

*Matthieu Archambeaud*



<http://agriculture-eformation.com>



## Sol, fertilité et qualité



[www.agriculture-de-conservation.com](http://www.agriculture-de-conservation.com)

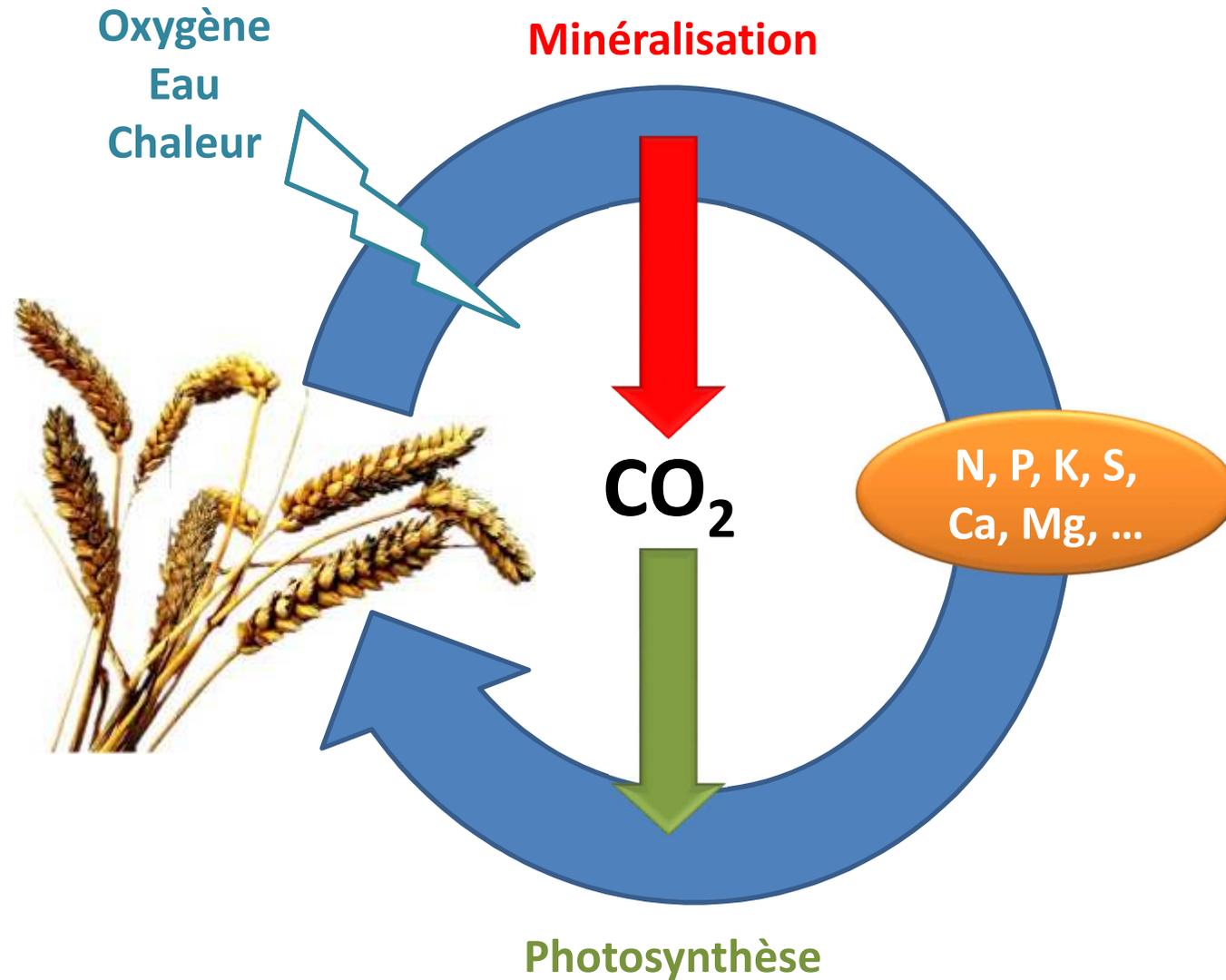
# Agriculture de conservation

- ✓ Fertilité du sol, rendement et qualité
- ✓ Agriculture et changement climatique

# Agriculture de conservation

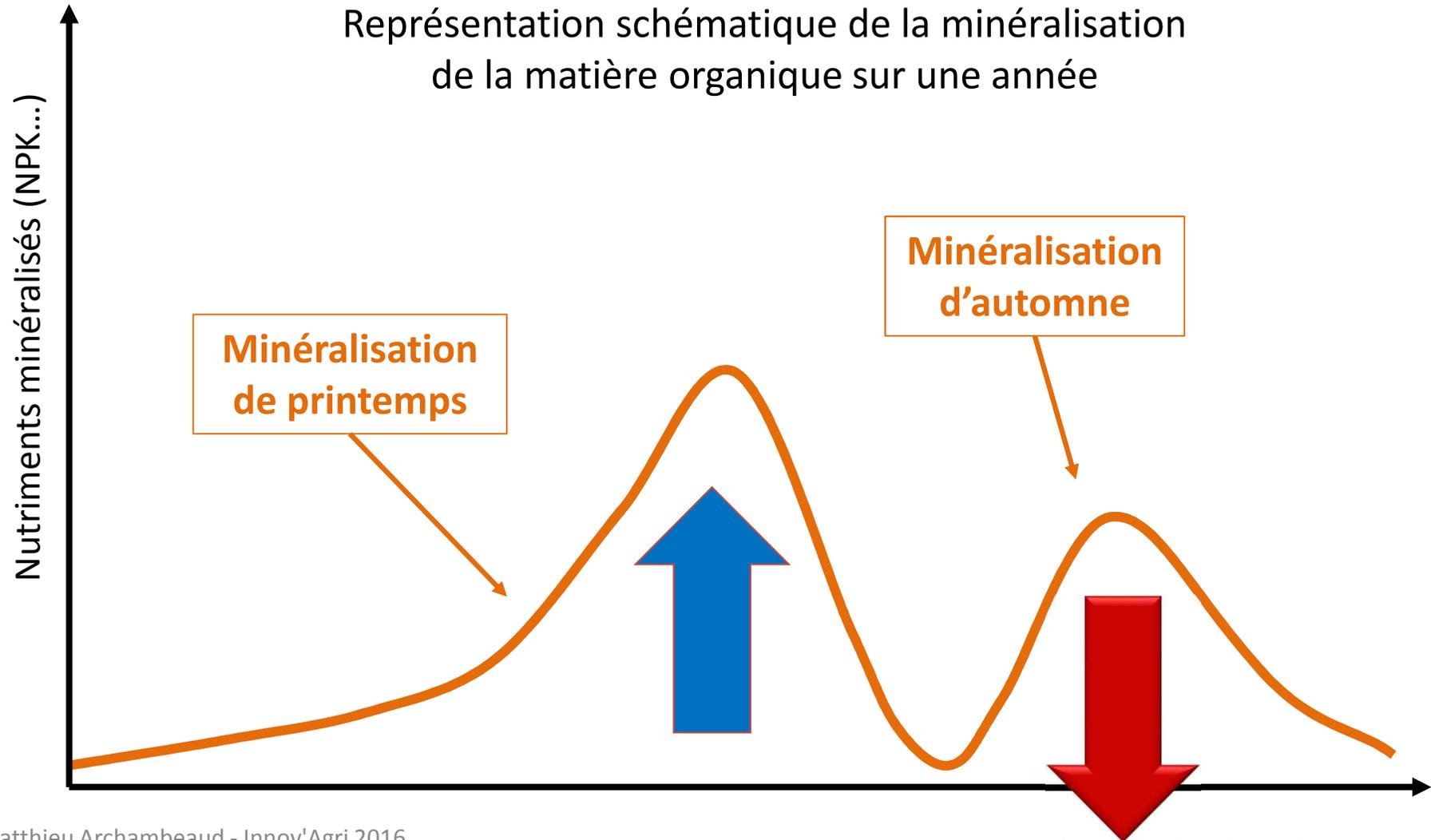
- ✓ Fertilité du sol, rendement et qualité
- ✓ Agriculture et changement climatique

# Minéralisation de la MO

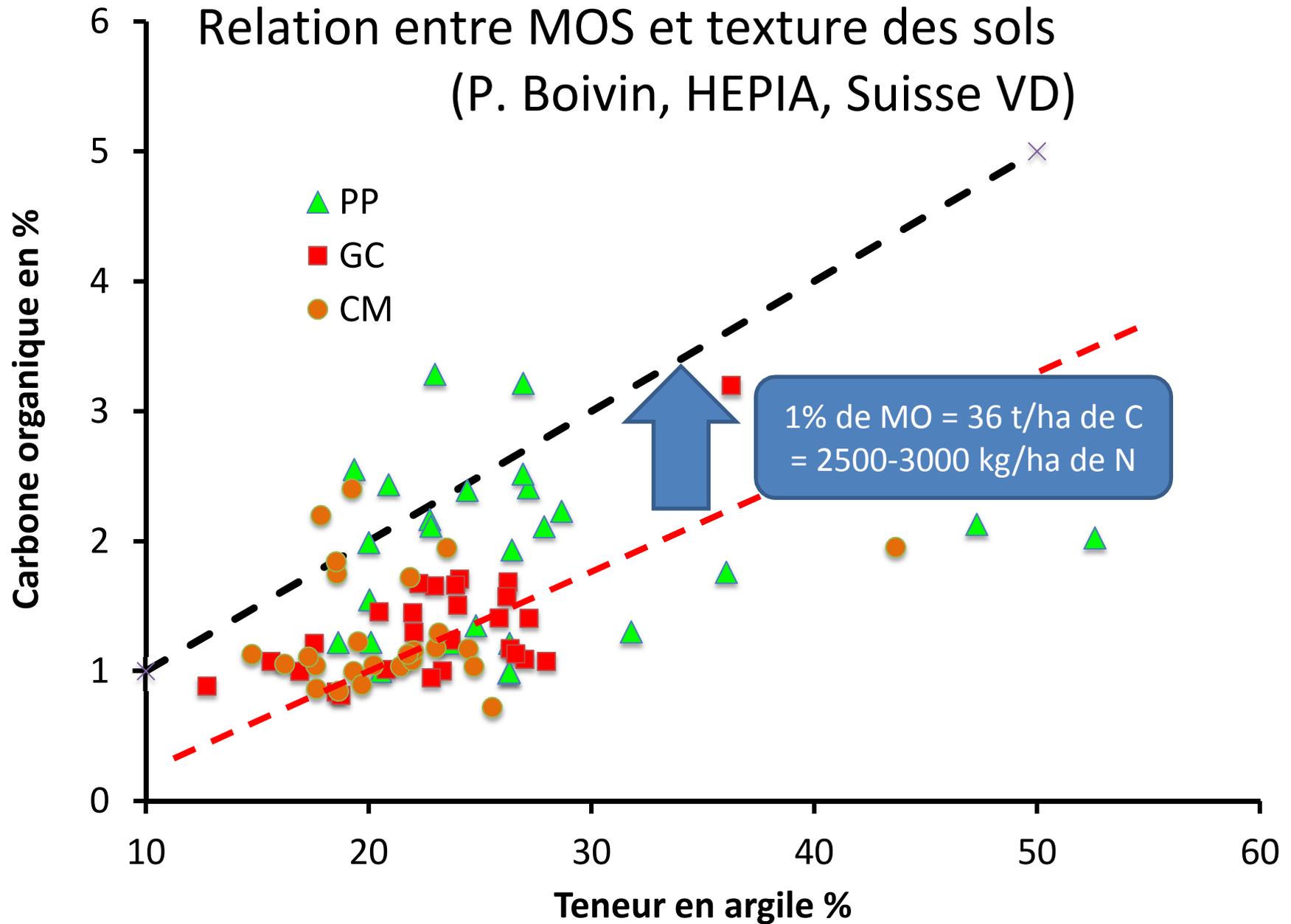


# Minéralisation de la MO

Représentation schématique de la minéralisation de la matière organique sur une année



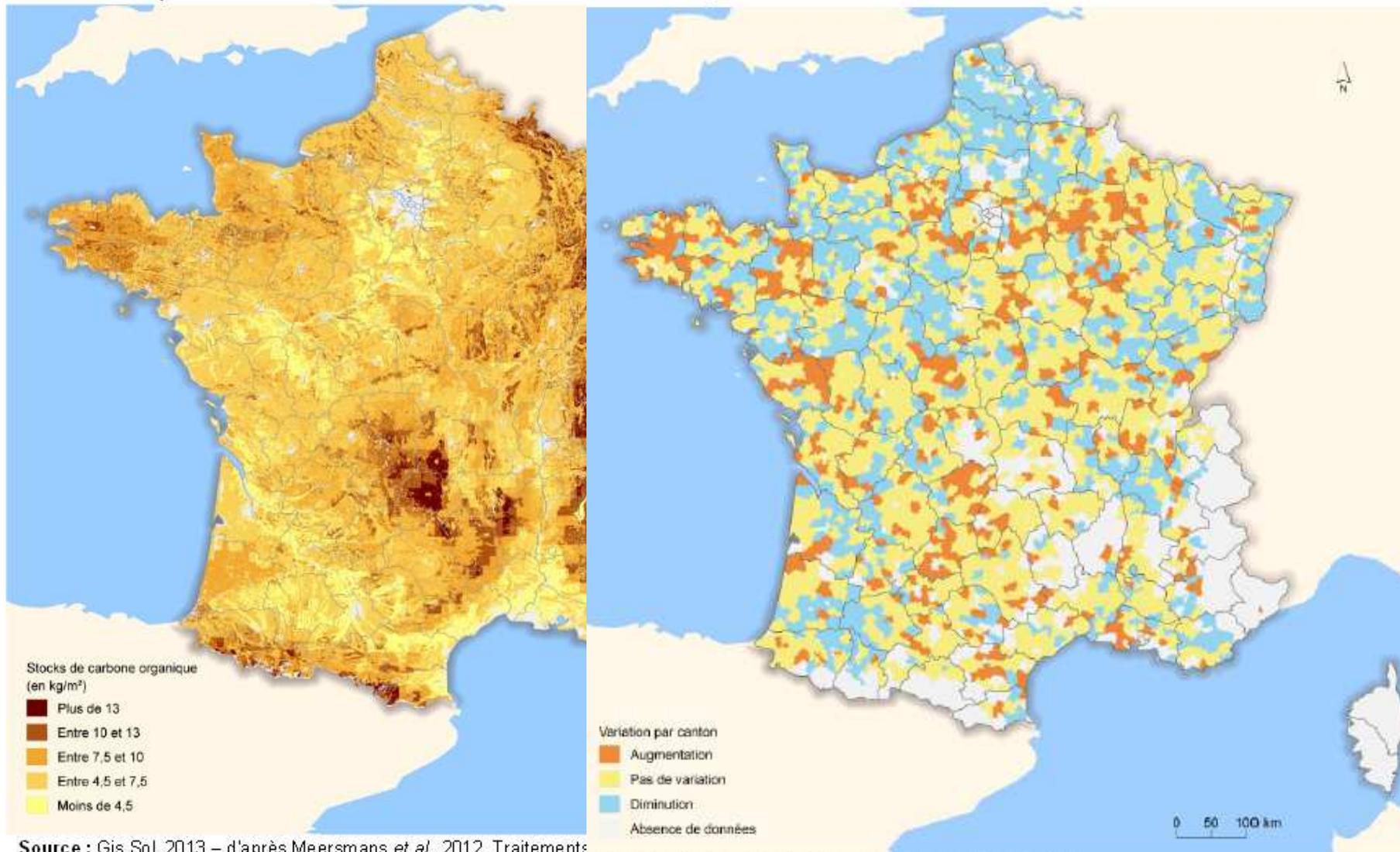
# Relation entre MOS et texture des sols (P. Boivin, HEPIA, Suisse VD)



# Le carbone et l'agriculture en France

Les stocks de carbone organique dans la partie supérieure des sols de France métropolitaine

Variation de la teneur en carbone organique entre les périodes 1995-1999 et 2000-2004, par canton



Source : Gis Sol, 2013 – d'après Meersmans *et al.*, 2012. Traitements :

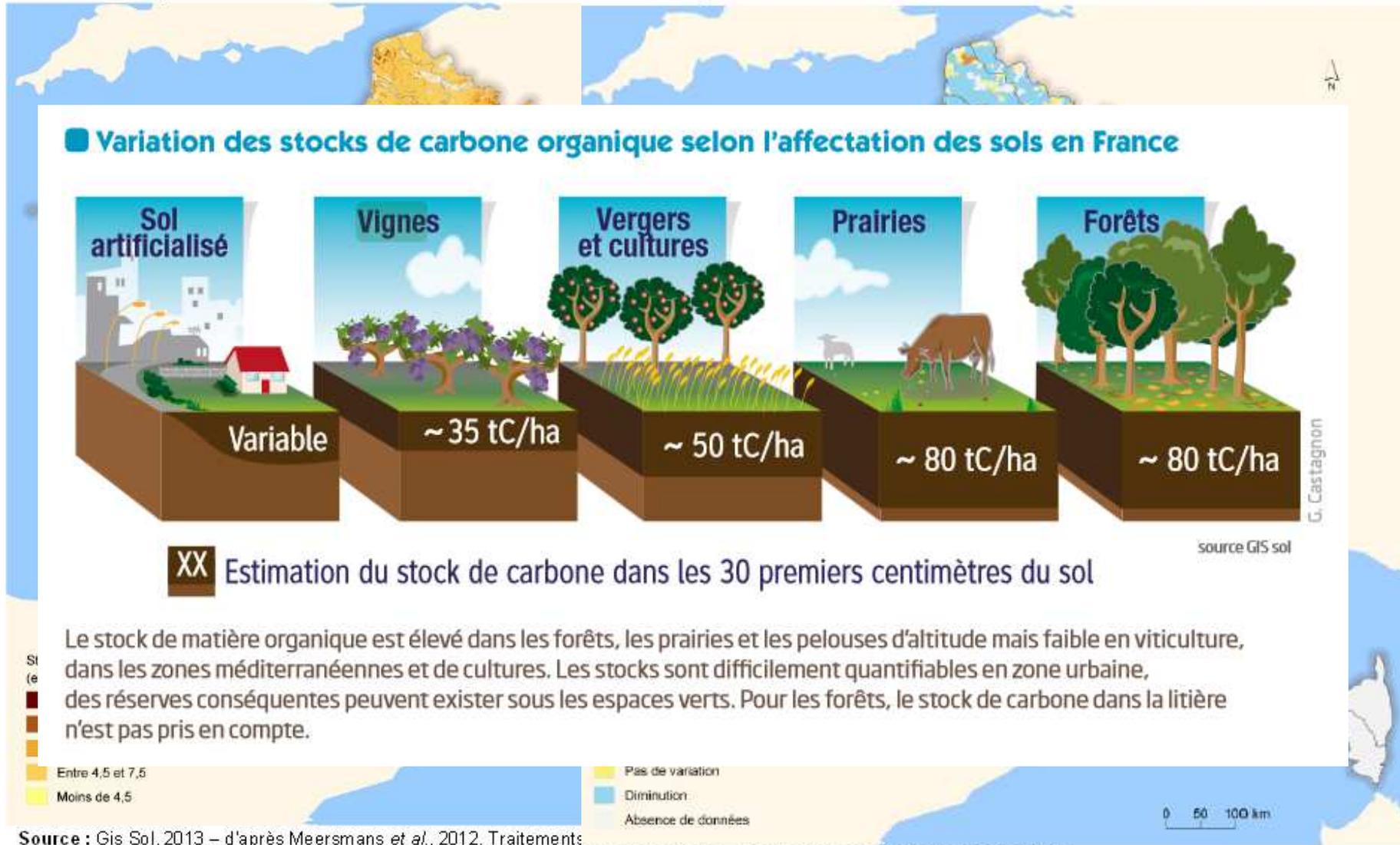
Source : Gis Sol – BDAT, 2009. Traitements : SOeS, 2013

Matthieu Archambeaud – Agridea, janvier 2017

# Le carbone et l'agriculture en France

Les stocks de carbone organique dans la partie supérieure de la France métropolitaine

Variation de la teneur en carbone organique entre les périodes 1995-1999 et 2000-2004, par canton

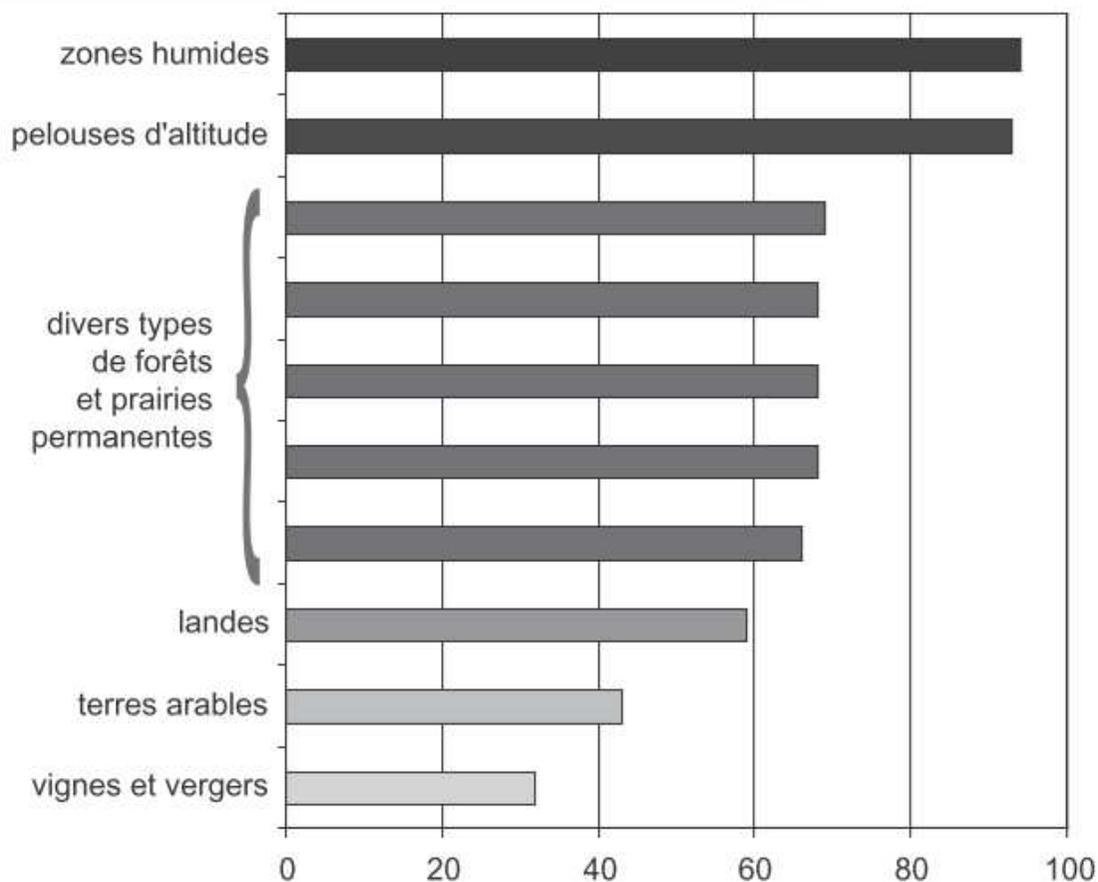


# Le carbone et l'agriculture en France

Les stocks de carbone organique dans la partie superficielle de France métropolitaine

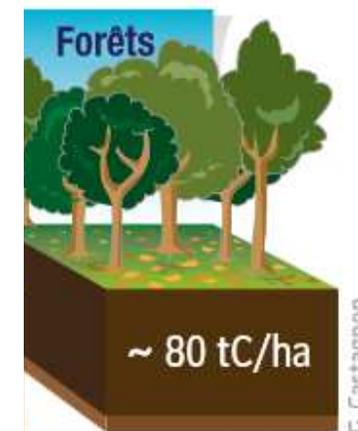
Variation de la teneur en carbone organique entre les périodes 1995-1999 et 2000-2004, par canton

Les stocks de carbone organique (en  $t \cdot ha^{-1}$ ) des trente premiers centimètres des sols de France en fonction du type d'occupation du sol



Source : Inra, expertise scientifique collective, 2002.

en France



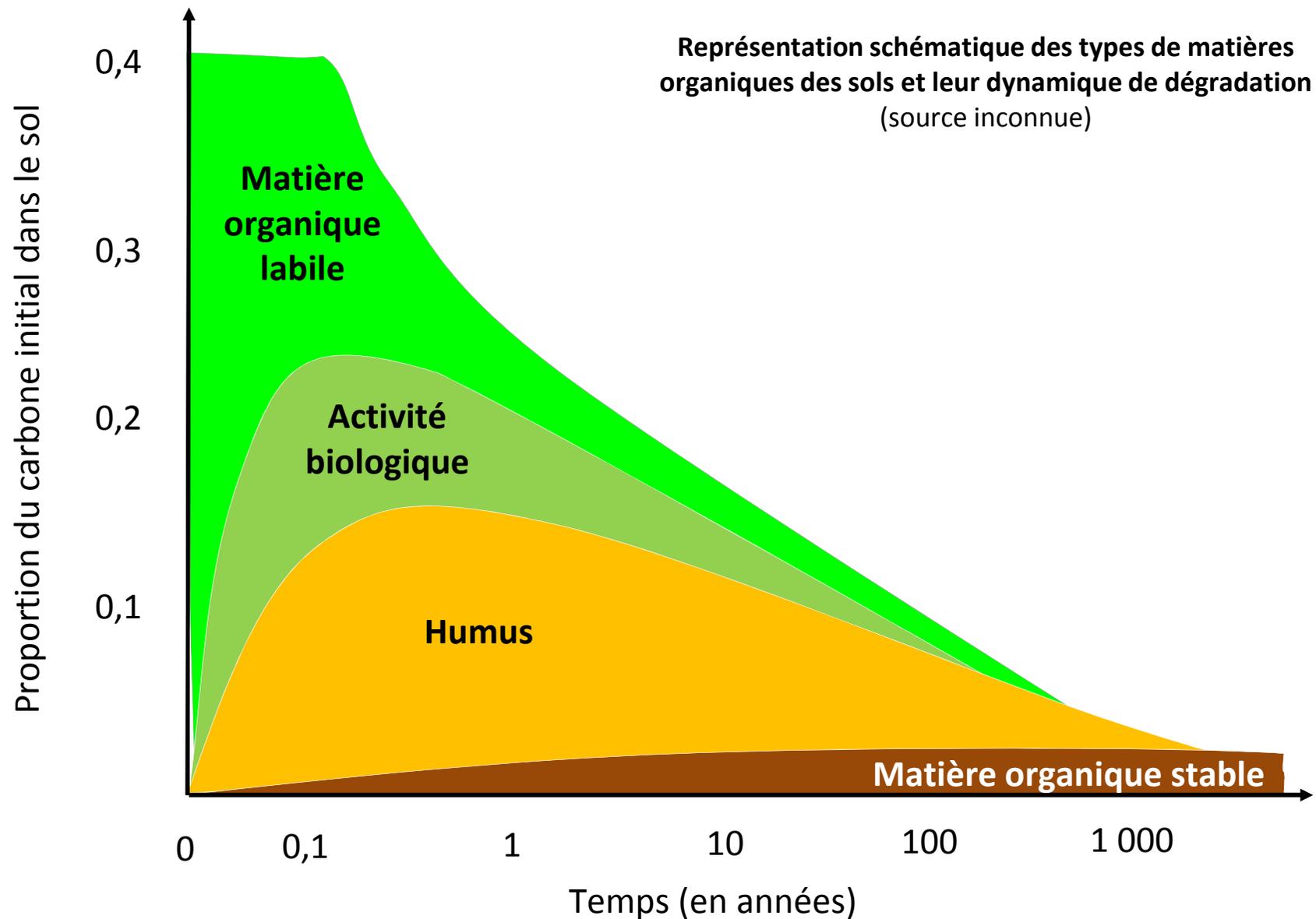
source GIS sol

sol

ible en viticulture,  
urbaine,  
ne dans la litière

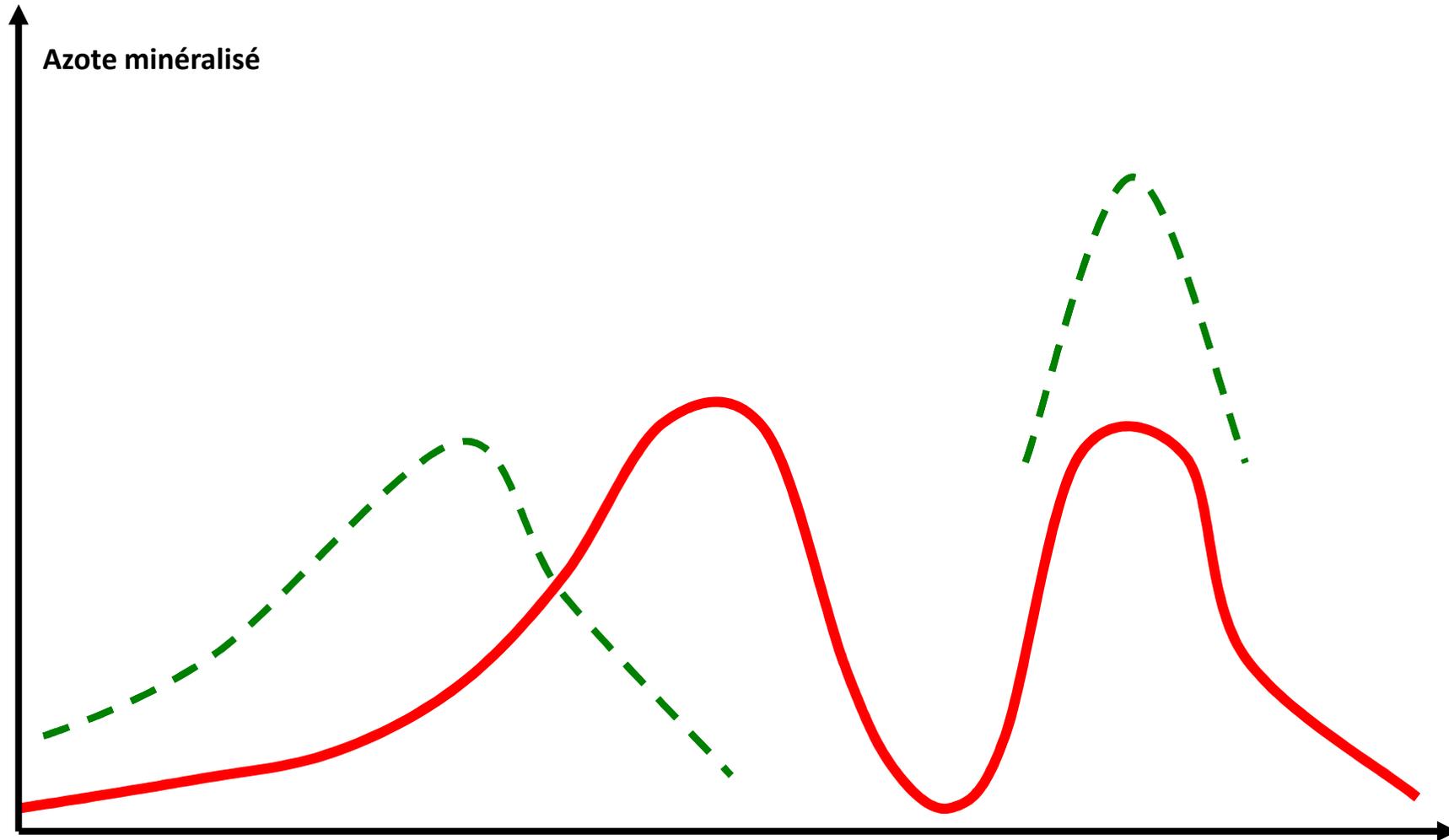
0 50 100 km

# Minéralisation de la matière organique



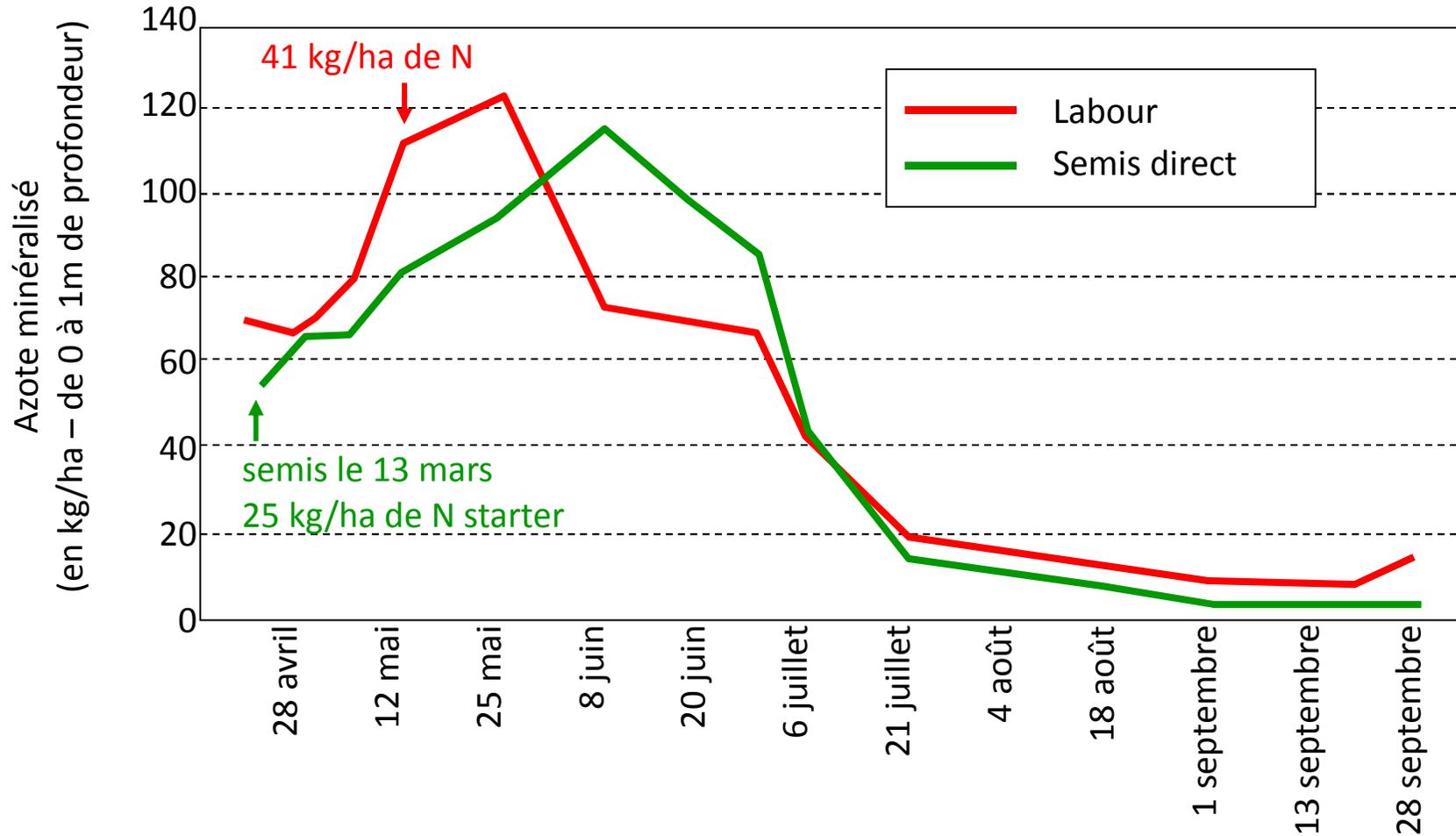
# Minéralisation de la matière organique

Représentation schématique de la minéralisation  
de la matière organique sur une année (d'après Simon, INRA)



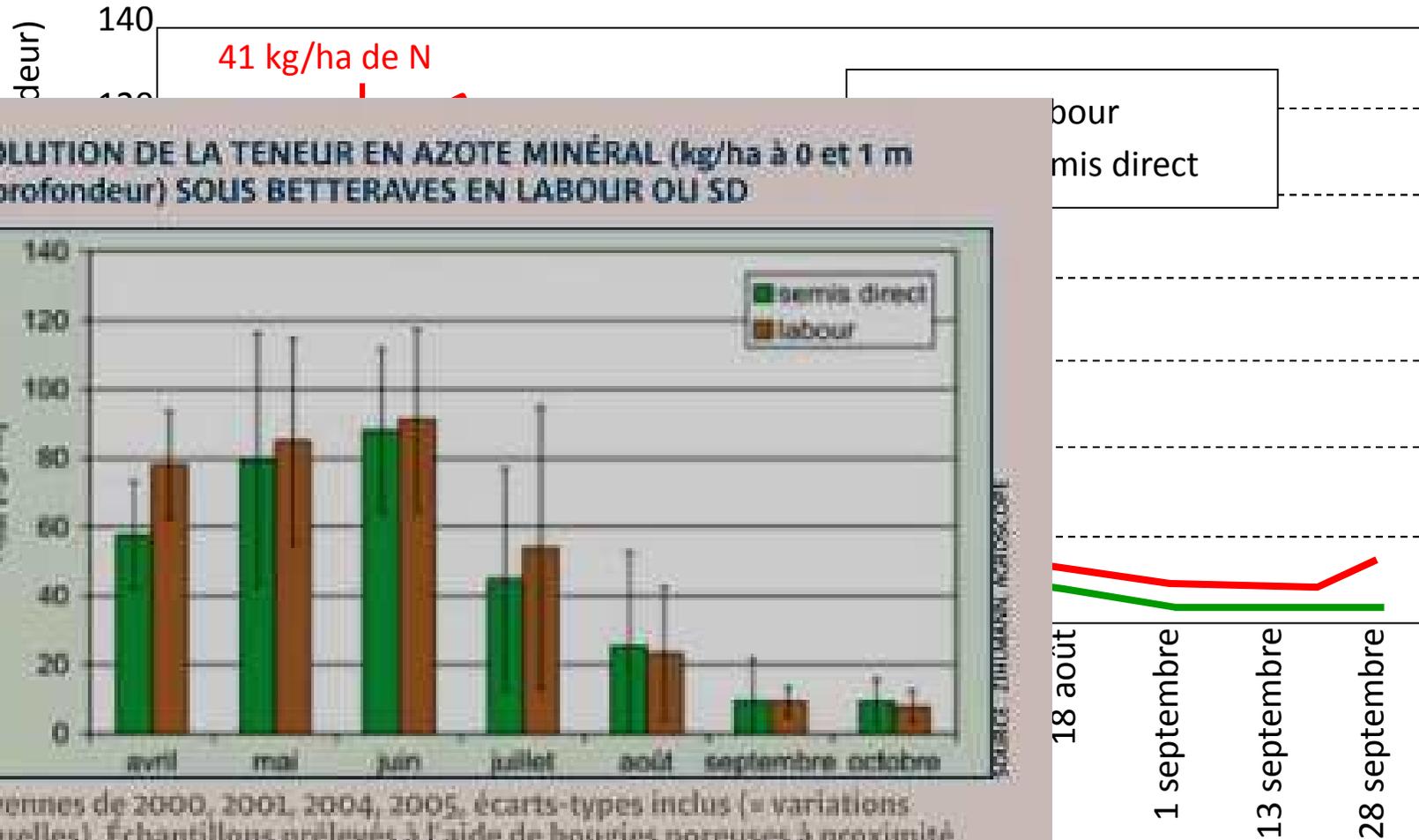
# Déficit précoce de fertilité

Teneur en azote minéral sous betterave à sucre en 2000  
(SAE de Bern, Suisse)



# Déficit précoce de fertilité

Teneur en azote minéral sous betterave à sucre en 2000  
(SAE de Bern, Suisse)



Moyennes de 2000, 2001, 2004, 2005, écarts-types inclus (= variations annuelles). Échantillons prélevés à l'aide de bougies poreuses à proximité immédiate des rangs. Parcelle de suivi à long terme sur le site "Oberacker", Rütli-Zollikofen.

# Rendements et qualité

Cultures	Nombre de récoltes	Rendement en SD	Rendement en labour	Rendement SD/Rendement labour
Orge d'hiver	20	6,59 t/ha	6,22 t/ha	105,9 %
Betterave	20	11,5 t de sucre/ha	11,9 t de sucre/ha	96,6 %
Maïs ensilage	20	19,99 t de MS	19,87 t de MS	100,6 %
Blé d'hiver	22	5,50 t/ha	5,19 t/ha	105,9 %
Pois de printemps	8	4,25 t/ha	3,73 t/ha	113,7 %
Féverole de printemps	6	3,09 t/ha	2,63 t/ha	117,3 %
Seigle d'hiver	6	5,95 t/ha	5,86 t/ha	101,5 %
Pois d'hiver	5	3,21 t/ha	2,66 t/ha	120,9 %
Pomme de terre	5	34,11 t/ha	39,95 t/ha	85,4 %
Soja	2	2,63 t/ha	2,94 t/ha	89,7 %
Féverole d'hiver	1	2,36 t/ha	2,90 t/ha	81,2 %
Blé de printemps	1	6,05 t/ha	4,97 t/ha	121,5
<b>Moyenne de toutes les cultures</b>				<b>102,6 %</b>

**NÉCESSAIRE POUR CONSERVER LE MÊME NIVEAU DE PRODUCTION ÉCONOMIQUE QUE LE SD SUR OBERACKER (MOYENNE DE 6 ANNÉES)**

	Production supplémentaire pour combler la différence économique SD vs labour	Rendement moyen à atteindre en labour
Féverole de printemps	2,0 t/ha	4,8 t/ha
Orge d'hiver	1,2 t/ha	8,0 t/ha
Betterave	736 kg de sucre/ha	13,965 kg de sucre/ha
Pois de printemps	2,2 t/ha	5,2 t/ha
Blé d'hiver	1,1 t/ha	6,5 t/ha
Maïs épis <sup>1</sup>	1,6 t/ha	9,9 t/ha



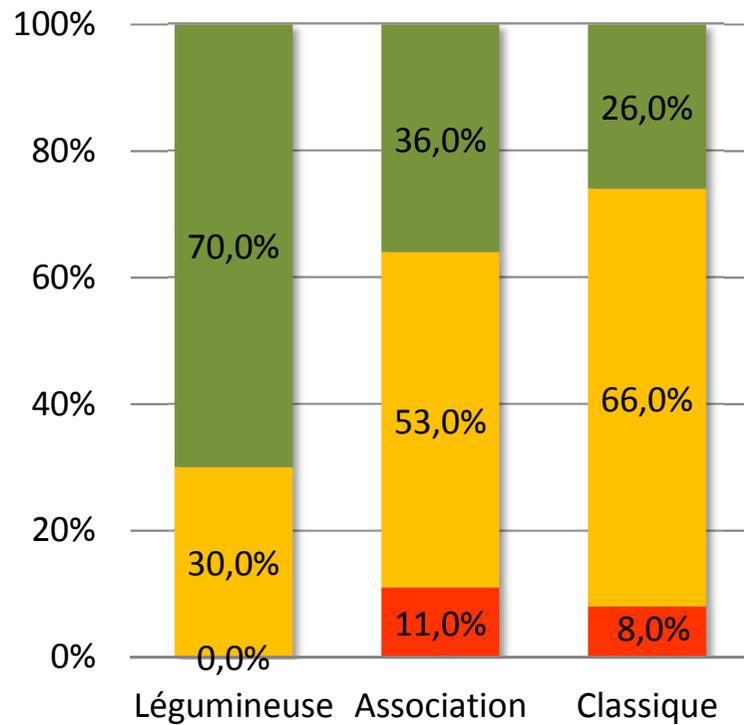
TCS n°85

(1) Même si le maïs est ensilé à Oberacker, une mesure du rendement grain est réalisée chaque année afin de permettre des comparaisons avec d'autres parcelles et expérimentations.

Matthieu Archambeaud – Agridea, janvier 2017

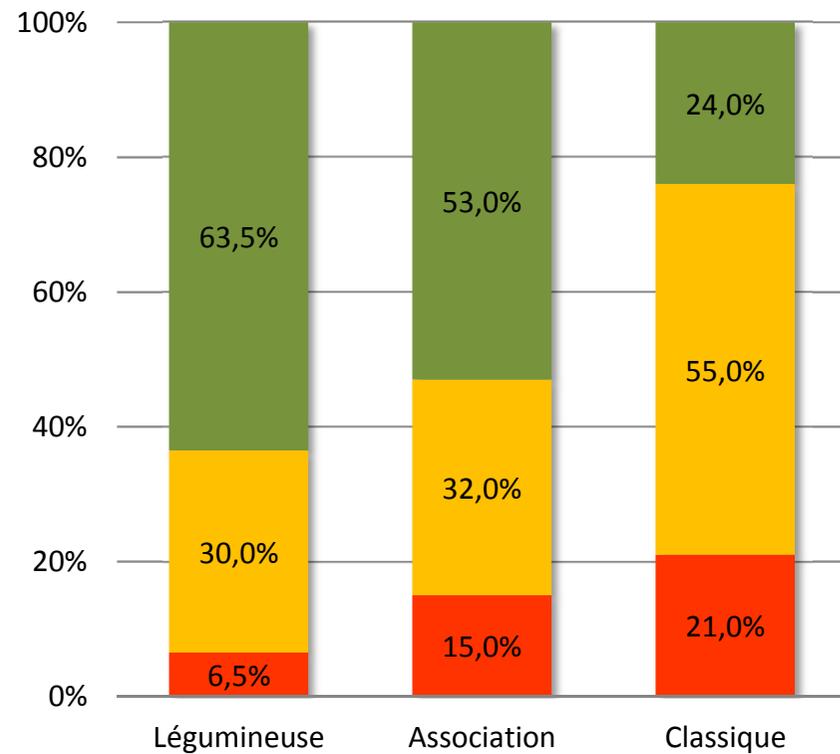
# Rendements et qualité

Effet du couvert sur la teneur en protéines de la culture suivante en fonction de sa composition (S. Minette, CRA Poitou-Charentes, 2010)



- >105% moy prot
- 85 à 105% moy prot
- <85% moy prot

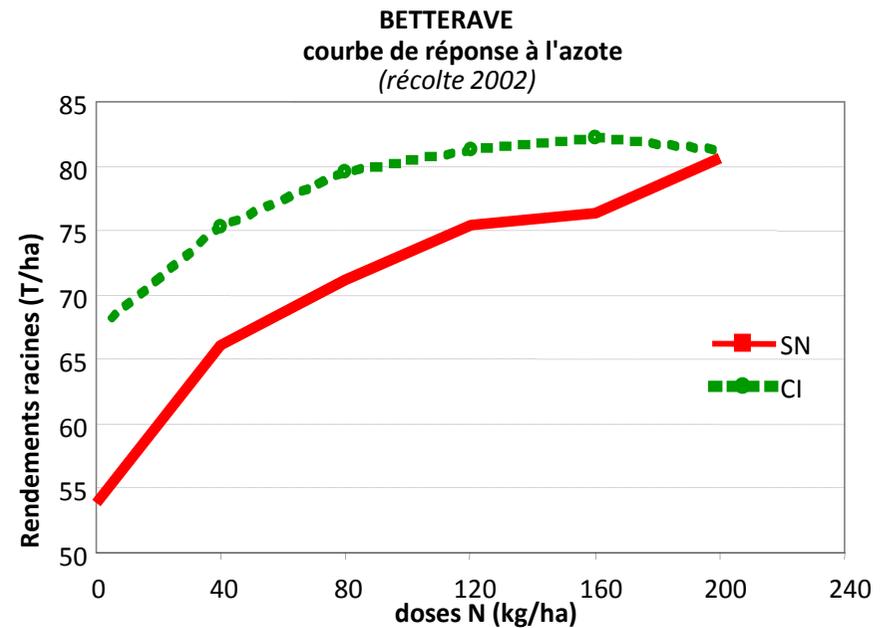
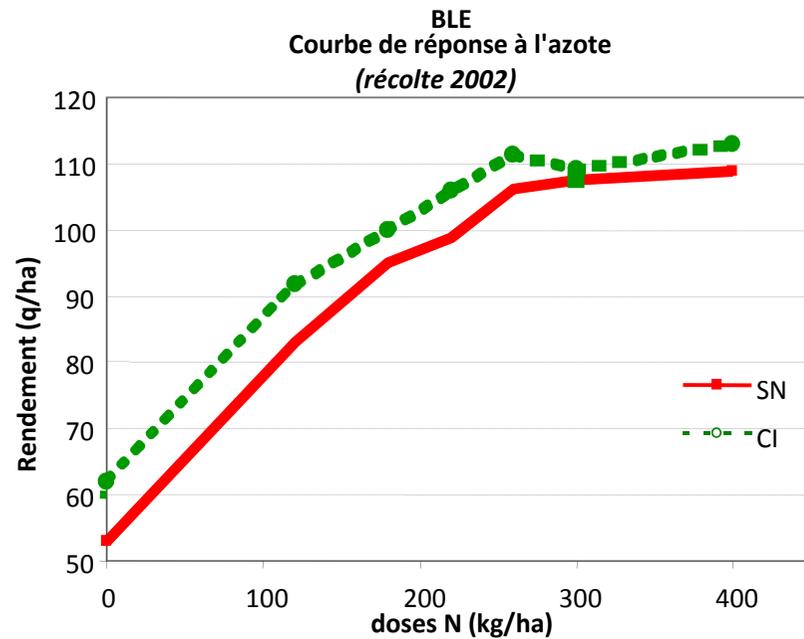
Effet du couvert sur le rendement de la culture suivante en fonction de sa composition (S. Minette, CRA Poitou-Charentes, 2010)



- >105% du rendement
- 85 à 105% du rendement
- <85% du rendement

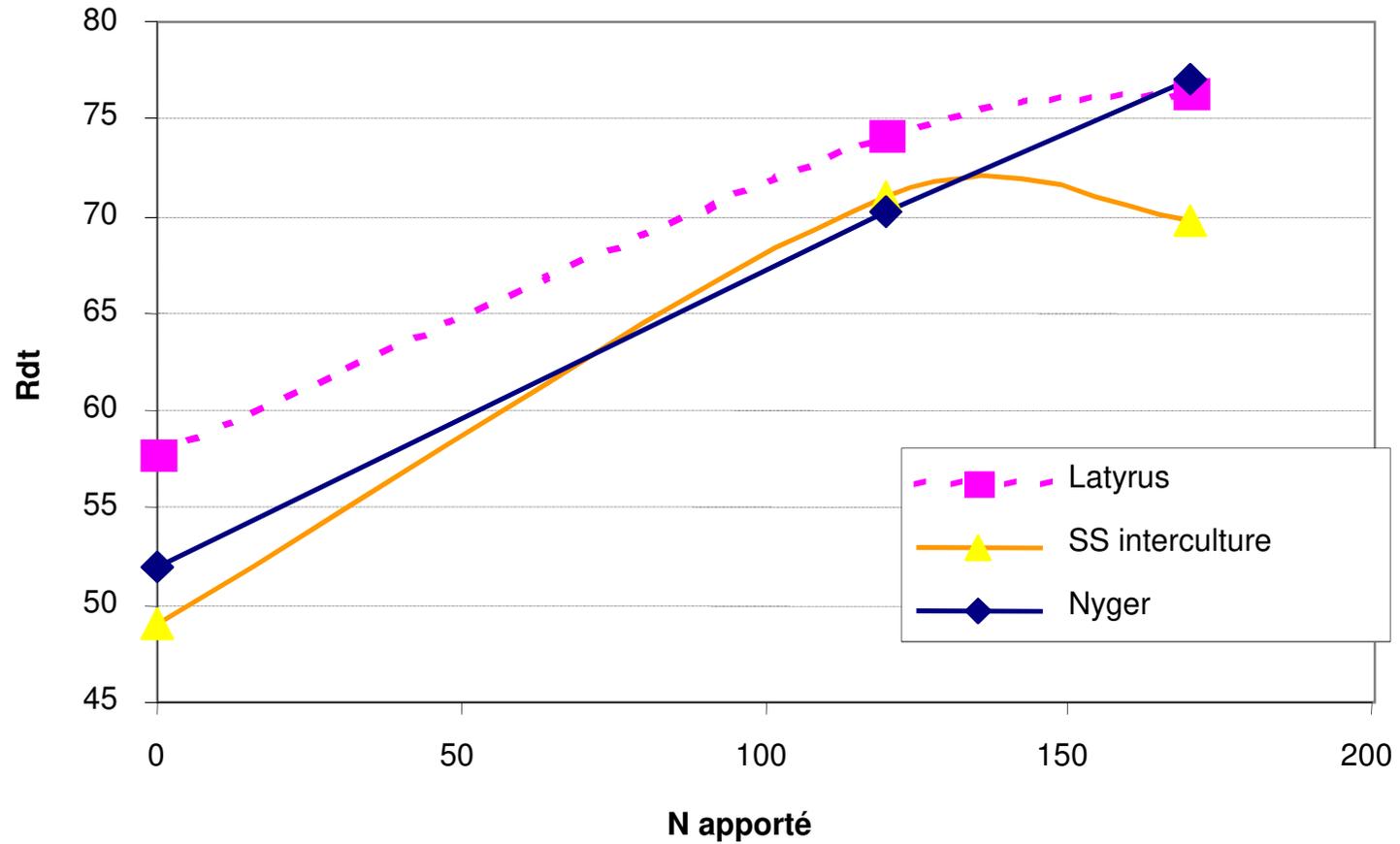
# Rendements et qualité

**Courbes de réponse à l'azote dans les parcelles conduites sans(SN) ou avec(CI) cultures intermédiaires depuis 10 ans  
(essai de Thibie, Marne)**



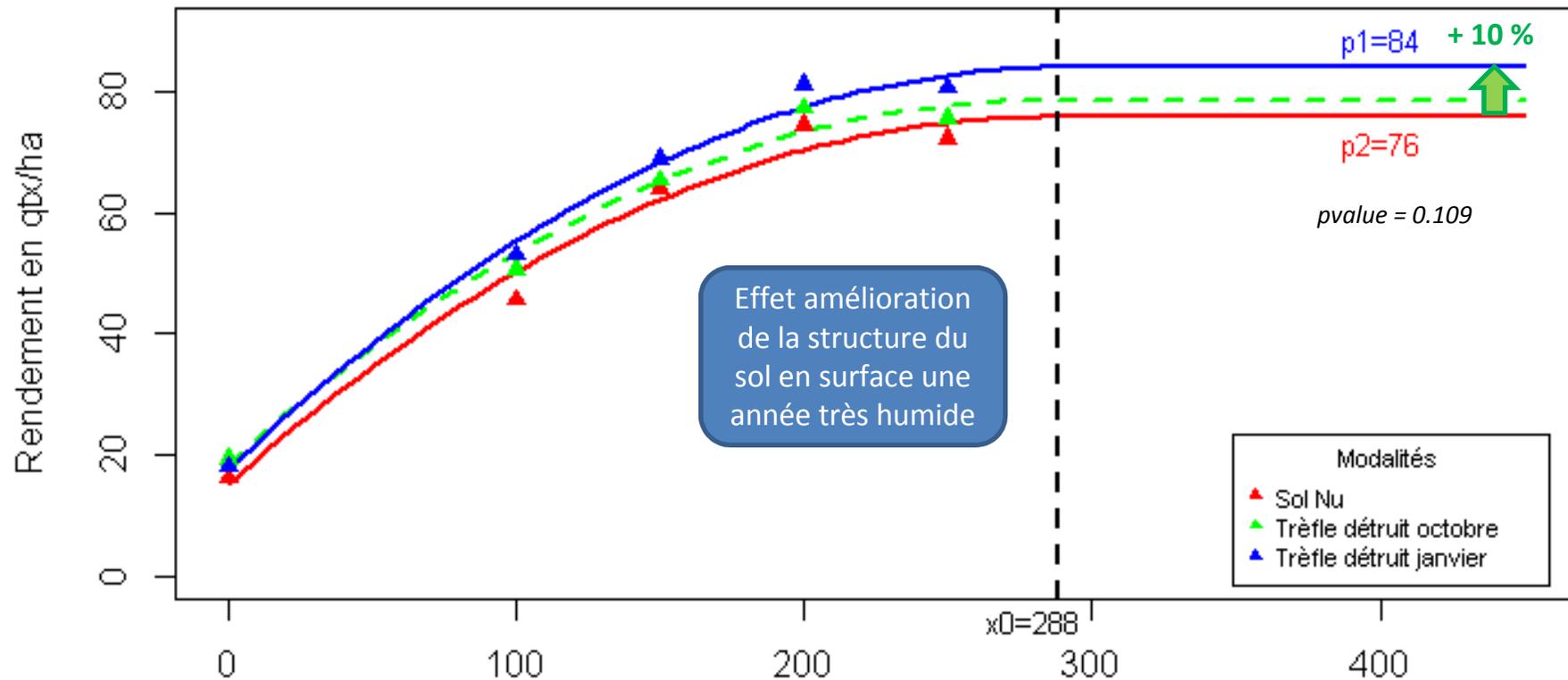
# Rendements et qualité

Rendement du blé tendre 2007 en fonction de la gestion des intercultures et de la dose d'azote (CA Deux-Sèvres)



# Rendements et qualité

Courbe de réponse à l'azote d'un blé sous couvert de trèfle  
(La Jaillère, 2013-2014, J. Labreuche, Arvalis)



Sol limoneux sur schiste, en 2013/2014 (hiver humide).

**Sans trèfle** : blé semé sur passage de cover-crop.

**Avec trèfle** (Alexandrie, souterrain, incarnat) : implantation sous maïs fourrage.

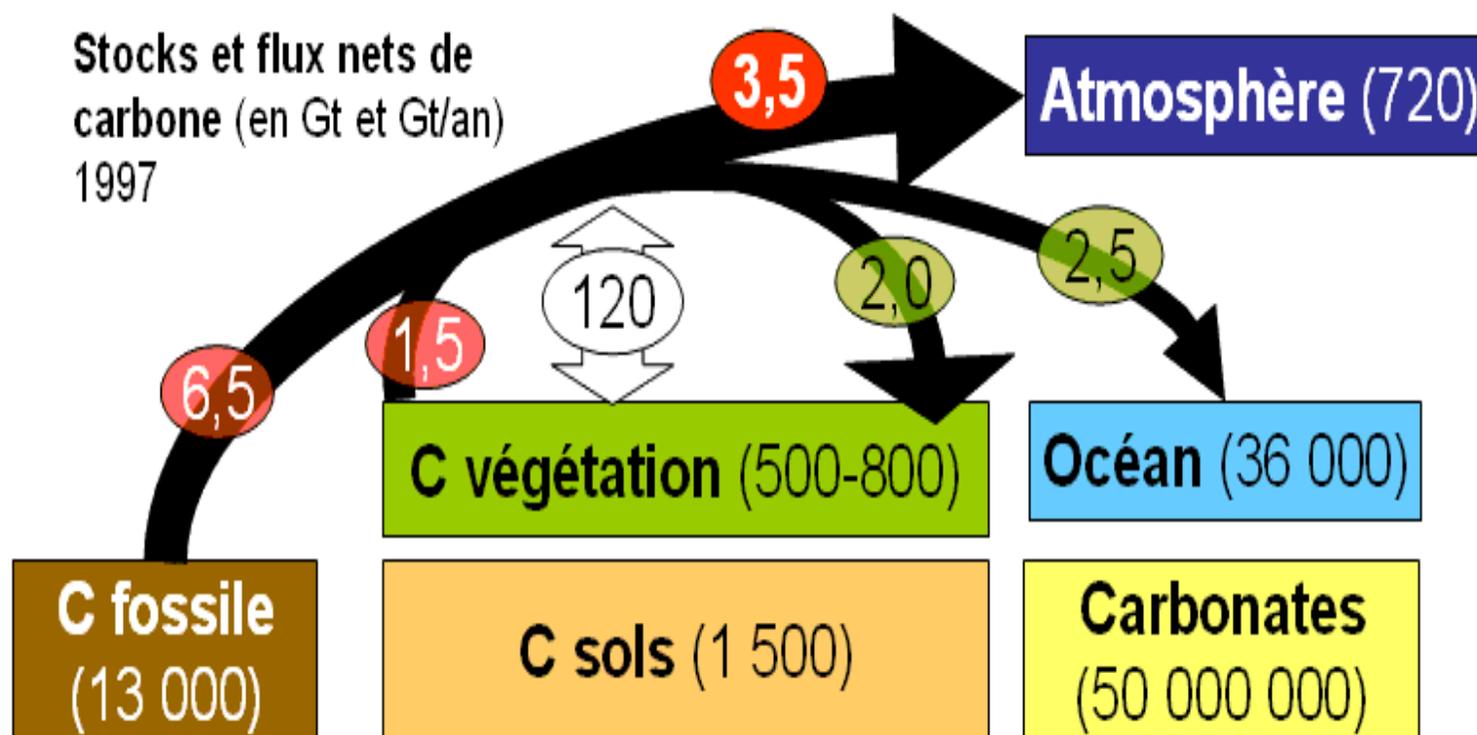
Semis direct du blé dans un couvert développé. Destruction naturelle des trèfles en hiver.

# Agriculture de conservation

- ✓ Fertilité du sol, rendement et qualité
- ✓ Agriculture et changement climatique

# Le carbone organique des sols

Le carbone du sol et le budget mondial du carbone d'après le Programme International Géosphère Biosphère (IGBP, 1998) et IPCC, 2000)



# Le carbone organique des sols

Le carbone du sol et le budget mondial du carbone d'après le Programme International Géosphère Biosphère (IGBP, 1998) et IPCC, 2000)

Stocks et flux nets de

**Gaz à effet de serre:**

CO<sub>2</sub> équivalent (/ha/an)

Claire Chenu, PPT BASE

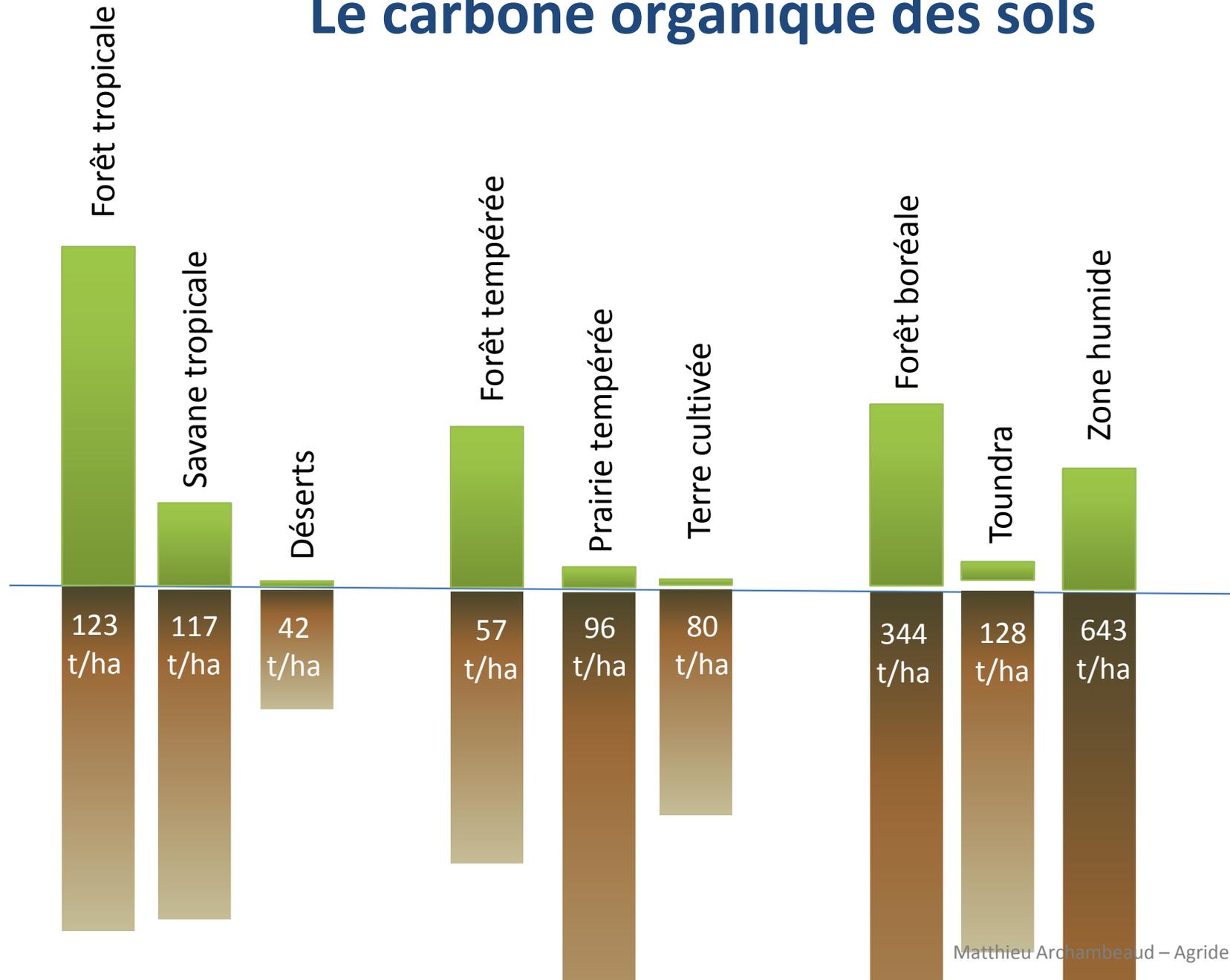
Gaz	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Potentiel de réchauffement global	1	23	296

**C fossile**  
(13 000)

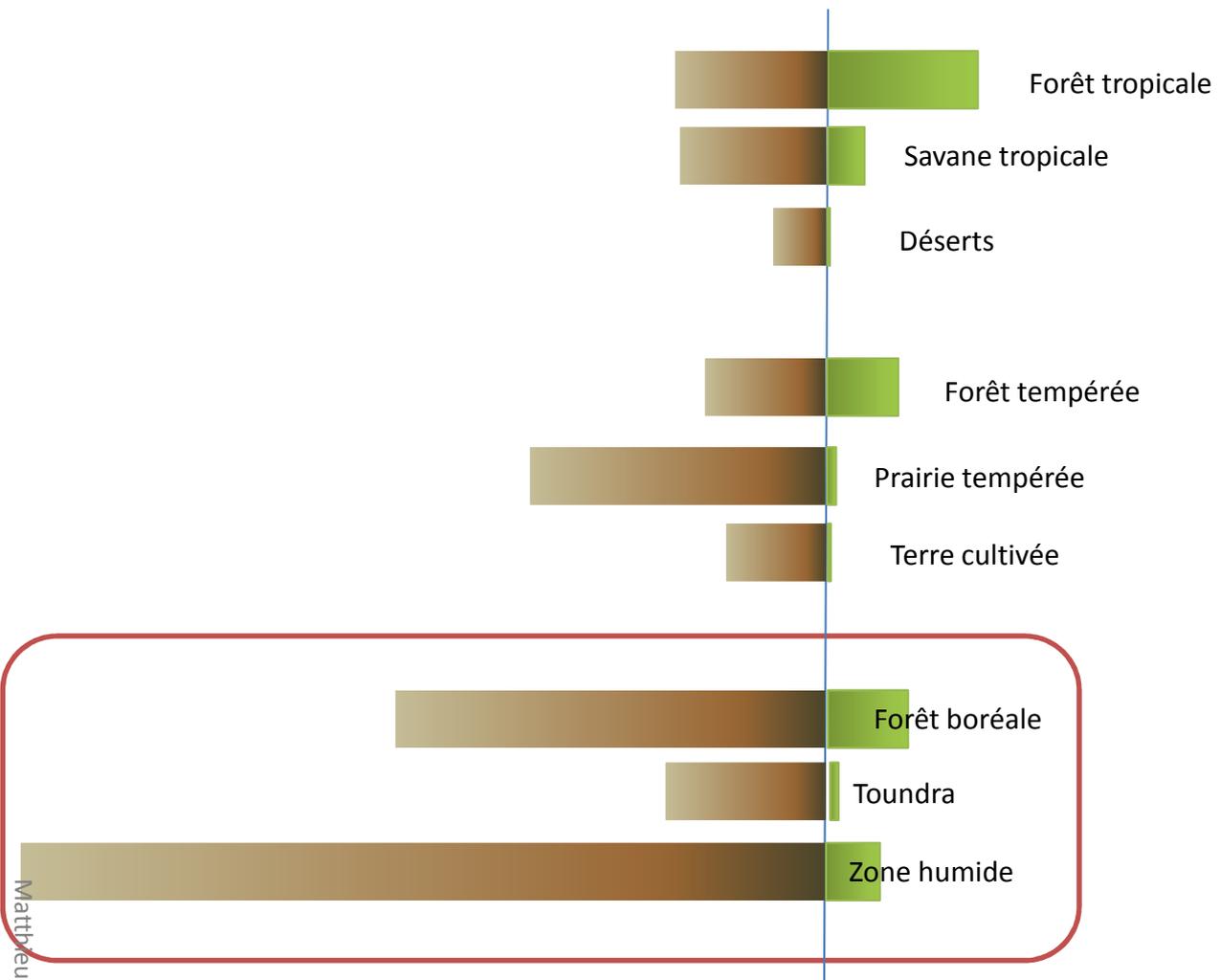
**C sols** (1 500)

**Carbonates**  
(50 000 000)

# Le carbone organique des sols



# Le carbone organique des sols



# Le carbone et l'agriculture en France

Stocker du carbone dans les sols agricoles : évaluation de leviers d'action pour la France (Chenu C., Klumpp K., Bispo A., Angers D., Colnenne C., Metay A.)

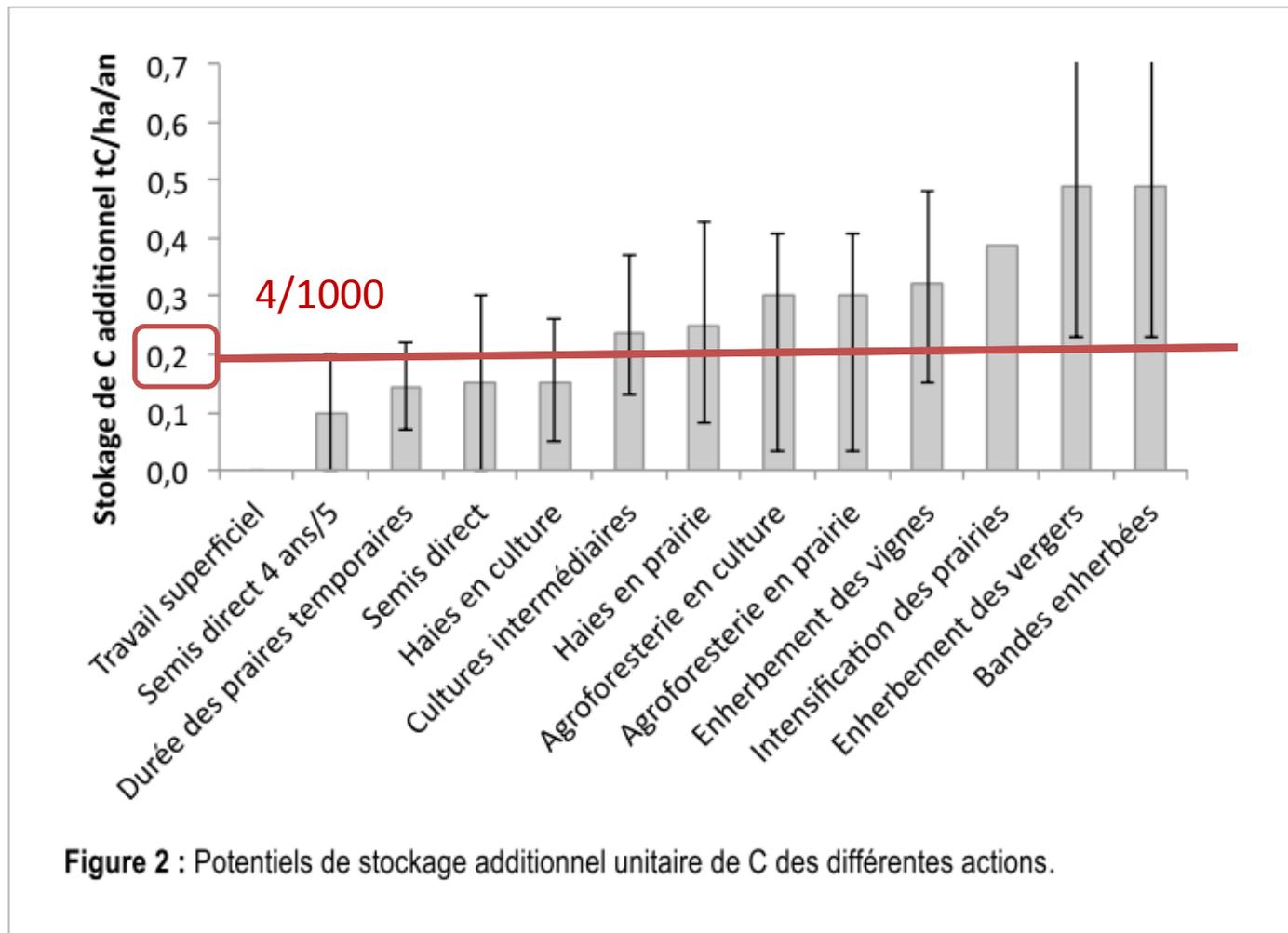
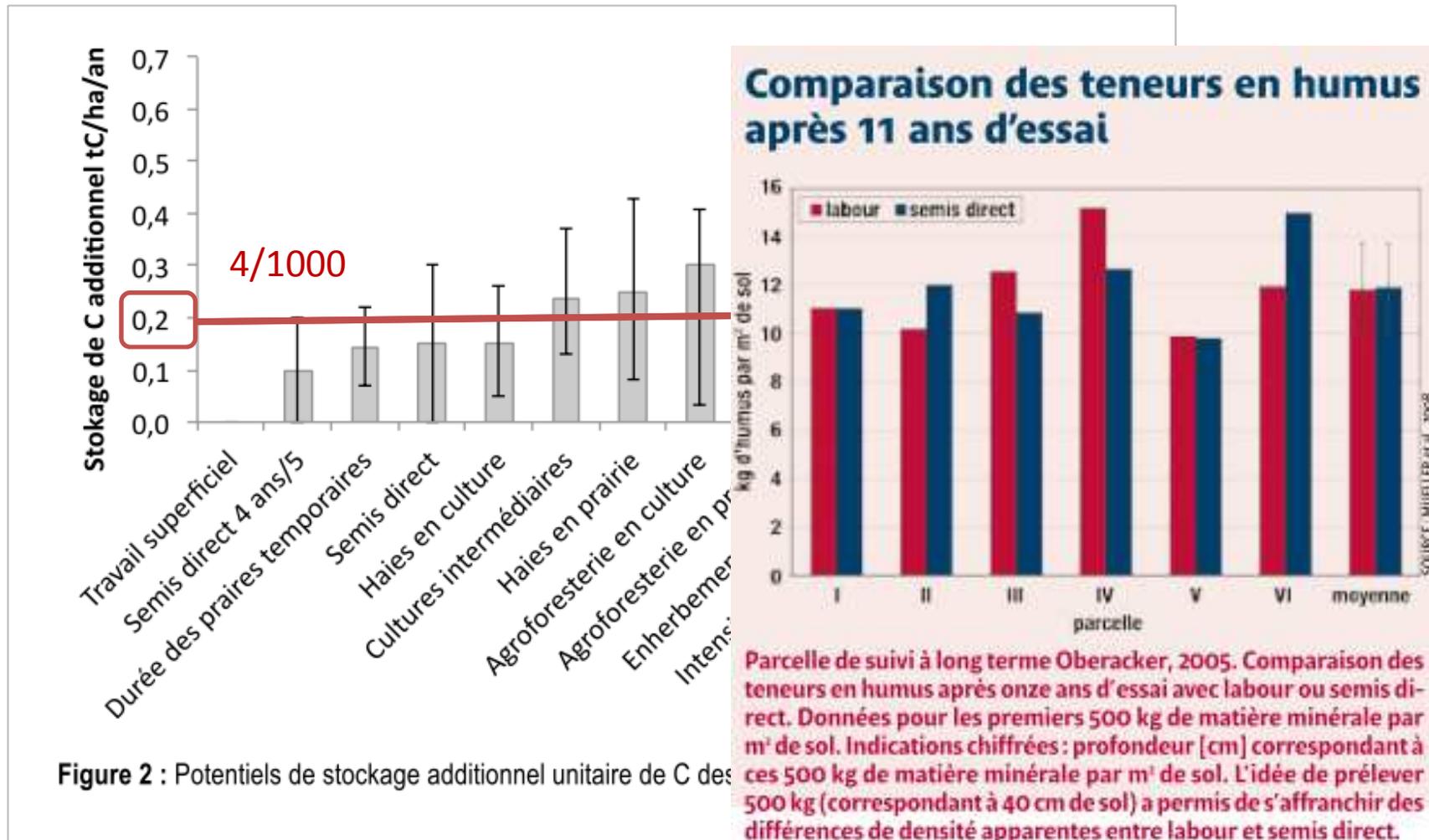


Figure 2 : Potentiels de stockage additionnel unitaire de C des différentes actions.

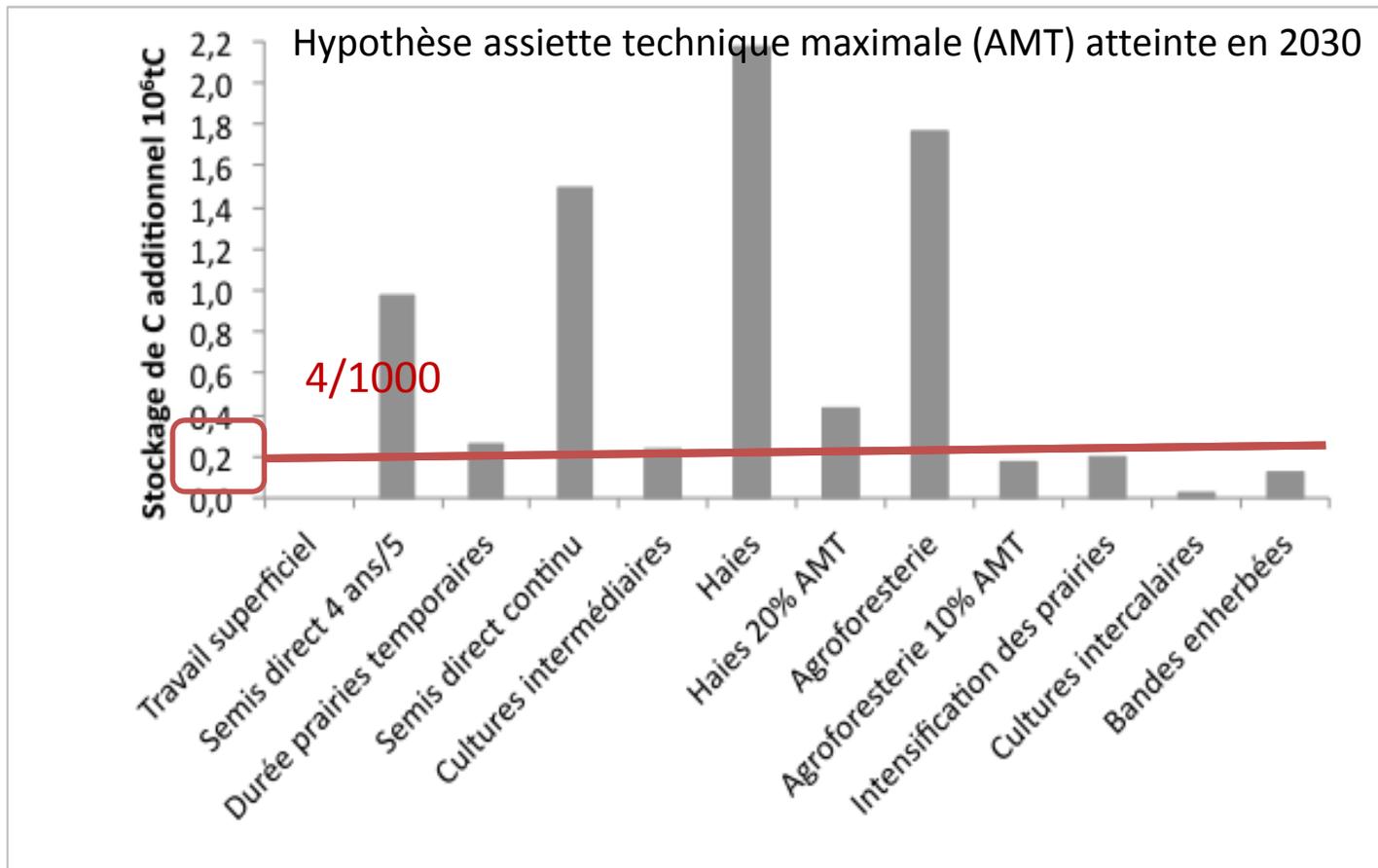
# Le carbone et l'agriculture en France

Stocker du carbone dans les sols agricoles : évaluation de leviers d'action pour la France (Chenu C., Klumpp K., Bispo A., Angers D., Colnenne C., Metay A.)



# Le carbone et l'agriculture en France

Stocker du carbone dans les sols agricoles : évaluation de leviers d'action pour la France (Chenu C., Klumpp K., Bispo A., Angers D., Colnenne C., Metay A.)



## Water for the Recovery of the Climate - A New Water Paradigm

(M. Kravčík, J. Pokorný, J. Kohutiar, M. Kováč, E. Tóth)

Répartition des ressources en eau sur la Terre (d'après Kravčík et al., op.cit.)					
<b>Eau salée</b>	<b>97,25%</b>				
<b>Eau douce</b>	<b>2,75%</b>	Glace (glaciers, icebergs, neige)	75%		
		Nappes d'eau souterraines	24,5%		
	Eaux de surface	0,5%	61% dans les lacs		
			32% dans le sol		
			6% dans l'atmosphère		
<b>0,8% dans les cours d'eau</b>					
0,3% dans les organismes vivants					

Eau atmosphérique = 25 mm d'eau  
Eau du sol = 1250 mm d'eau

Lune : +100°C / -150°C



**Vapeur d'eau (62%),**

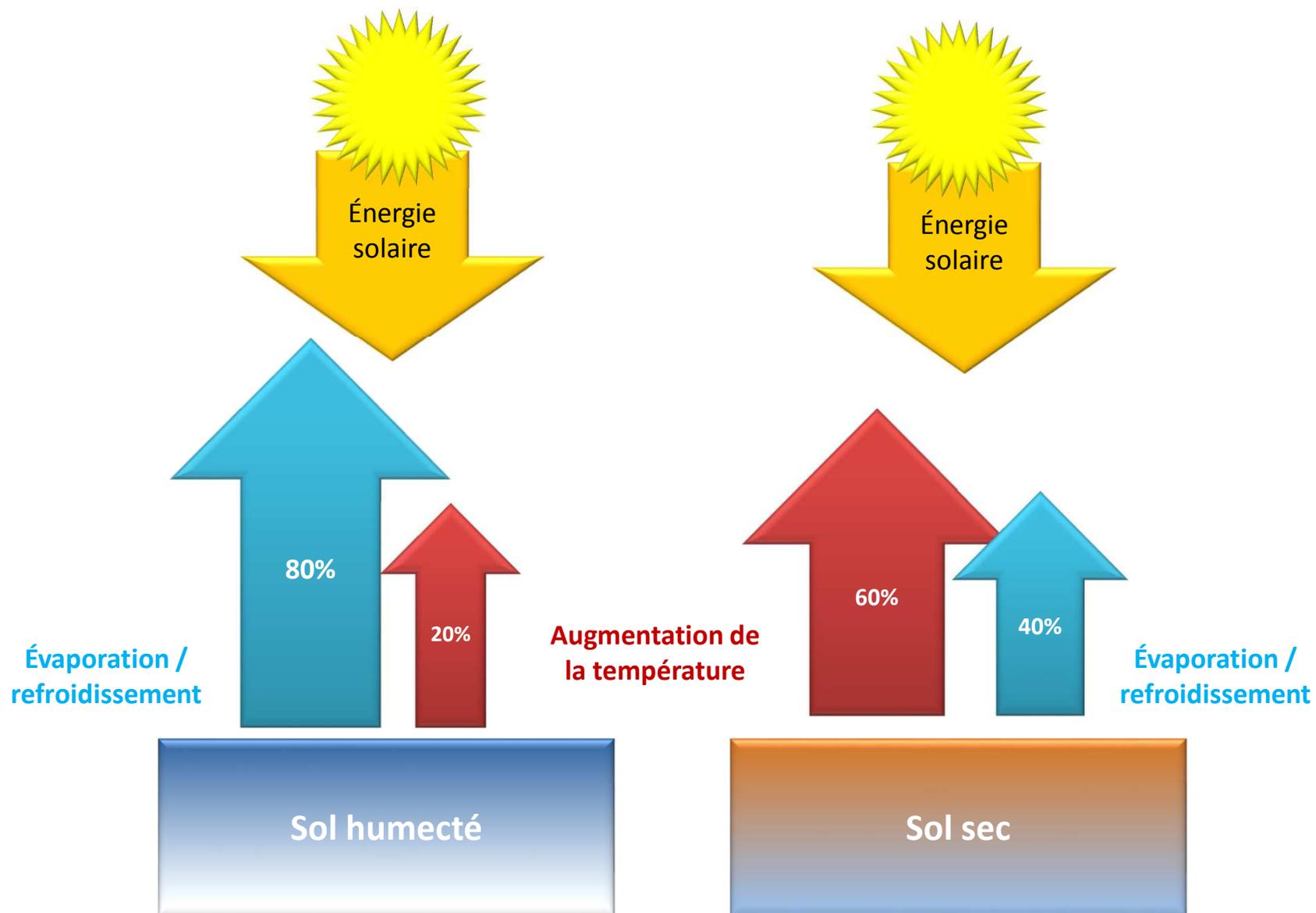
CO<sub>2</sub> (21,8 %),

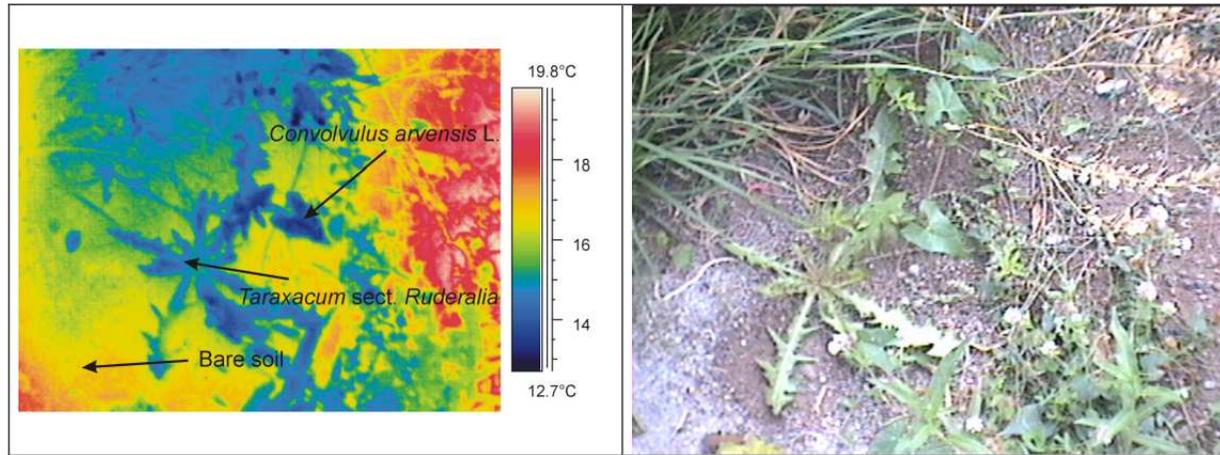
Ozone (7,2 %),

N<sub>2</sub>O (4,2 %),

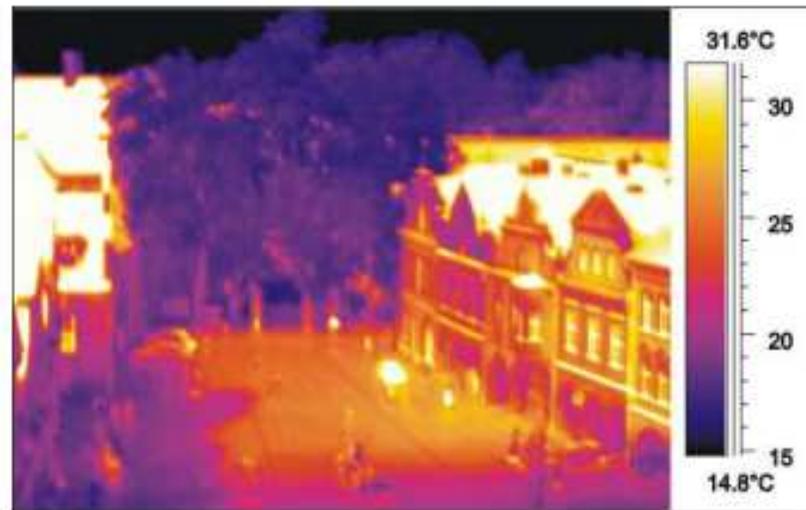
Méthane (2,4 %),

Autres (2,1 %)



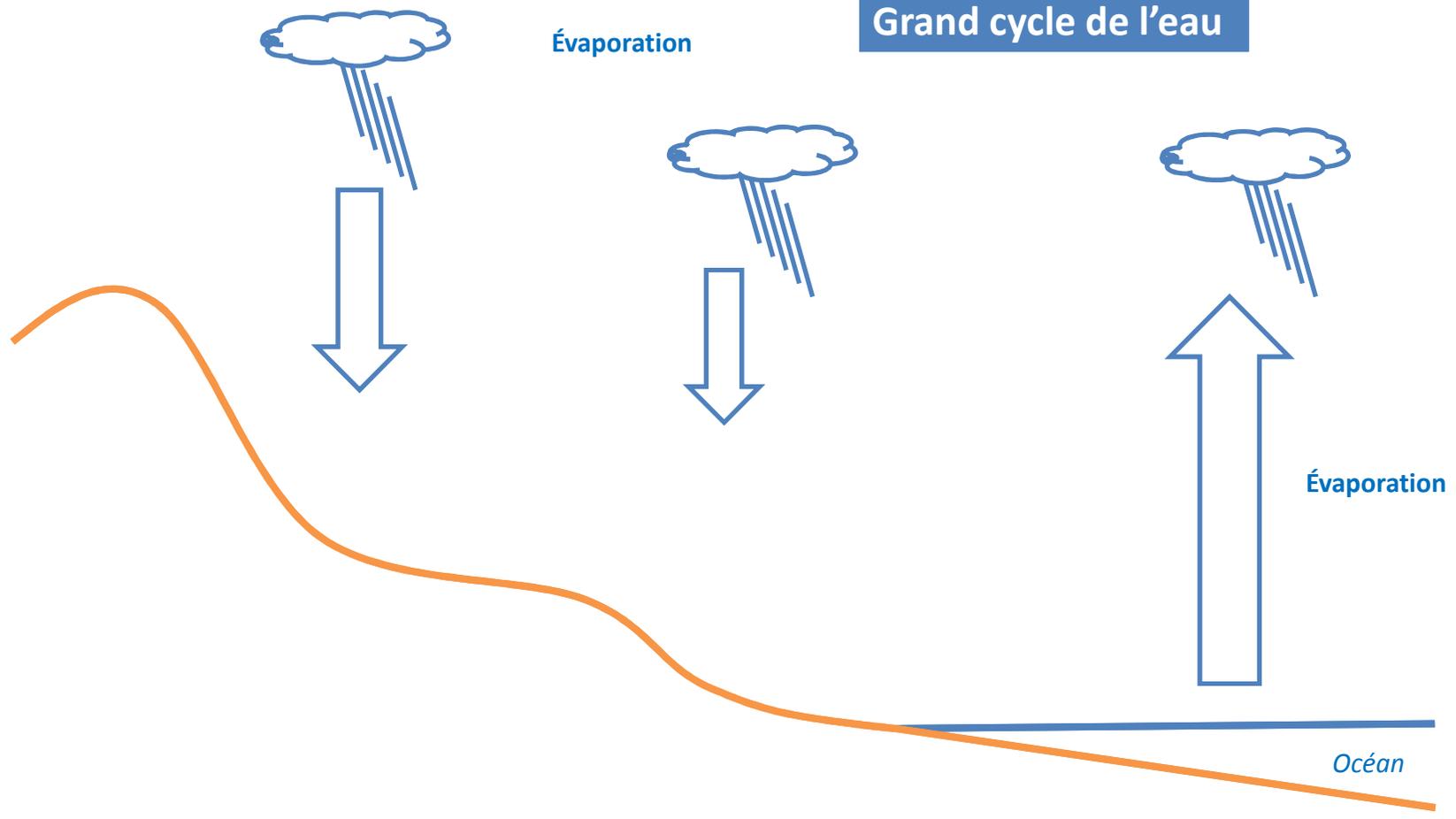


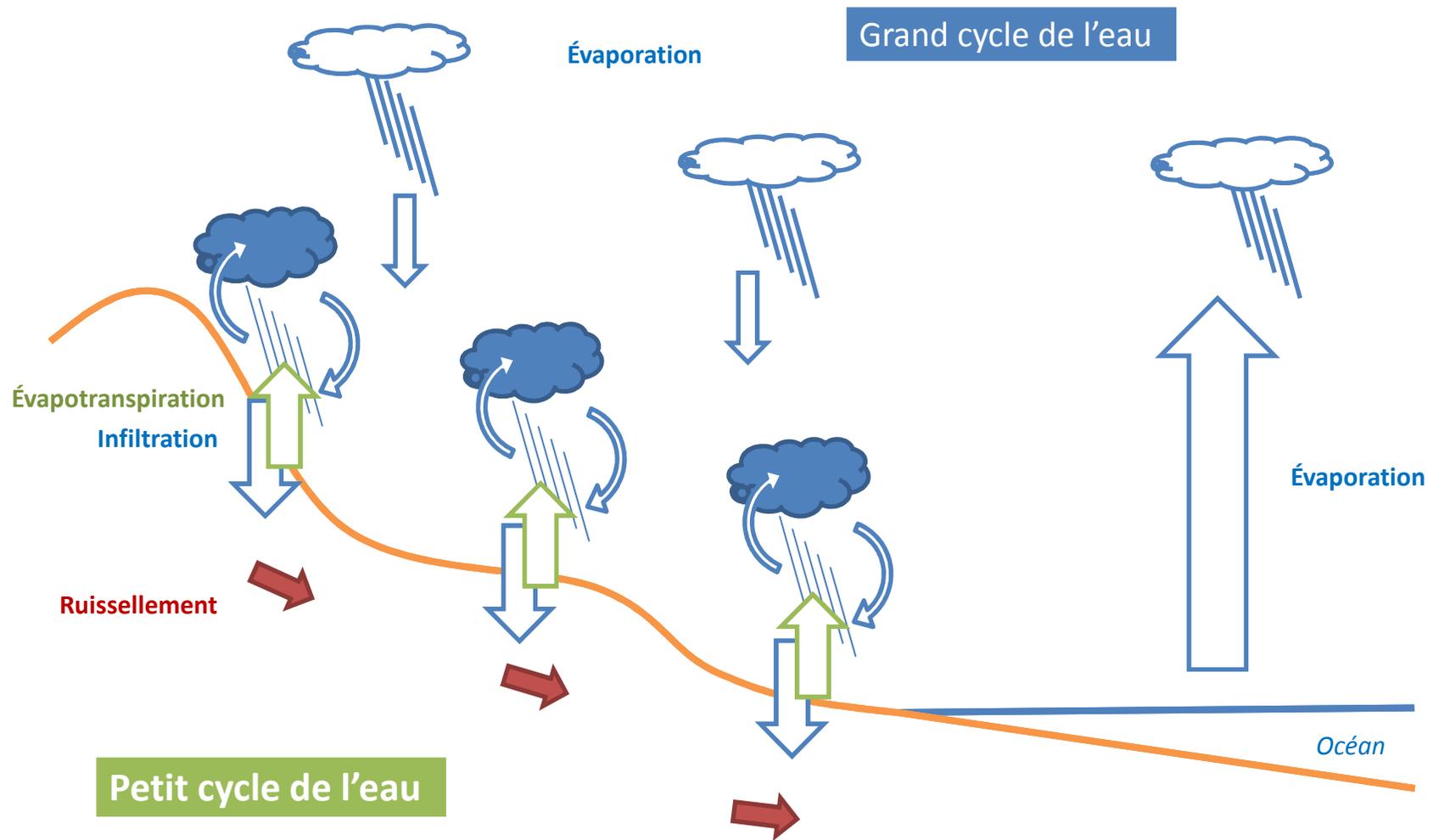
**Fig. 7 Photographs of thin vegetation in the infrared spectrum and in the visible spectrum.** The bare surface of the ground is visibly warmer than the surface of the leaves cooled by transpiration. (Třeboň, Czech Republic, 12 July 2002, 10:00 hrs).



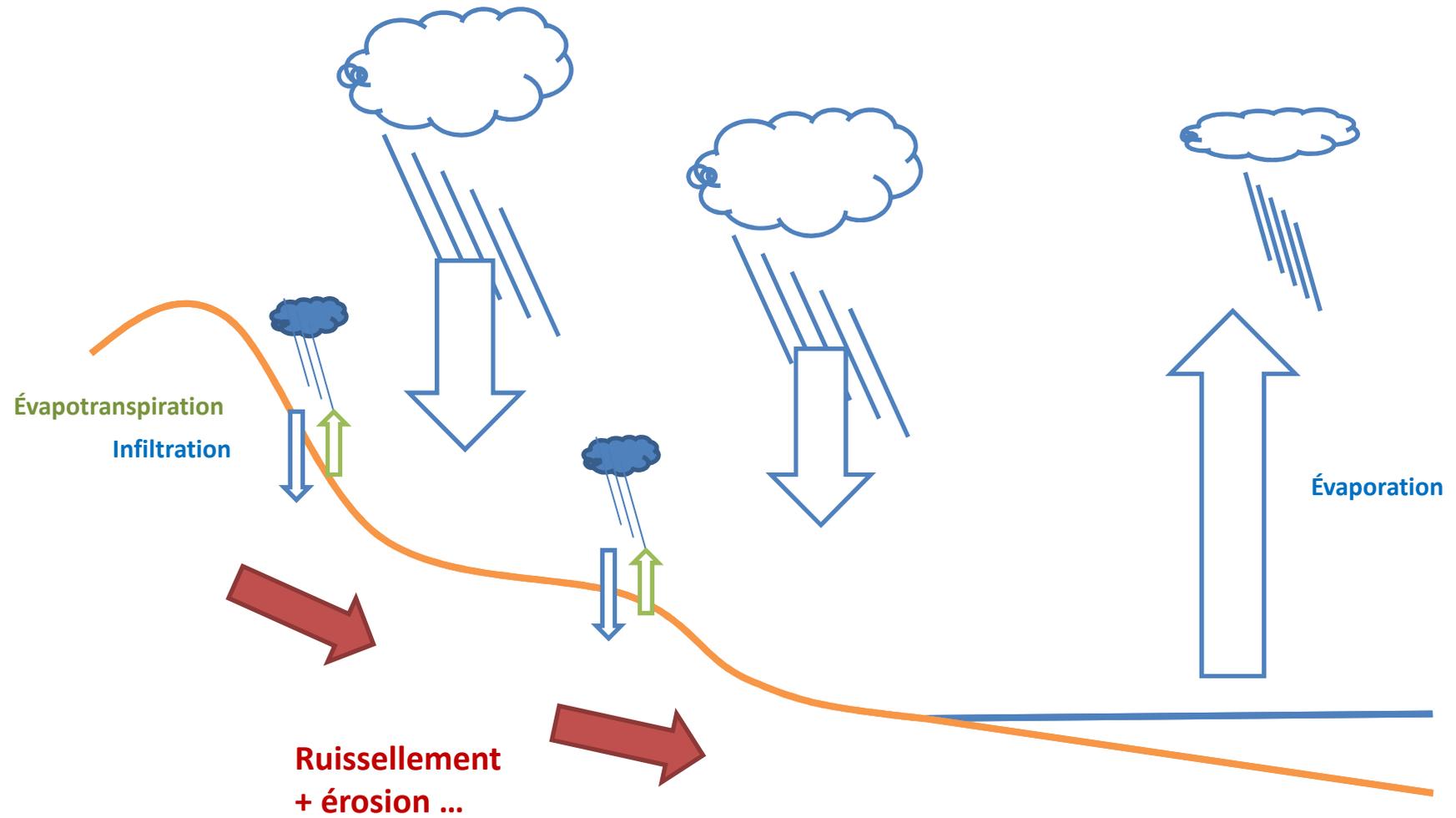
**Fig. 8 Photograph of the square and adjacent park in Třeboň, Czech Republic, taken with a thermal camera**

# Grand cycle de l'eau

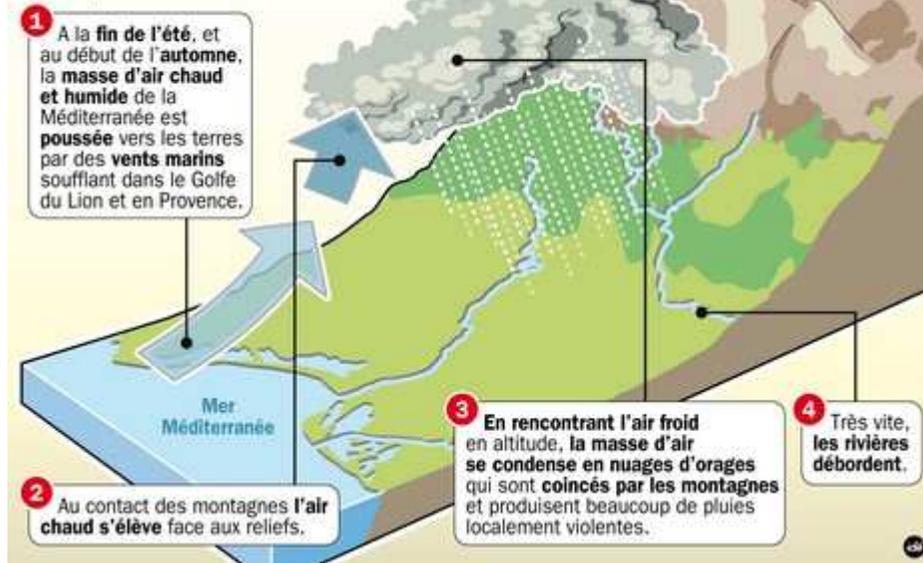


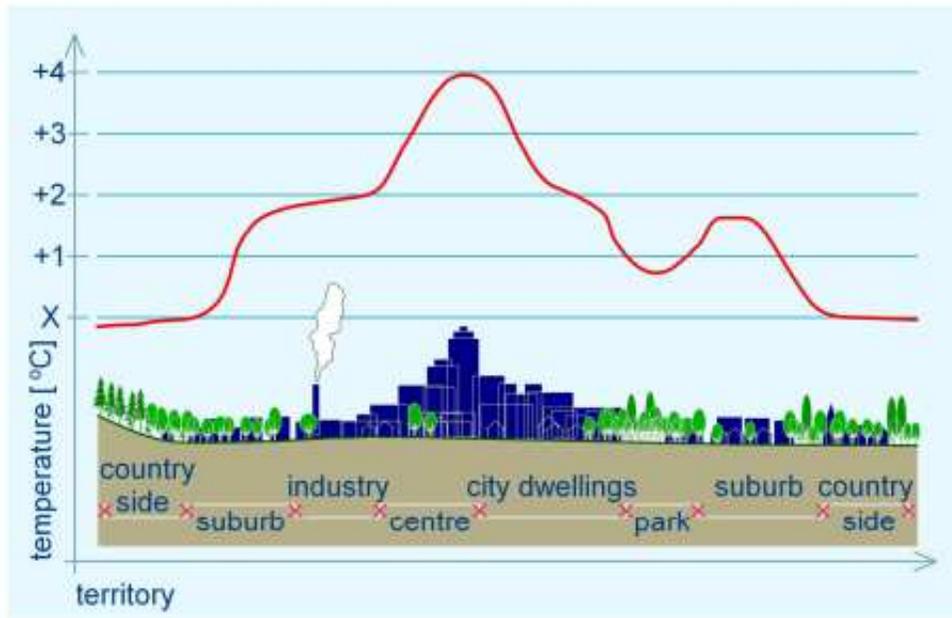


**50% à 66% des précipitations locales**



## Comment se forment les pluies cévenoles





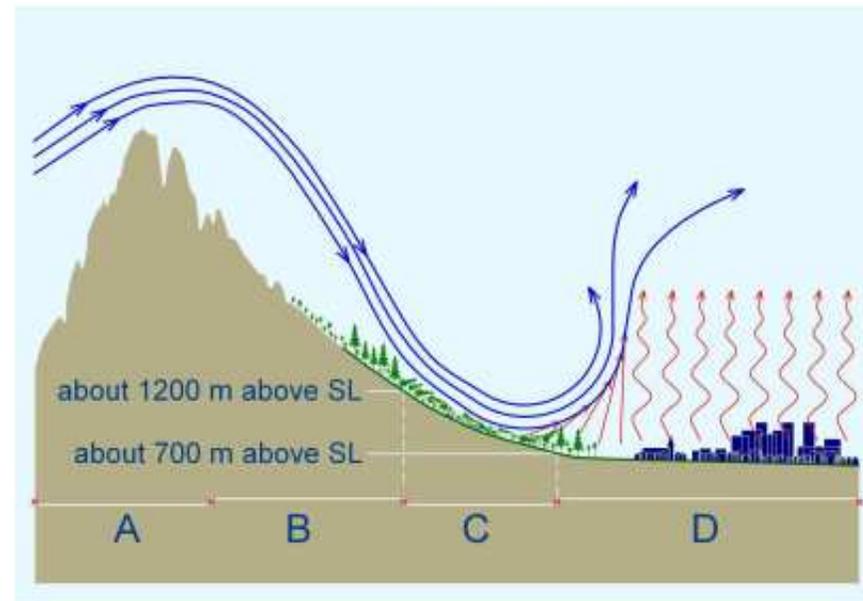
**Fig. 16 The hot climatic umbrella of an urban space**

Temperature depends on the relation between a built up area and area covered by vegetation.



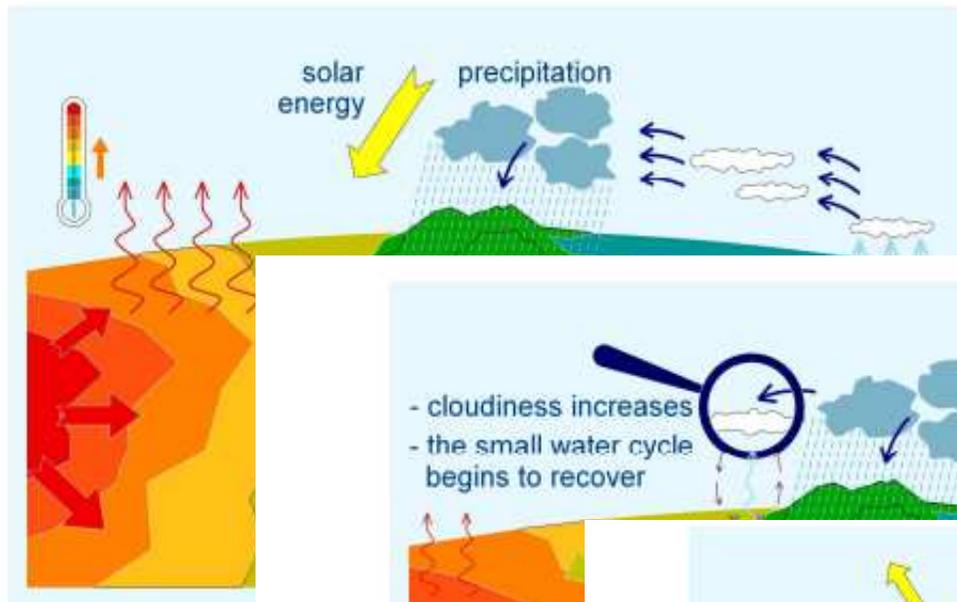


**Fig. 24** The incursion of cold air to the High Tatra: assumed state around the year 1800  
The conditions of the land under the mountains allow currents.

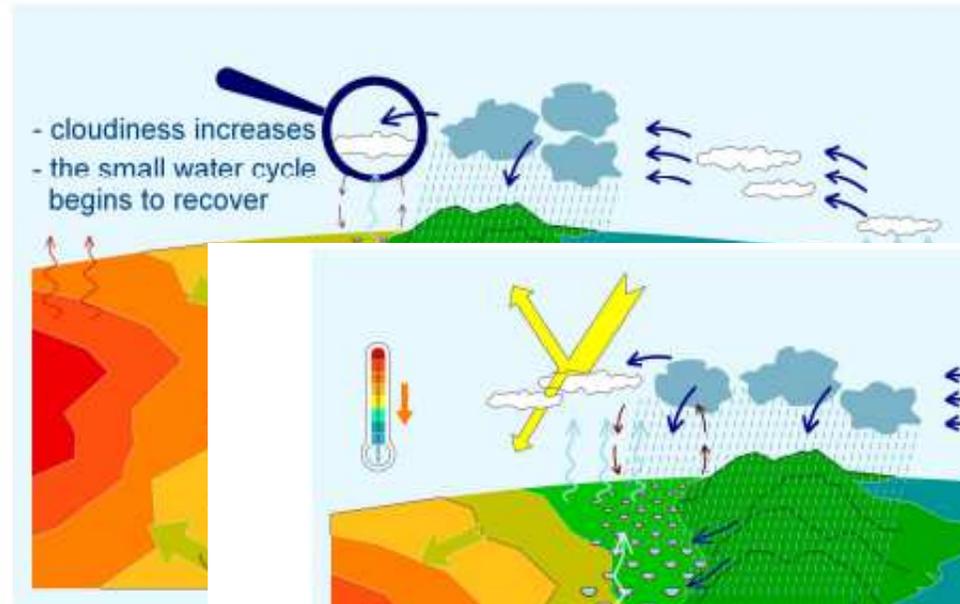


**Fig. 25** Wind storm in the High Tatra mountains, Slovakia, November 19, 2004  
Radiant flows of warmed currents from agricultural-urban areas (zone D) accelerated air currents with the rapidly falling cold front through the ridge of the High Tatra mountains  
v(A) 150 – 200 km/h, v(B) < 100 km/h; v(C) 200 – 250 km/h, v(D) < 150 km/h.

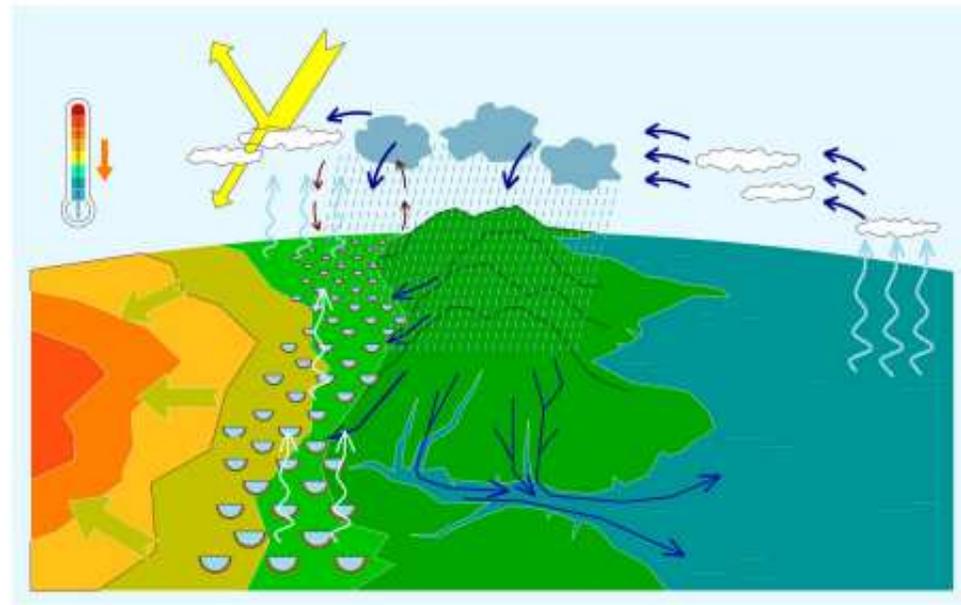




**Fig. 28** Diagram of the existing small water cycle



**Fig. 29** Waterholding  
Their role is to harvest water from the large water cycle under pedological conditions



**Fig. 30** Decreasing areas of desert

The climate recovers in an area with a renewed small water cycle and it can possibly be used as a forefront for further expansion of the hydrological recovery of land.

## Estimation (à la grande louche) de l'impact des cultures sur la pluviométrie

(M. Archambeaud, TCSn°84)

Culture	Biomasse (grain + paille, en t/ha/an)	Évapotranspiration moyenne (m <sup>3</sup> d'eau / t de MS)	Quantité d'eau transpirée en une année (en m <sup>3</sup> /an/ha et en mm)	Retour théorique sous forme de pluie locale (50% de l'évaporation, en mm)
<b>Céréales</b>	10	450	4 500 (450 mm)	225 mm
<b>Maïs</b>	15	300	4 500 (450 mm)	225 mm
<b>Luzerne</b>	12	750	9 000 (900 mm)	450 mm
<b>Couvert été (estimation)</b>	4	450	1 800 (180 mm)	90 mm
<b>Luzerne couvert permanent (estimation)</b>	4	750	3 000 (300 mm)	150 mm
<b>Couvert hiver (estimation)</b>	3	300	900 (90 mm)	45 mm

