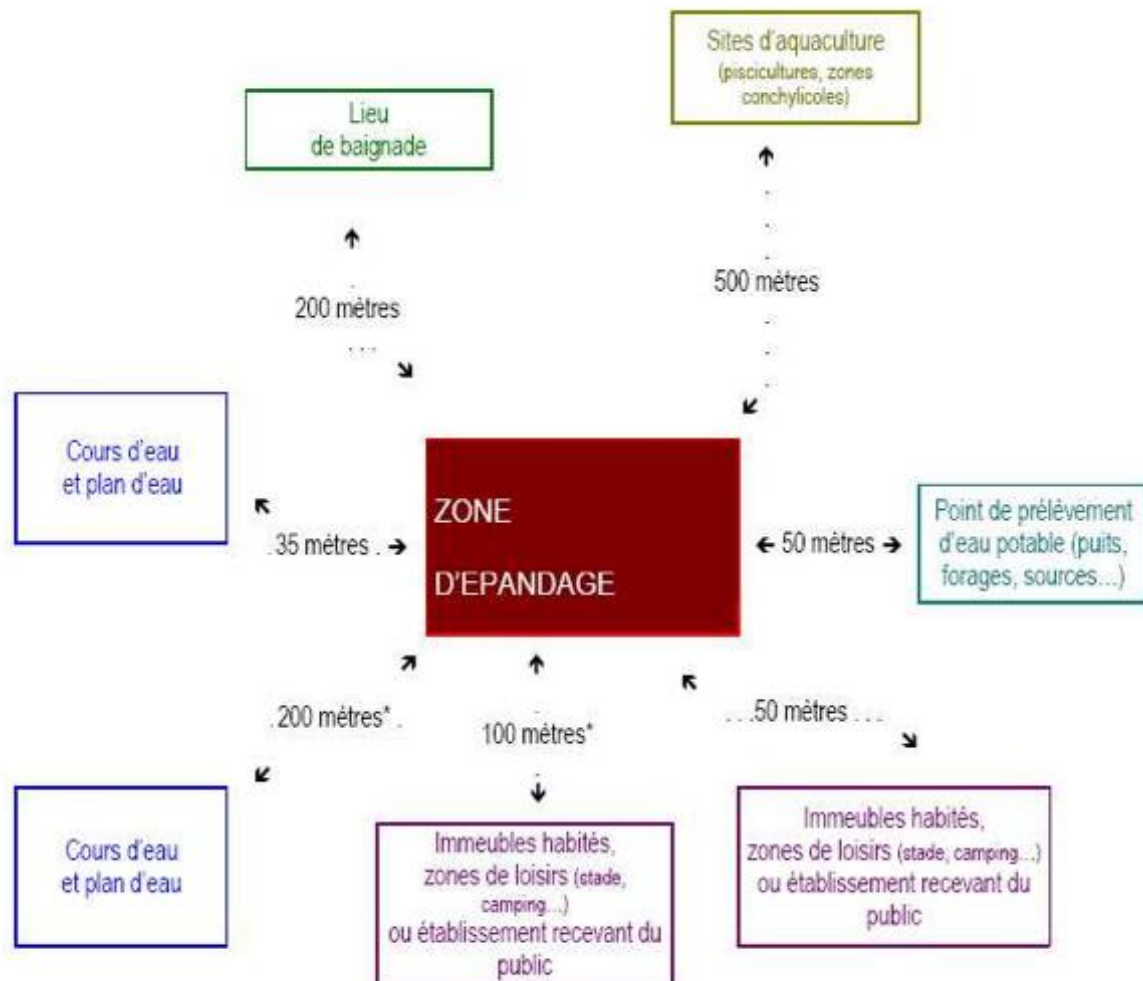
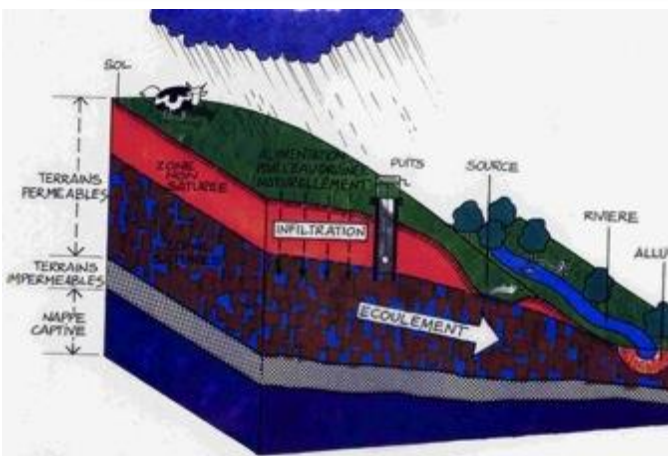
**Les paramètres externes au sol**

Méthodes d'évaluation de la  
capacité d'épuration du sol

Bilan

# Les paramètres externes au sol

## Vulnérabilité des ressources en eau



\*en cas d'effluents odorants



# Le sol, système central de la fonction filtration - épuration



Le sol système épurateur

Les paramètres pédologiques  
déterminant la capacité  
d'épuration

Les paramètres externes au sol

Méthodes d'évaluation de la  
capacité d'épuration du sol

Bilan

# Méthodes d'évaluation de la capacité d'épuration du sol

## Hiérarchisation des paramètres pédologiques

Facteurs favorisant les potentialités épuratoire du sol

### 1. Capacité de transformation de la MO fraîche

- Sols sains
- Sols légers à moyens
- Sols neutres à faiblement acides

### 2. Capacité de stockage et d'échange (eau et minéraux)

- % de terre fine et % argile
- Profondeur d'enracinement

# Méthodes d'évaluation de la capacité d'épuration du sol

## Hiérarchisation des paramètres pédologiques

Contraintes limitant les potentialités du sol (par ordre décroissant) :

1. **Hydromorphie**
2. **pH de l'horizon de surface**
3. **Texture de l'horizon de surface**
4. **Réservoir Utilisable Maximal**



# Méthodes d'évaluation de la capacité d'épuration du sol

## Hiérarchisation des paramètres pédologiques

Exemple de traitement de hiérarchisation des critères (CRARA)



Hydromorphie de  
surface

O

N

pH<6

6>pH>7.2

pH7.2

S

L

A

RU<50mm

50>RU>100mm

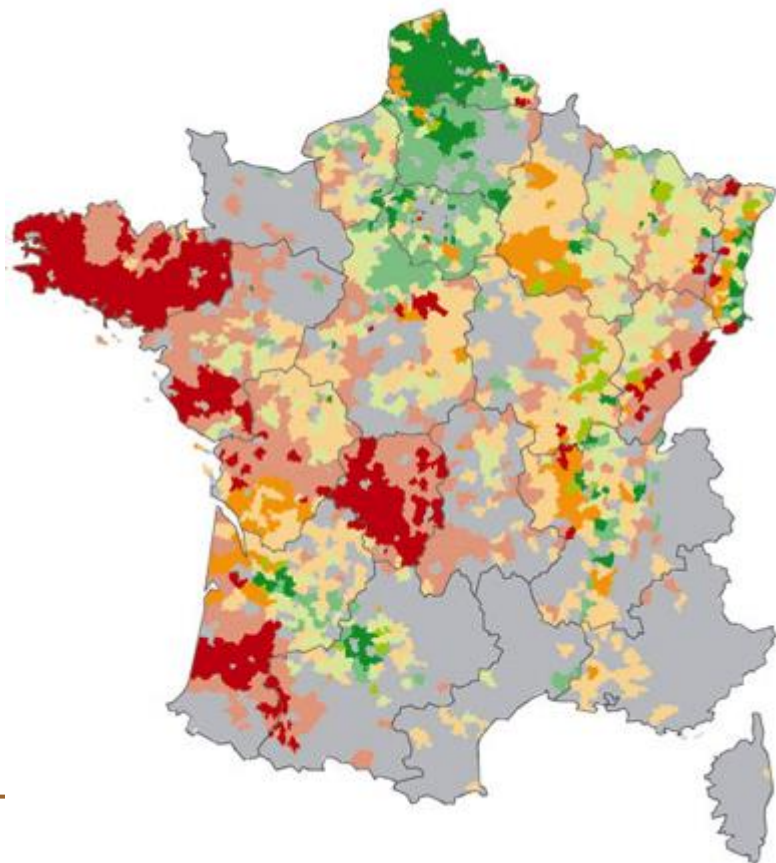
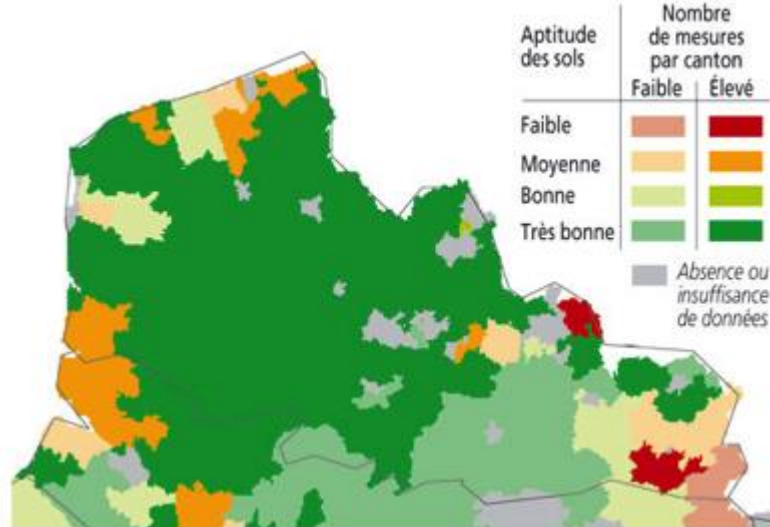
RU>100mm

Produit

Dose

# Méthodes d'évaluation de la capacité d'épuration du sol

Calcul de l'IAE réalisé par l'ISA  
de Lille pour l'IFEN, à partir de  
la base de données BDAT



# Le sol, système central de la fonction filtration - épuration



→ Le sol système épurateur

→ Les paramètres pédologiques  
déterminant la capacité  
d'épuration

→ Les paramètres externes au sol

→ Méthodes d'évaluation de la  
capacité d'épuration du sol

→ **Bilan**



# Bilan

sol = système central de la  
fonction filtration-épuration

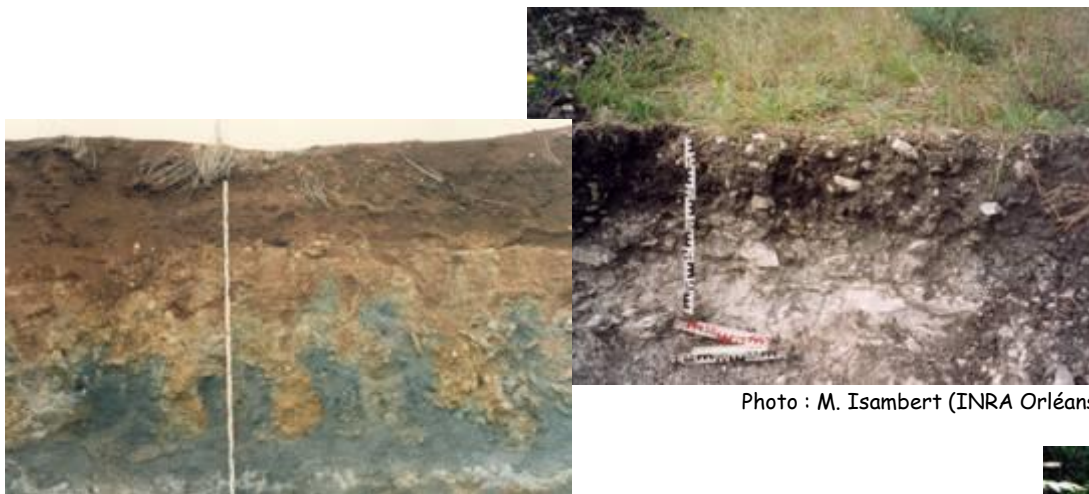


Photo : M. Isambert (INRA Orléans)

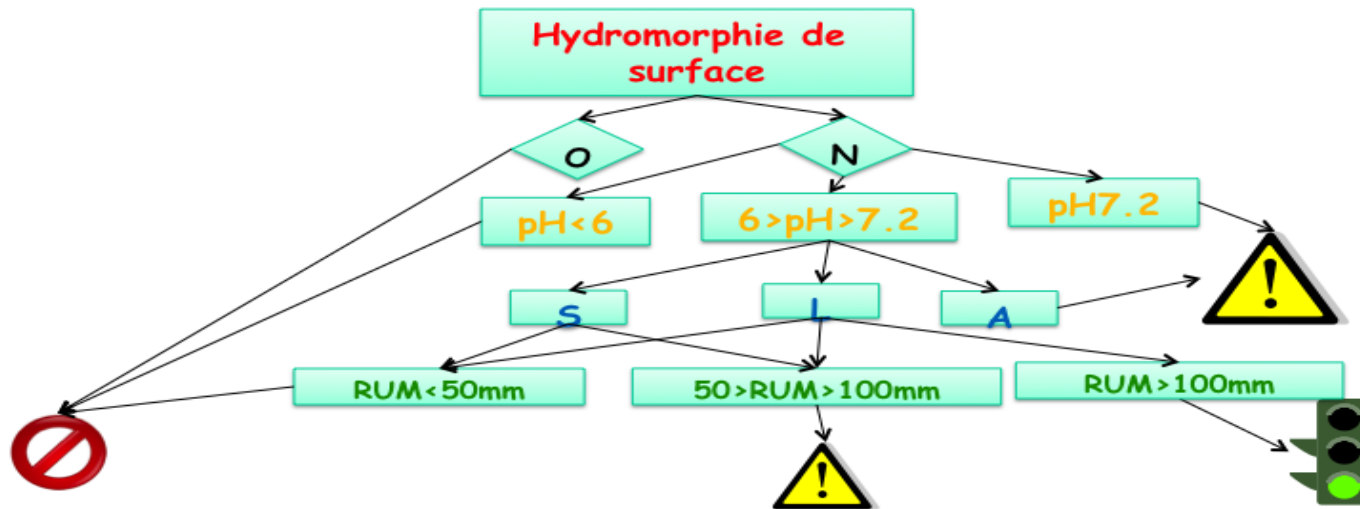
Photo : INRA Orléans



Photo : A. Richer de Forges

# Bilan

- Approche de la problématique : méthodes d'évaluation de la capacité d'épuration du sol ⇔ une expertise organisée



- Choix et hiérarchisation des paramètres pédologiques prédominants
- Représentation cartographique en lien avec une base de donnée cartographique