



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

*12 novembre 2025*

Brigitte TALON, Maitresse de Conférences, IMBE AMU



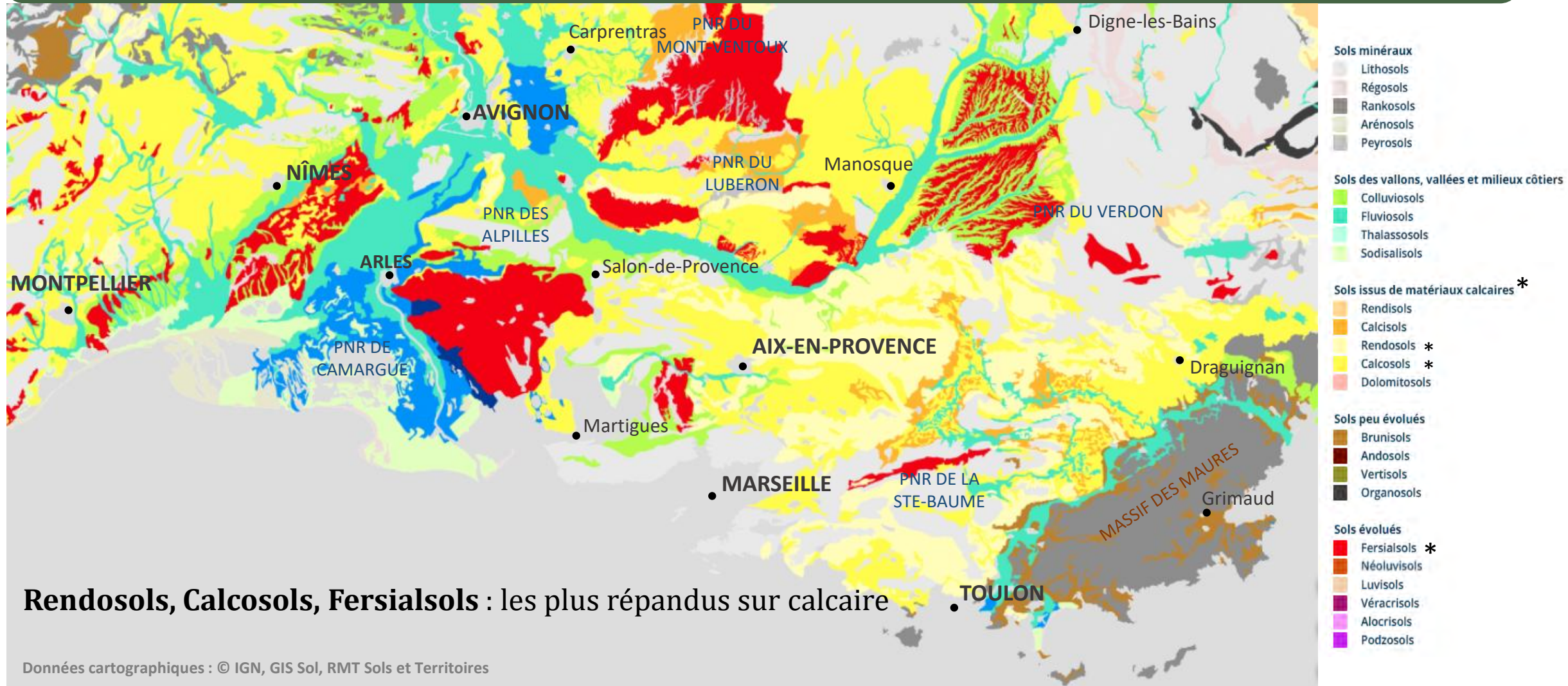
Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12-13 novembre 2025

# 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



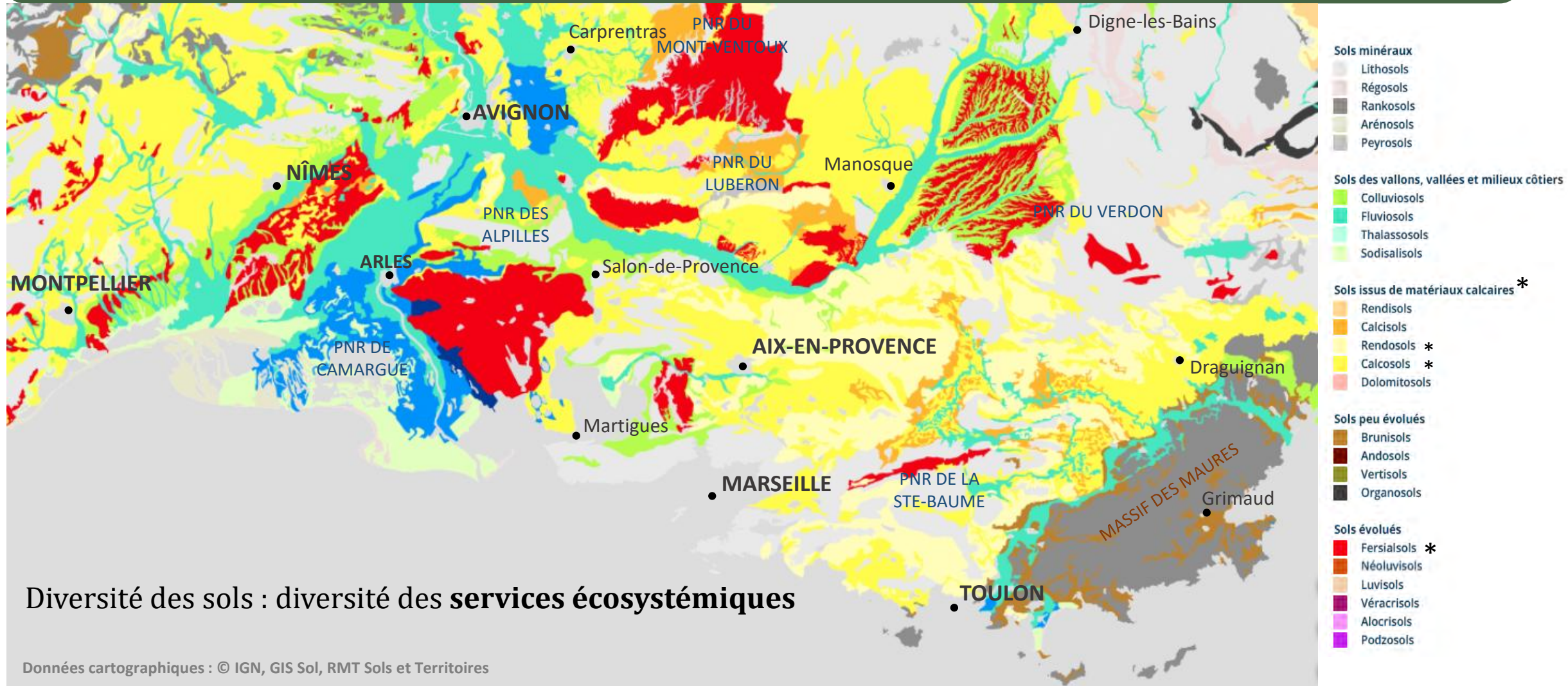
# Grande diversité des sols méditerranéens



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

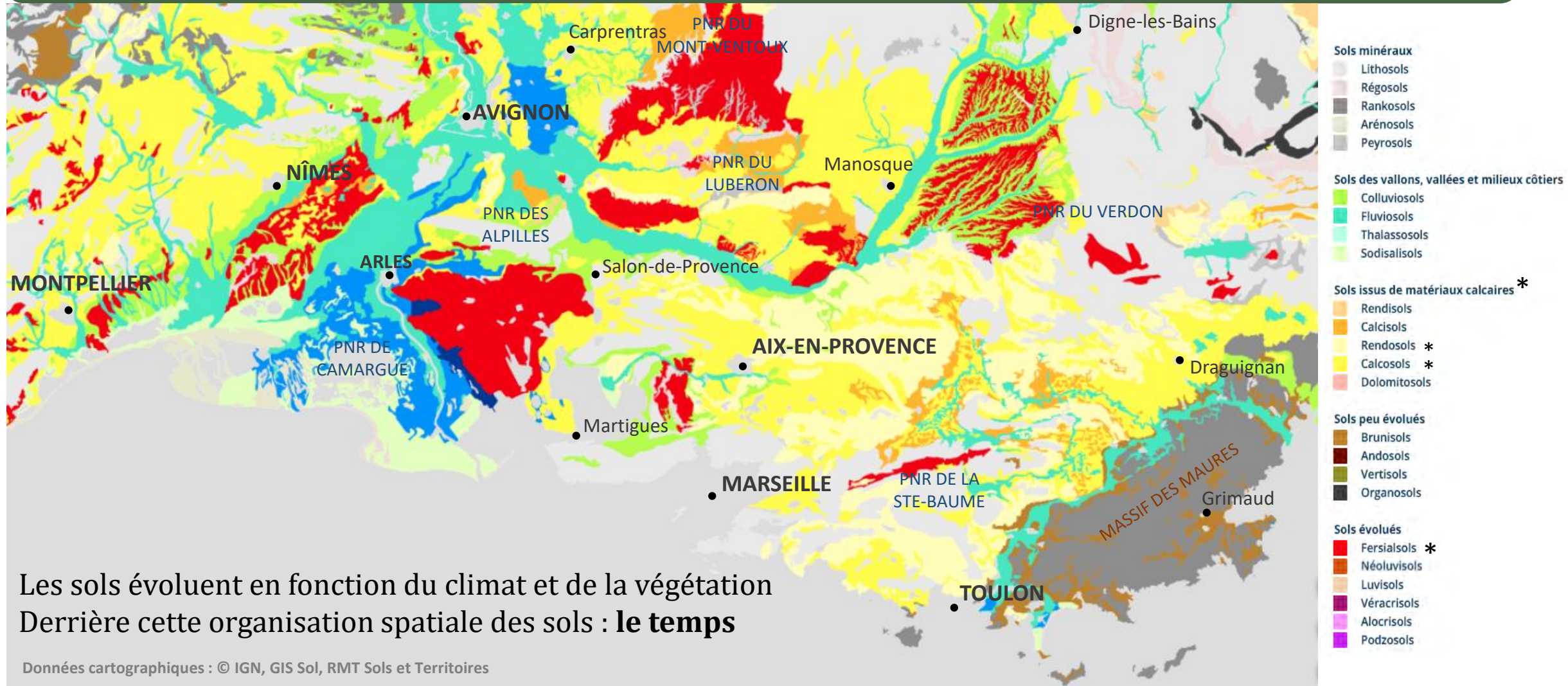


# Grande diversité des sols méditerranéens





# Grande diversité des sols méditerranéens

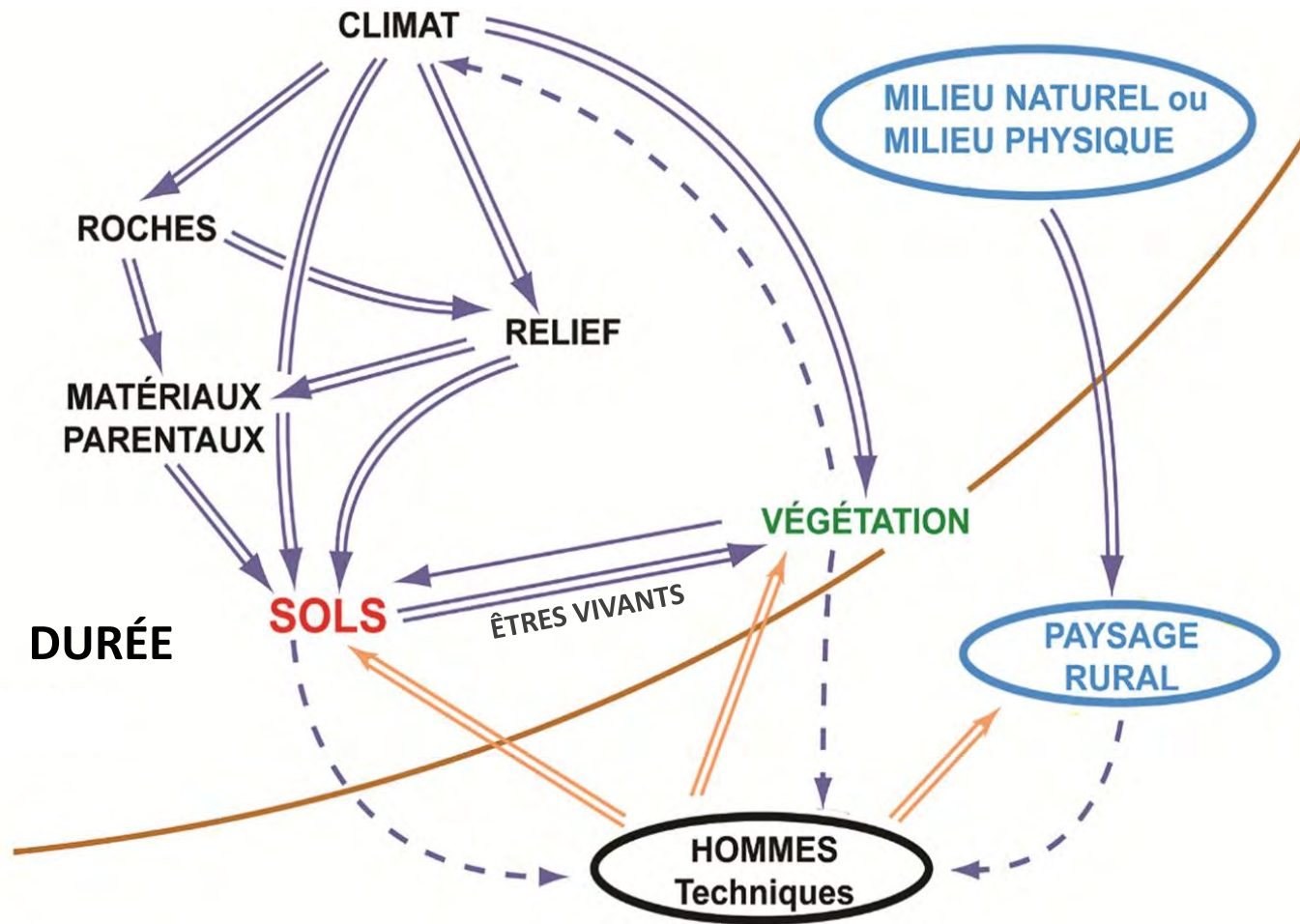


Les sols évoluent en fonction du climat et de la végétation  
Derrière cette organisation spatiale des sols : **le temps**





# 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 hydriques, physiques et biologiques des sols.*

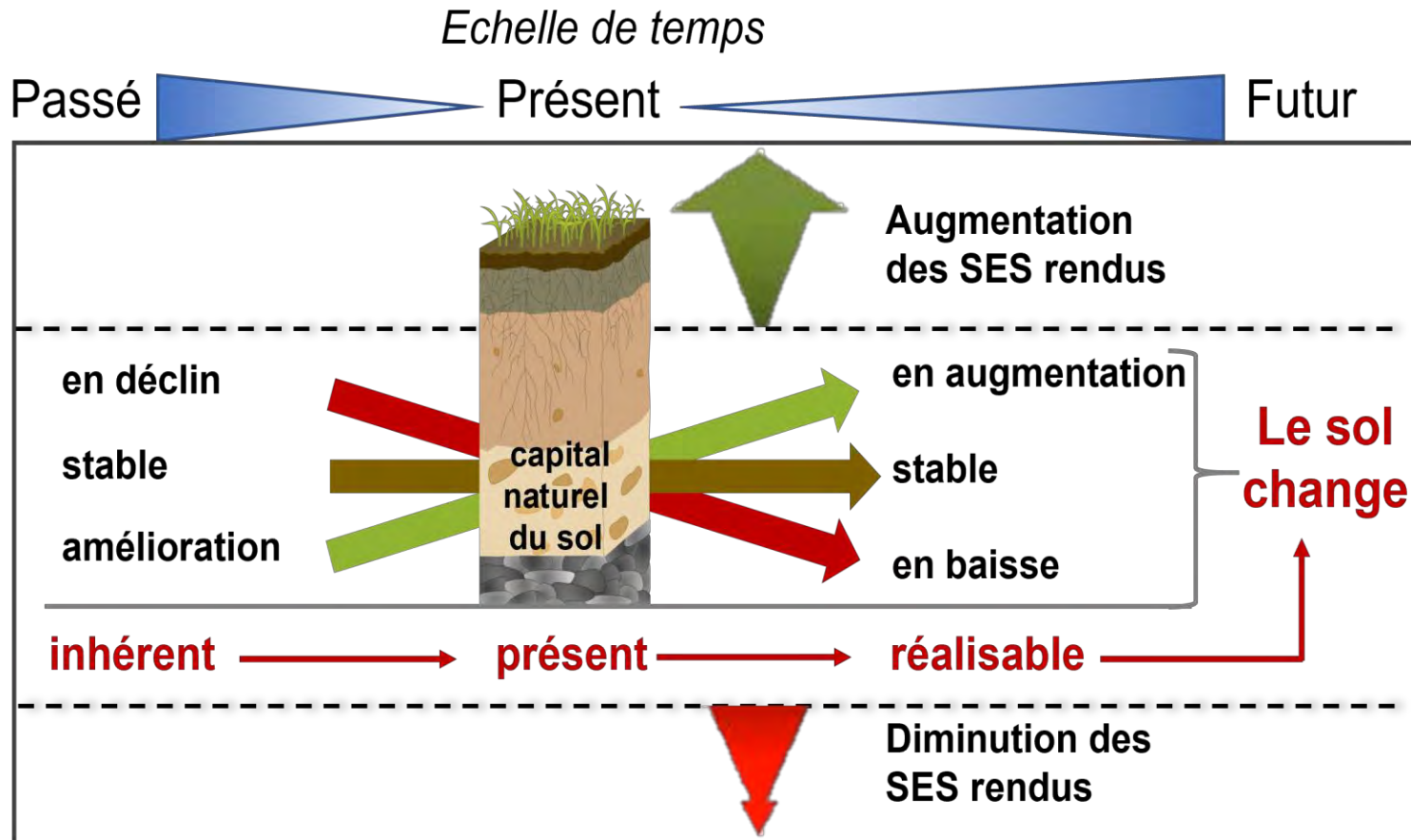
## Changement du climat et des usages

→ Changements du fonctionnement des sols

→ Changement des services rendus par les sols...

©Denis Baize

# Changement des sols et services écosystémiques



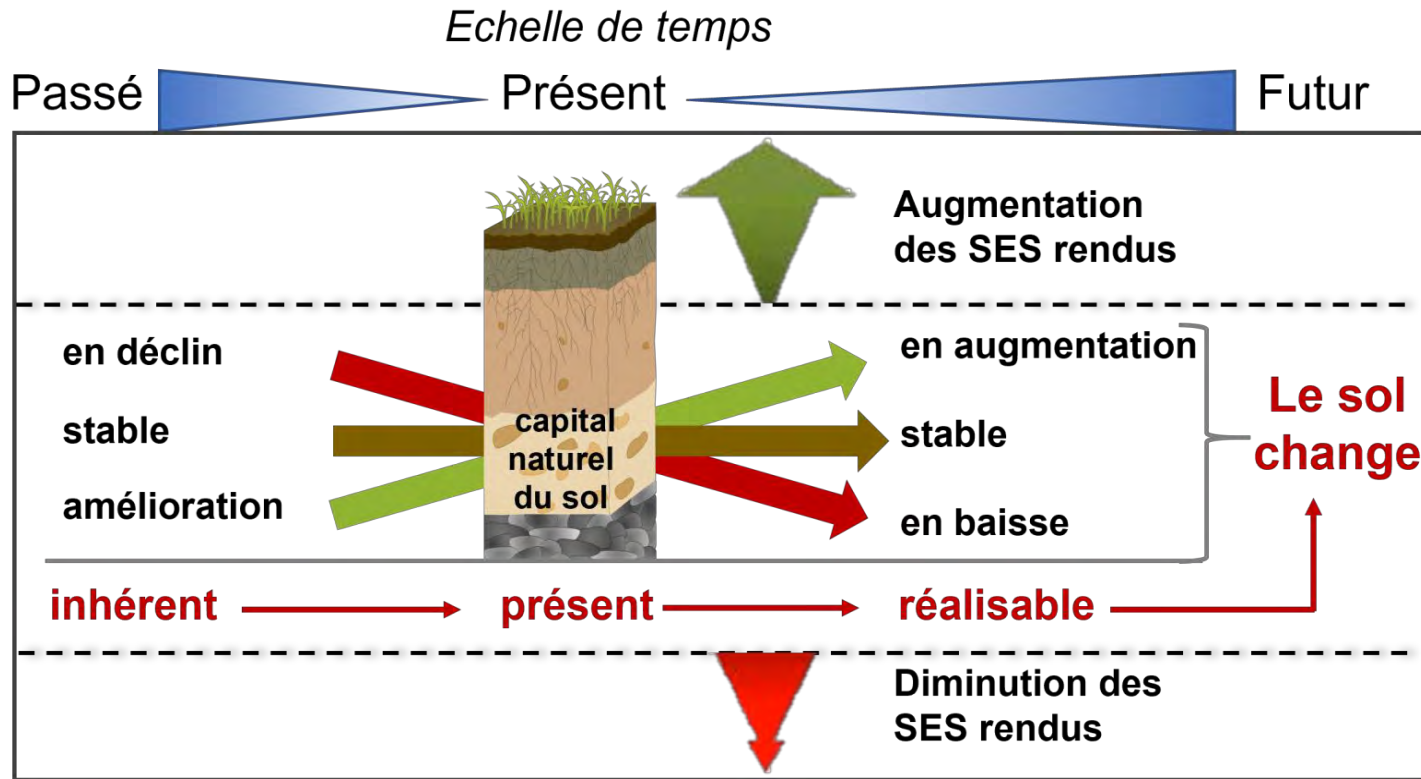
« Les SES sont le lien direct entre les modifications de la biosphère, notamment en réponse au changement climatique mondial, et la société » (S. Lavorel)

## 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

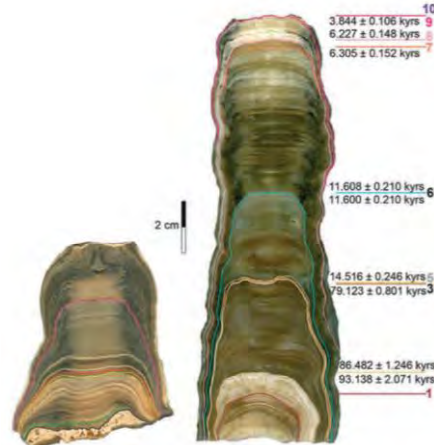


©Andri Bryner 2017

Sédiment lacustre varvé

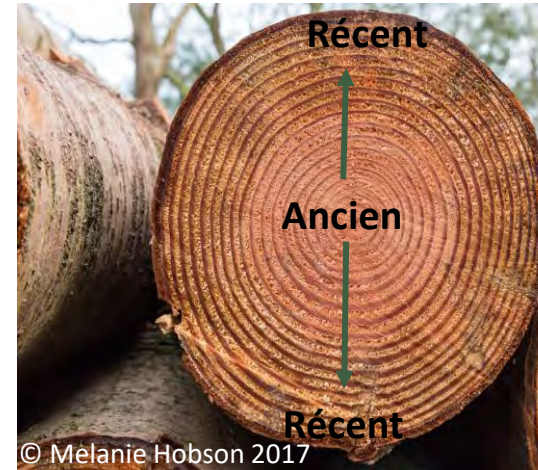
Récent

Ancien



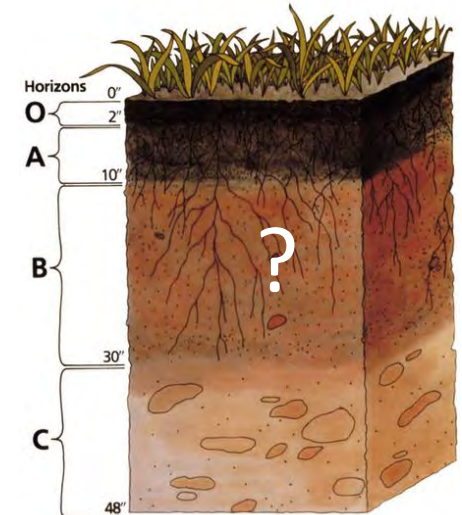
Perrin et al. 2022

Spéléothème



© Mélanie Hobson 2017

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)



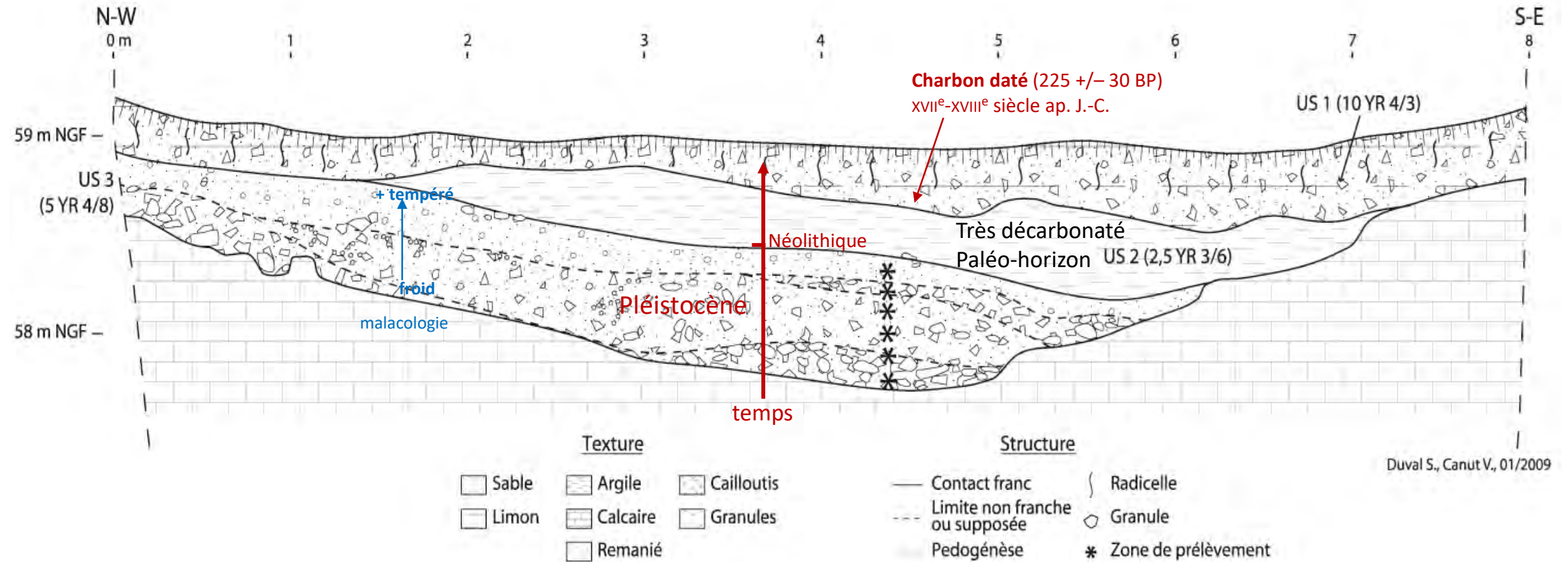
# Sols et sédiments : mémoire de notre histoire



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

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

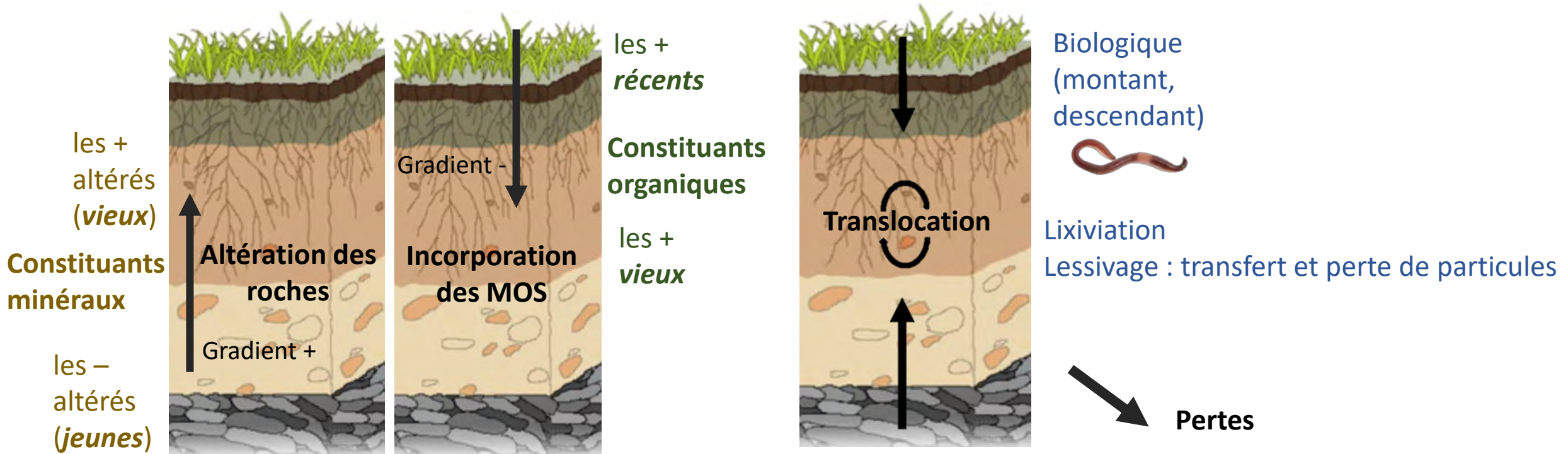
# Sols et sédiments : mémoire de notre histoire



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

2002

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

J. L. DUPOUEY,<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*

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

2007

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

E. DAMBRINE,<sup>1,6</sup> J.-L. DUPOUEY,<sup>1</sup> L. LAÛT,<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*

51

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

**Feux**

Agriculture, surpâturage

**Variations climatiques, actions anthropiques**

Eruptions volcaniques

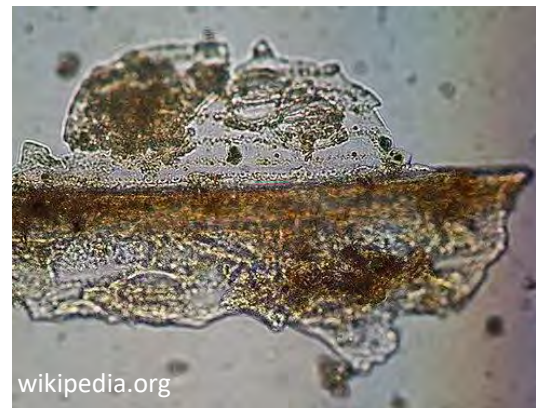
> Charbons de bois, phytolithaires, macrorestes végétaux

> **Charbons de bois, cendres**

> Porosité et compaction

> **Argilanes, siltanes, pédofaune**

> Tephra, minéraux volcaniques





# Des usages anthropiques inscrits dans le paysage

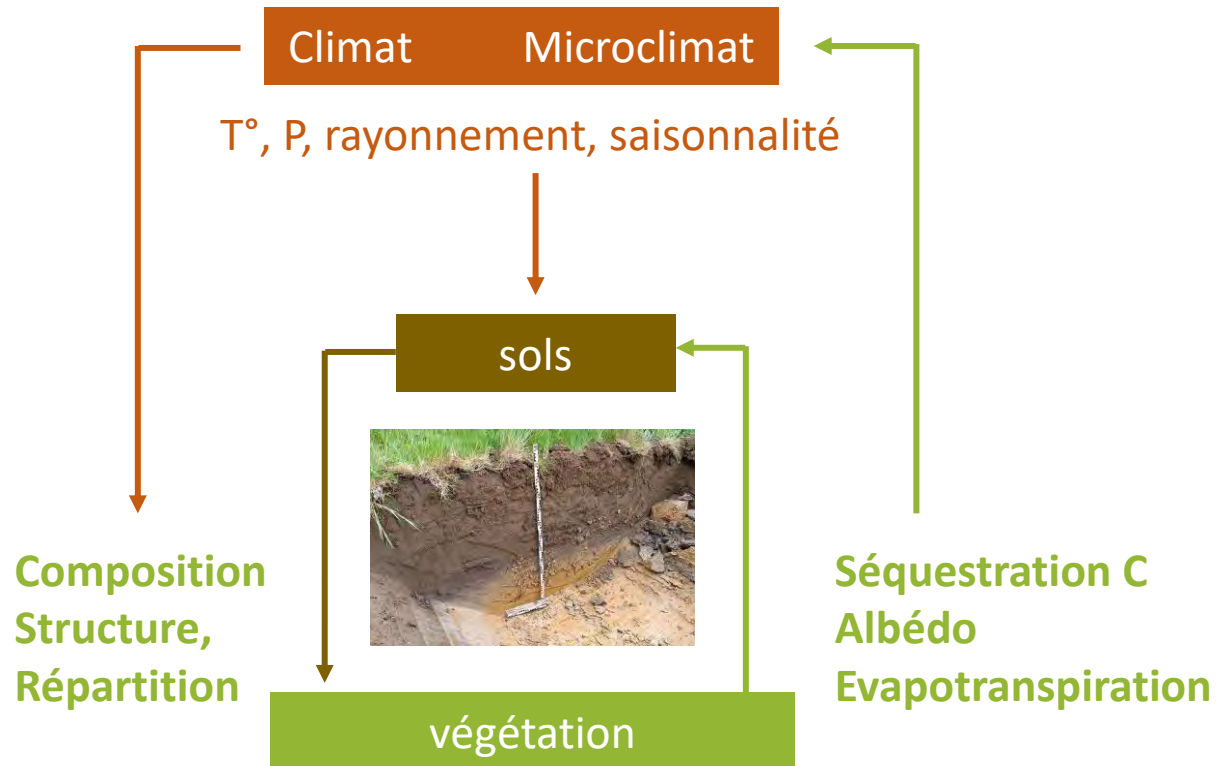


forêt méditerranéenne

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



# 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



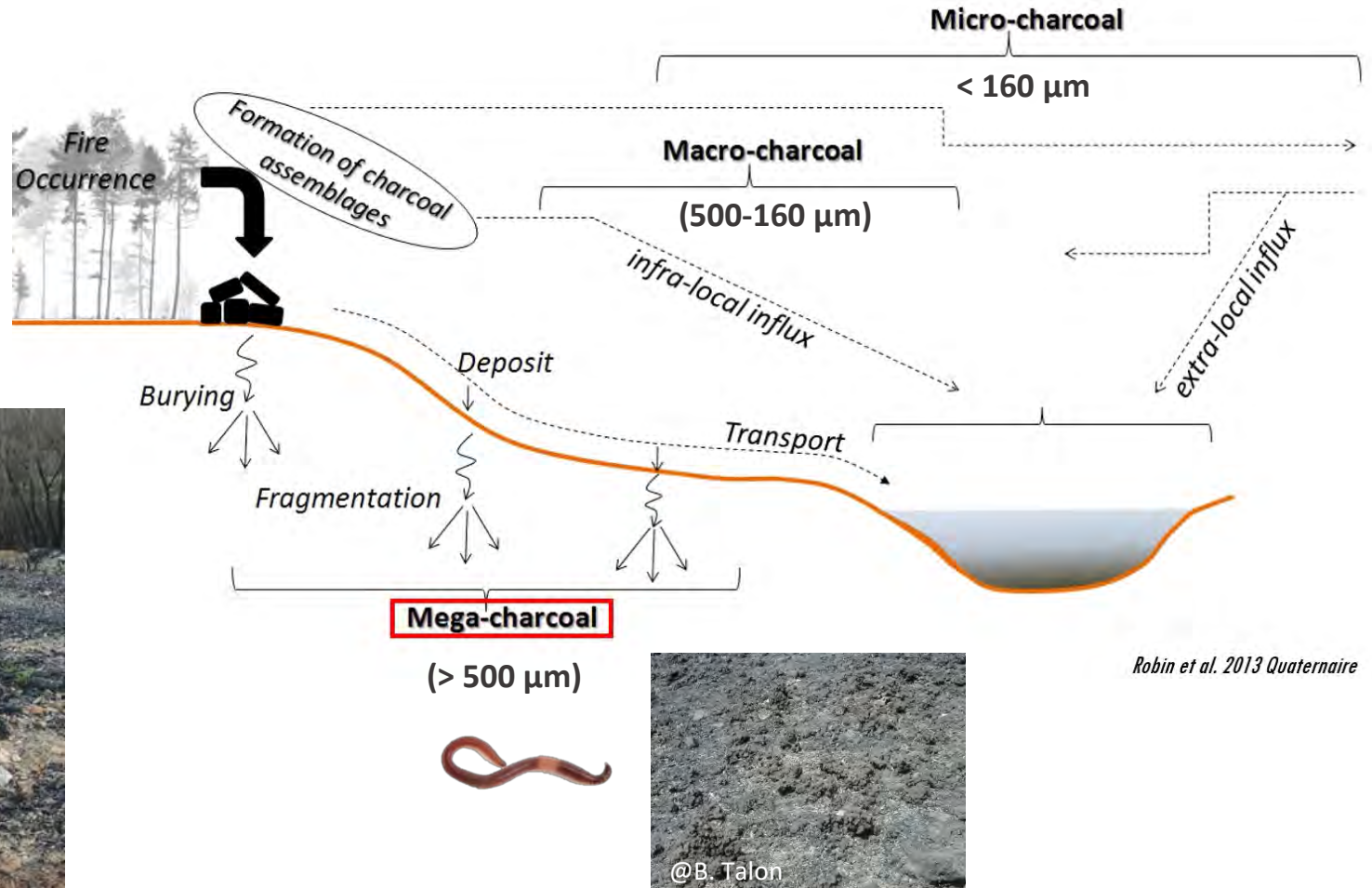
## > Les charbons dans les sols : indicateurs de feu et de changement de végétation





# Que deviennent les charbons de bois après un feu?

Orgon, 2 ans après le feu de août 2012



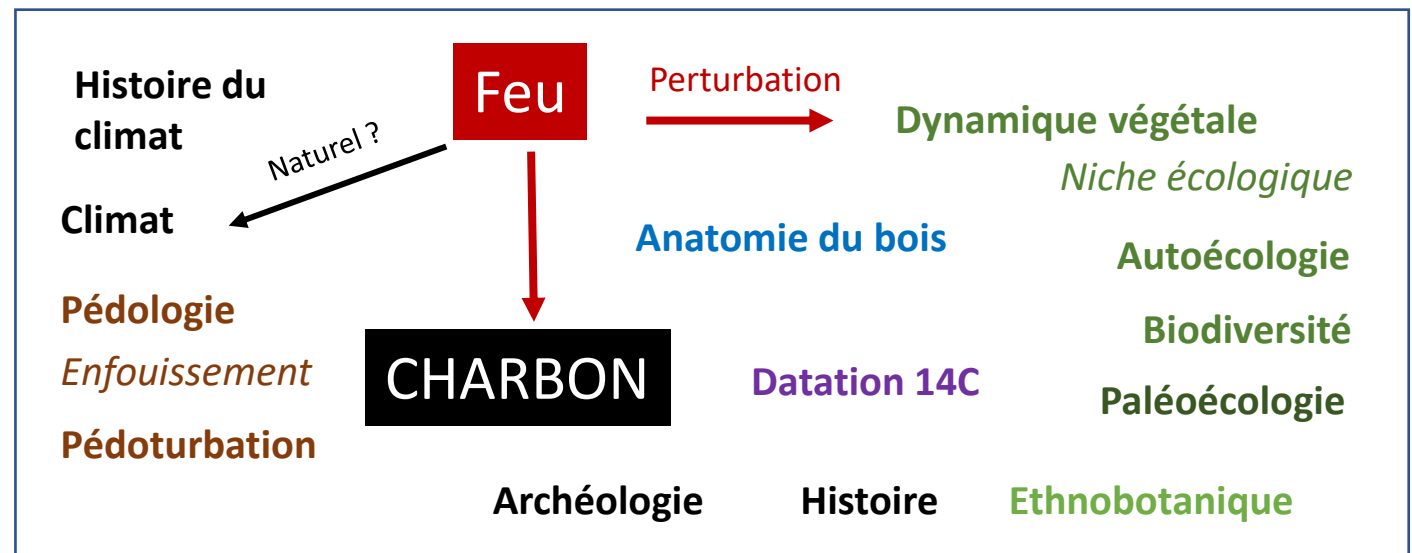


# La pédoanthracologie : made in Marseille *(Thinon, 1992)*

> 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

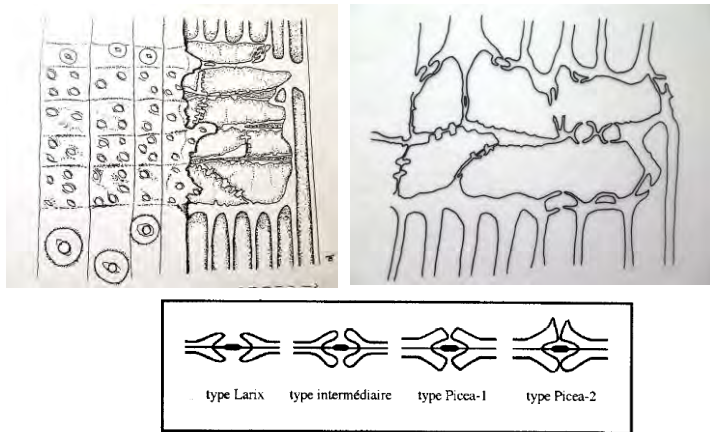
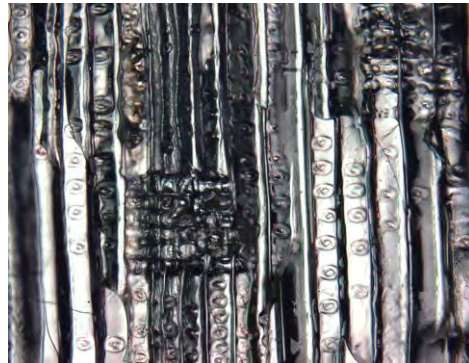
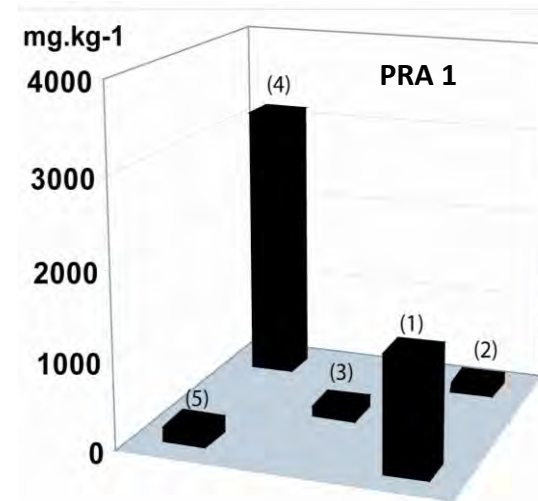


Figure 1. Types de ponctuations aréolées des trachéides radiales observées sur le bois de Larix et Picea (d'après Anagnost et al.).



Talon, B., 1997

## Stratigraphie, reproductibilité



Distribution and quantity of charcoal (mg.kg<sup>-1</sup>) in the two study sites. Number in brackets correspond to the number of each pit.

Touflan P. & Talon, B., 2009.

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

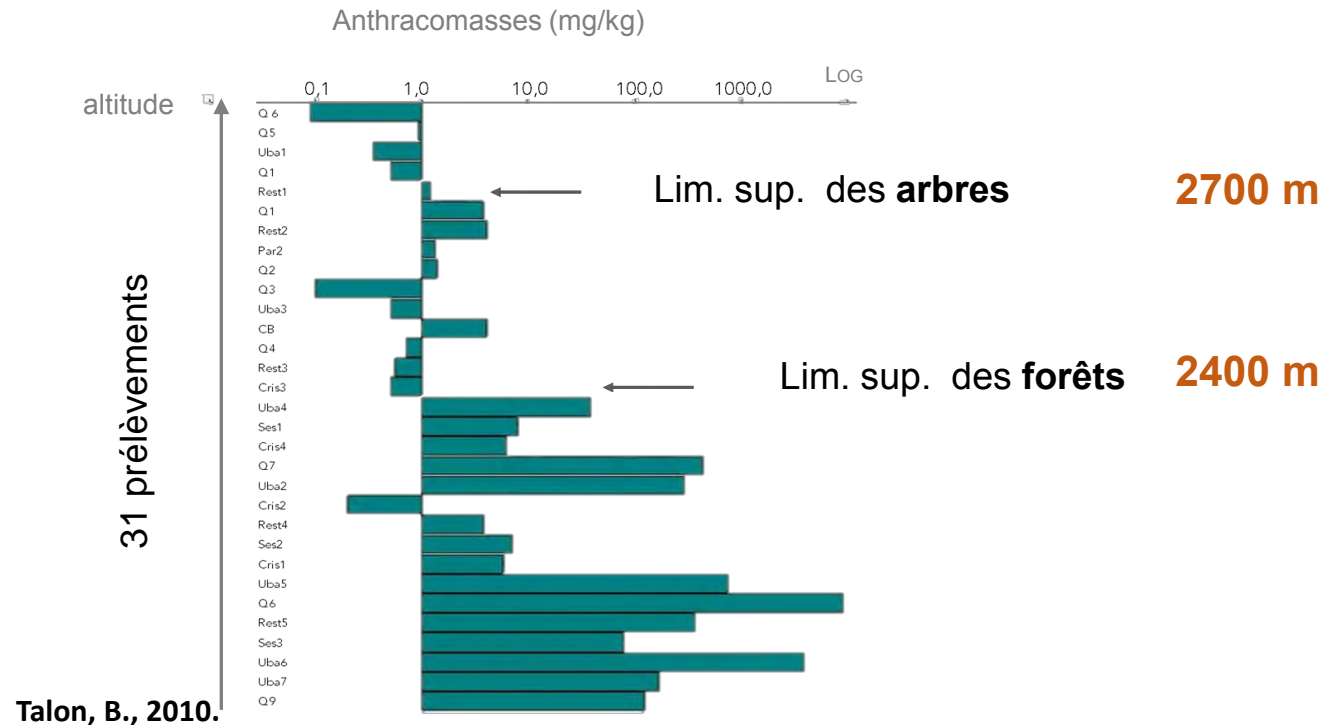
# La pédoanthracologie : principaux résultats

## 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

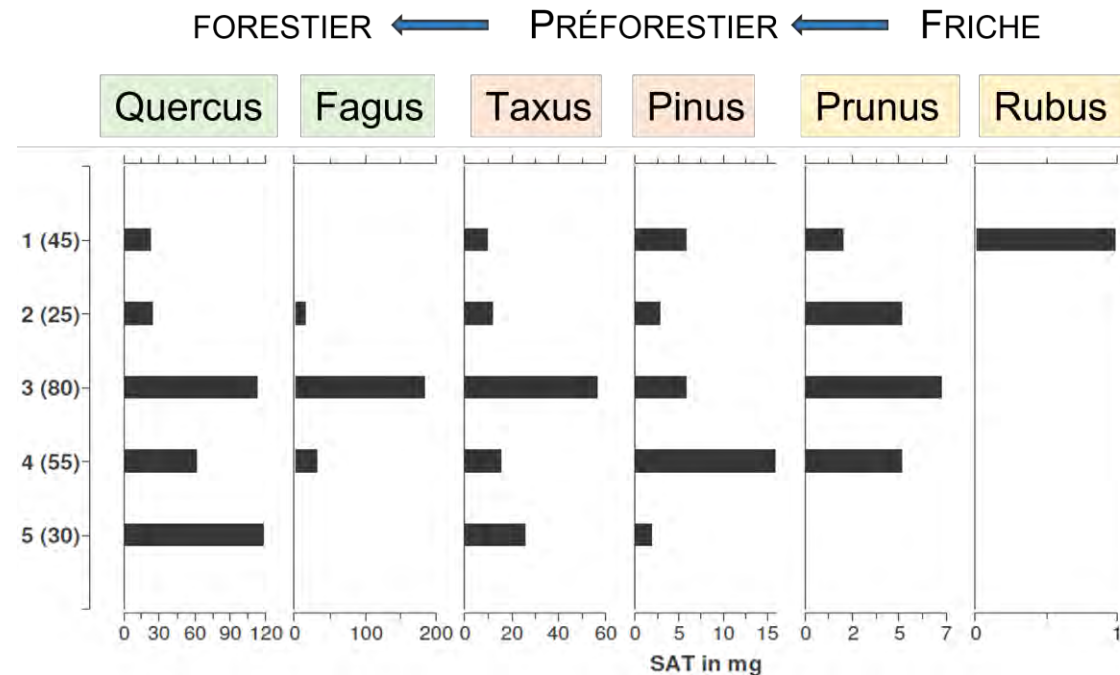
- en Europe du Nord-Ouest (pelouses calcaires)
- Alpes et Méditerranée (étage alpin, steppe de Crau)

➤ Une ancienne hêtraie- chênaie et ses stades de dégradation

## Origine des pelouses calcaires



Dutoit et al. 2009.

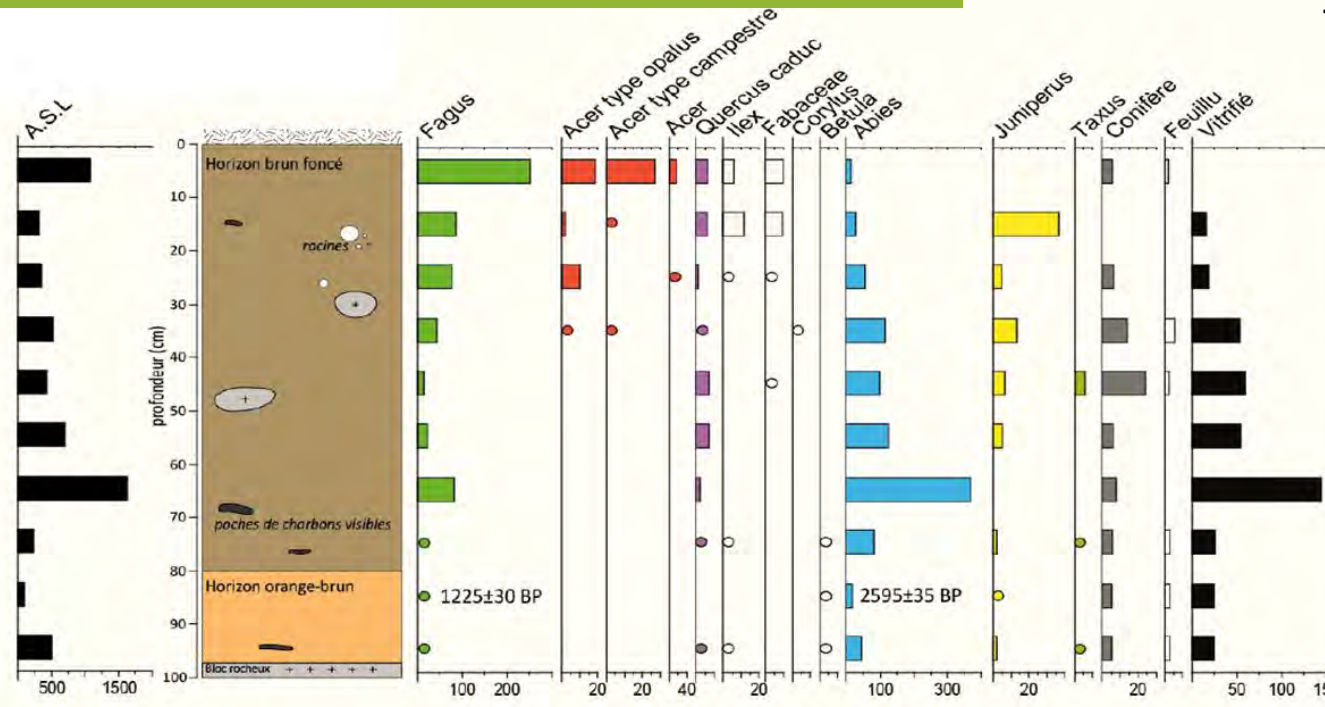


# La pédoanthracologie : principaux résultats

## Naturalité des forêts : concept à revoir

- Origine de la structure et composition des forêts actuelles

Hêtraie pure  
RNN Massane



Hêtre : 1225±30 BP

Sapin : 2595±35 BP

Actuellement



1 taxon

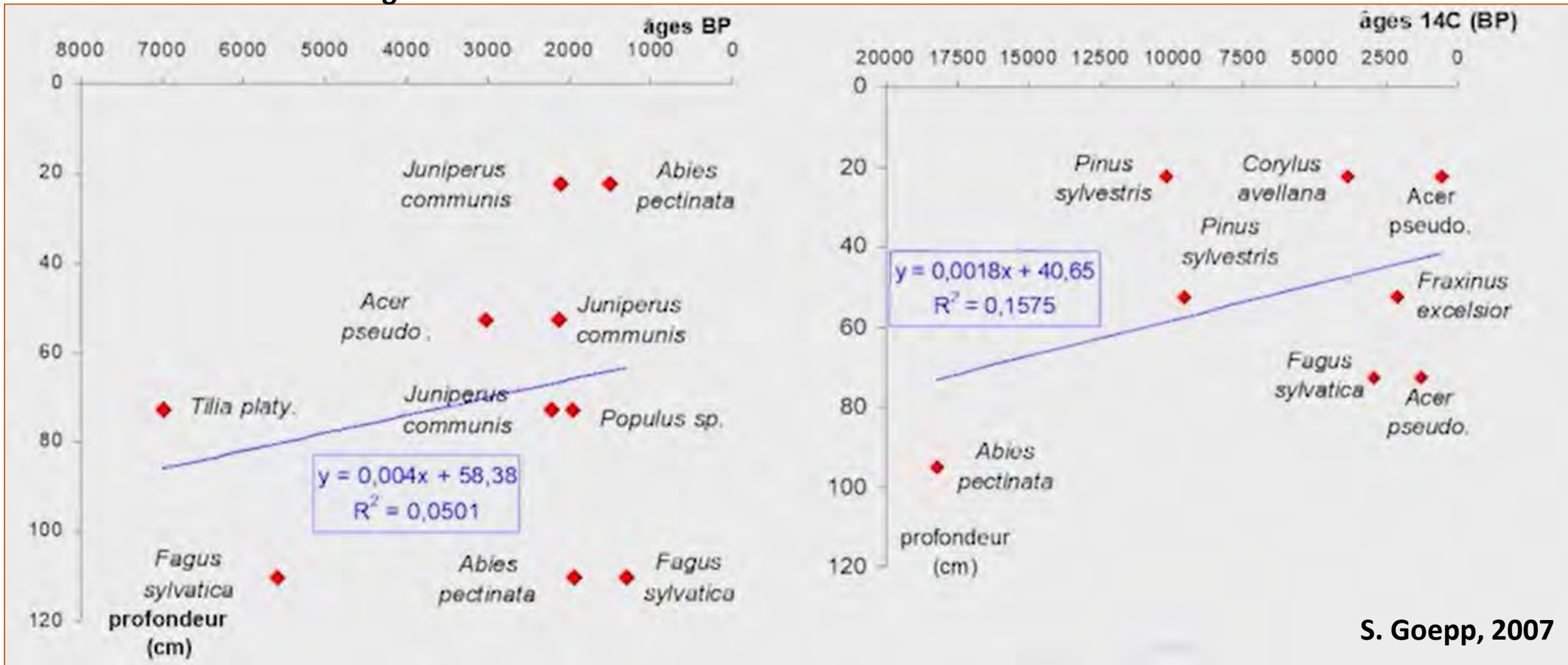
11 taxons !

- Une ancienne hêtraie-sapinière et ses stades de dégradation

Danneyrolles et al. 2017., Talon et Robin 2023

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

## Les Hautes Chaumes des Vosges



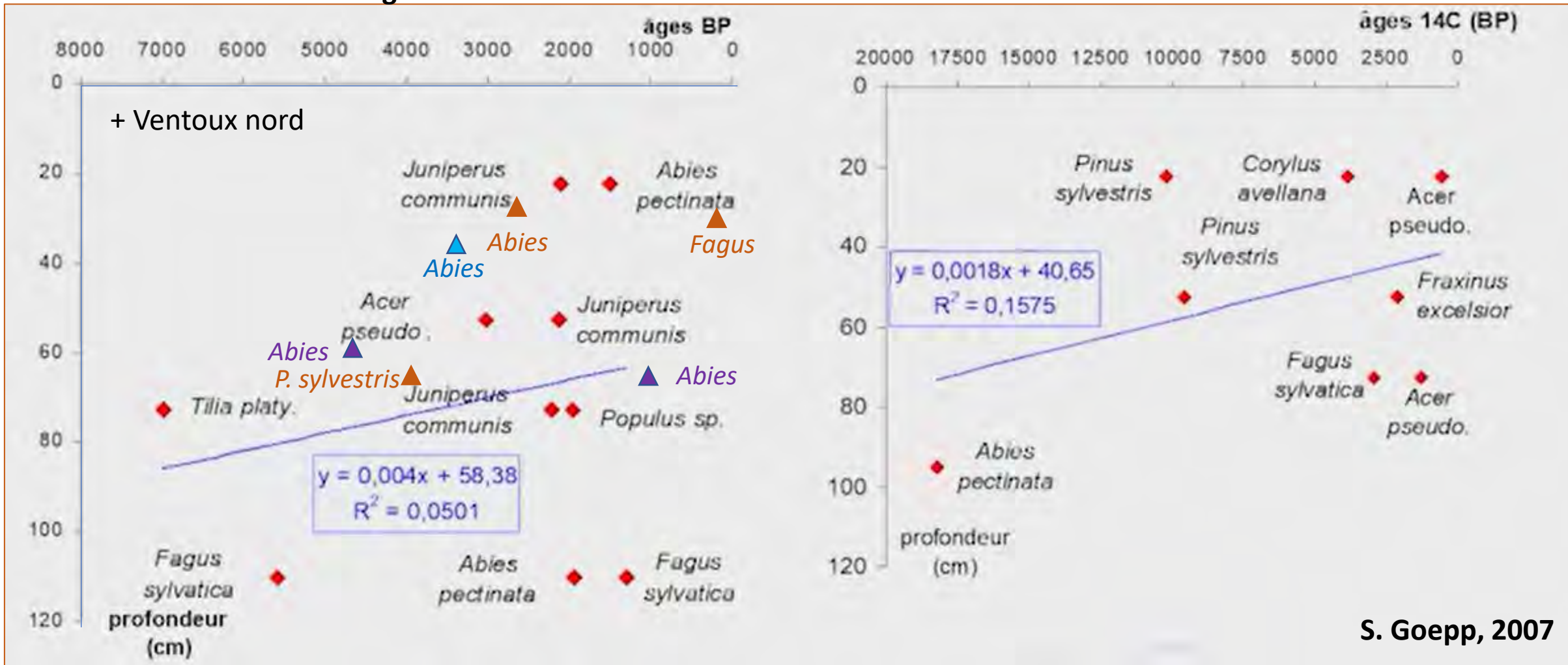
S. Goepp, 2007





# Les charbons dans les sols ne sont effectivement pas stratifiés

## Les Hautes Chaumes des Vosges



S. Goepp, 2007



# > Histoire forestière du massif des Maures



@M. Bergaglio



@B. Talon



@B. Talon

Charbons contenu dans un sol du  
massif des Maures



forêt méditerranéenne

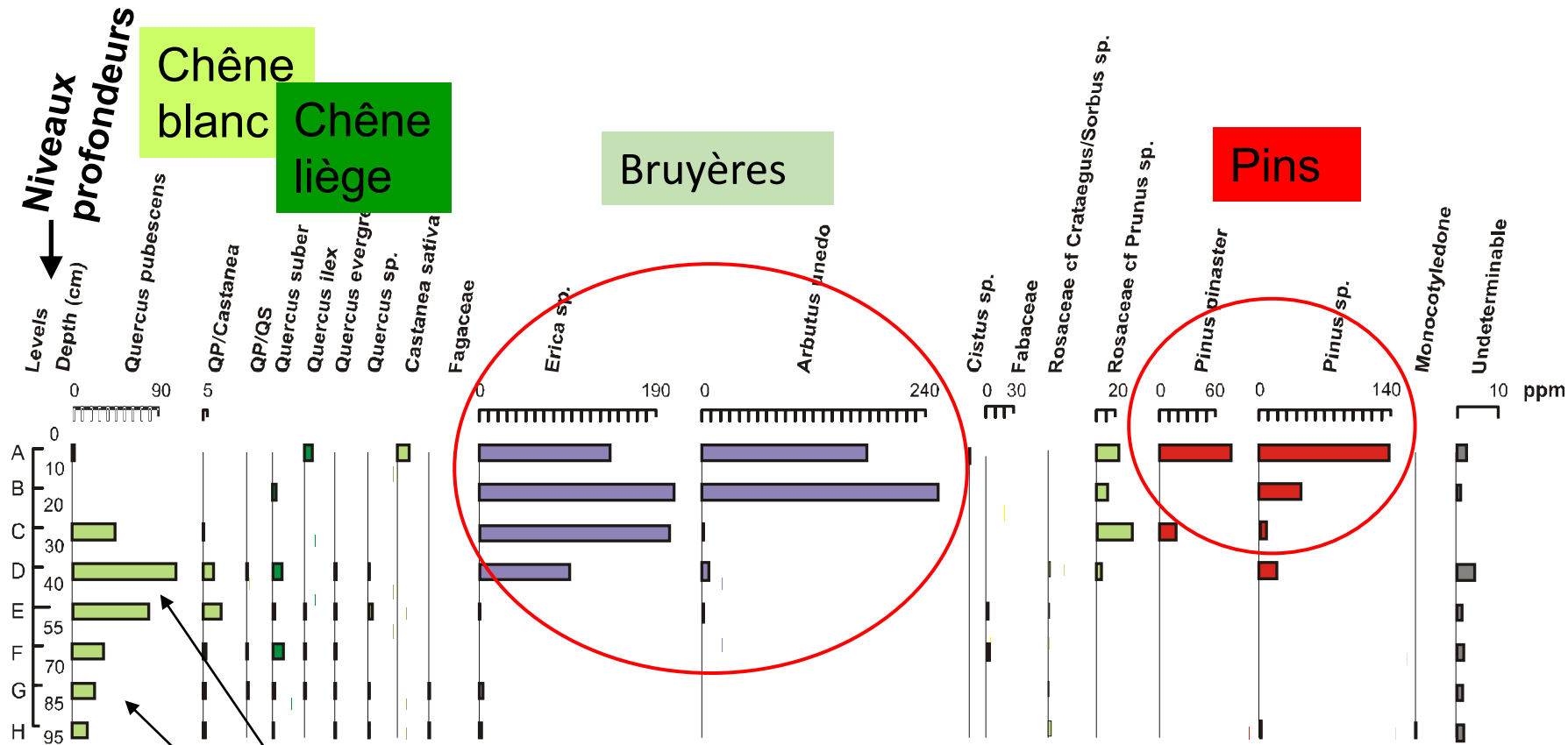
[www.foret-mediterraneenne.org](http://www.foret-mediterraneenne.org)

29



# Végétation actuelle : suberaie-châtaigneraie

May 1



2707 – 2779 BP = il y a 2700 ans environ

2922 – 3265 BP = il y a 3000 ans environ

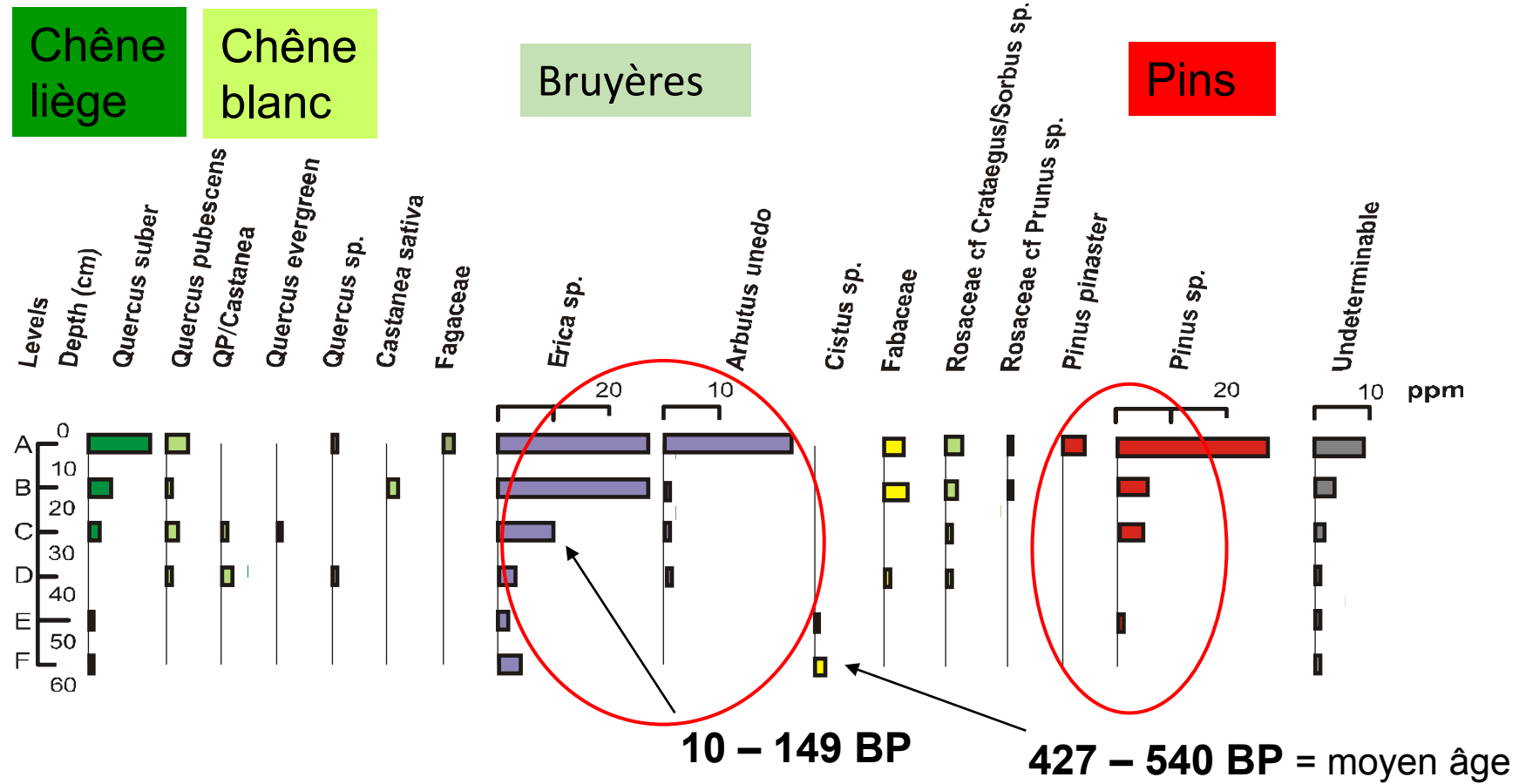


forêt méditerranéenne

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

# Végétation actuelle : suberaie-châtaigneraie

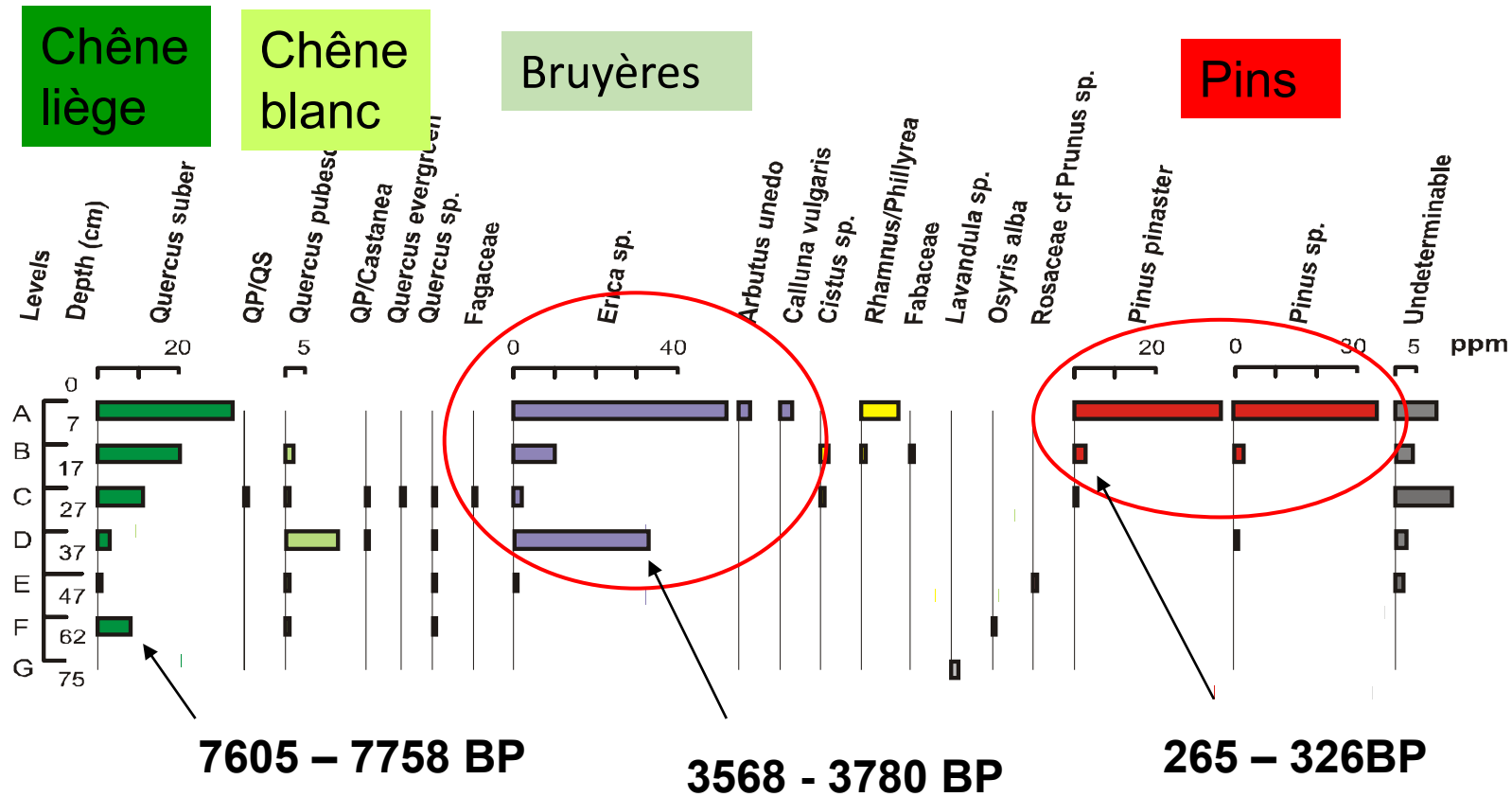
May 4





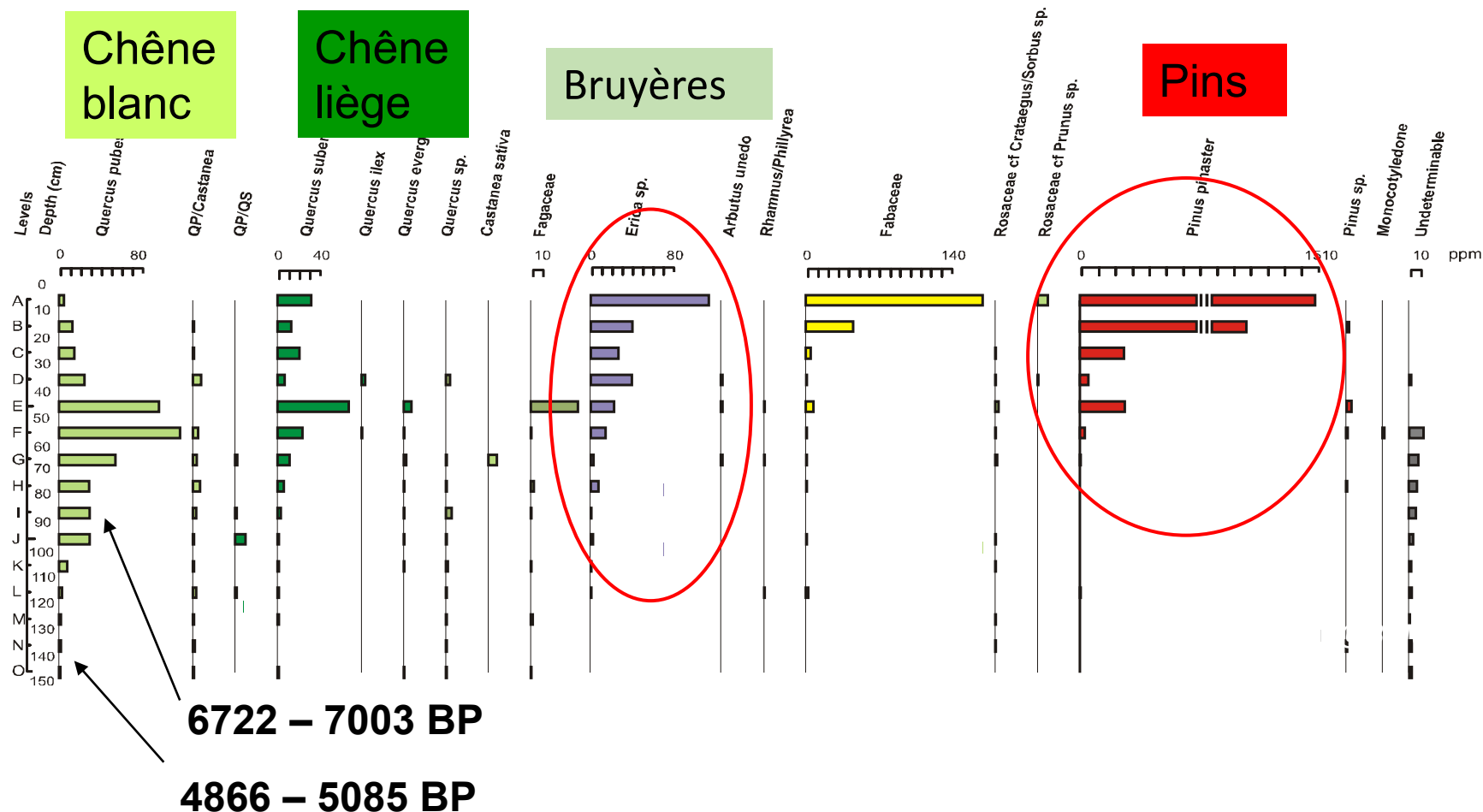
# Végétation actuelle : suberaie

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</i> sp.	<i>Erica</i> sp. <i>Q. suber</i>	Milieu + ouvert xérophile
	265 - 326		<i>Erica</i> sp.	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Arbutus unedo</i> <i>P. pinaster</i>	
	427-540	<i>Erica</i> sp.	<i>P. pinaster</i>	<i>P. pinaster</i>	Fabacées <i>Q. pubescens</i>	
		<i>P. pinaster</i>	Fabacées	<i>Q. pubescens</i>	<i>Erica</i> sp.	Milieu forestier mésophile
			<i>Q. pubescens</i>	<i>Q. ilex</i>	<i>Q. suber</i> <i>Cistus</i> sp.	
		<i>Q. pubescens</i>	<i>Q. pubescens</i>	<i>Q. suber</i>		
Phase 2	2707-2779					Milieu forestier mésophile
	2922-3265			<u><i>Q. pubescens</i></u>		
	3568-3780			<i>Erica</i> sp. <i>Q. suber</i>		
				<i>Q. ilex</i>		Milieu forestier mésophile
	4866-5085	<u><i>Q. pubescens</i></u>	<u><i>Q. pubescens</i></u>		?	
		<i>Q. suber</i>	<i>Q. suber</i>			
Phase 1		<i>Erica</i> sp.	<i>Erica</i> sp.	?		Milieu forestier mésophile
	6722-7003					
	7605-7758					

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**







forêt méditerranéenne

Informier, Échanger, Rassembler, Proposer

Colloque organisé avec le soutien de



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



forêt méditerranéenne

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