



# **Evolution des sols sous forêt méditerranéenne : entre climat et usages anthropiques.**

*12 novembre 2025*

Brigitte TALON, Maitresse de Conférences, IMBE AMU



Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12-13 novembre 2025

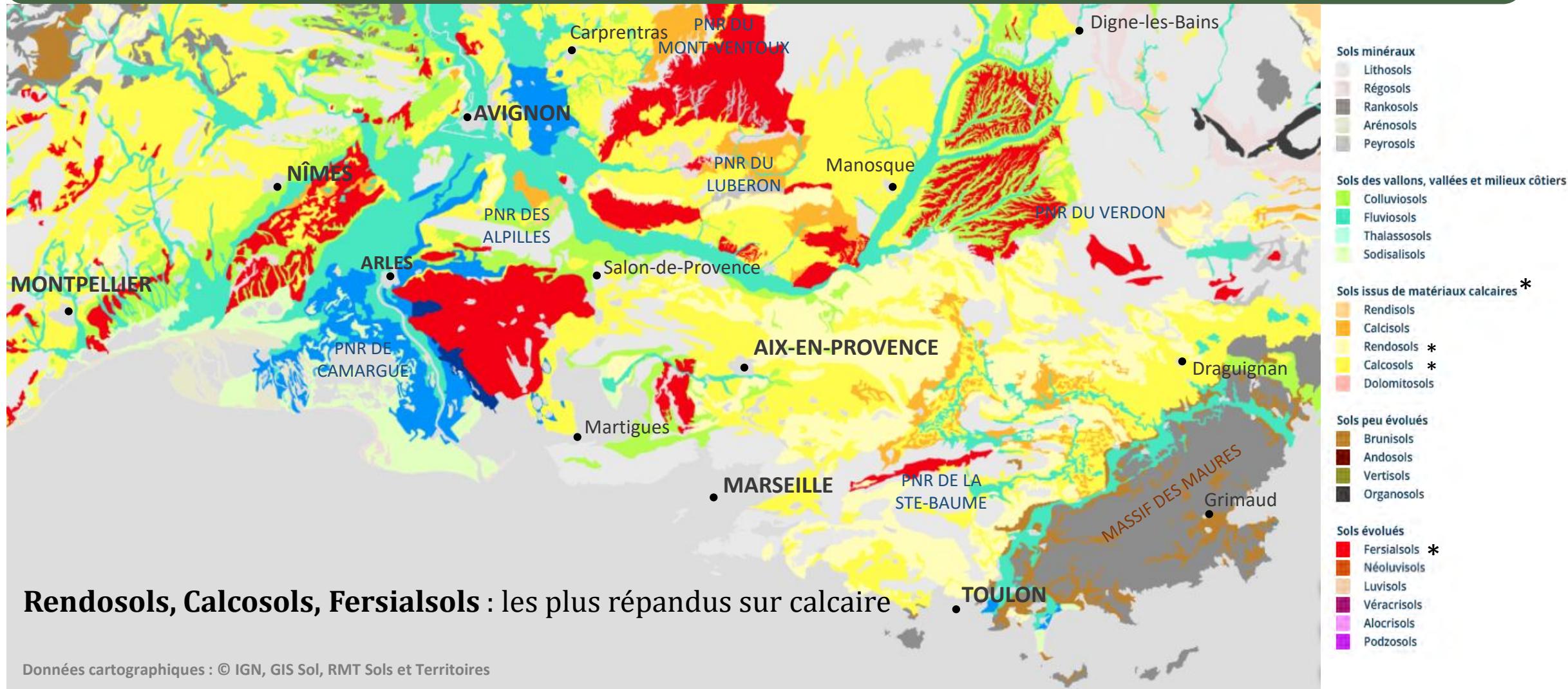
# Sommaire

- > Les sols et les facteurs d'évolution
- > Le sol, archive ou mémoire ?
- > Les charbons de bois, indicateurs des usages passés
- > Pédoanthracologie dans les Maures
- > Conclusion



@B. Talon

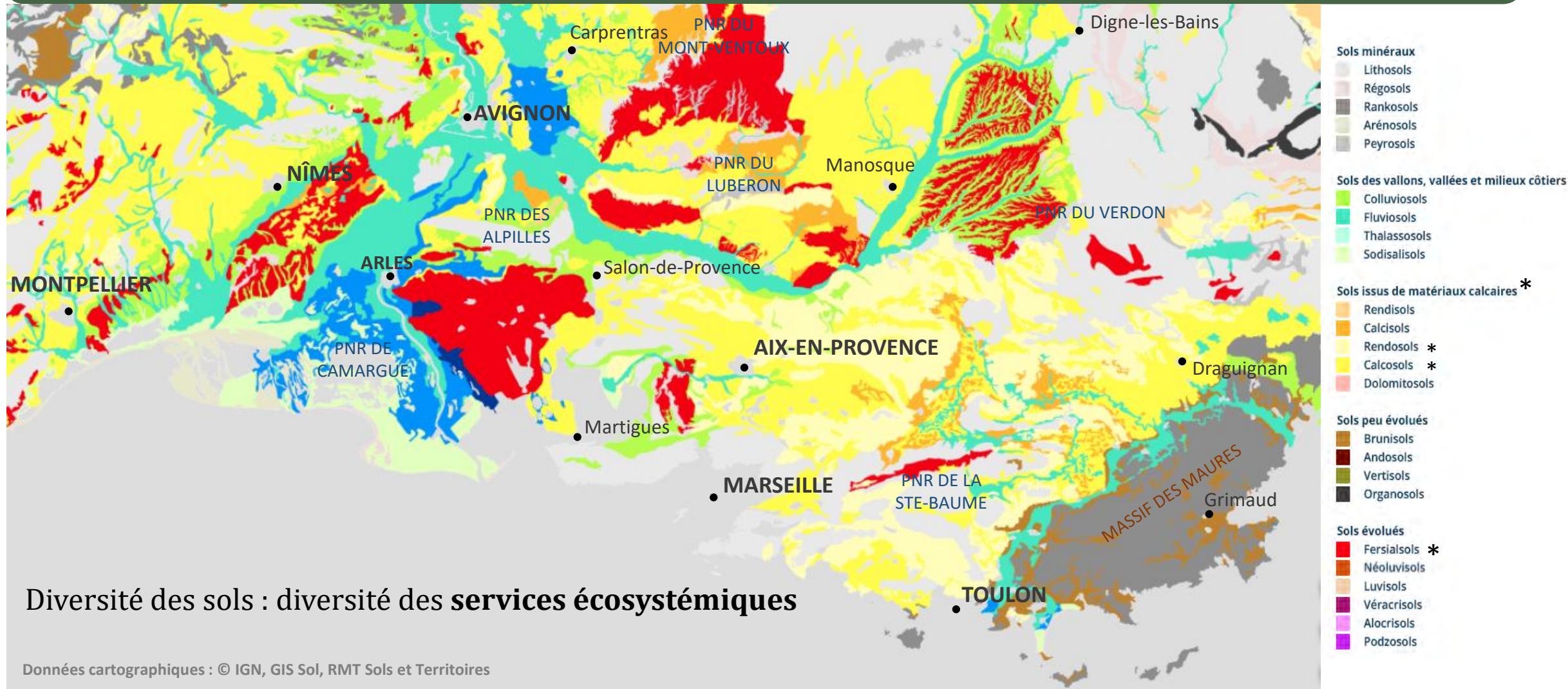
# Grande diversité des sols méditerranéens



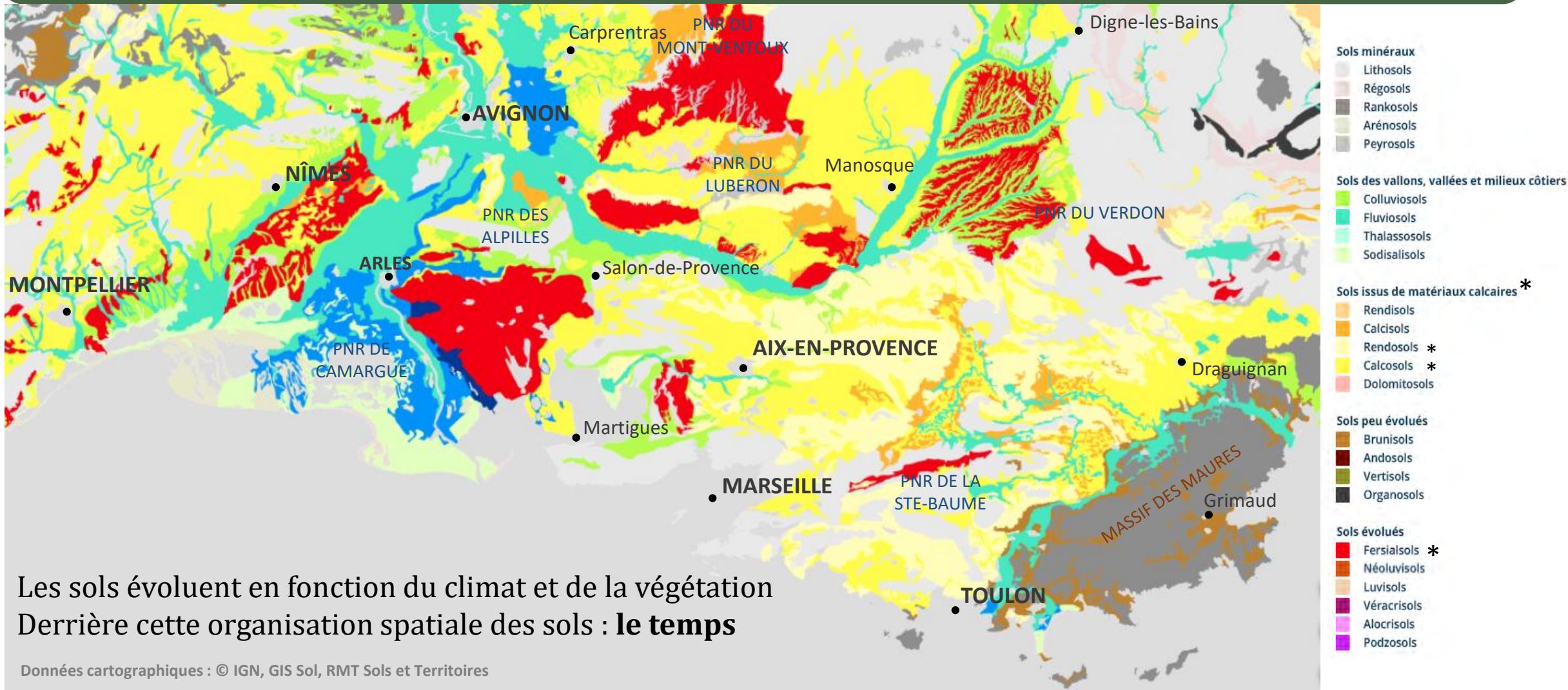
**Rendosols, Calcosols, Fersialsols** : les plus répandus sur calcaire

Données cartographiques : © IGN, GIS Sol, RMT Sols et Territoires

# Grande diversité des sols méditerranéens



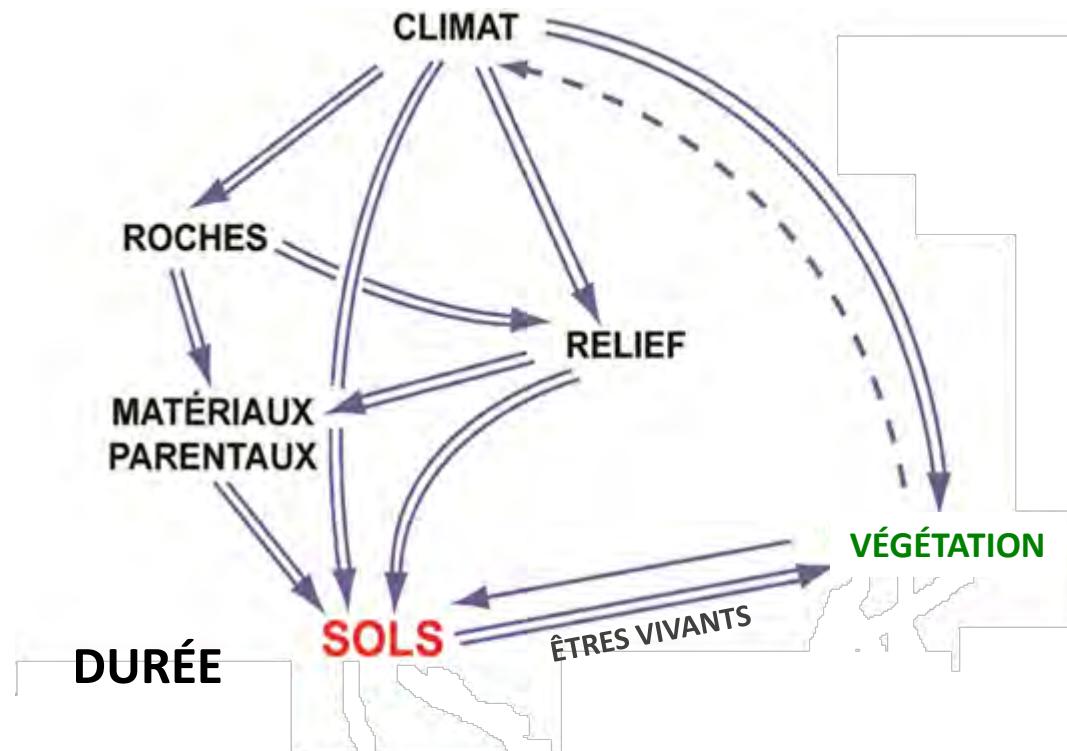
# Grande diversité des sols méditerranéens



Les sols évoluent en fonction du climat et de la végétation  
Derrière cette organisation spatiale des sols : **le temps**

Données cartographiques : © IGN, GIS Sol, RMT Sols et Territoires

# Schéma simplifié des relations entre les sols et les différents facteurs de pédogenèse



## Ce qu'on connaît bien :

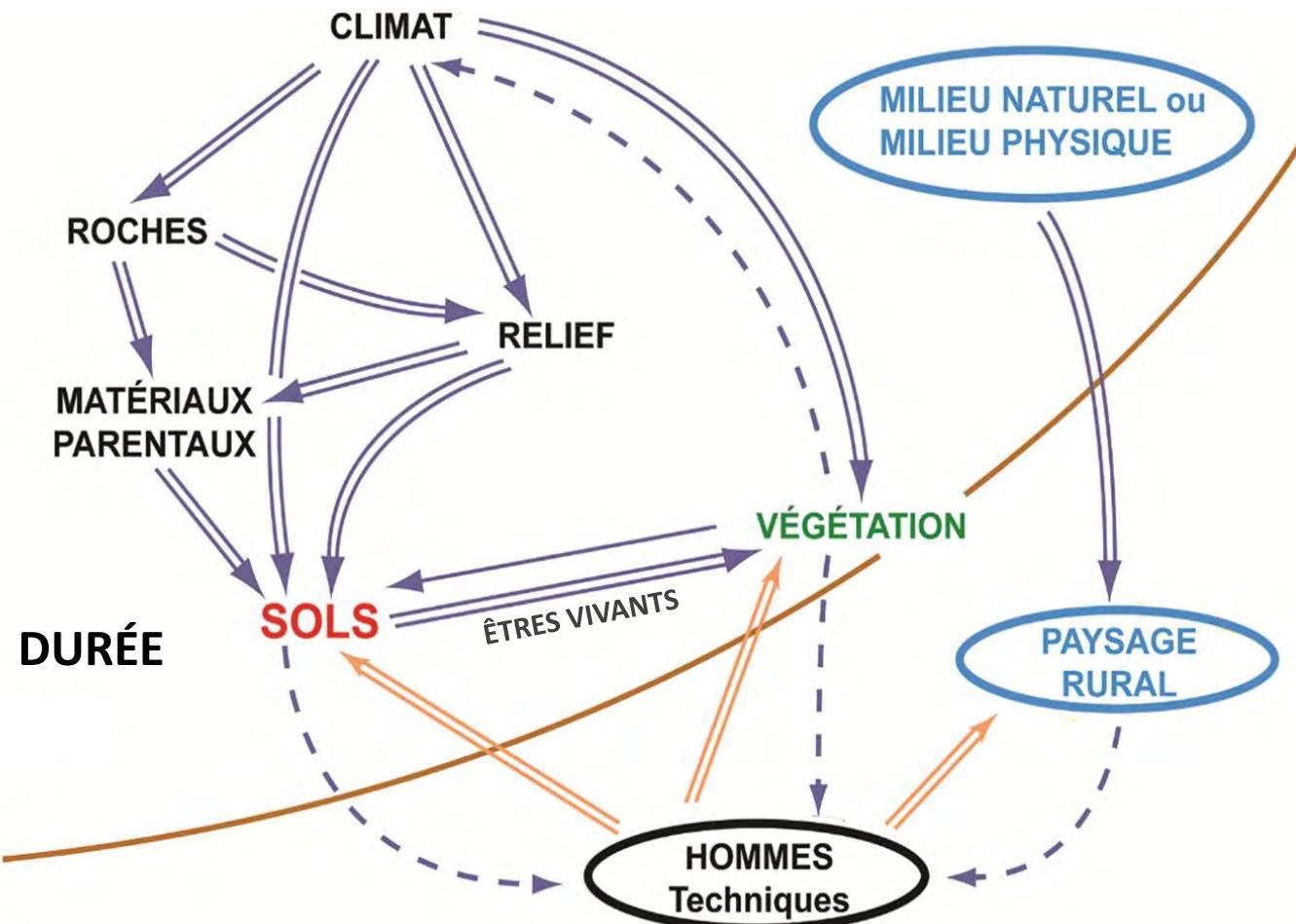
- évolution des sols en fonction : du climat, roches, relief, matériaux parentaux, êtres vivants, végétation

## Ce qu'on connaît moins bien :

- évolution des sols en fonction du TEMPS

©Denis Baize

# Schéma simplifié des relations entre les sols et les différents facteurs de pédogenèse



Depuis le néolithique : HOMMES = agents importants de la pédogenèse.

Déforestation, labours, drainages, irrigations, fertilisants, pesticides, chaulages...: *modifications des fonctionnements hydrauliques, physiques et biologiques des sols.*

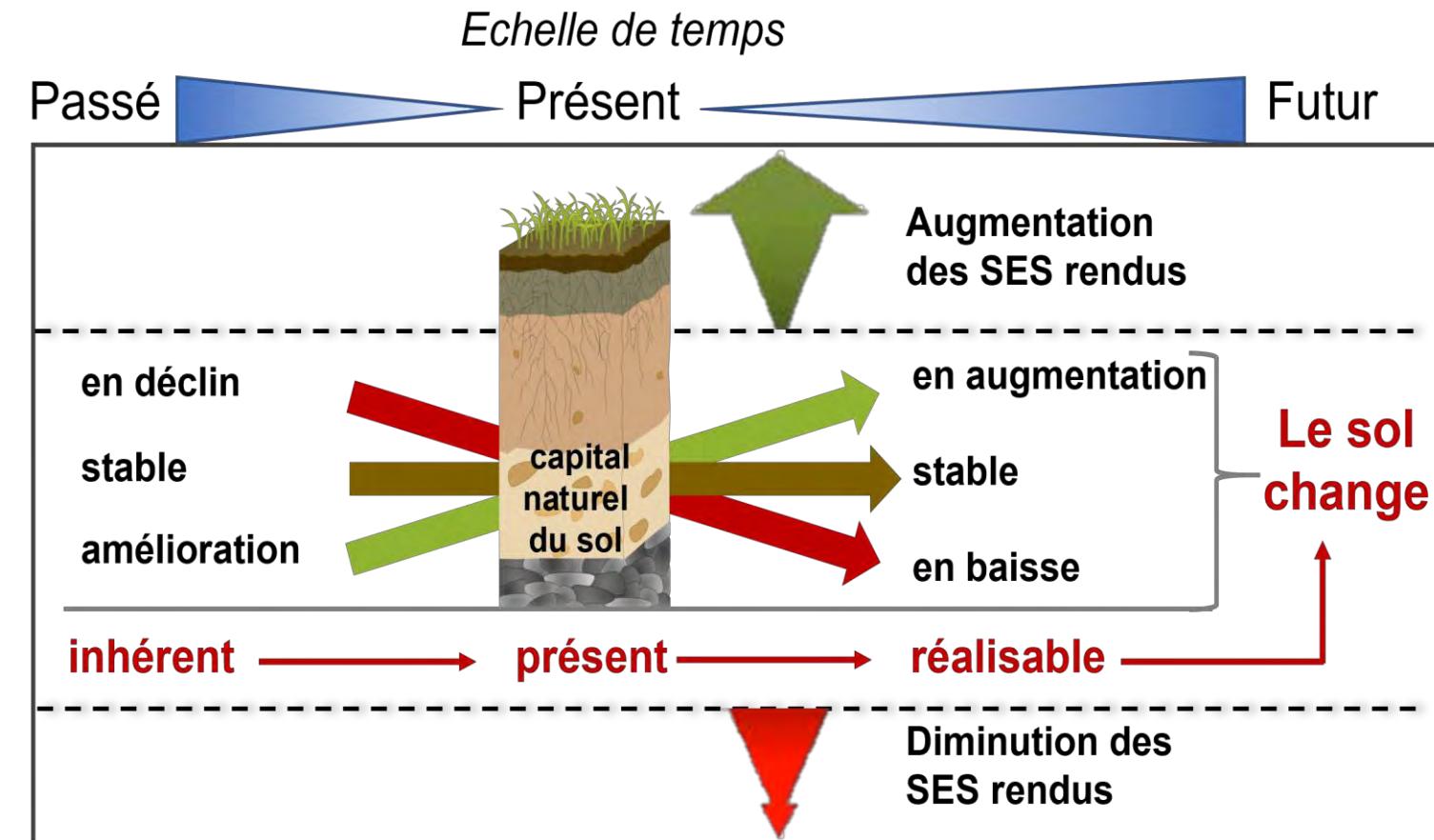
## Changement du climat et des usages

→ Changements du fonctionnement des sols

→ Changement des services rendus par les sols...

©Denis Baize

# Changement des sols et services écosystémiques

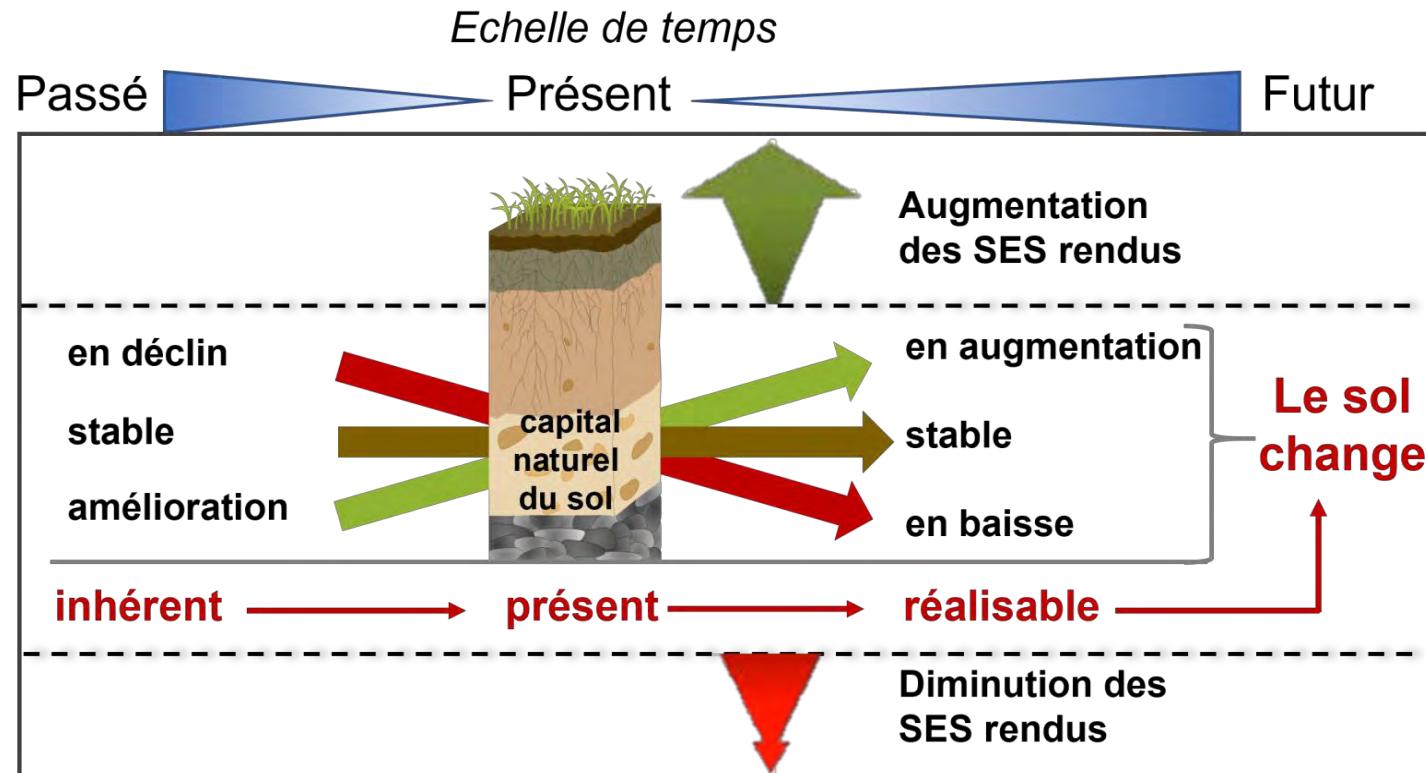


« Les SES sont le lien direct entre les modifications de la biosphère, notamment en réponse au changement climatique mondial, et la société » (S. Lavorel)

## Selon les changements...

→ Les SES sont susceptibles d'évoluer positivement ou négativement

# Changement des sols et services écosystémiques



## Mais problème...

- Connaissances des vitesses, cinétiques et trajectoires de l'évolution des sols **largement insuffisantes voire nulles.**

## + Echelle temporelle « infinie » dans un sol !

de la nano-seconde (*tps de la réaction chimique*) à la dizaine de Millions d'A (*échelle de la formation des latérites*).

# Le sol enregistre les usages passés climat, culture : mémoire de nos activités

- > Enregistrement des événements qui surviennent dans un bassin versant...

Crue, incendie, activité agricole, pollution...

... dans les sols et les séquences sédimentaires



Niveau d'accumulation de charbons de bois.

Le Bois Noir, 2000 m, Ceillac (05)

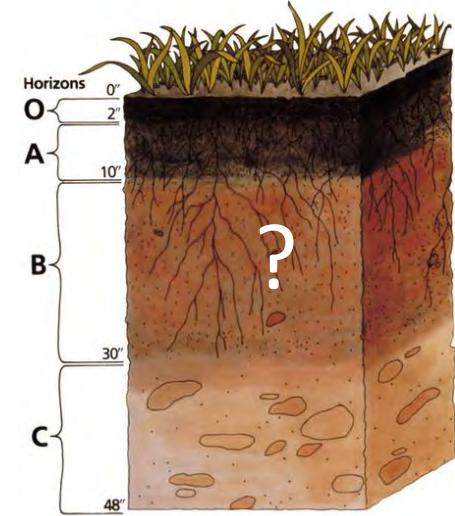
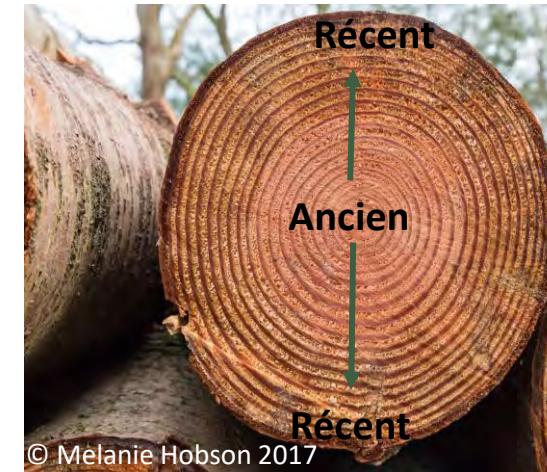
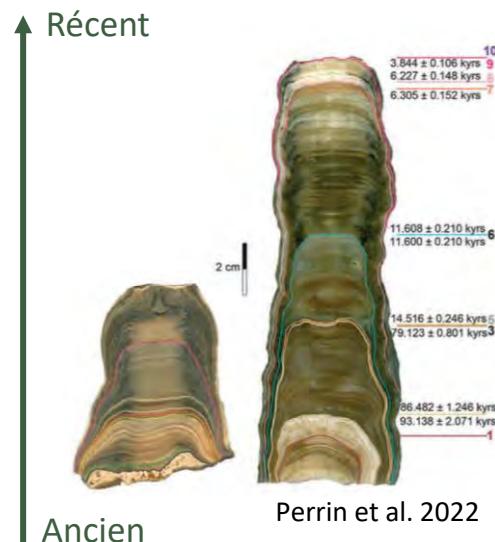
- > Sols et sédiments : **archives naturelles**
- > Mais pour lire ces archives : besoin de connaître **âge et chronologie** de dépôt

# Les rayures dans la nature, un enregistrement temporel stratifié



Récent

Ancien



Sédiment lacustre varvé

Spéléothème

Xylème secondaire (bois)

Sol évolué

# Sols et sédiments : mémoire de notre l'histoire



Exemple de séquence sédimentaire stratifiée : Vallon du Fou, Martigues.

In Canut et al. 2011 Vallon du Fou (Martigues, 13)

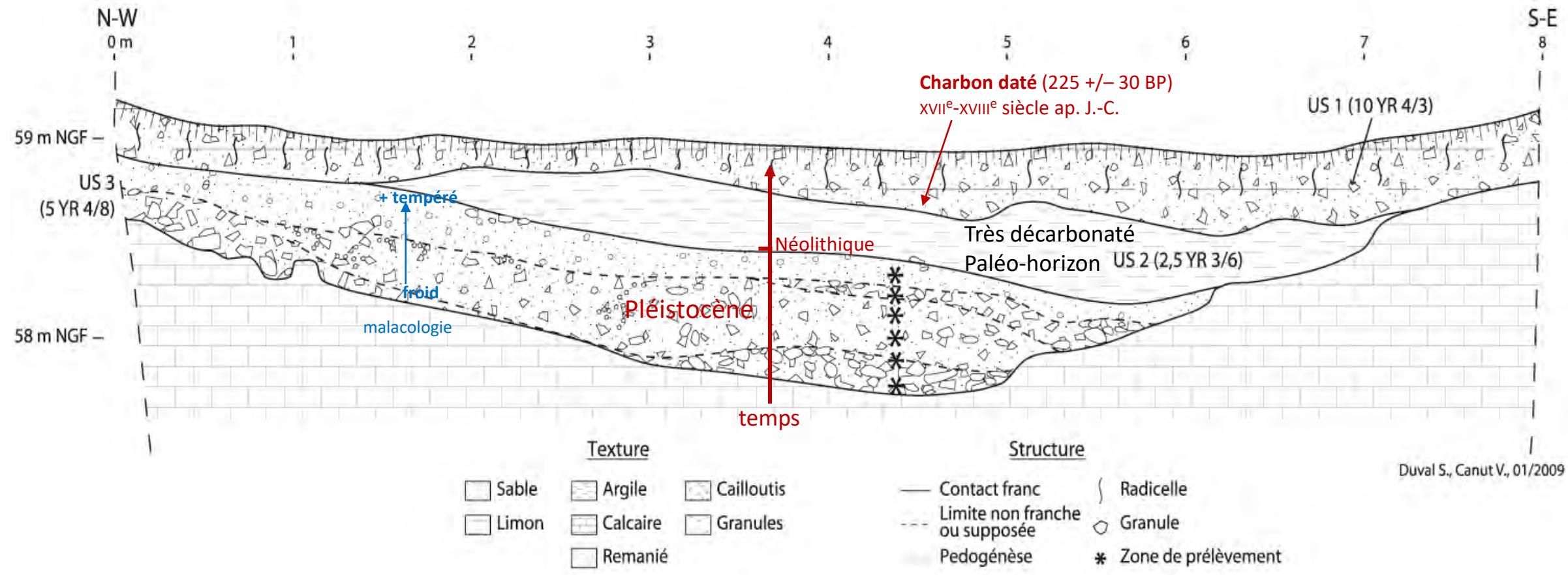
# Sols et sédiments : mémoire de notre histoire



Exemple de séquence sédimentaire stratifiée : Vallon du Fou, Martigues.

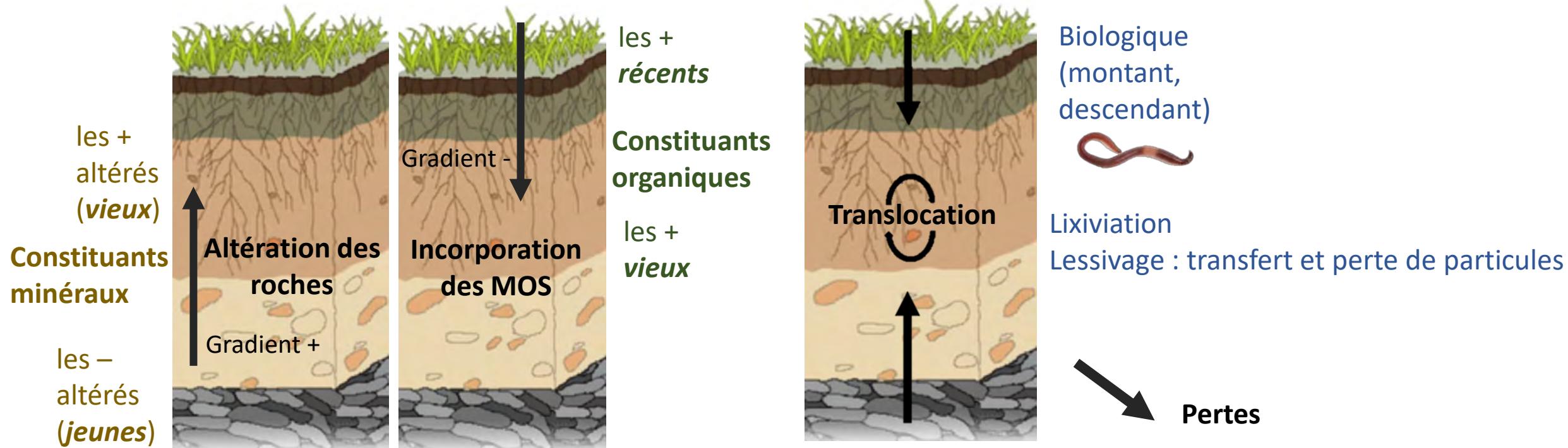
In Canut et al. 2011 Vallon du Fou (Martigues, 13)

# Sols et sédiments : mémoire de notre histoire



In Canut et al. 2011 Vallon du Fou (Martigues, 13)

# Le sol est-il une archive naturelle au sens strict...?



- Le sol n'est pas un objet stratigraphique : pas de modèle âge/profondeur possible
- Le sol est un système ouvert : toujours dynamique, jamais figé

# ... mais le sol a de la « mémoire », il enregistre tout

*Ecology*, 83(11), 2002, pp. 2978–2984  
© 2002 by the Ecological Society of America

## IRREVERSIBLE IMPACT OF PAST LAND USE ON FOREST SOILS AND BIODIVERSITY

J. L. DUPOUHEY,<sup>1,4</sup> E. DAMBRINE,<sup>2</sup> J. D. LAFFITE,<sup>3</sup> AND C. MOARES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Phytoecology Team, INRA, 54 280 Champenoux, France*

<sup>2</sup>*Biogeochemical Cycles, INRA, 54 280 Champenoux, France*

<sup>3</sup>*Lorrain Archaeology Regional Service, 6, rue Fournel, 57070 Metz, France*

2002

*Ecology*, 88(6), 2007, pp. 1430–1439  
© 2007 by the Ecological Society of America

## PRESENT FOREST BIODIVERSITY PATTERNS IN FRANCE RELATED TO FORMER ROMAN AGRICULTURE

E. DAMBRINE,<sup>1,6</sup> J.-L. DUPOUHEY,<sup>1</sup> L. LAUT,<sup>2</sup> L. HUMBERT,<sup>1</sup> M. THINON,<sup>3</sup> T. BEAUFILS,<sup>4</sup> AND H. RICHARD<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*INRA, 54280 Champenoux, France*

<sup>2</sup>*40, avenue d'Italie, 75013 Paris, France*

<sup>3</sup>*Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléo-écologie, CNRS, Case 461, Faculté St-Jérôme, 13397 Marseille Cedex 20, France*

<sup>4</sup>*5, rue Chevigney, 25170 Emagny, France*

<sup>5</sup>*CNRS, Laboratoire de Chrono-écologie, 16 route de Gray, 25030 Besançon, France*

2007

2012

## Les temps du sol:

Interprétations temporelles de l'archivage pédologique dans les approches paléoenvironnementalistes et géoarchéologiques

Dominique Schwartz

Faculté de Géographie, Université de Strasbourg – Laboratoire Image, Ville, Environnement, ERL 7230, 3, rue de l'Argonne, 67083 Strasbourg cedex  
Mail : dominique.schwartz@live-cnrs.unistra.fr

## Impacts des anciennes activités humaines dans les sols vosgiens actuellement sous couvert forestier: 2015

Anne GEBHARDT<sup>1,2</sup>, Dominique Schwartz<sup>1</sup>, Damien Ertlen<sup>1</sup>, Arnaud Campaner<sup>1</sup>, Nicolas Meyer<sup>2</sup>, R Langohr<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UMR 7362, LIVE, Université de Strasbourg, 1 rue de l'Argonne, 67083, Strasbourg Cedex.

<sup>2</sup>INRAP, 59, impasse H. Becquerel, 54710, Ludres.

<sup>3</sup>ASDIS (ASsociation pour la DIFFusion des Sciences), 20A-rue des Tourterelles, 1150 Bruxelles, Belgique ; Laboratoire des Sols, Université de Gand, Belgique.

# Indicateurs d'activités humaines passées

**Changement de couvertures végétales**

> **Charbons de bois, phytolithaires, macrorestes végétaux**

**Feux**

> **Charbons de bois, cendres**

**Agriculture, surpâturage**

> **Porosité et compaction**

**Variations climatiques, actions anthropiques**

> **Argilanes, siltanes, pédofaune**

**Eruptions volcaniques**

> **Tephra, minéraux volcaniques**



# Des usages anthropiques inscrits dans le paysage



@B. Talon



@B. Talon



@B. Talon



@B. Talon



@B. Talon



@B. Talon

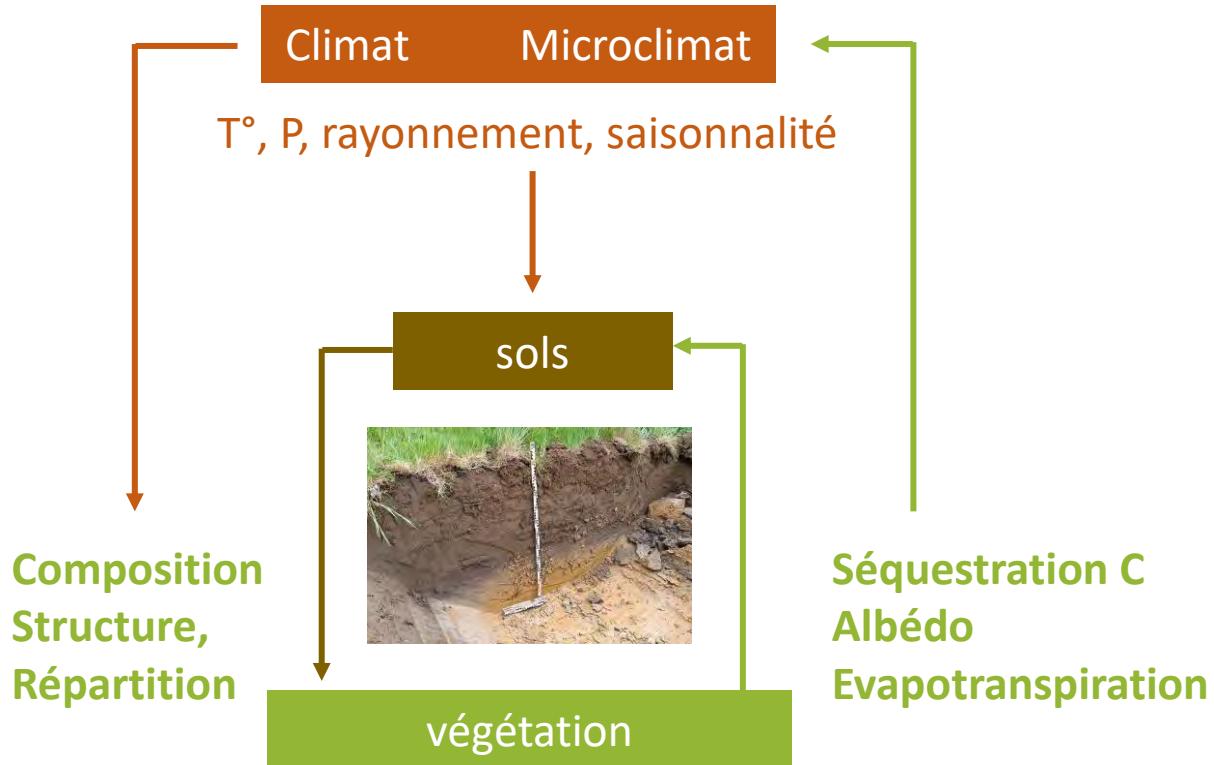


@B. Talon



forêt méditerranéenne

# Les sols évoluent en fonction du climat et de la végétation



Végétation, sols et climats : systèmes interdépendants, mais qui n'évoluent pas aux mêmes **rythmes**

☞ Boucles de rétroaction Sol Végétation: désynchronisées  
Modélisations impossibles



**Mémoire** des usages passés conservée dans les sols  
☞ Végétation : image temporairement trompeuse de  
l'état du système? Décalage écosystémique?

**Frein à la modélisation du  
changement des sols /CC  
alors que sol = objet central**

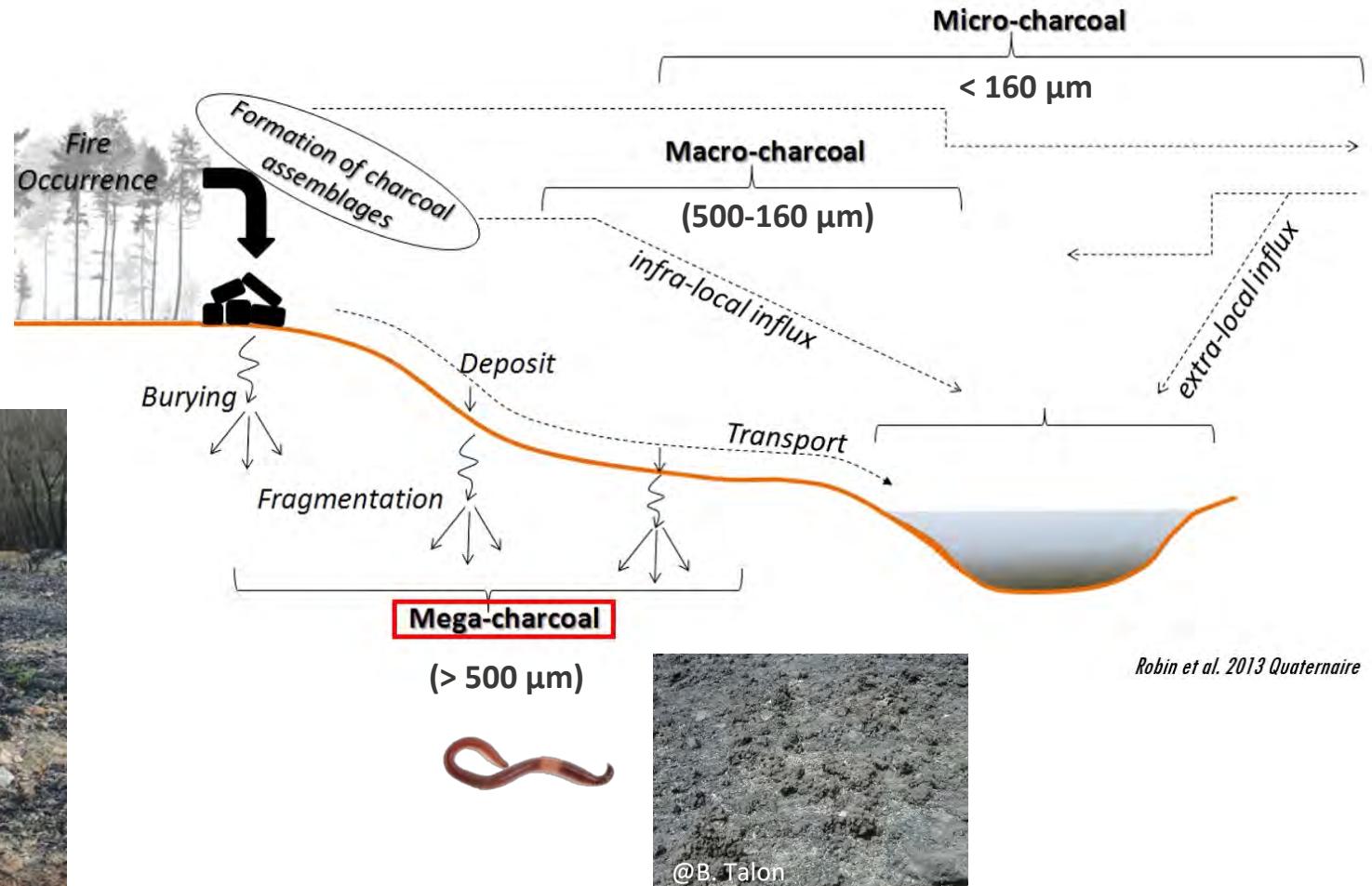


# > Les charbons dans les sols : indicateurs de feu et de changement de végétation



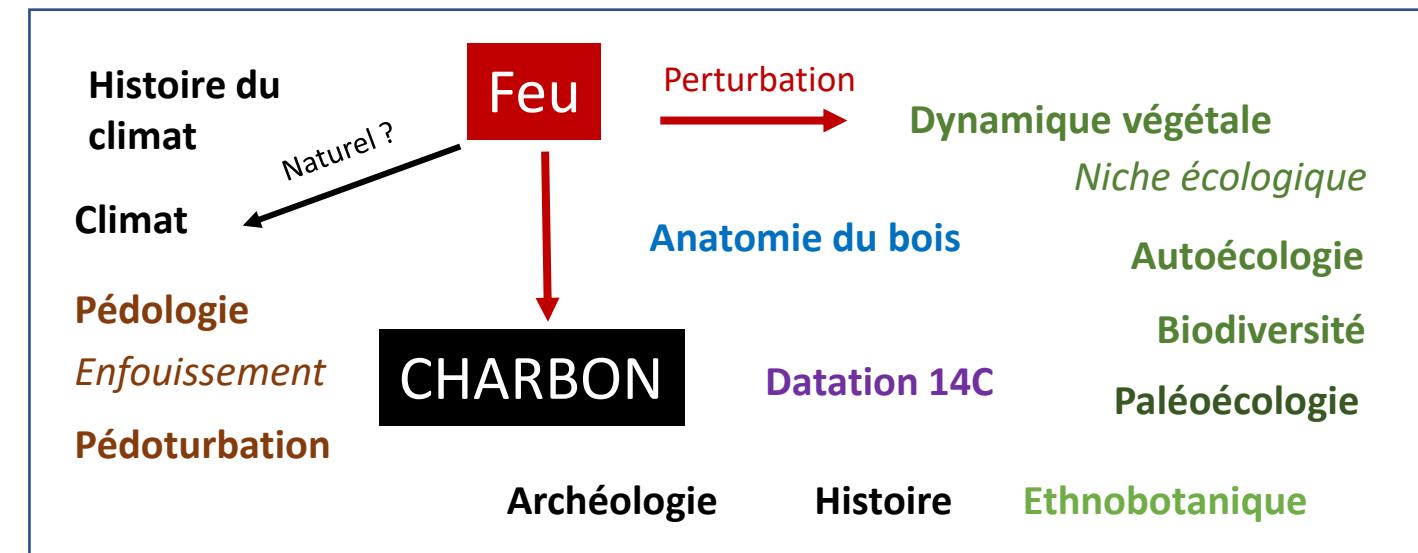
# Que deviennent les charbons de bois après un feu?

Orgon, 2 ans après le feu de août 2012



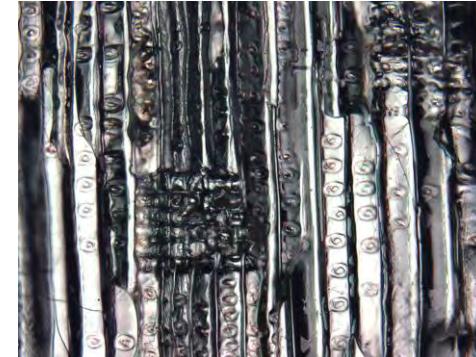
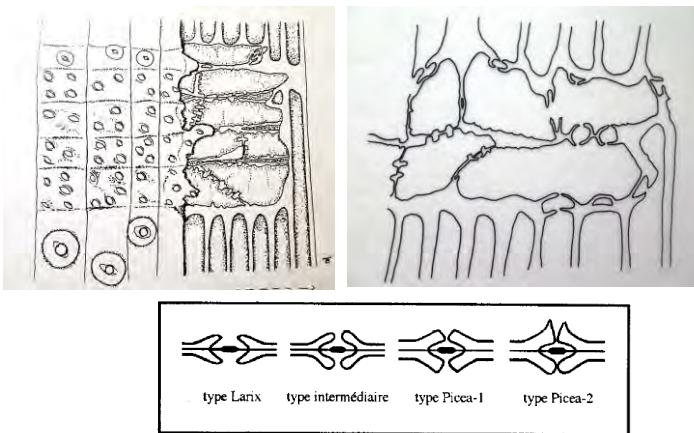
> 10 ans de **développement méthodologique** de l'outil pédoanthracologique

- > Pédoanthracologie : analyse des charbons de bois dans les sols...
- > A la fois outil, objet d'étude et discipline phytohistorique



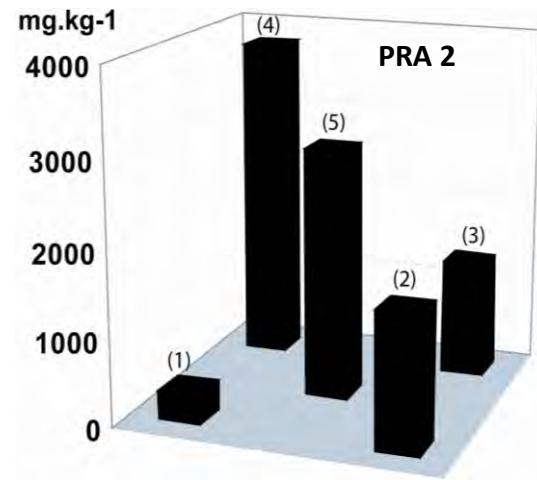
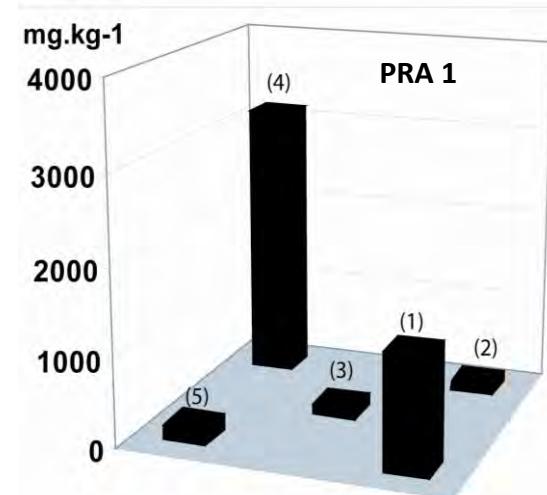
# La pédoanthracologie : développements méthodologiques

## Anatomie du bois



Talon, B., 1997

## Stratigraphie, reproductibilité



Distribution and quantity of charcoal ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) in the two study sites. Number in brackets correspond to the number of each pit.

ANR IAWOOD : aide à l'identification par IA  
Coord. I. Théry, CEPAM

Touflan P. & Talon, B., 2009.

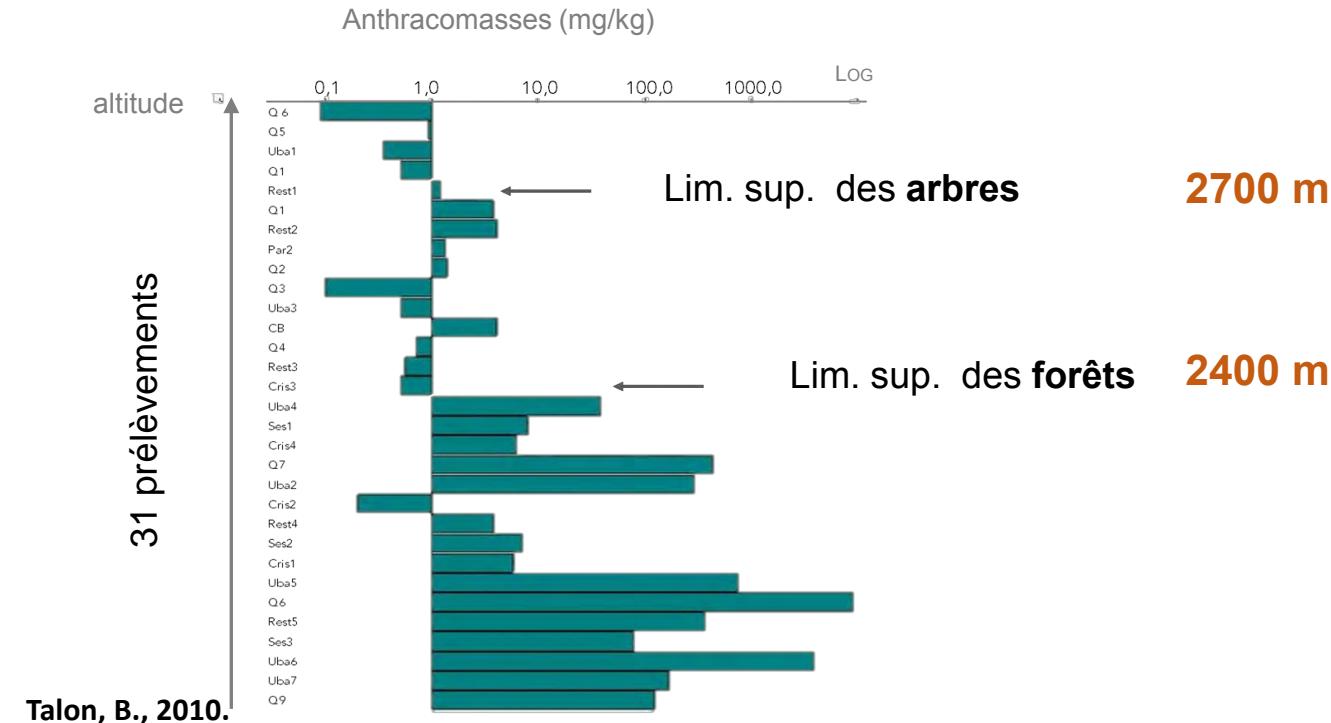
# La pédoanthracologie : principaux résultats

## Origine des paysages ouverts ou semi-ouverts

- en Europe du Nord-Ouest (pelouses calcaires)
- Alpes et Méditerranée (étage alpin, steppe de Crau)

- Des arbres sous les pâturages d'altitude (2400- 2700 m)
- Omniprésence du pin cembro et du mélèze

Ex: Origine des pelouses alpines



# La pédoanthracologie : principaux résultats

## Origine des paysages ouverts ou semi-ouverts

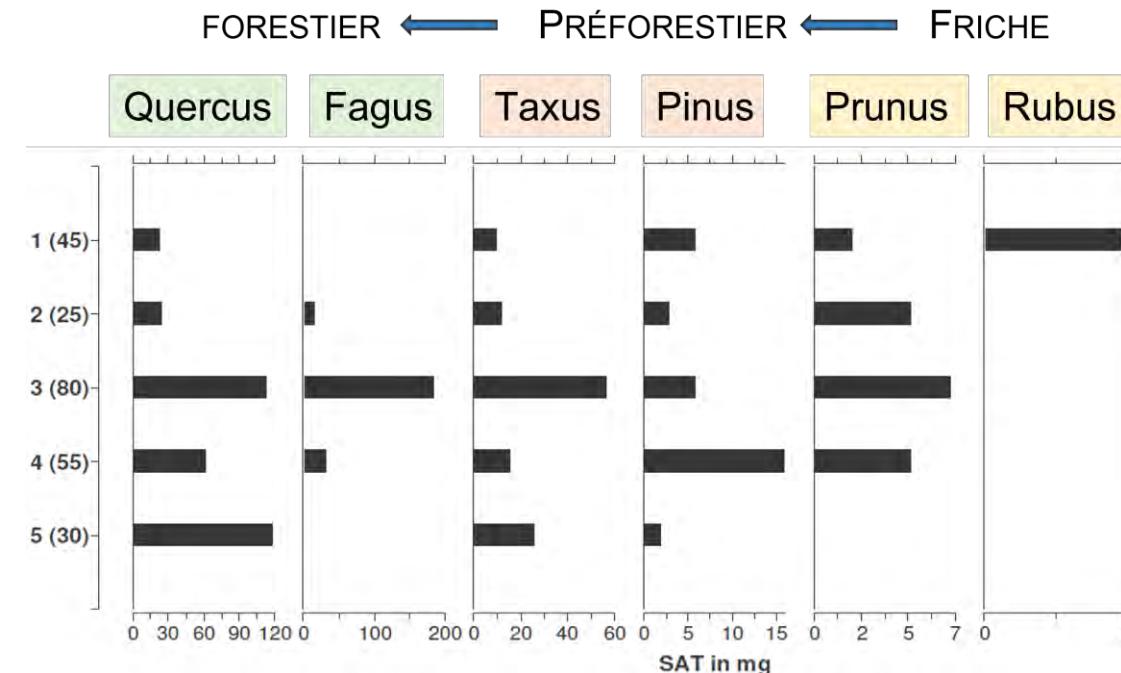
- en Europe du Nord-Ouest (pelouses calcaires)
- Alpes et Méditerranée (étage alpin, steppe de Crau)

➤ Une ancienne hêtraie- chênaie et ses stades de dégradation

## Origine des pelouses calcaires



Dutoit et al. 2009.

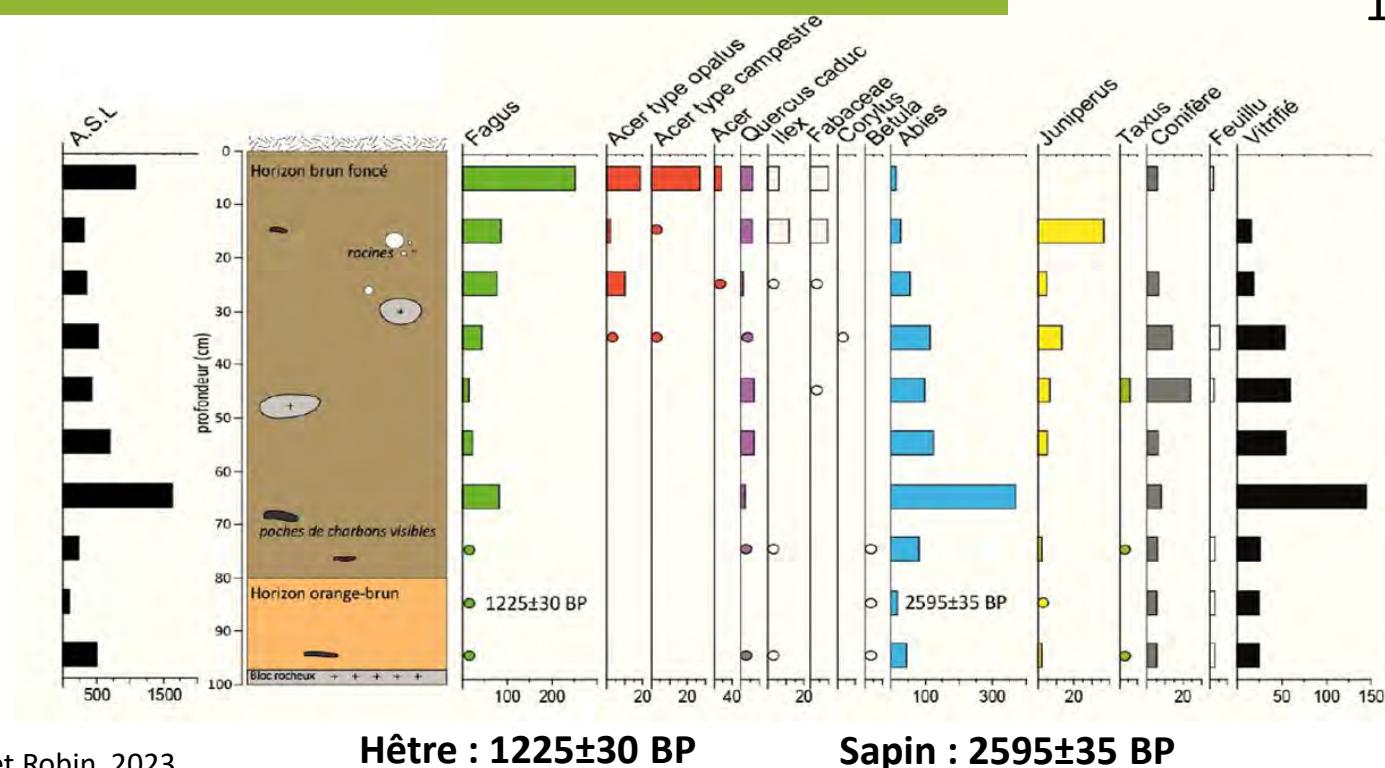


# La pédoanthracologie : principaux résultats

## Naturalité des forêts : concept à revoir

- Origine de la structure et composition des forêts actuelles

Hêtraie pure  
RNN Massane



Danneyrolles et al. 2017., Talon et Robin 2023

Actuellement



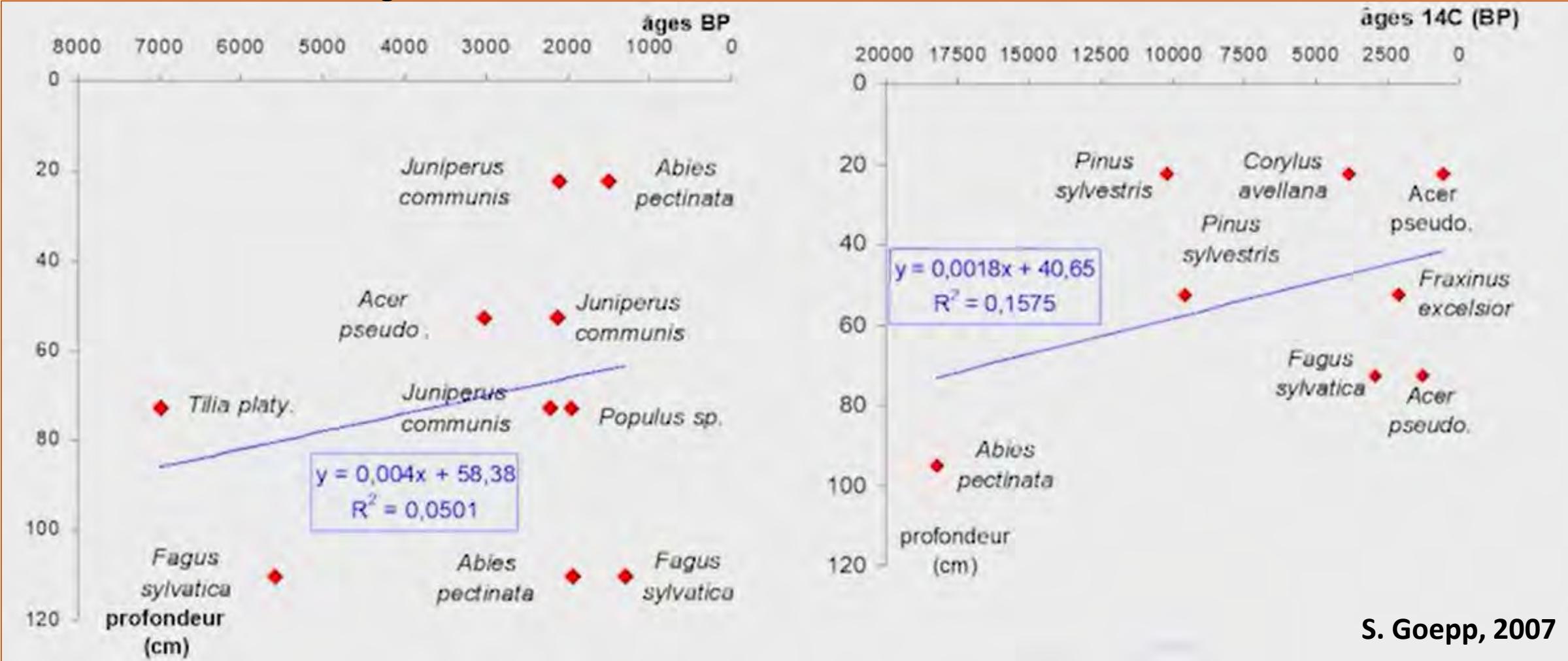
1 taxon

11 taxons !

➤ Une ancienne hêtraie-sapinière et ses stades de dégradation

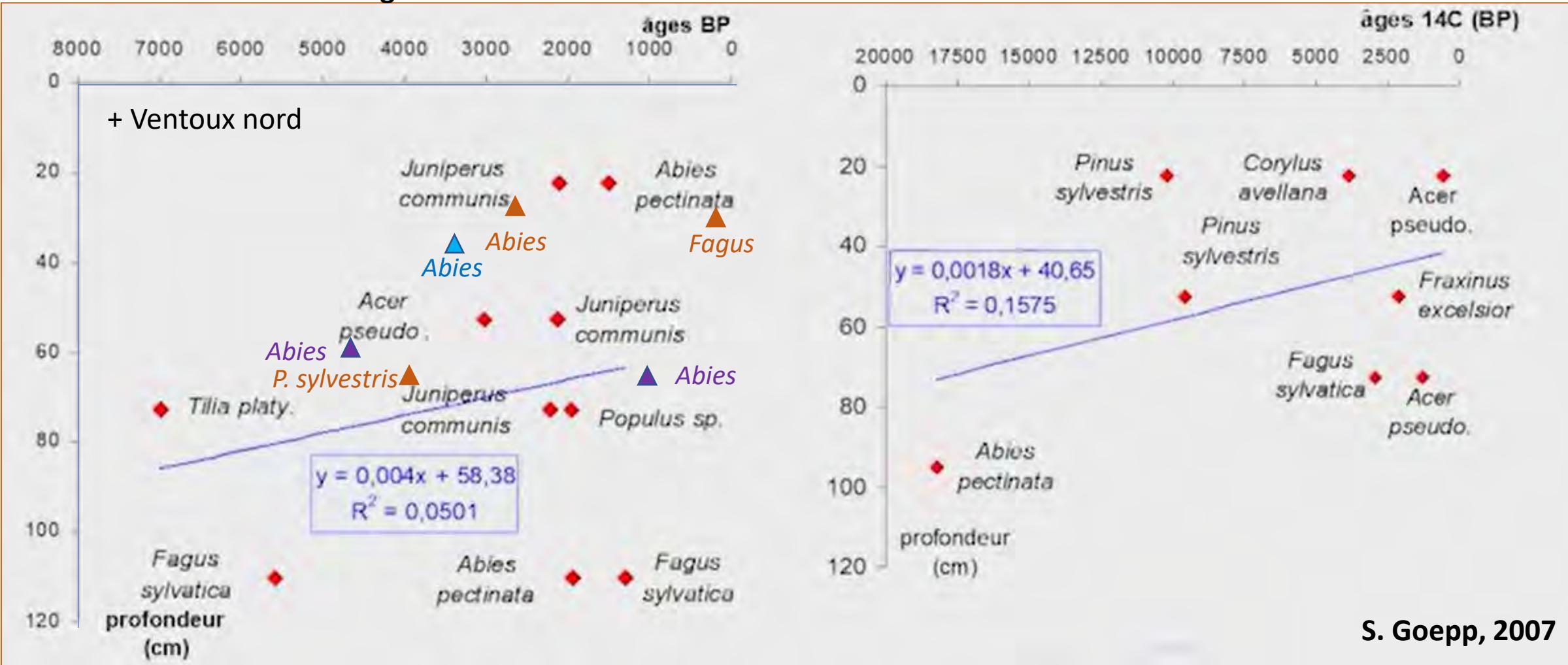
# Constat: les charbons dans les sols ne sont pas stratifiés

## Les Hautes Chaumes des Vosges



# Les charbons dans les sols ne sont effectivement pas stratifiés

## Les Hautes Chaumes des Vosges



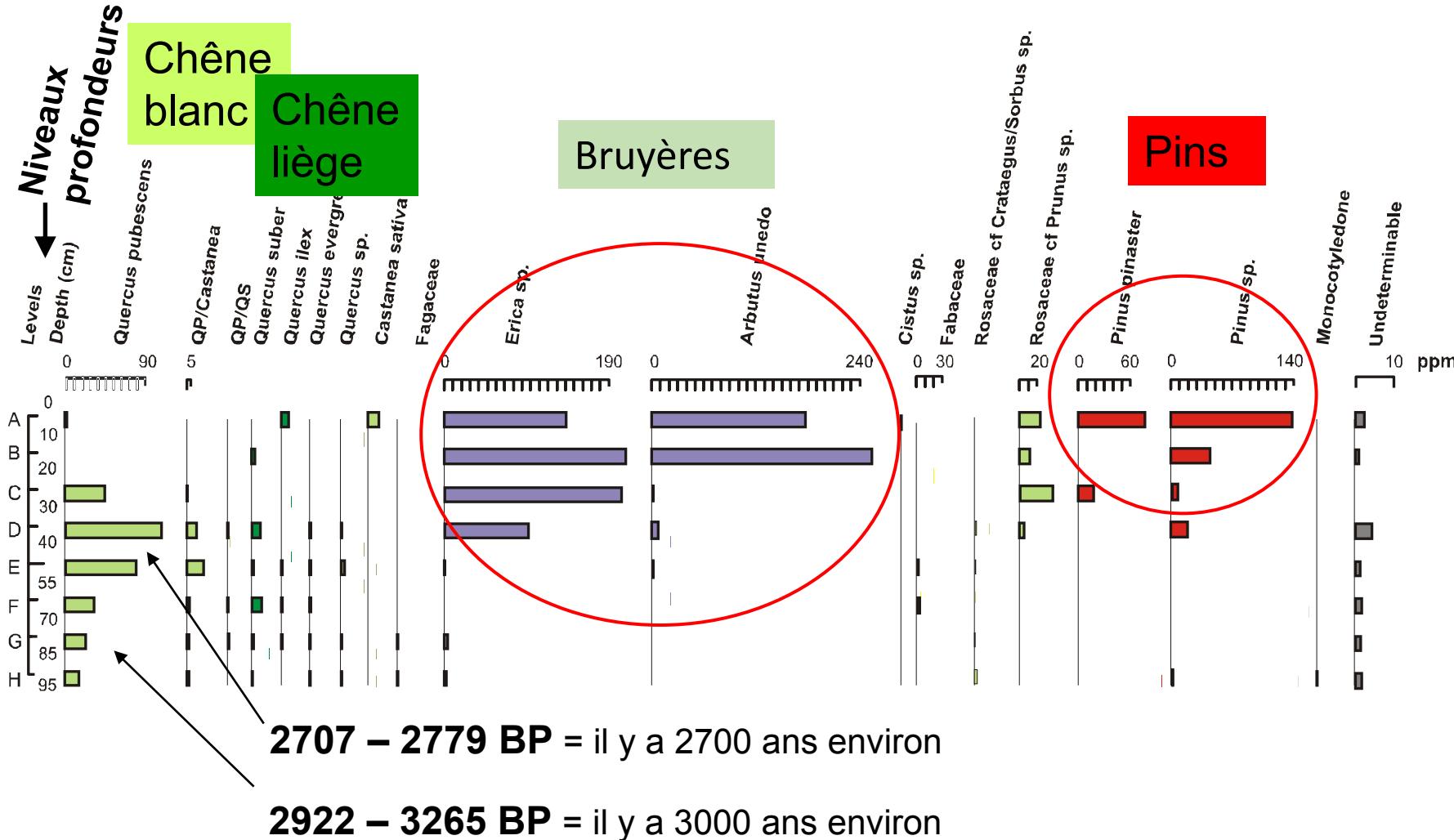
# > Histoire forestière du massif des Maures



Charbons contenu dans un sol du massif des Maures

# Végétation actuelle : suberaie-châtaigneraie

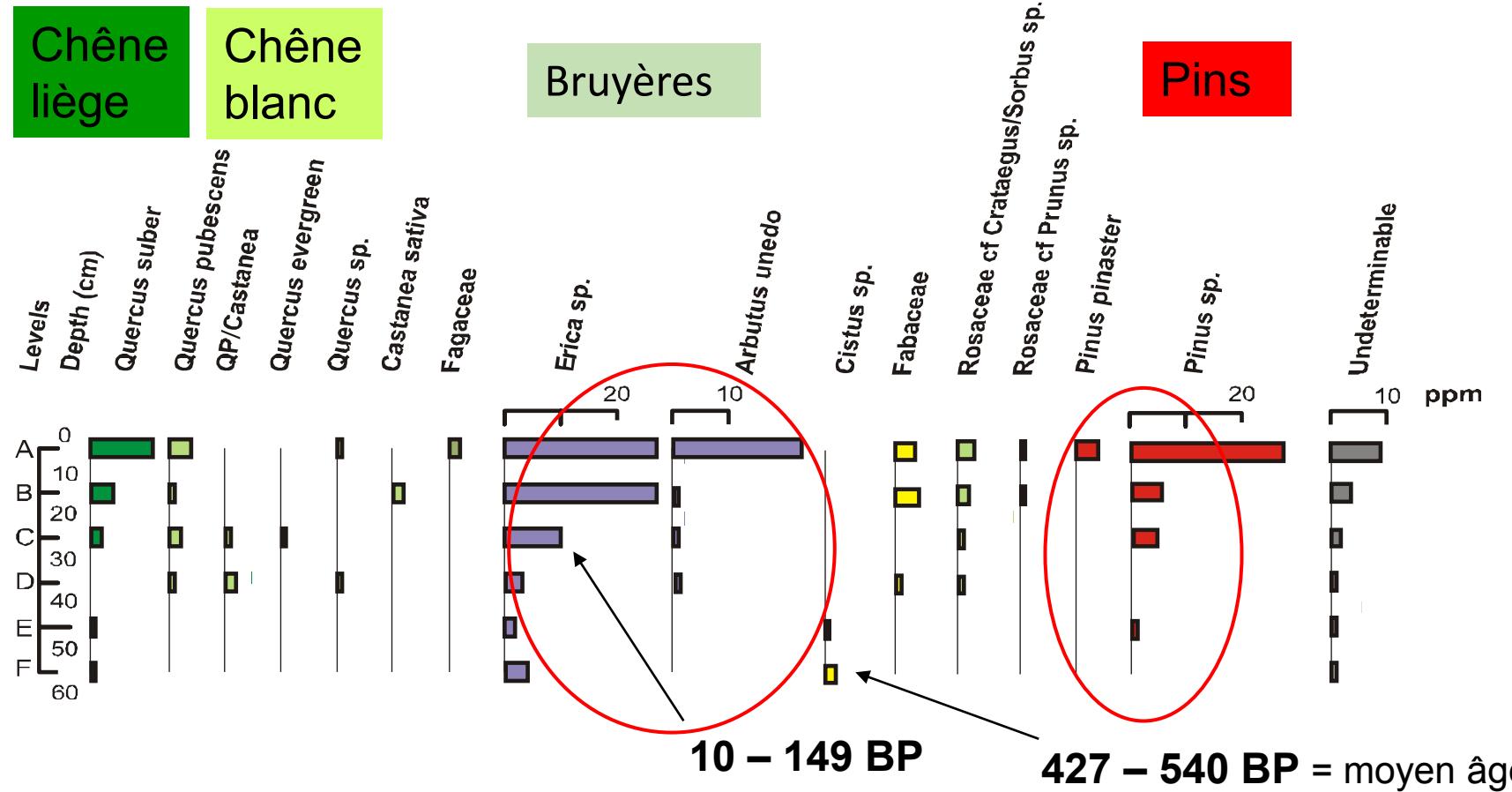
May 1



forêt méditerranéenne

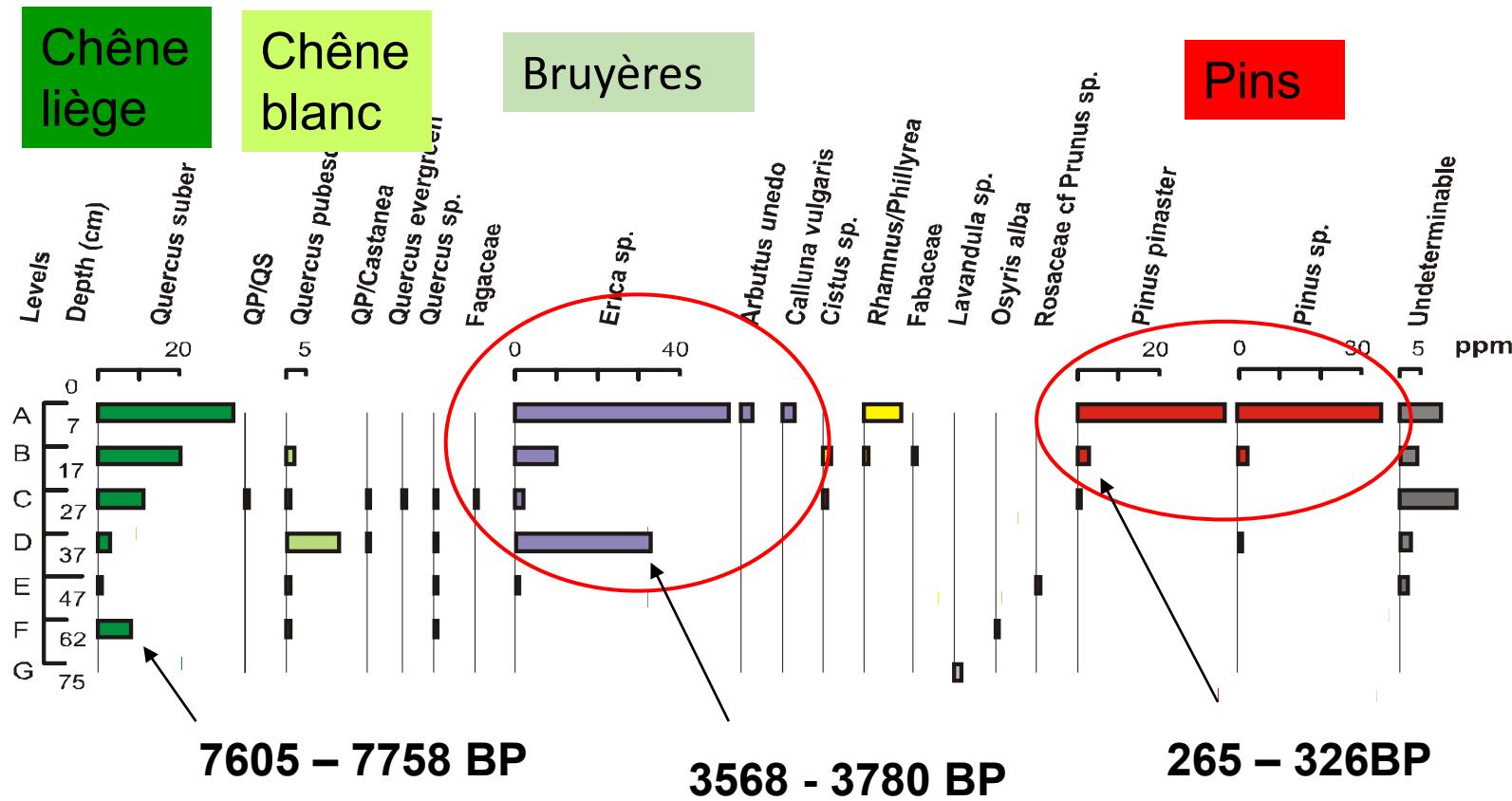
# Végétation actuelle : suberaie-châtaigneraie

May 4



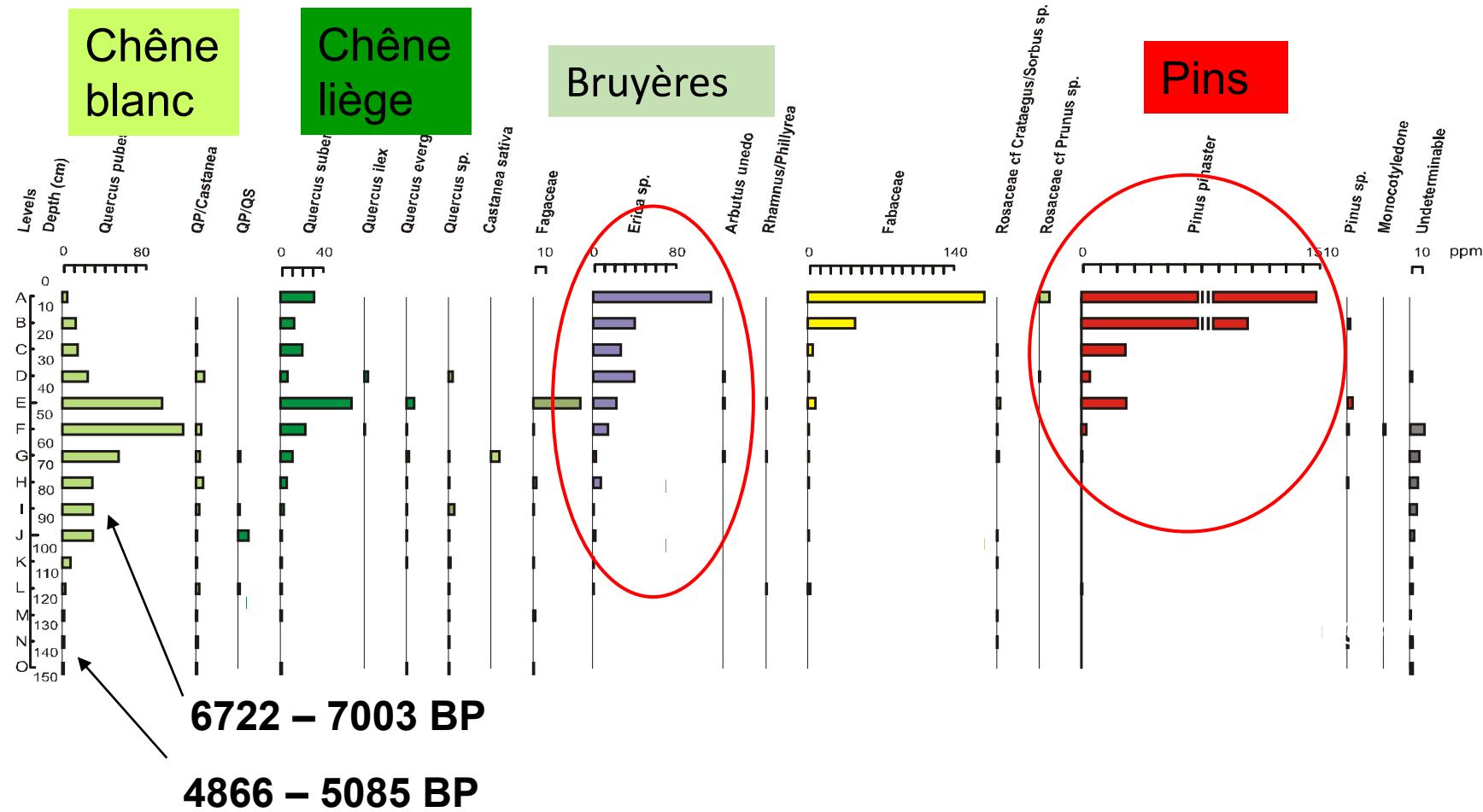
# Végétation actuelle : suberaie

May 3



# Végétation actuelle : châtaigneraie

May 5



# Synthèse

Végétation actuelle	Suberaie	Châtaigneraie	Suberaie-Châtaigneraie	Suberaie-Châtaigneraie	Interprétation
Dates cal. BP	May 3	May 5	May 1	May 4	
Phase 3	10-149	<i>Q. suber</i>	<i>Q. suber</i>	<i>Erica sp.</i>	<i>Erica sp. Q. suber</i>
	265 - 326	<i>Erica sp.</i>	<i>Erica sp.</i>	<i>Arbutus unedo P. pinaster</i>	<i>Arbutus unedo P. pinaster</i>
	427-540	<i>P. pinaster</i>	<i>P. pinaster</i>	<i>P. pinaster</i>	<i>Fabacées Q. pubescens</i>
	2707-2779	<i>Q. pubescens</i>	<i>Q. pubescens</i>	<i>Q. pubescens</i>	<i>Erica sp.</i>
	2922-3265			<i>Q. suber</i>	<i>Q. suber Cistus sp.</i>
Phase 2	3568-3780			<i>Q. suber</i>	
	4866-5085	<u><i>Q. pubescens</i></u>	<u><i>Q. pubescens</i></u>		
	6722-7003	<i>Q. suber</i>	<i>Q. suber</i>		
Phase 1	7605-7758	<i>Erica sp.</i>	<i>Erica sp.</i>	?	
				?	

Milieu + ouvert xérophile

Milieu forestier mésophile

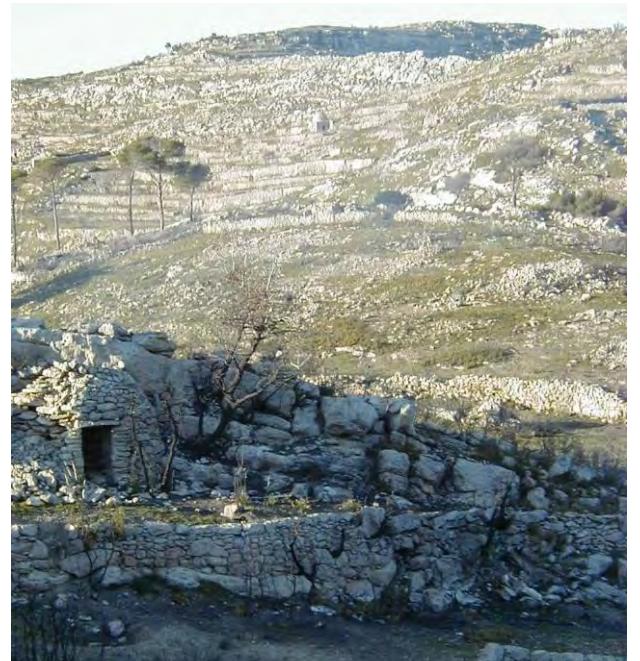
Globalement, les sols des Maures sont stratifiés

Dans le détail, non.

Bergaglio 2003, 2006

# > Espaces agricoles, entre reforestation, incendies et érosion





Feu de 2005. Pélissanne, Valdegon (13) (crédits B. Talon 2005)



# Conclusion : Plus de 6000 ans d'histoire enregistrés dans les sols

- > **Les sols contiennent des charbons de bois, parfois très anciens : feux**
- > **Activités humaines passées responsables paysages et pédopaysages actuels**
- > **Les sols : mémoire des sociétés humaines**
- > **Menaces sur les sols :**
  - > **Changement climatique, érosion**
  - > **Artificialisation**
  - > **Méconnaissance**

**MERCI de votre attention**





Informer, Échanger, Rassembler, Proposer

## Colloque organisé avec le soutien de

**RÉGION  
SUD**



PROVENCE  
ALPES  
CÔTE D'AZUR



DÉPARTEMENT  
**BOUCHES-  
DU-RHÔNE**



MÉTROPOLE  
AIX  
MARSEILLE  
PROVENCE  
— ♀ ♂ ~



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE,  
DE LA BIODIVERSITÉ,  
DE LA FORêt, DE LA MER  
ET DE LA PÊCHE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA SOUVERAINETÉ  
ALIMENTAIRE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

[www.foret-mediterraneenne.org](http://www.foret-mediterraneenne.org)



forêt méditerranéenne

[www.foret-mediterraneenne.org](http://www.foret-mediterraneenne.org)