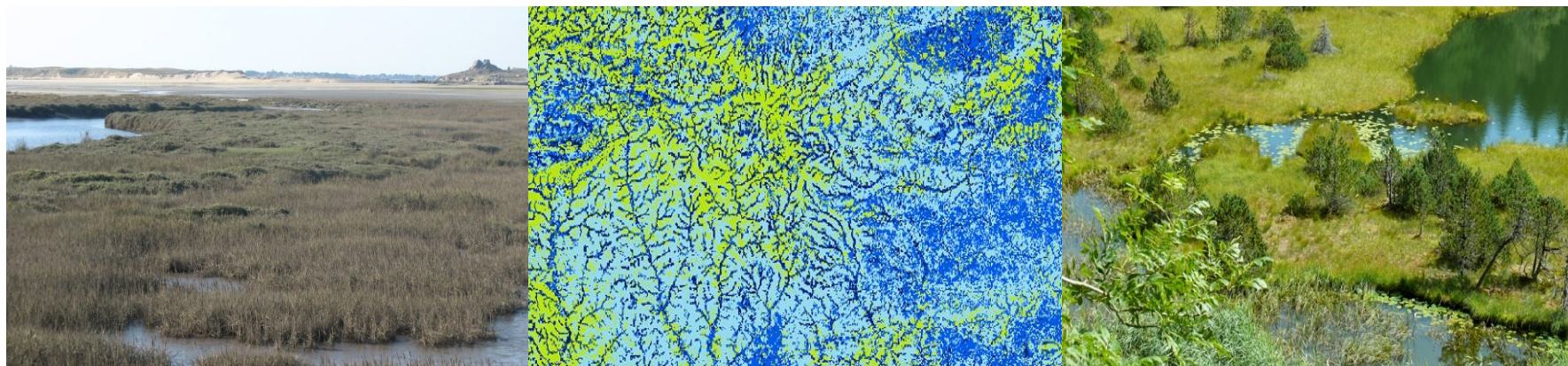


# Les données *Sols de Bretagne* en appui aux politiques de l'eau



*Morbihan - Rencontre Départementale de l'Environnement  
30 novembre 2016*

**Christian WALTER et Blandine LEMERCIER**



**« les sols conditionnent l'existence de la végétation et influencent le cycle de l'eau, et sont de ce fait à l'origine des principales ressources permettant à l'homme et aux animaux de s'alimenter »**

*Charte européenne des sols, 1972*

**«Les sols : la face cachée  
du cycle climatique »**

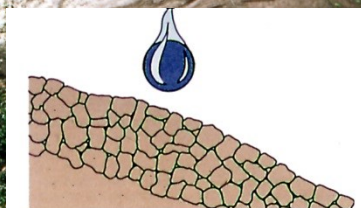
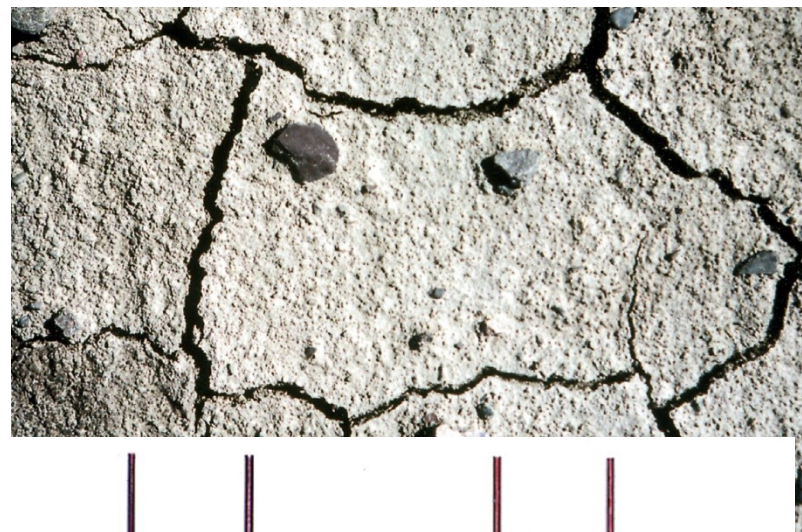
*Commission Européenne, 2014*

# Introduction

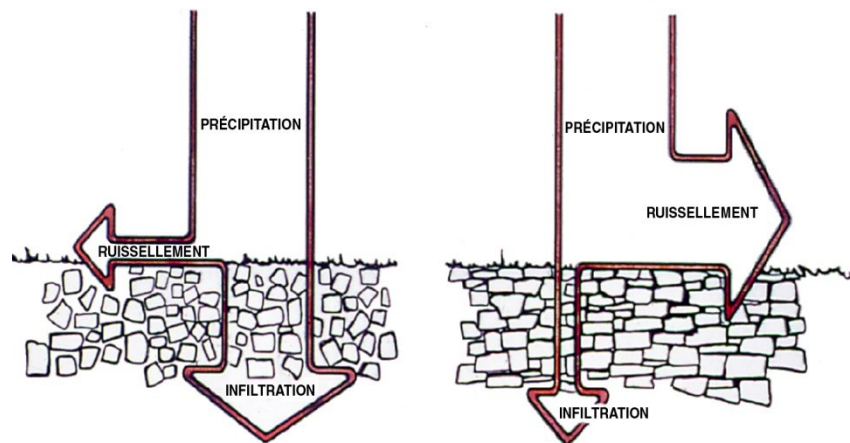
- Le sol, un acteur prépondérant du cycle de l'eau :
  - Partage des pluies entre infiltration et ruissellement
  - Capacité de stockage
  - Échanges et réactions biogéochimiques en son sein
- Mais un acteur méconnu,
  - Un objet caché
  - Absence de données exhaustives
  - Faible prise de conscience par les décideurs de leur importance



# Le partage de la pluie : ruissellement versus infiltration



LA GOUTTE D'EAU = UNE BOMBE

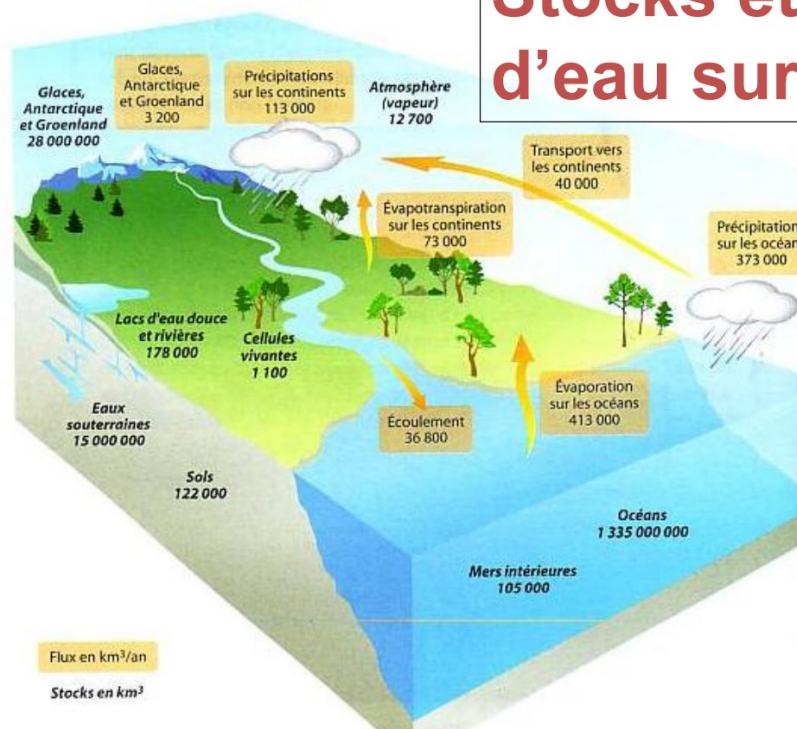


# Le stockage d'eau dans le sol

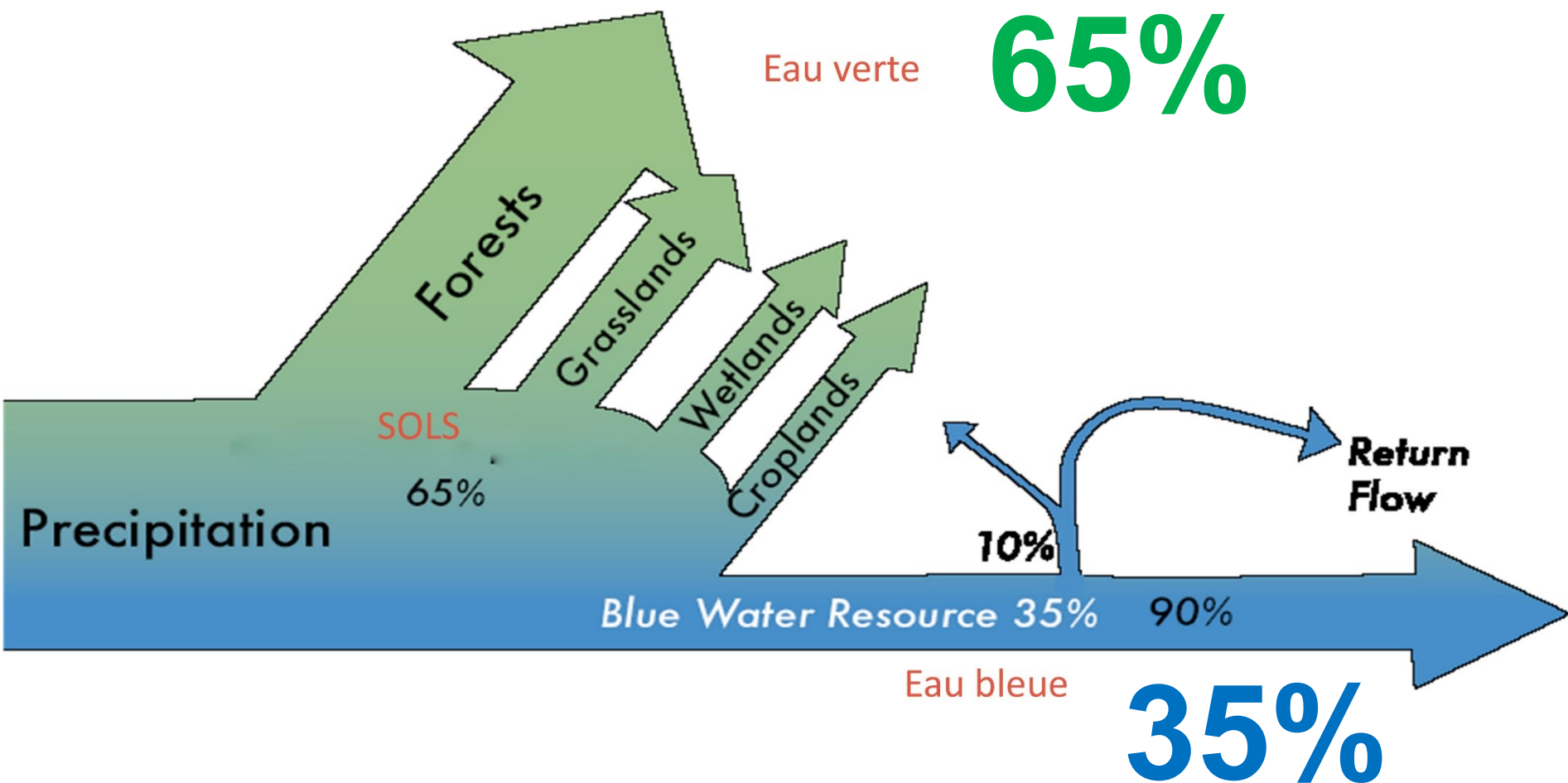
- Les sols stockent de 40 à 600 l d'eau par m<sup>2</sup> : 10 à 90 % de la pluviométrie annuelle
- + d'eau dans les sols que dans les rivières et les lacs



## Stocks et Flux d'eau sur Terre

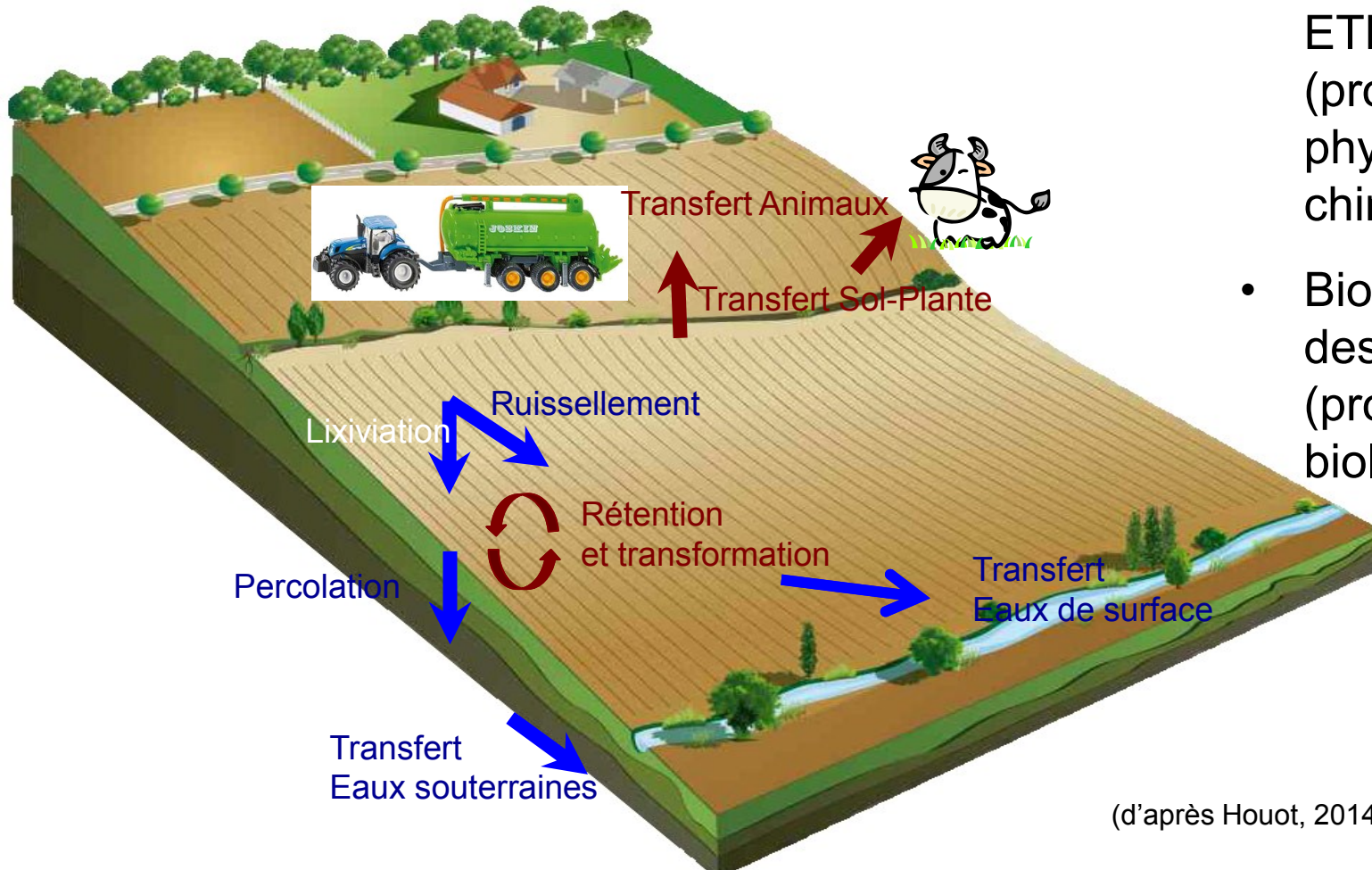


*Estimée à 65% des précipitations, l'eau verte est stockée dans les sols et retourne vers l'atmosphère*



# La régulation de la qualité de l'eau

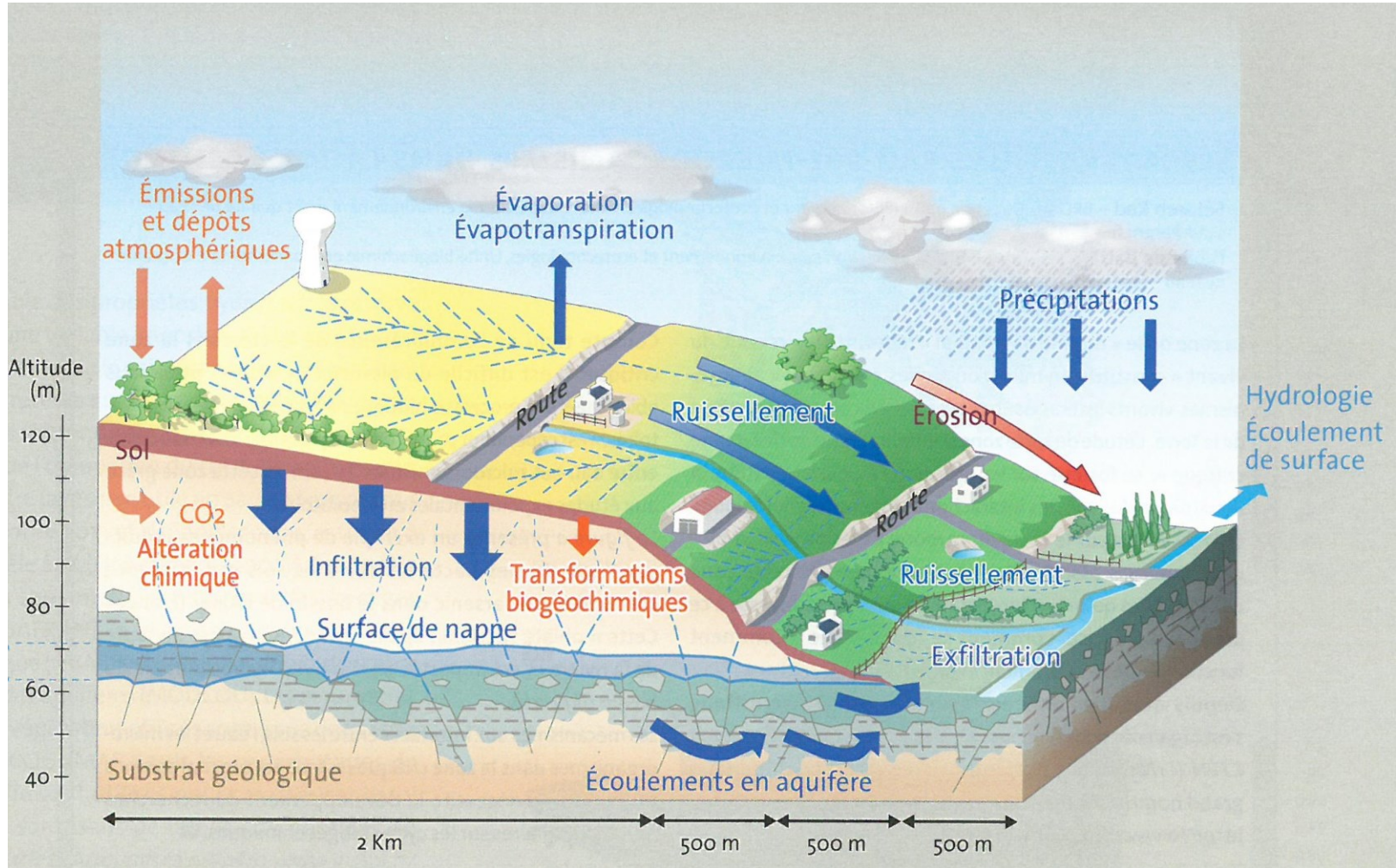
- 50 % des déchets produits en France sont recyclés sur les sols



- Les sols ont un rôle essentiel de filtration et d'épuration
  - Rétention de P, ETM, pesticides (processus physico-chimique)
  - Biodégradation des polluants (processus biologiques)

(d'après Houot, 2014)

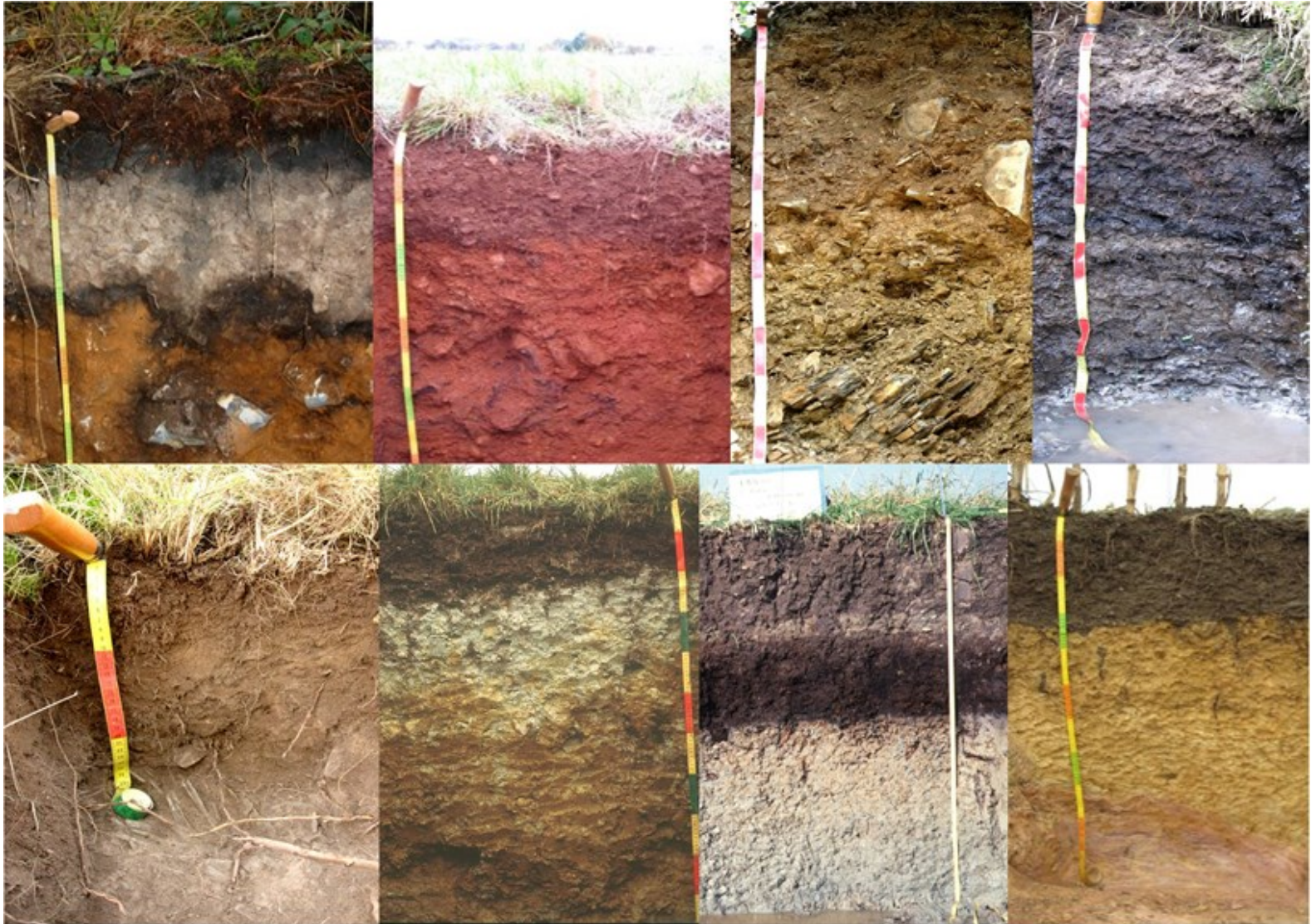
# En résumé, le sol et l'eau, un couple intimement lié



(d'après Dorfliger et Gascuel, 2015)



... mais les sols sont très divers,  
comment en tenir compte ?



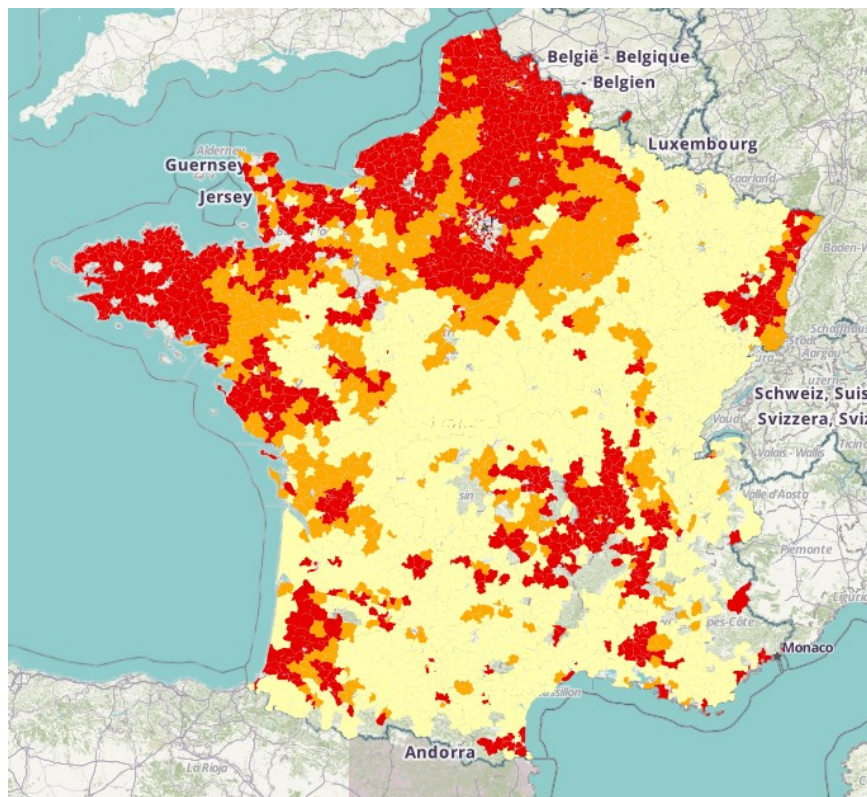
# Objectifs de l'exposé

- Montrer comment les données *Sols de Bretagne* viennent en appui aux politiques de l'eau à travers 4 exemples :
  1. Evaluation du risque d'eutrophisation des eaux douces
    - *Suivi du Phosphore dans les sols*
  2. Gestion quantitative de l'eau :
    - *Estimation de la réserve utile des sols*
  3. Transfert de particules vers les cours d'eau
    - *Evaluation de l'aléa érosif*
  4. Protection des zones humides
    - *Délimitation des zones humides potentielles*

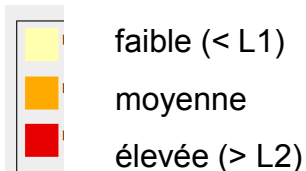
**Le risque d'eutrophisation des eaux  
douces :  
la teneur en phosphore des sols**

# Les teneurs en phosphore des sols bretons sont élevées

*Teneur dominante de P dans les sols français par comparaison aux seuils de fertilisation du COMIFER*



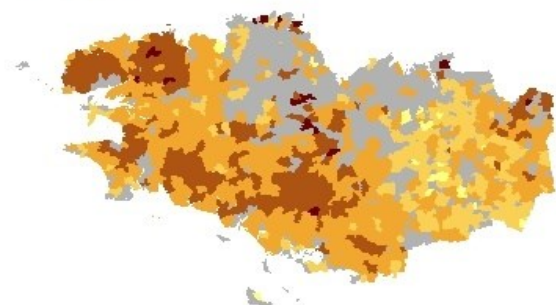
- Augmentation des teneurs en P depuis les années 60
- Fertilisation raisonnée sur la base de N  
→ excédentaire en P
- 72 % des analyses du Morbihan considérées comme élevées



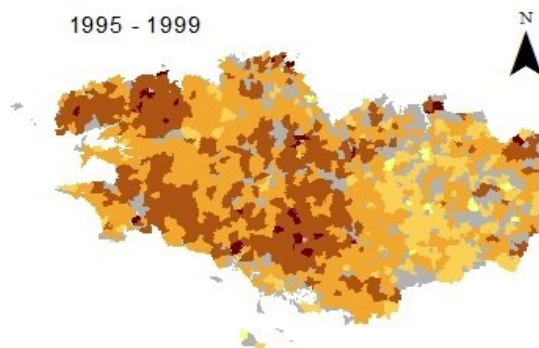
(source : GIS, BDAT, 2015)

# Cartes communales de teneurs médianes en P des sols sur quatre périodes de 1990 à 2009

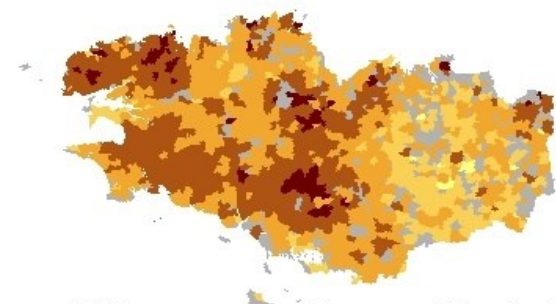
1990-1994



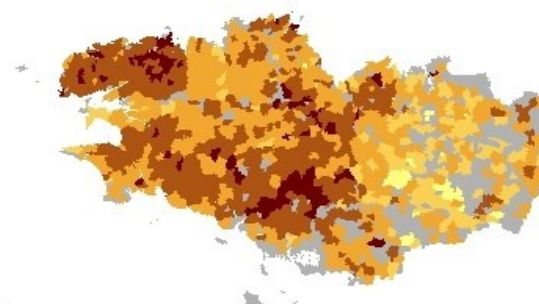
1995 - 1999



2000 - 2004



2005 - 2009



- Une augmentation forte des teneurs en P jusqu'au début des années 2000
- Une tendance à la stabilisation depuis

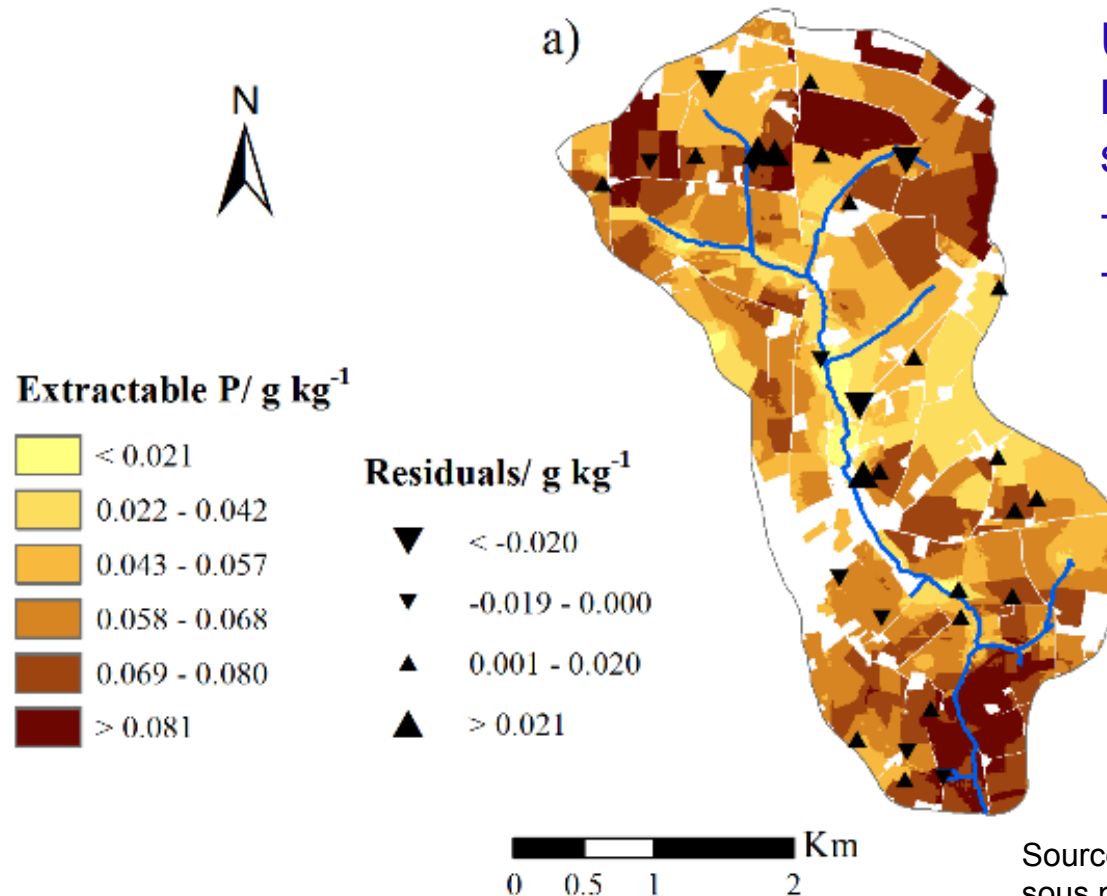
Médianes communales des teneurs P-Dyer (mg/kg P2O5)



0 35 70 140 Kilometers

Source : BDAT, 2015

# Teneurs en P des sols des parcelles du bassin versant de Naizin (Morbihan) en 2015

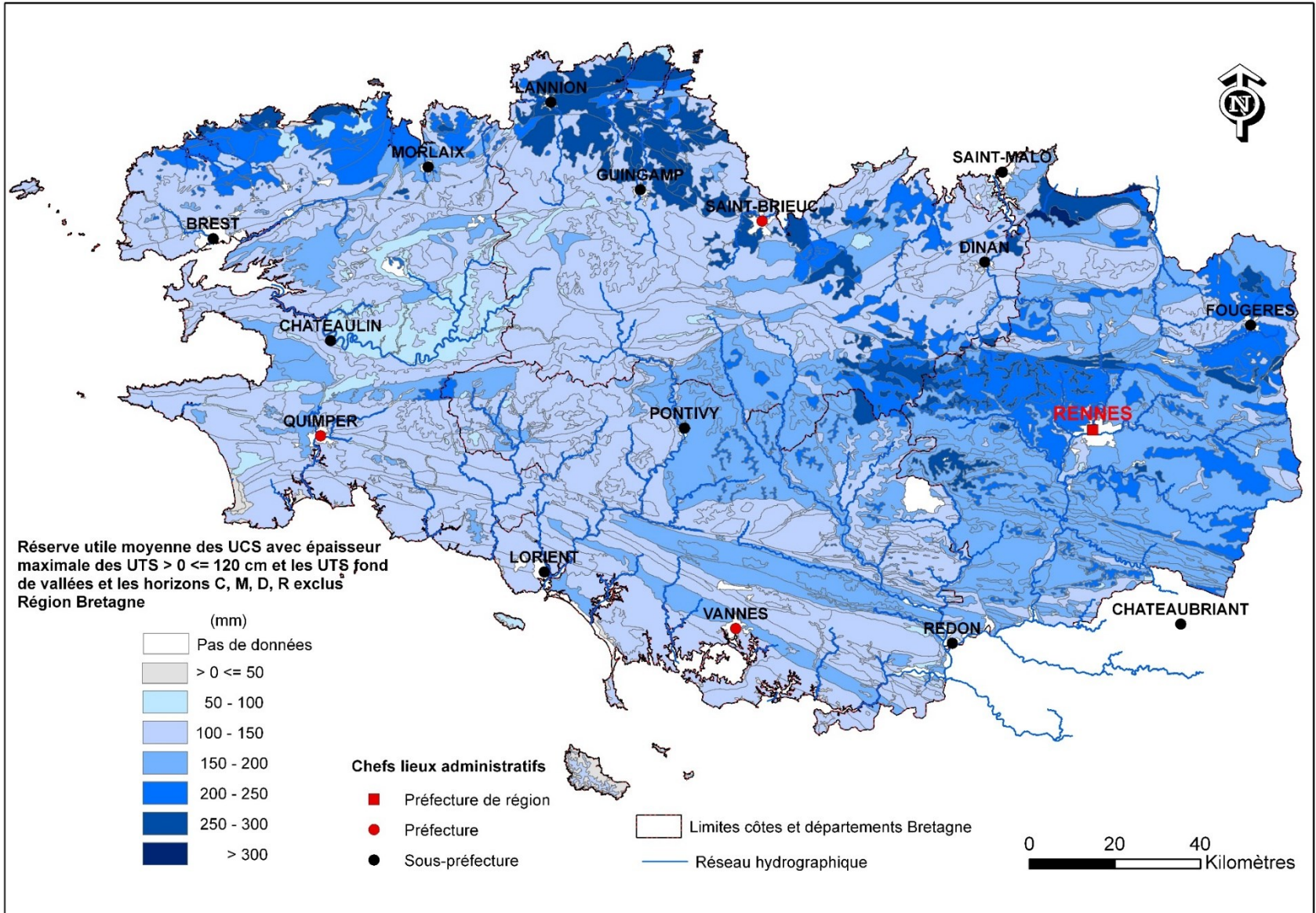


Une forte disparité locale des teneurs en P des sols :

- Historique de fertilisation
- Différence entre systèmes de production

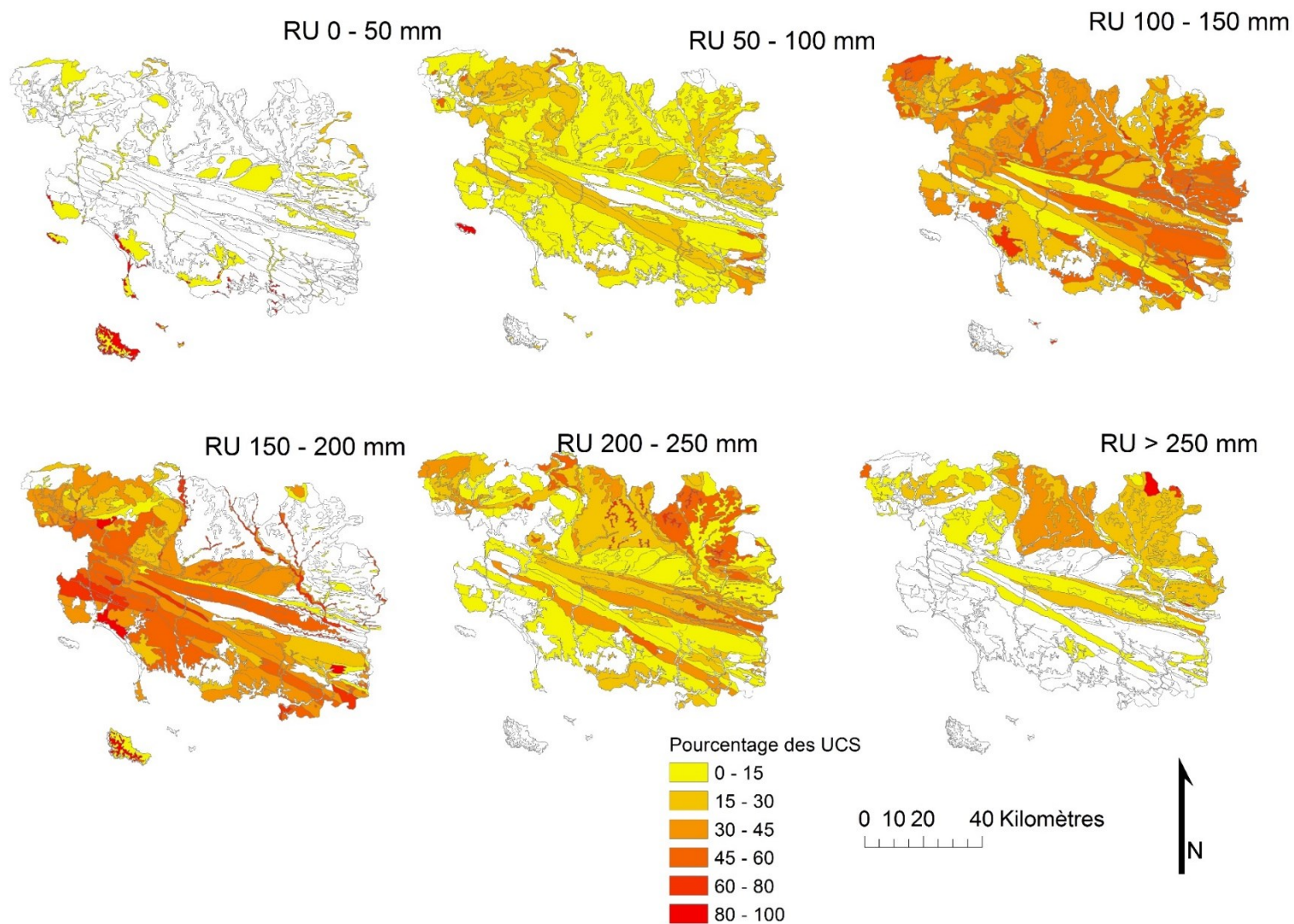
# **Gestion quantitative de l'eau : la réserve utile des sols**

# Estimation de la réserve utile moyenne des sols bretons



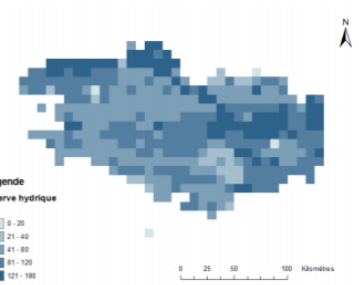
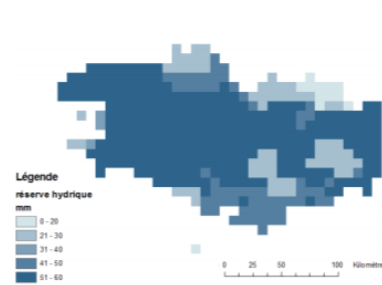
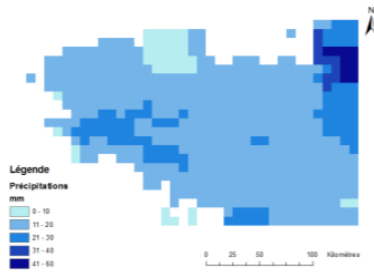
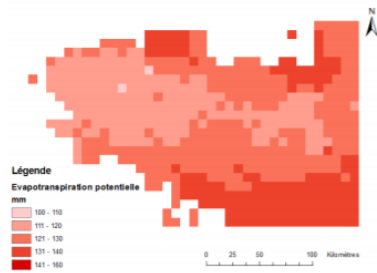


# Variations spatiales de la réserve utile des sols dans le Morbihan

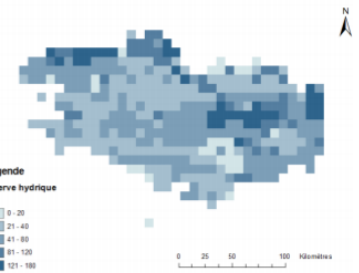
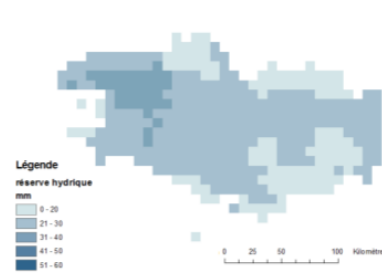
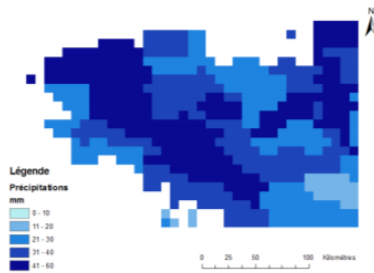
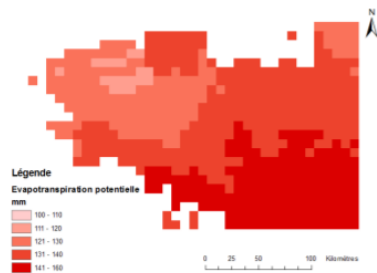


# La prise en compte de la RU est essentielle pour estimer le bilan hydrique estival

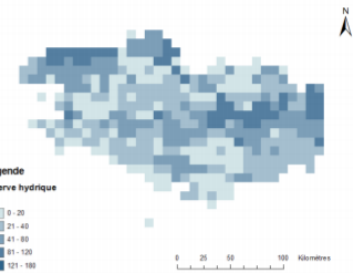
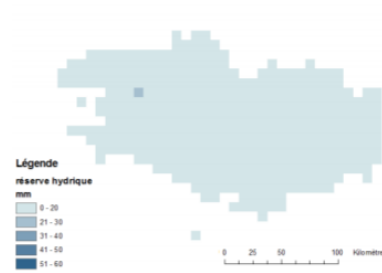
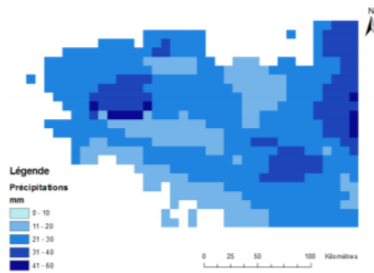
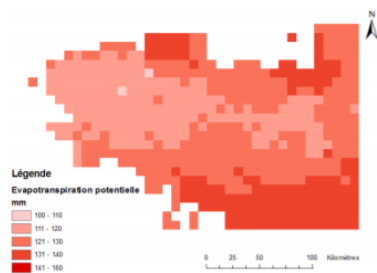
Juin



Juillet



Août



Evapotranspiration

Pluviométrie

Réserve hydrique  
avec RU 125 mm

Réserve Hydrique  
avec RU Sols de Bretagne

(d'après Lamy et al, 2014)

# Aide à l'estimation de la réserve utile des sols

## Création d'outils d'estimation de la réserve utile

Complet	Analytique	Terrain	Terrain simplifié
<ul style="list-style-type: none"><li>• Teneur en C organique</li><li>• Granulométrie 5 fractions</li><li>• Substrat de l'horizon</li><li>• Occupation du sol</li><li>• Type d'horizon</li><li>• Type de sol</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Teneur en C organique</li><li>• Granulométrie 3 fractions</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Teneur en C arrondie au pour cent</li><li>• Classe de texture du triangle GEPPA à 17 classes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Classe de C organique parmi 4 classes</li><li>• Triangle de texture FAO en 5 classes</li></ul>

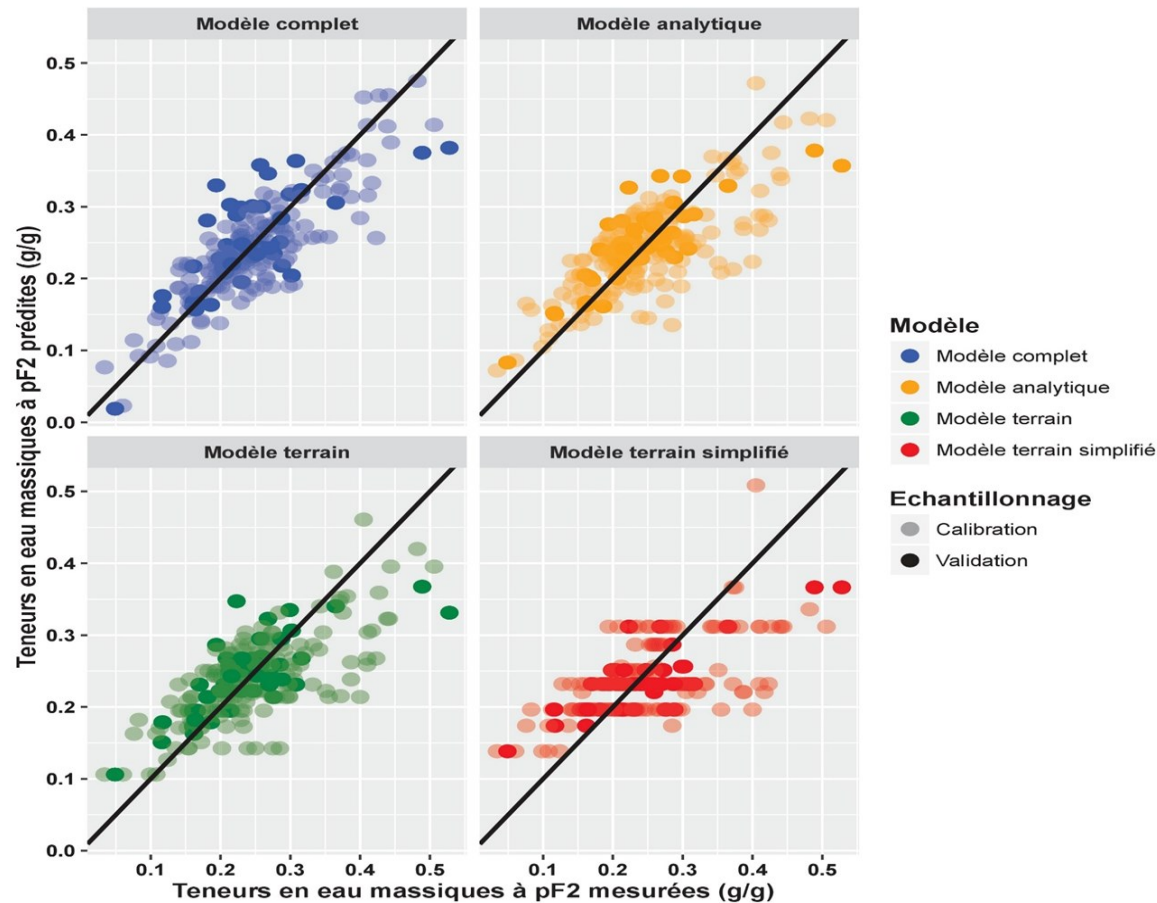
A partir d'analyses effectuées ou de bases de données  
(applications recherche)

Utilisateur « averti »  
(applications métiers)

Utilisateur non expert, ordre  
de grandeur (applications  
métiers)

# Peut-on estimer la RU d'un sol à partir d'une caractérisation simplifiée ?

Les modèles sont assez semblables, sauf le « terrain simplifié » qui montre une moindre précision

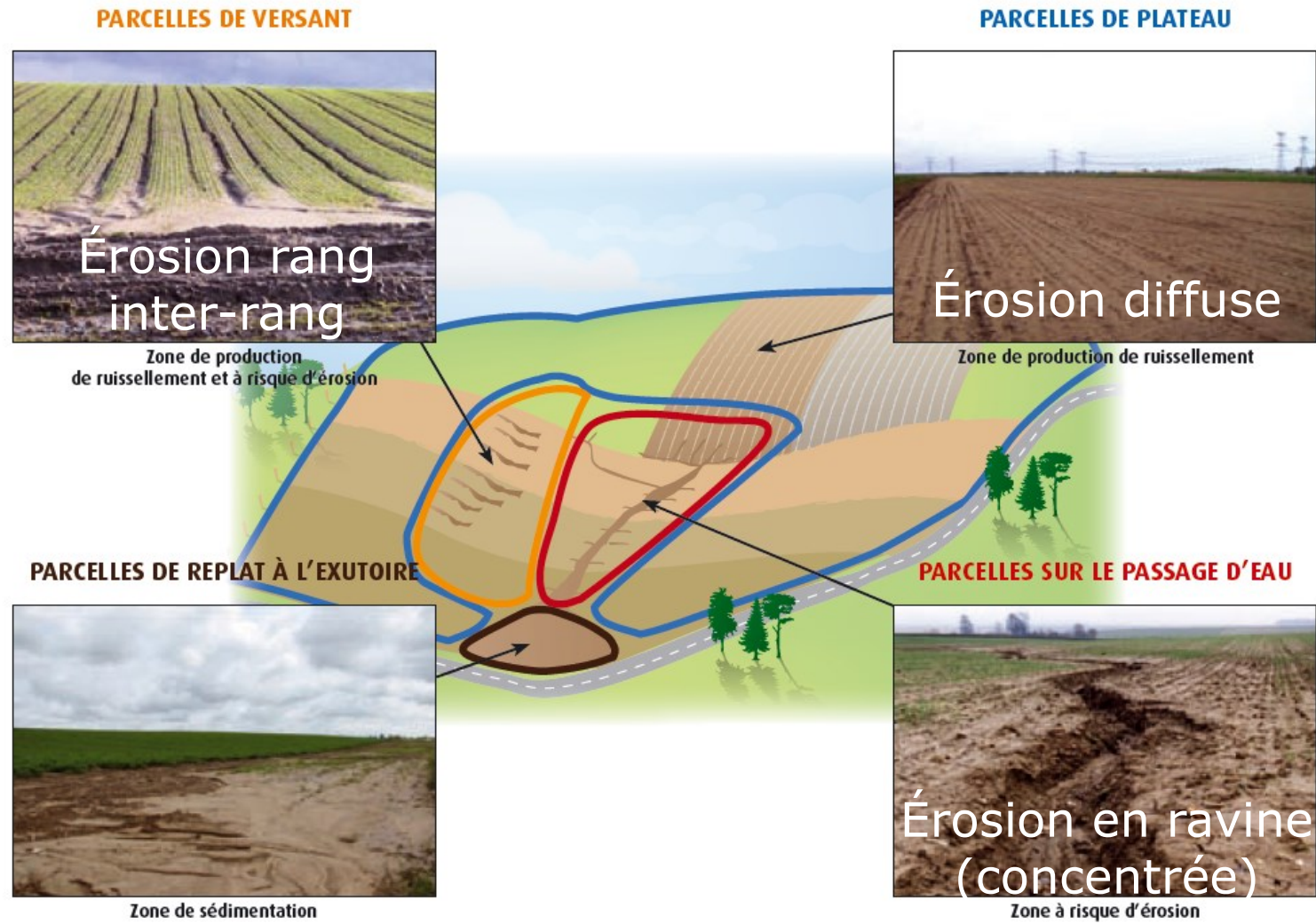


# L'ÉROSION DES SOLS

# Exemples de dommages liés à l'érosion des sols en Bretagne



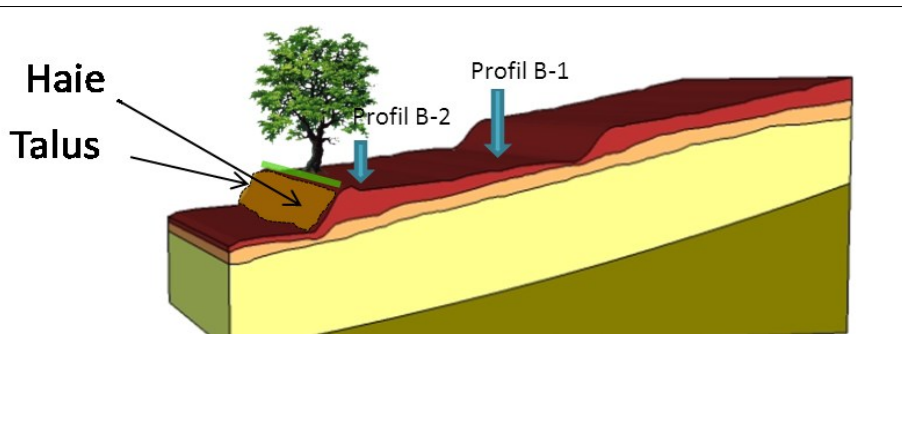
# Différents types d'érosion



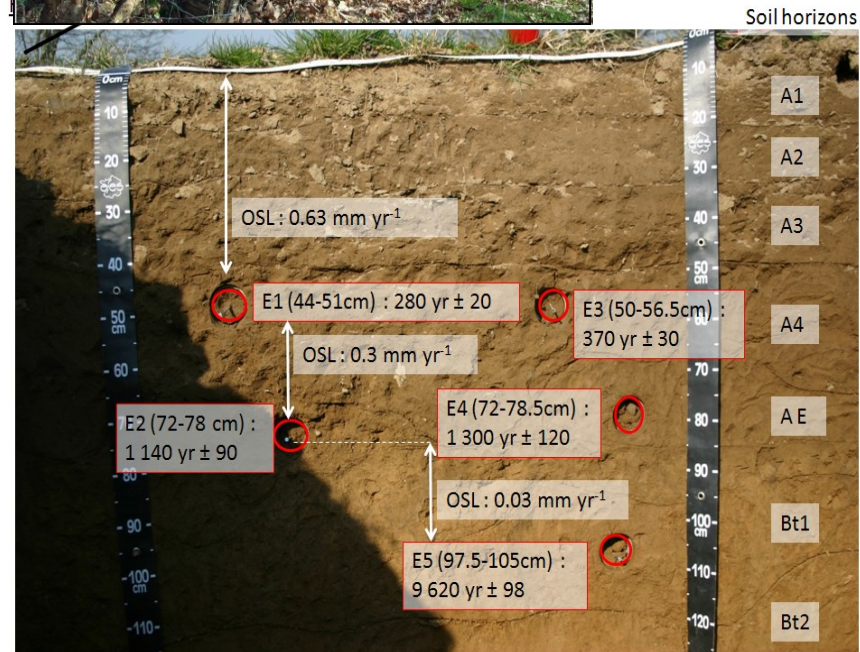
*D'après Chambres d'agriculture Seine-Maritime et Eure, AREAS, avril 2008*

# Des processus d'érosion à la fois anciens et modernes

Schéma conceptuel :



- De l'érosion dès l'an 1000
- Mais une accélération au cours des 50 dernières années



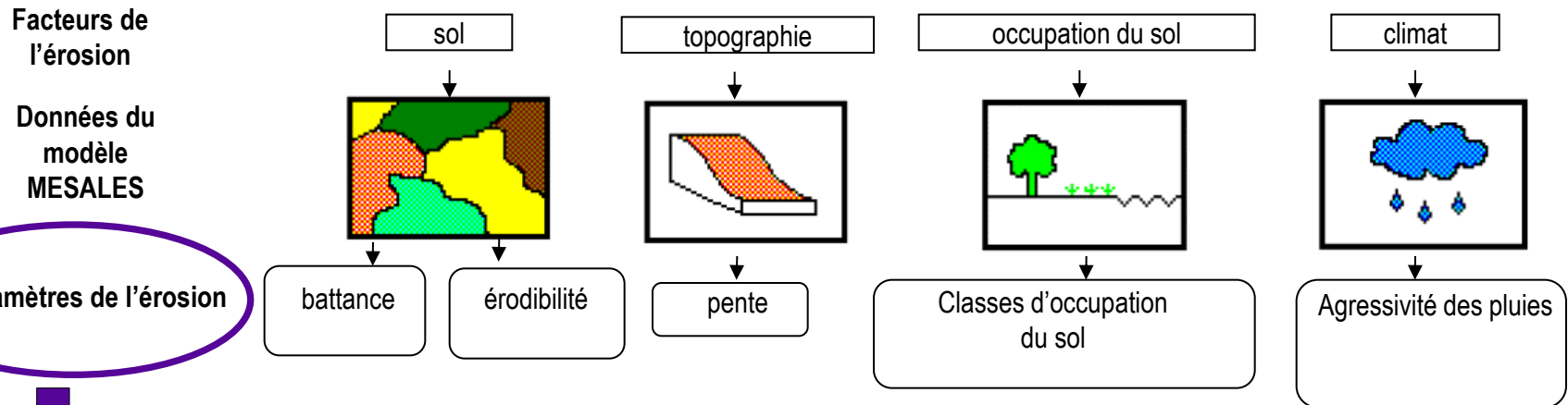
○ OSL datation

Source : Lacoste, 2012

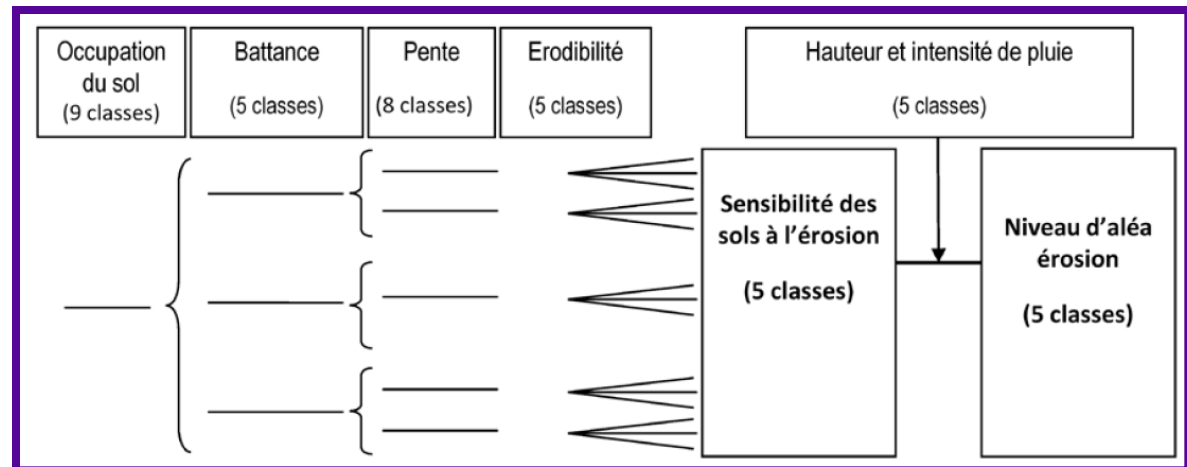


# Un risque évalué par modélisation

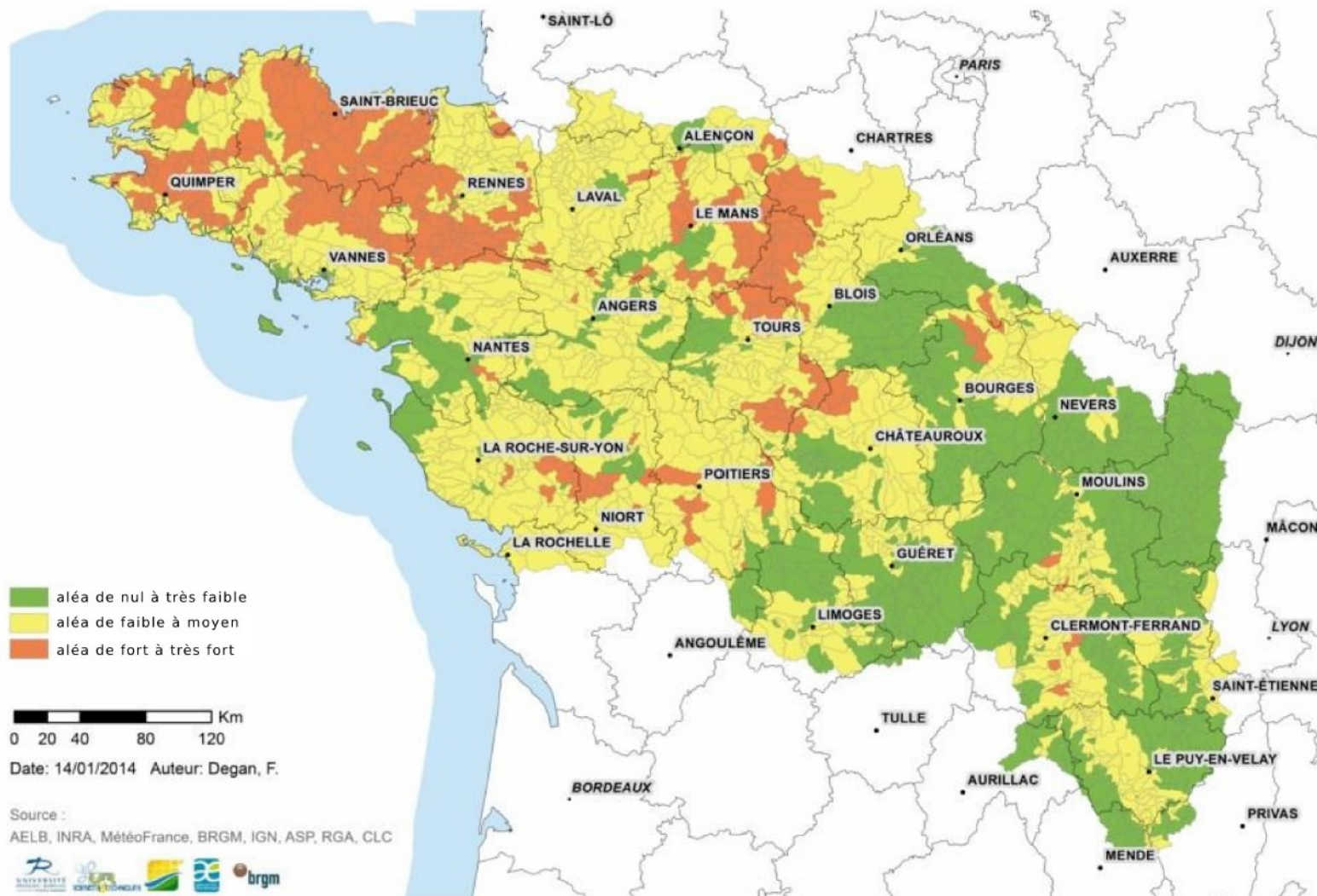
- Echelle régionale / nationale
  - Modèle qualitatif **MESALES** : Modèle d'Estimation Spatiale de l'ALéa Erosion des Sols (*Le Bissonnais et al., 2002, Dubreuil et al., 2003*)



Arborescence logique



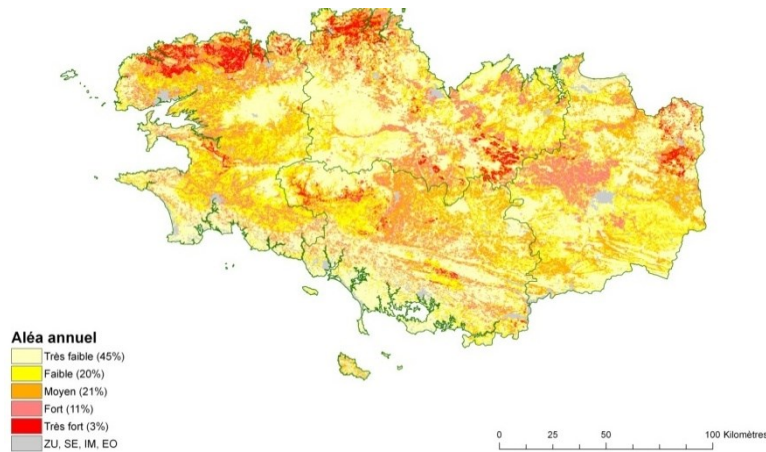
# Cartographie de l'aléa annuel de l'érosion sur le bassin Bretagne-Loire



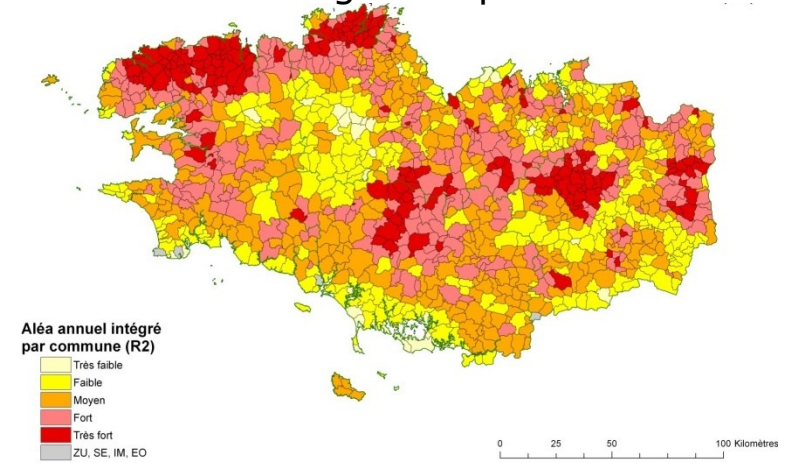
(source : Degan et al., 2015)

# Une représentation de l'aléa érosif à différentes résolutions

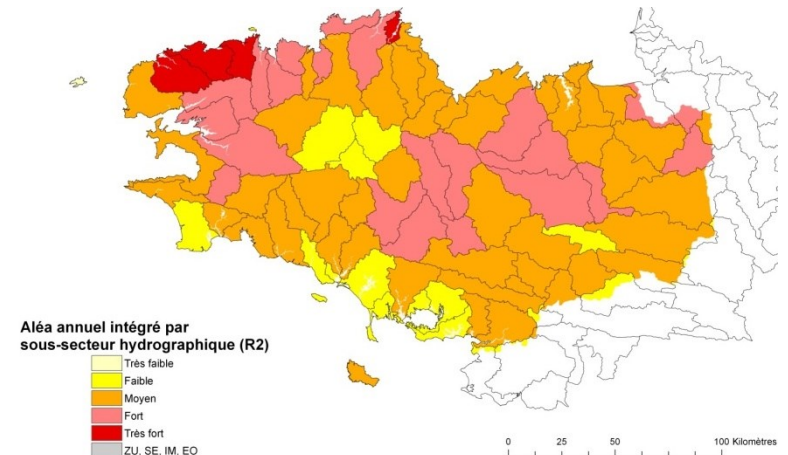
Résolution élémentaire : 100 m



Intégration par communes



Intégration par BV



- Représentations de l'aléa annuel ou par saison
- Une validation indirecte par avis d'expert
- Un outil pour identifier des zones à risque prioritaires

# LA DÉLIMITATION DES ZONES HUMIDES



# La délimitation des zones humides

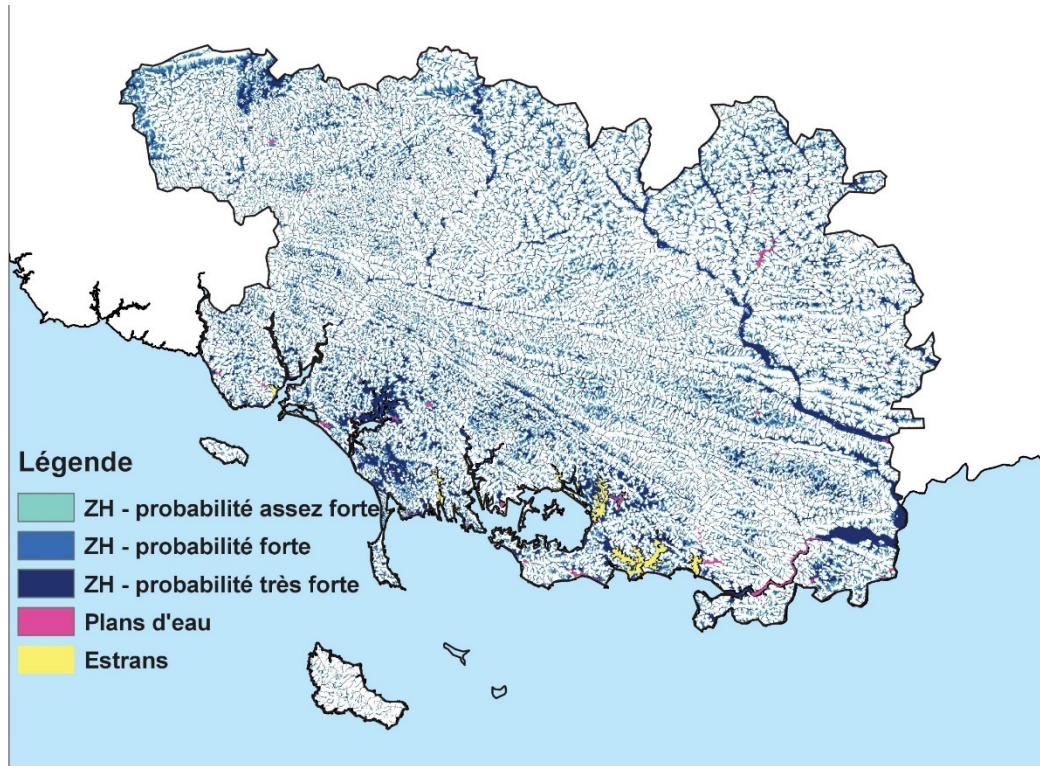
Décret n° 2007-135 du 30 janvier 2007 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides figurant à l'article L. 211-1 du code de l'environnement (mis en application par les arrêtés du 24/06/08 modifié le 01/10/09)

- Une zone est définie humide:
  - Si le **sol** présente des caractéristiques morphologiques liées à une présence prolongée d'eau d'origine naturelle
  - Si éventuellement il y a présence de plantes hygrophiles
  - En l'absence de telles plantes **le sol suffit...**
- Identification des sols de zones humides:
  - présence des traits rédoxiques et/ou réductiques qui s'intensifient en profondeur, horizons histiques

...

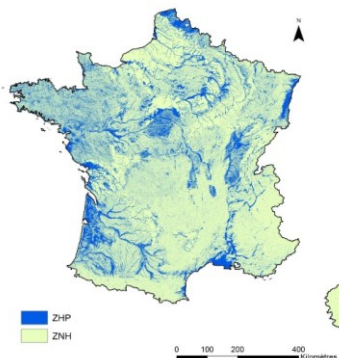


# Une modélisation des milieux potentiellement humides



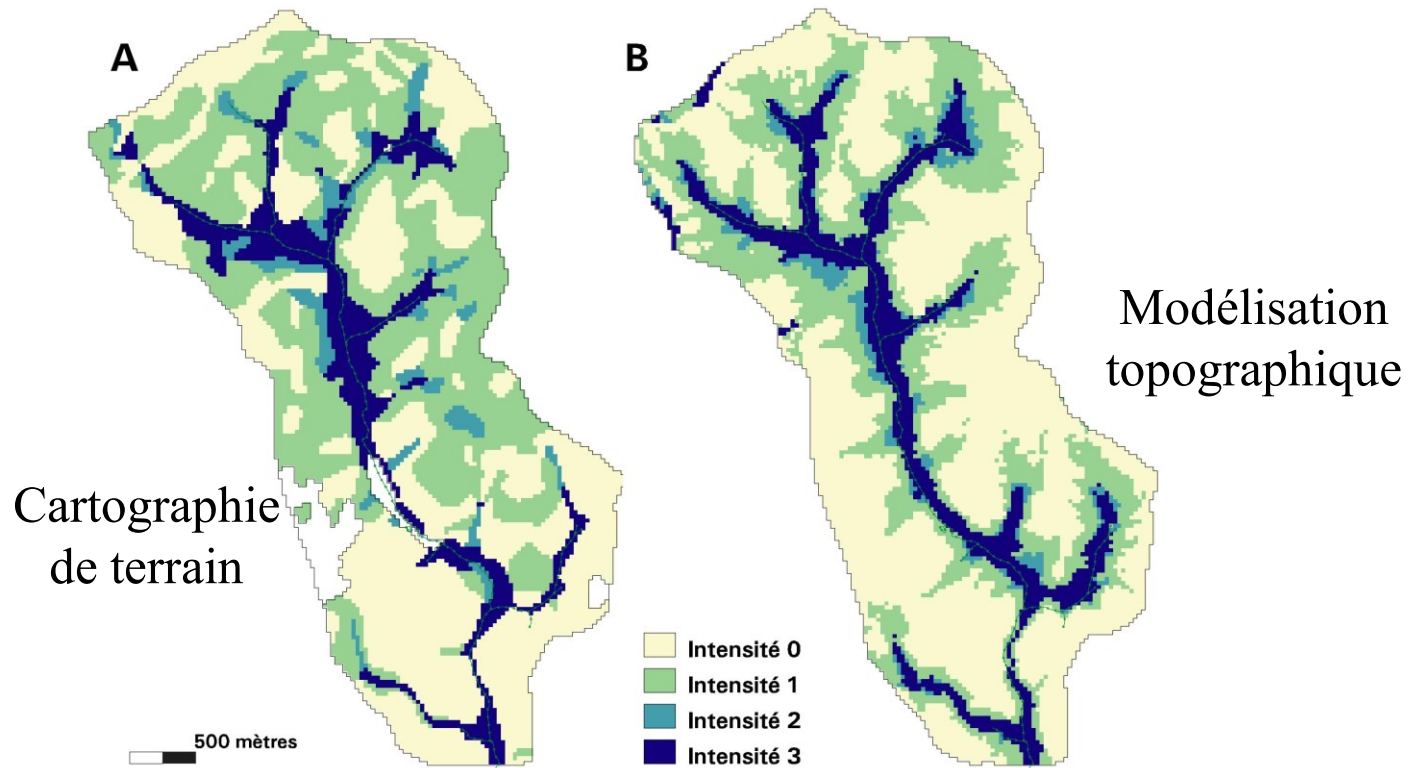
**Estimation pour le Morbihan :**  
1755 km<sup>2</sup> de zones  
potentiellement humides dont  
1586 km<sup>2</sup> avec une probabilité  
forte : 23 % de la superficie

Source : Berthier et al., 2014)



# Un appui aux cartographies de terrain

## Cartographie des zones humides





# Conclusion (1)

- **Apports de Sols de Bretagne**

- Une cartographie complète des sols du département (RU,
- Une surveillance de certaines propriétés du sol (P,
- Des modélisations et des outils d'aide à la décision (érosion, zones humides)
- Une mise à disposition de l'information existante

- **Intérêts pour les politiques de l'eau**

- Identifier des zones à risque (P, érosion) ou à enjeux (zones humides)
- Fournir des indicateurs de suivi
- Venir en appui aux travaux de terrain ou de conseil

## Conclusion (2)

- **Limites actuelles de Sols de Bretagne**
  - Information généralement non applicable à l'échelle de la parcelle
  - Des besoins de validation de certaines modélisations
- **Perspectives**
  - Accroître la résolution spatiale (programme GlobalSoilmap)
  - Outils d'aide à la reconnaissance des sols et de leurs propriétés

# **Annexes : compléments sur les effets du changement climatique sur les sols**

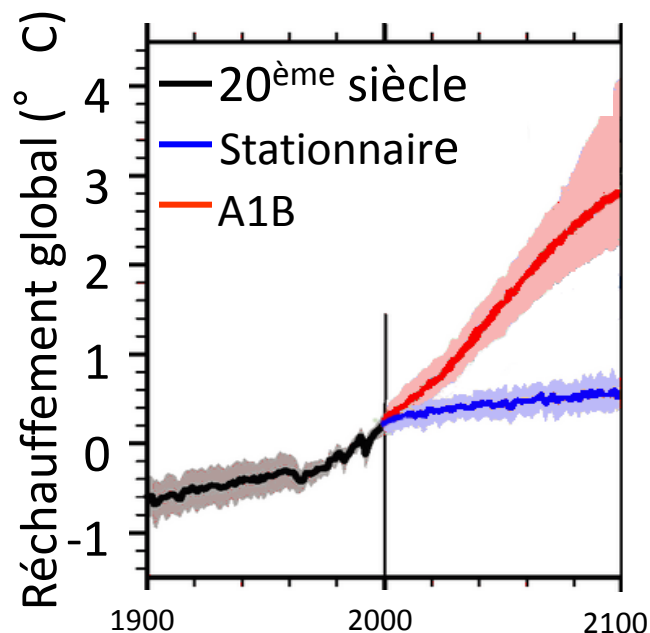
# Annexes : effets du changement climatique

Thèse de Marine Lacoste (UMR SAS, 2012) :

Evolution des sols sous des conditions de changements de climat et de structure du paysage



# Description des scénarios climatiques



(IPCC, 2000)

Paramètres climatiques (valeurs moyennes)	Climat	
	Stationnaire	A1B
Température annuelle (° C)	11	14
Pluviométrie annuelle (mm)	707	603
<i>Evénements pluvieux (définis pour LandSoil)</i>		
Nombre simulé par an	7	13
Intensité (mm h <sup>-1</sup> )	15	25
Durée (h)	3	2

(source : US INRA Agroclim, station de Rennes)

- Climat A1B : prédictions par le modèle Arpège (Météo-France), régionalisation par la méthode quantile-quantile (Deque, 2007)
- Augmentation de la température annuelle moyenne
- Diminution de la pluviométrie annuelle moyenne mais événements pluvieux plus intenses

## Scénarios de paysage sélectionnés

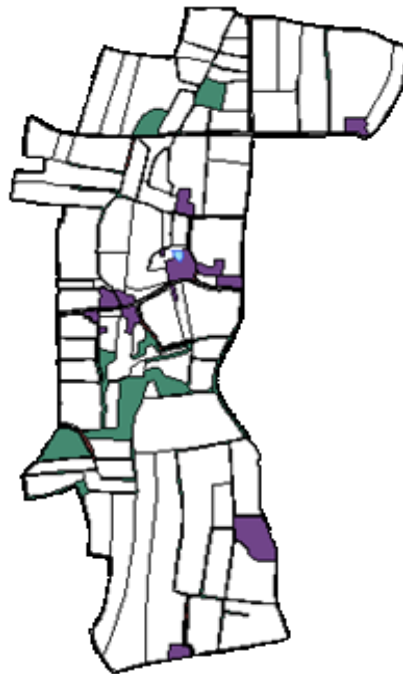
### Scénario stationnaire

Occupation du sol stationnaire  
Réseau de haie 2010



### Scénario « Blé sans haies »

Rotations de blé d'hiver  
Absence de haies



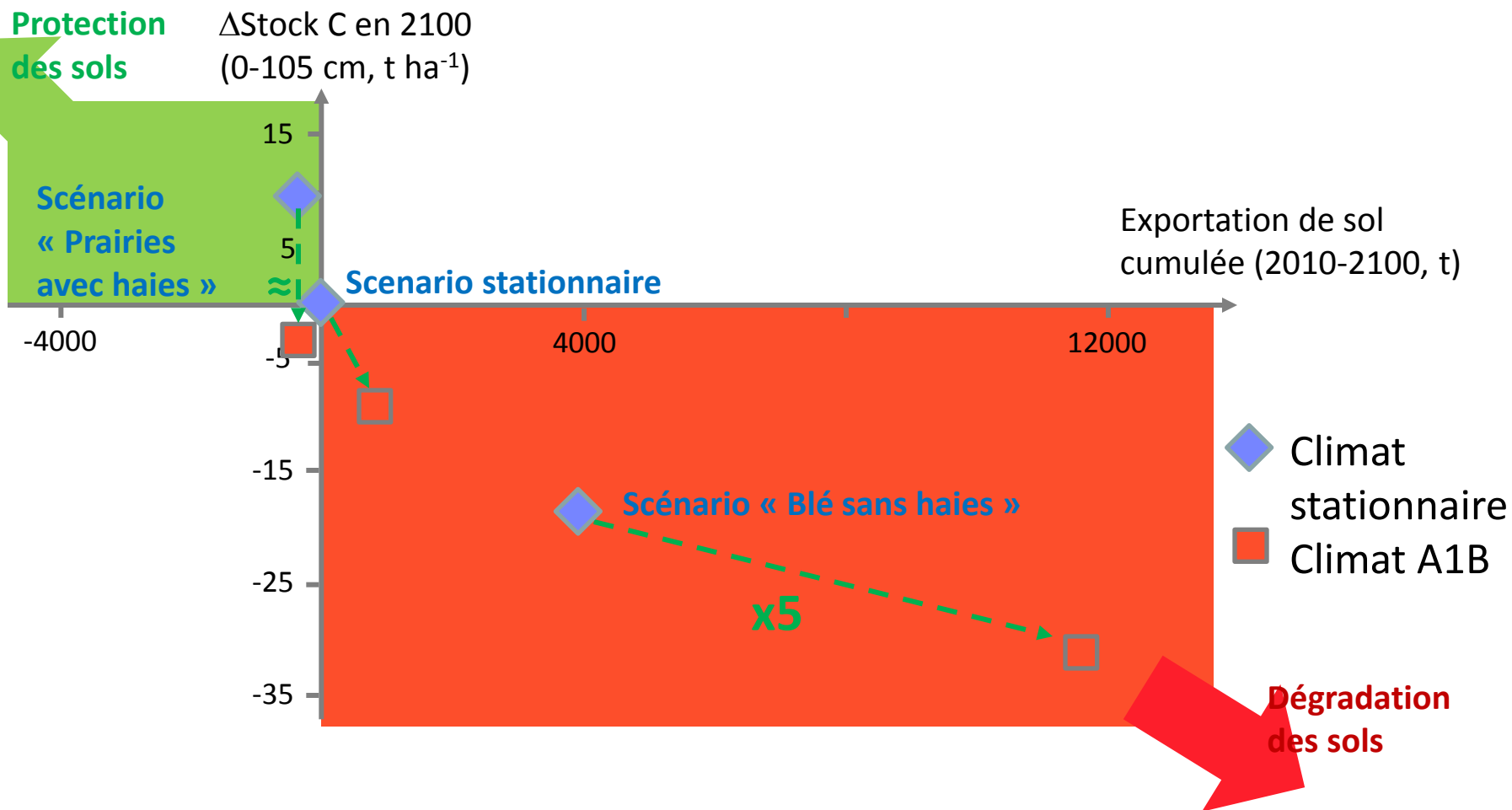
### Scénario « Prairies avec haies »

Prairies permanentes  
Réseau de haies maximal



Comparaison des scénarios :  
Scénario d'évolution<sub>2100</sub> – scénario stationnaire<sub>2100</sub>

# Sensibilité des paysages au changement climatique



➤ Impact du changement climatique dépend de la complexité du paysage

# Annexes : effets du changement climatique

Thèse de Chloé Lamy (Université Rennes 2, 2014)

Impact du changement climatique sur la fréquence et l'intensité des sécheresses en Bretagne



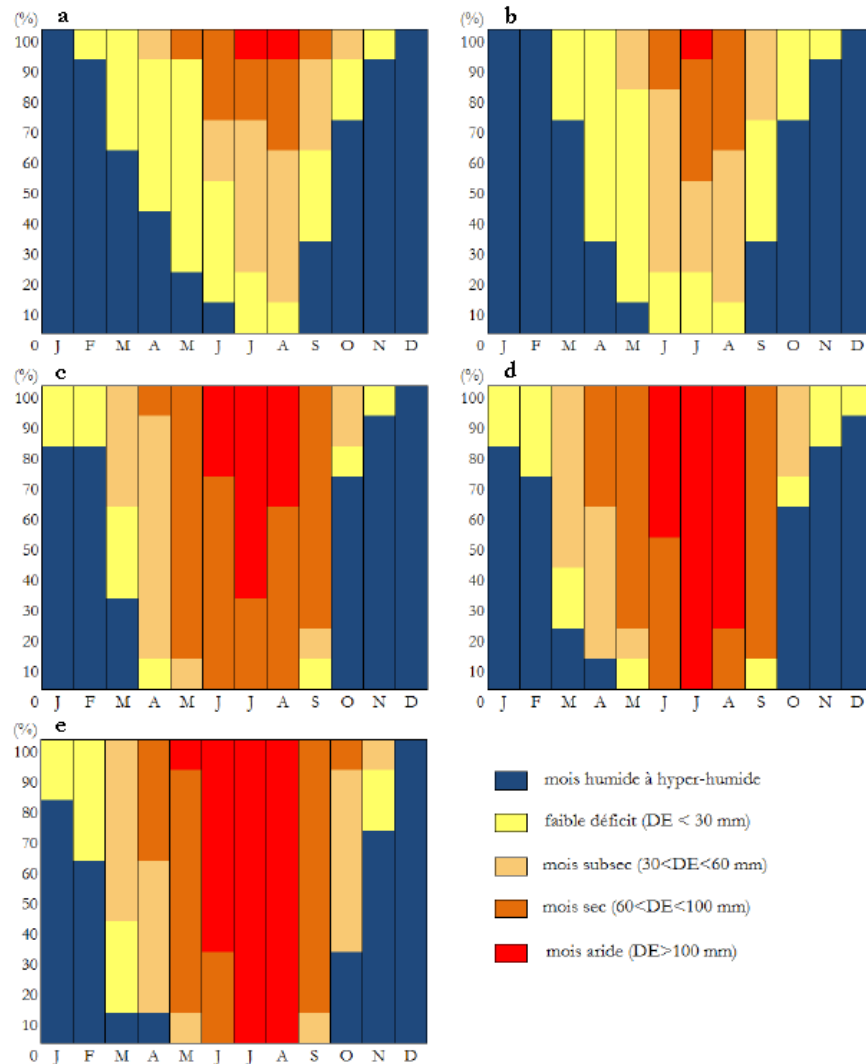
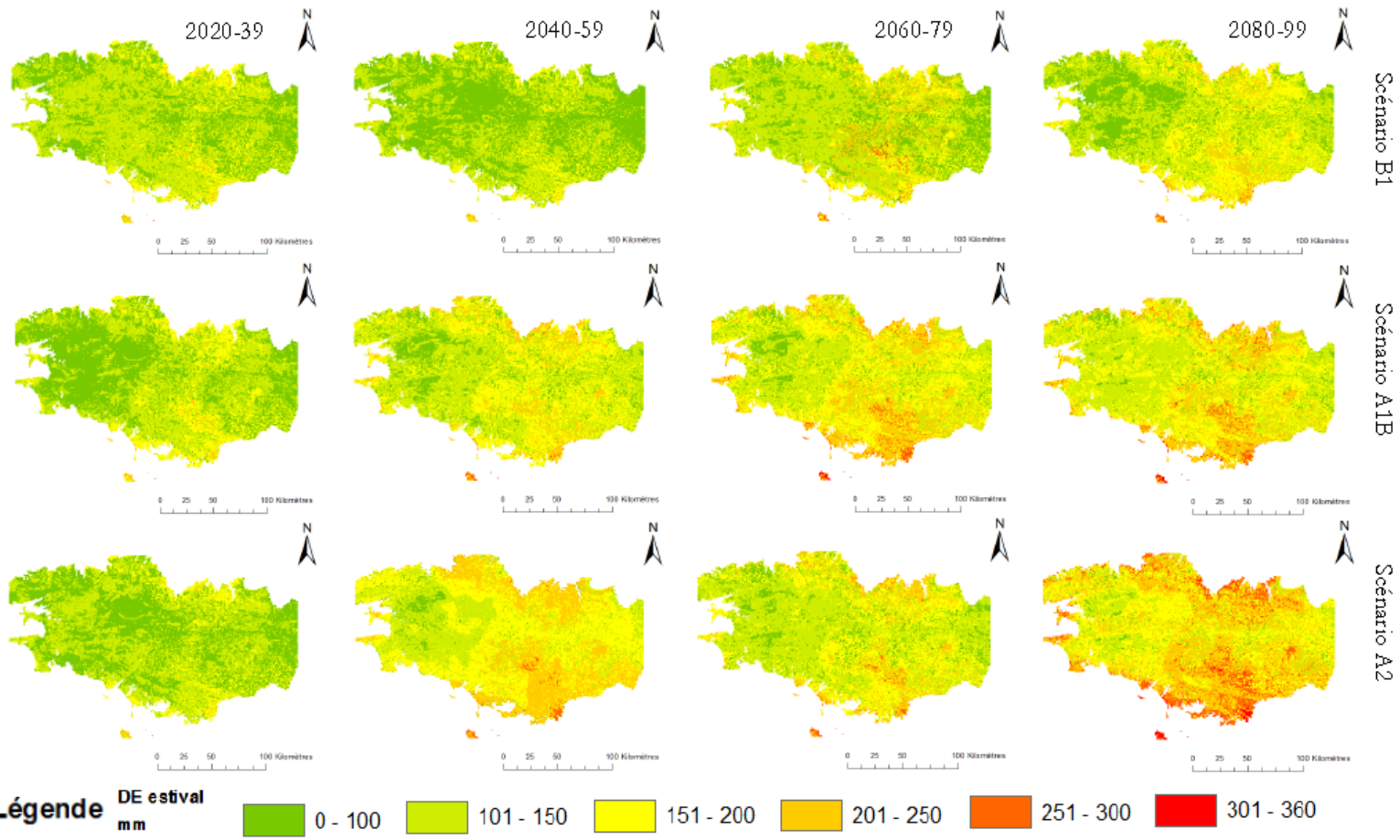


Figure 7.5 Variations moyennes du DE et fréquences d'occurrence des différentes valeurs sur la période 1981-2000 observées (a) et modélisées (b) et sur la période 2080-2099 d'après les scénarios B1 (c), A1B (d) et A2 (e) pour la station de Rennes

- Augmentation forte du déficit hydrique estival au cours du XIXème siècle et quel que soit le scénario



Morbihan particulièrement concerné par l'augmentation du déficit hydrique estival

Figure 7.13 Evolution du déficit d'évaporation estival (juin à août) selon 3 scénarios du GIEC sur quatre périodes moyennes du 21ème siècle - Résolution 1 km, RU variable, OS : Lecerf (2008) -