



APPROCHE MOLÉCULAIRE DU DIAGNOSTIC DES ENVIRONNEMENTS ACTUELS ET PASSÉS

MARLÈNE LAVRIEUX

APPROCHE PALÉOENVIRONNEMENTALE CLASSIQUE

Indices
sédimentologiques,
paléontologiques,
diagraphiques

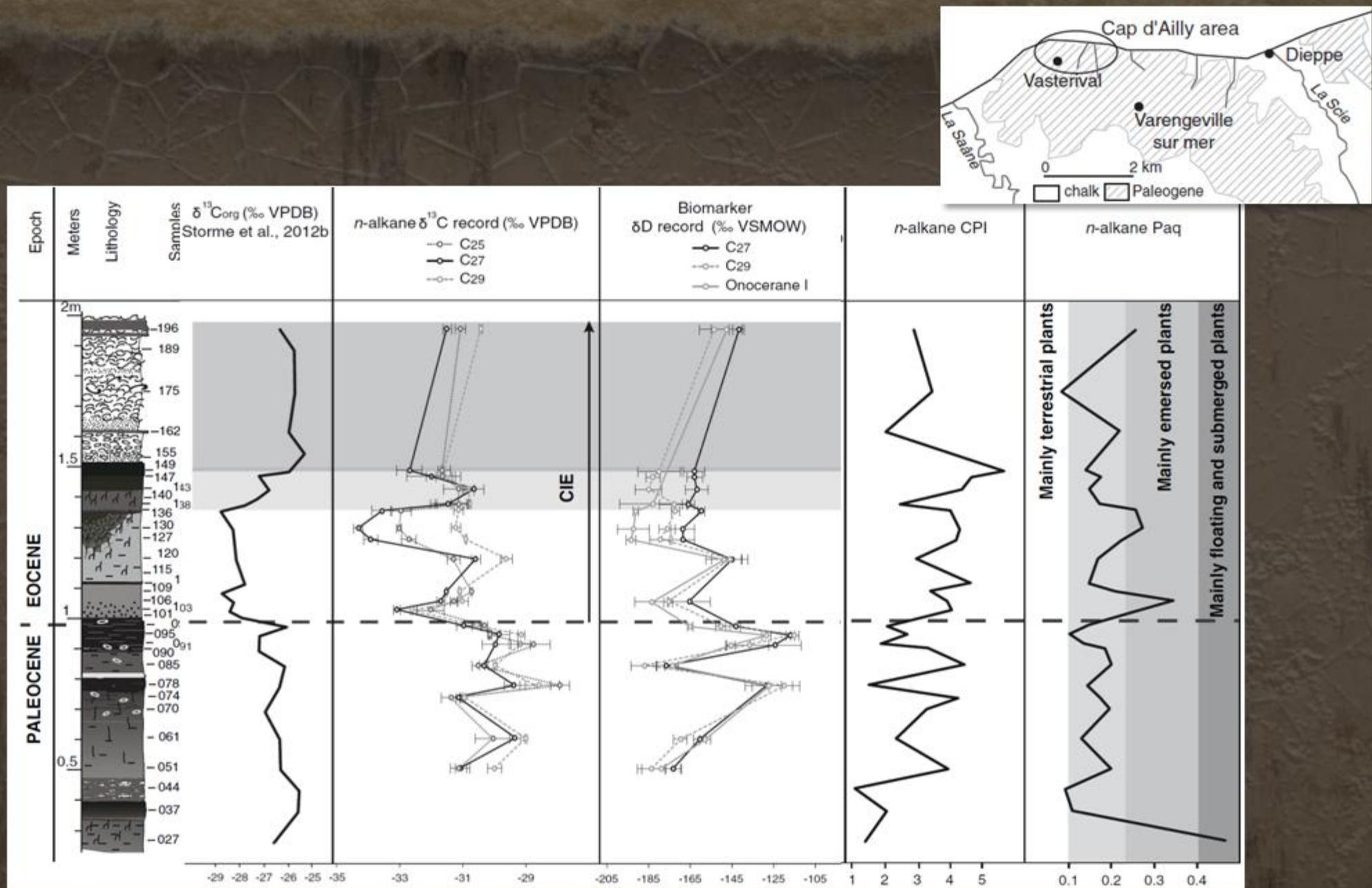


Evolution
paléoenvironnementale

... et si

INDICES MANQUANTS ?

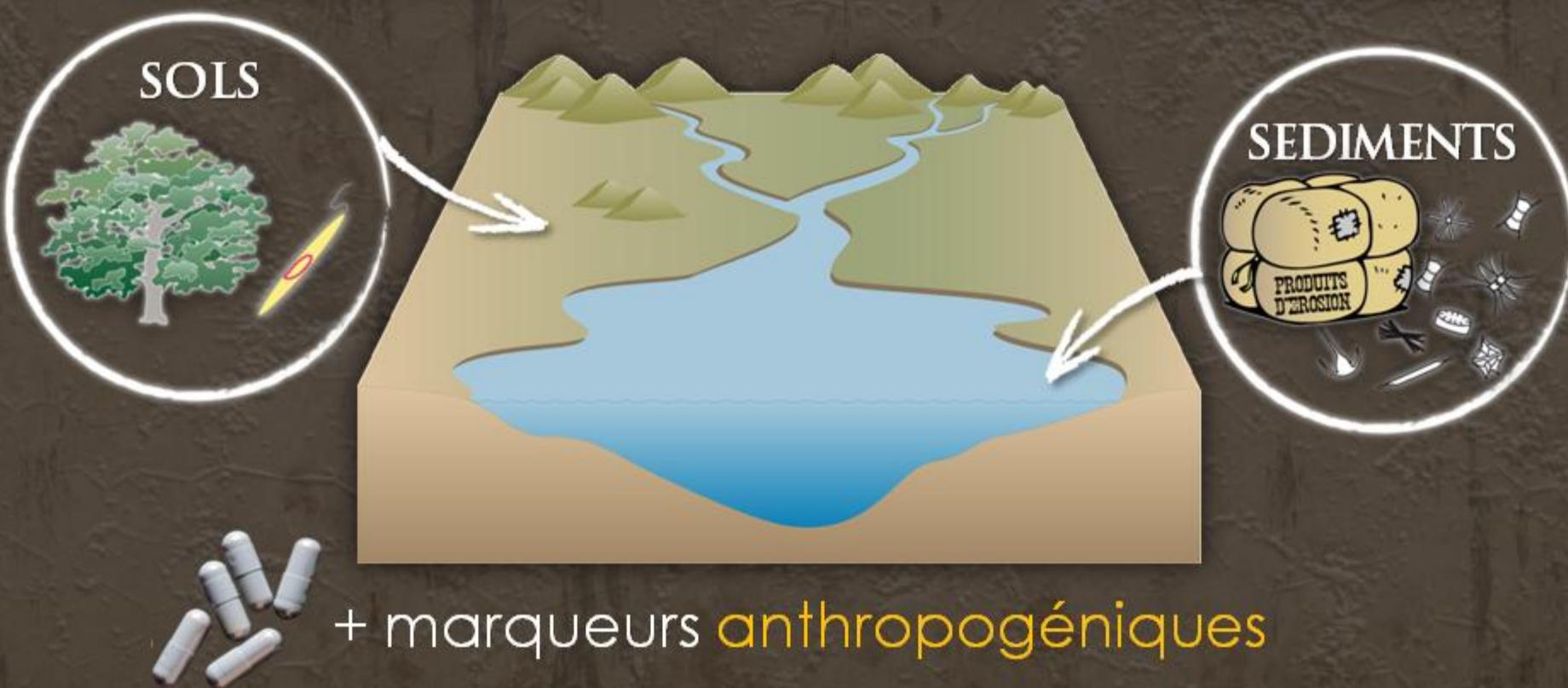
APPROCHE PALÉOENVIRONNEMENTALE MOLÉCULAIRE



Biomarqueurs moléculaires + leur composition isotopique

BIMARQUEURS

Molécules organiques
Source identifiable
(spécifiques)
Résistants



Nature, abondance, composition isotopique

APPROCHE MOLÉCULAIRE

Energies fossiles
(maturation, migration)

Molecular Parameters	Correlation Parameters ^b			
	Source Input	Source Maturation	Reservoir Maturation	Migration
Terpanes				
Tm/Ts	+++	+++	+++ or ++	+
Tricyclic Terpanes, %	+++	0	0	+ or ++
17 α (H)-Hopanes, %	+++	+	+	++
Tm				
10 α	+++	0	0	++
6 + 7 + 9				
Ts	+++	+++	+	+ or ++
C ₂₈ -Triterpane (11 α)		?	0	+
11 β	+++			
Steranes				
5 α -C ₂₈ /5 α -C ₂₉	+++	?	0	0
5 β -C ₂₇ /5 α -C ₂₇	+++	+++	0	++
5 β -C ₂₈ /5 α -C ₂₈	+++	+++	0	+++
5 β -C ₂₉ /5 α -C ₂₉	+++	+++	0	+++
Rearranged Steranes				
5 α (C ₂₇ + C ₂₈ + C ₂₉)	+++	+++	0	+++
5β-Steranes				
17 α (H)-Hopanes	+++	+++	0	+++
Aromatics				
Mn ₁ /Mn ₂	+++	+++	+++	0
Mn/Ms	+++	+++	+++	0
m/e 253 Profile	+++	+++	++	0
m/e 239 Profile	+++	+++	++	0
"Bulk" Parameters				
Steranes, Terpanes, Paraffins, %	+++	+++	+++	+++
C ¹³ /C ¹² , %	+++	+++	++	++
Saturates				
D+T	+++	+++	+++	+++
Saturates, %	+++	+++	+++	+++
Sulfur, %	+++	+++	?	?

(Seifert et Moldovan, 1978)

Carbon Chemistry of the Apollo Lunar Samples

Prof. Geoffrey Eglinton, Dr. James R. Maxwell and Dr. C. T. Pillinger

The Organic Geochemistry Unit, School of Chemistry, University of Bristol,
Bristol, England

Contents

I.	Introduction	84
II.	Viable, Dead and Fossil Microorganisms	84
III.	Solvent Extractable Carbon Compounds	85
IV.	Lunar Surface Processes	89
V.	Total Carbon Measurements	90
VI.	Sources of Carbon on the Moon	91
VII.	Mineralogical Studies	92
VIII.	Pyrolysis and Volatilisation Studies	92
IX.	Acid Dissolution/Hydrolysis Studies	95
X.	Origins of the Hydrocarbons and Carbides in the Fines and Breccias	
XI.	Carbon Isotopes	
XII.	Carbon Chemistry as an Exposure and Reworking Parameter	
XIII.	Analytical Artifacts	106
XIV.	Compounds of N, P and S	107
XV.	Conclusions	107
XVI.	References	108

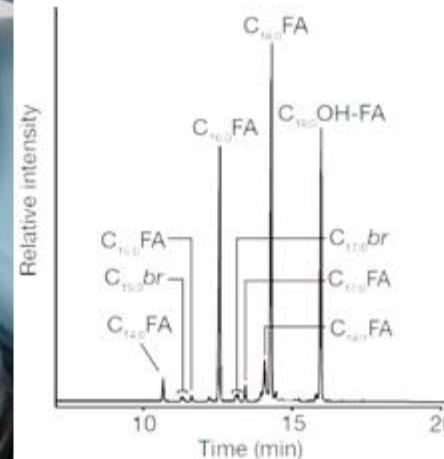
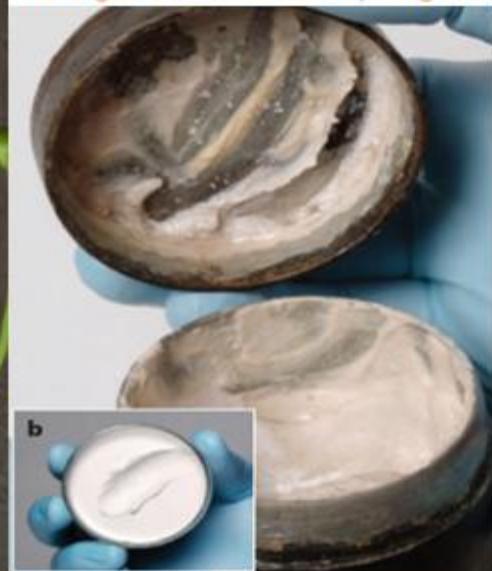
**Cosmochimie
organique**

Energies fossiles
(maturation, migration)

Archéologie

Formulation of a Roman cosmetic

This unguent shares some surprising features with modern moisturizing creams.



(Evershed et al., 2004)

Cosmochimie
organique

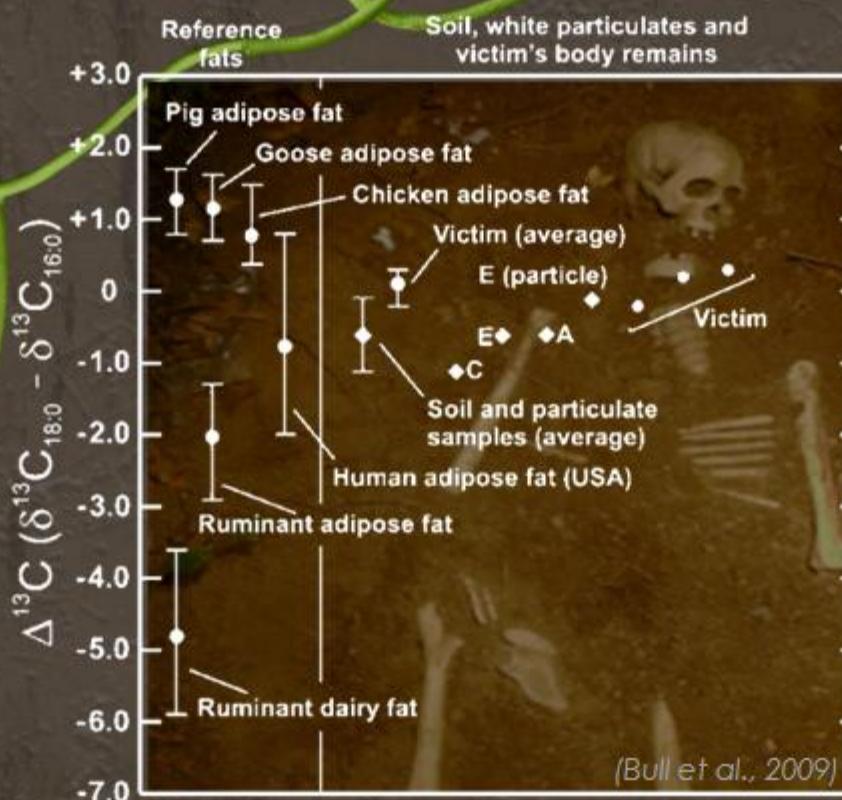
APPROCHE MOLÉCULAIRE

Energies fossiles
(maturation, migration)

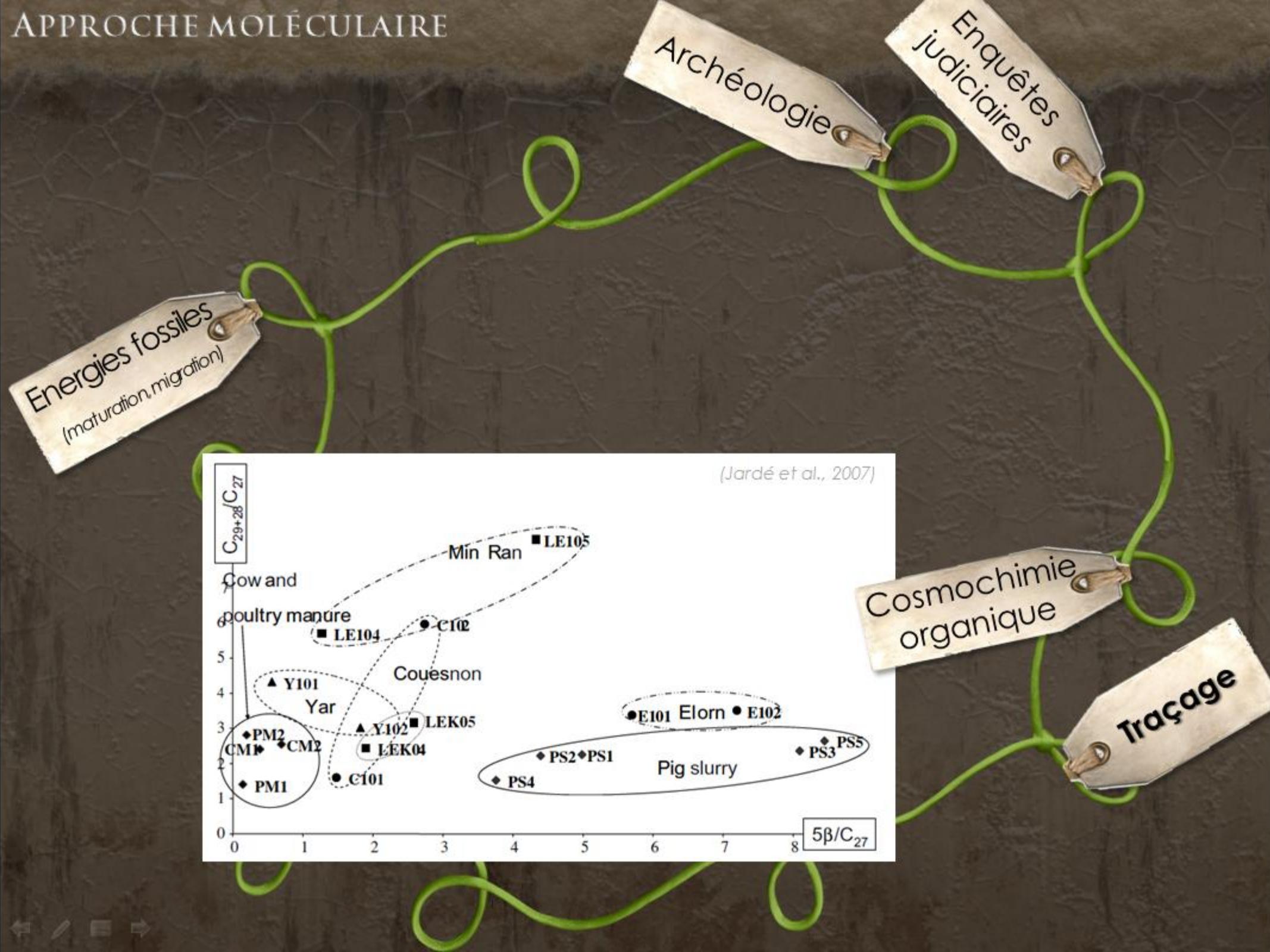
Archéologie

Enquêtes judiciaires

Cosmochimie organique

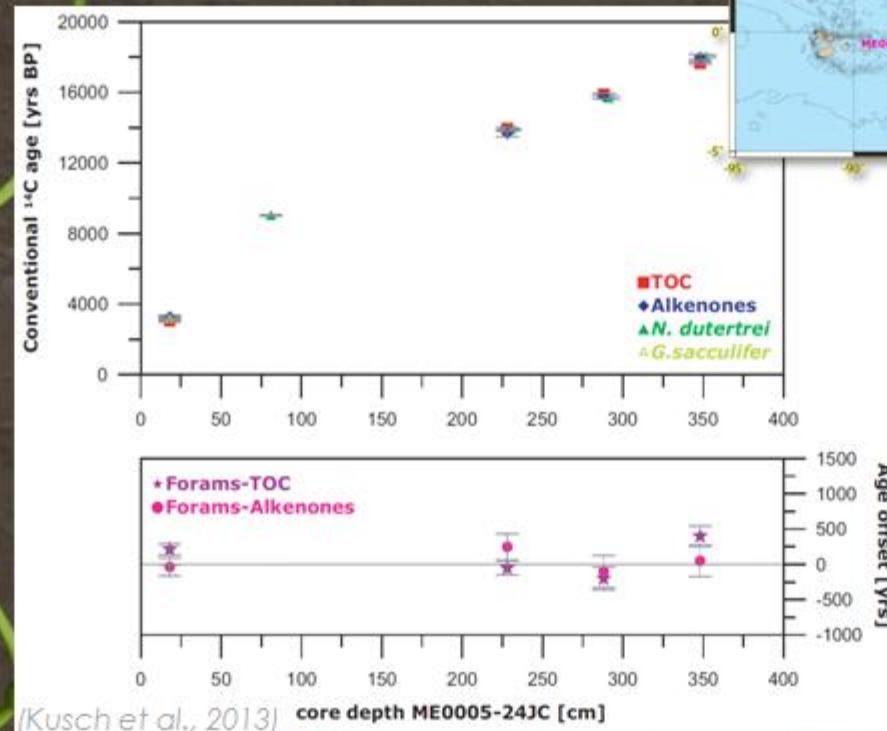


APPROCHE MOLÉCULAIRE



APPROCHE MOLÉCULAIRE

Energies fossiles
(maturation, migration)



Archéologie

Enquêtes judiciaires

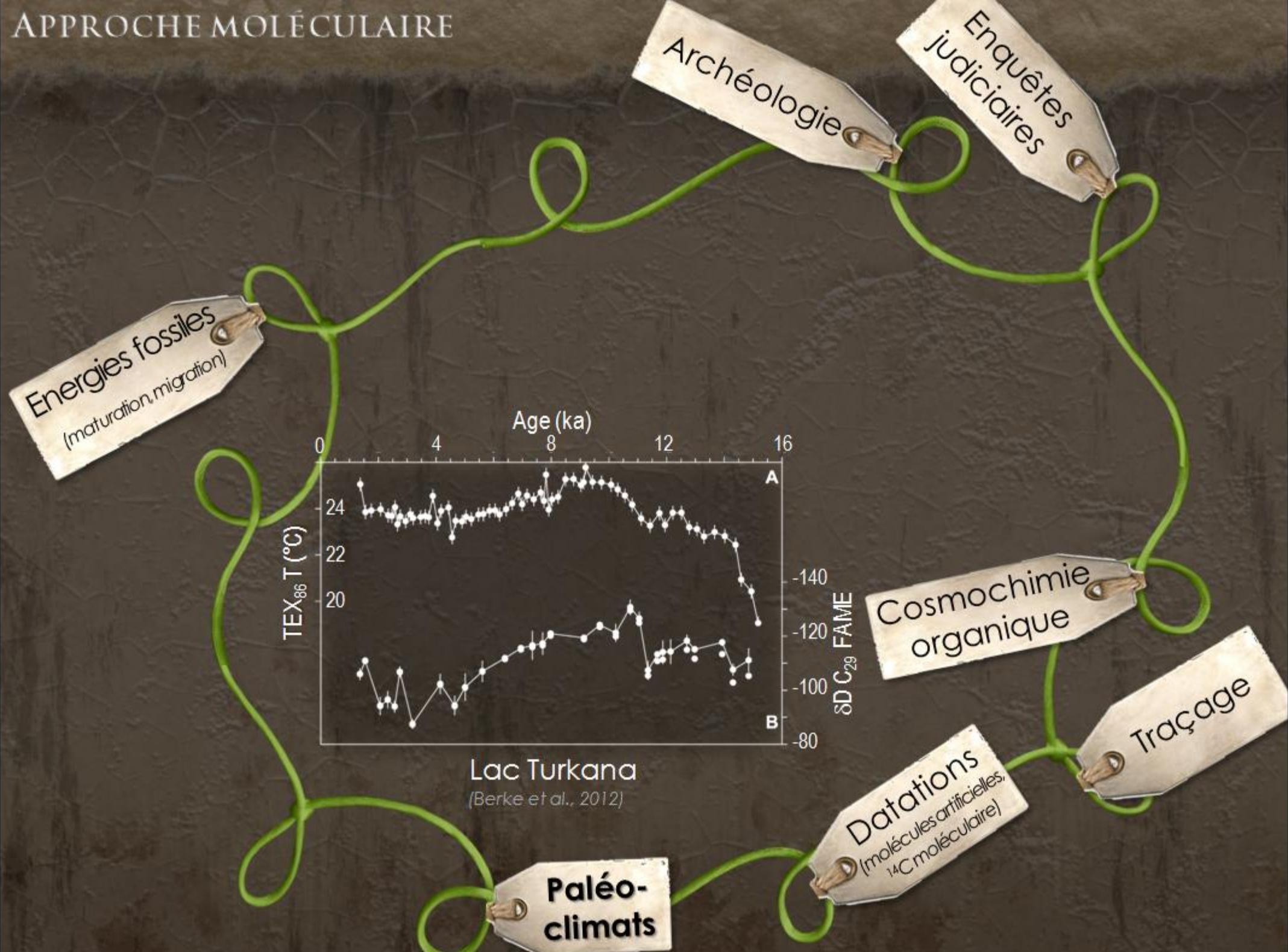
Cosmochimie organique

Datations
(molécules naturelles
 ^{14}C moléculaire)

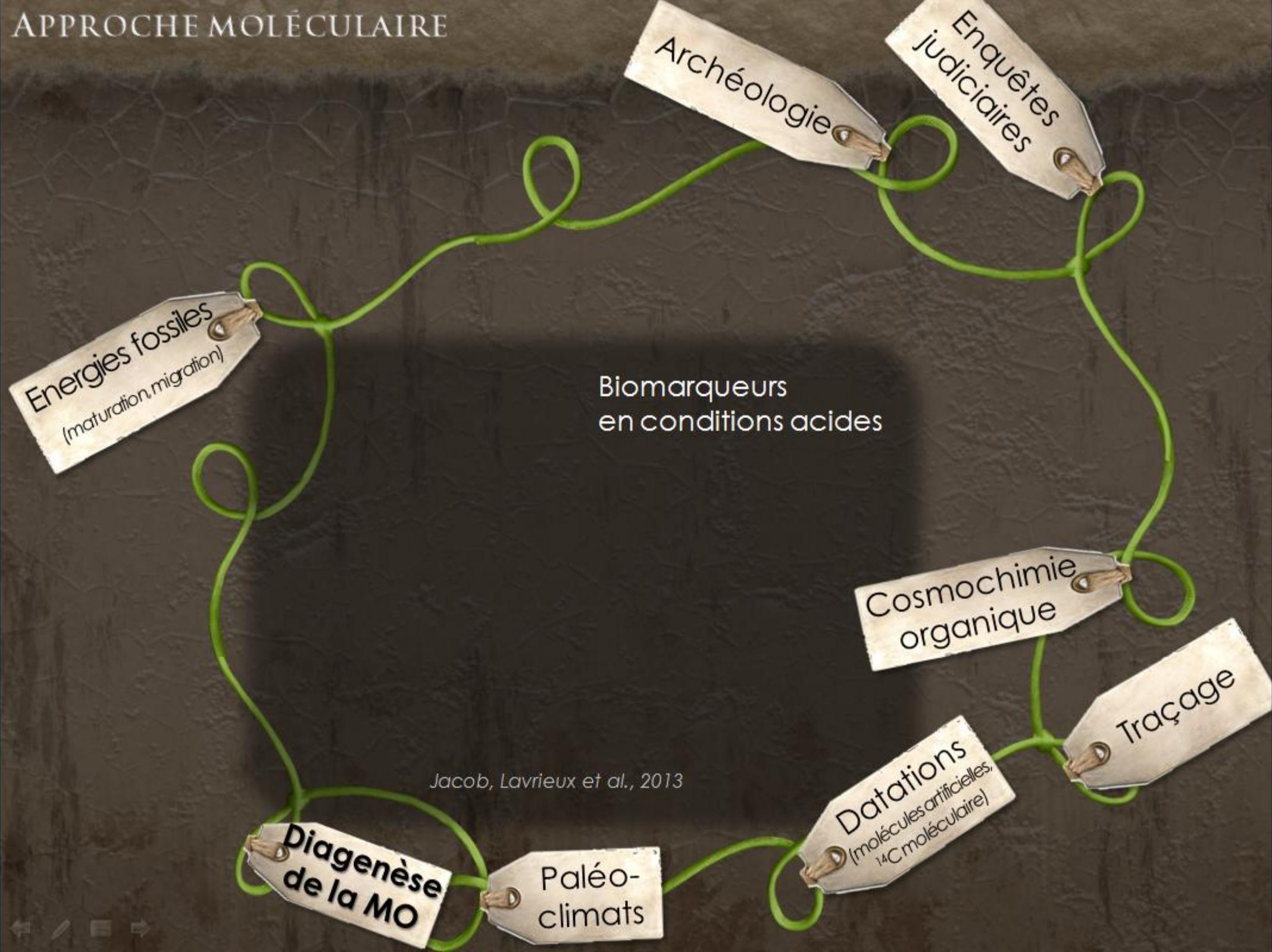
Traçage



APPROCHE MOLÉCULAIRE



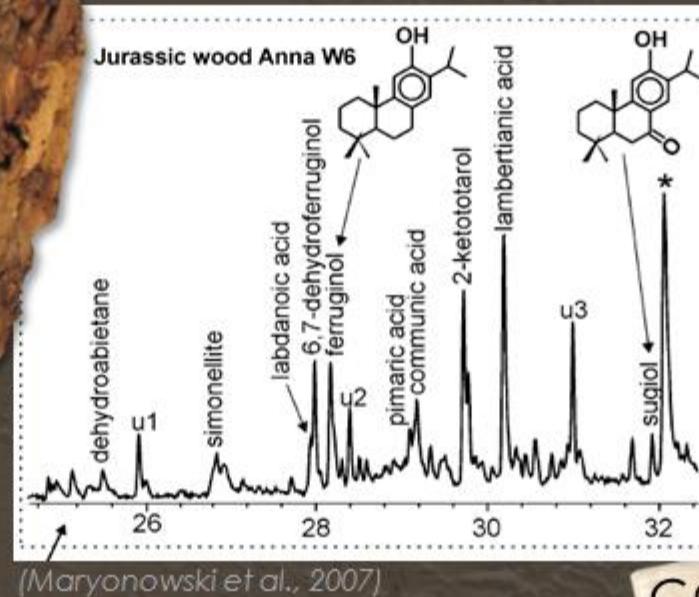
APPROCHE MOLÉCULAIRE



APPROCHE MOLÉCULAIRE

Energies fossiles
(maturation, migration)

Paléochimio-
taxonomie



Diagenèse
de la MO

Paléo-
climats

Archéologie

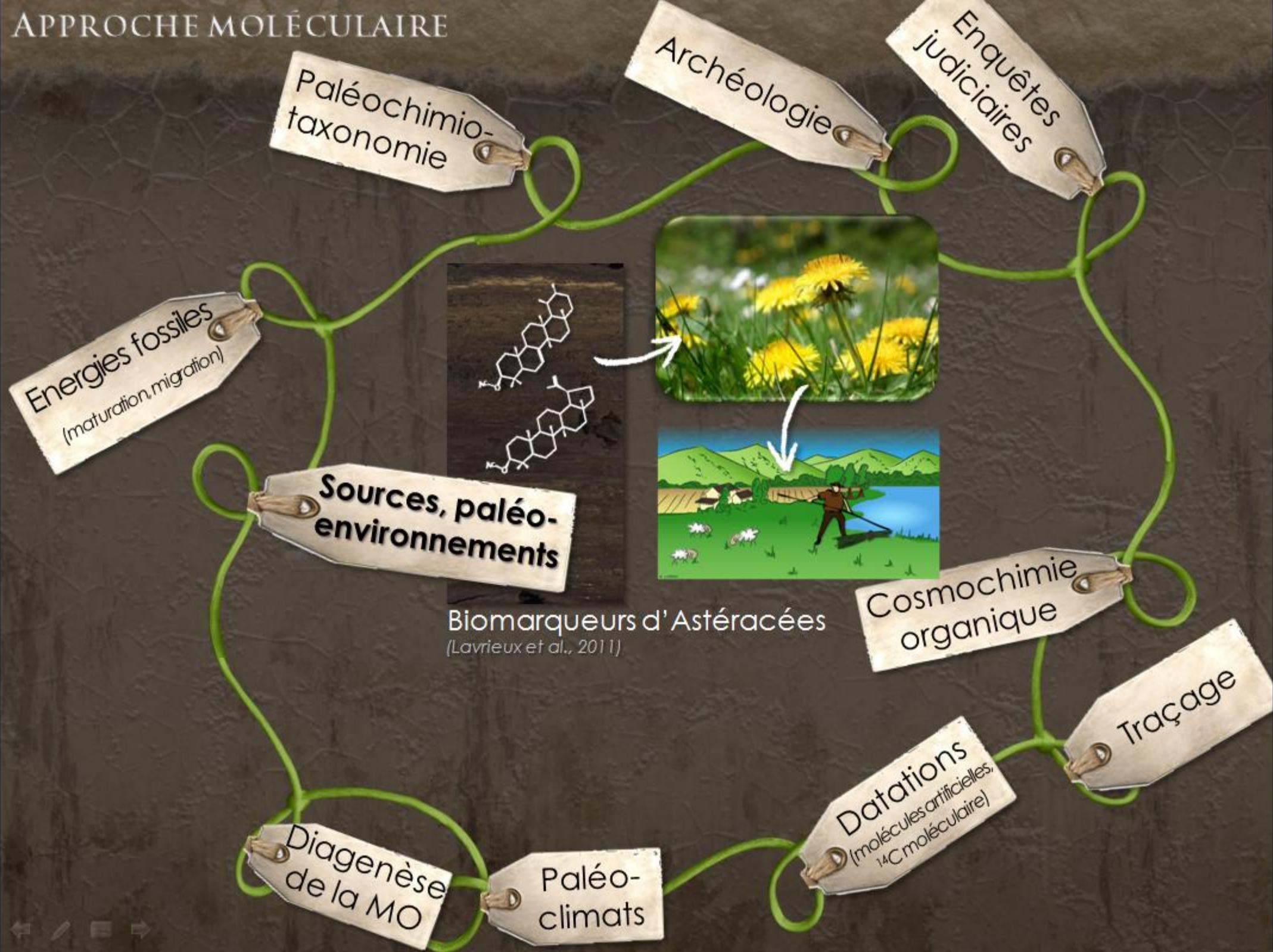
Enquêtes
judiciaires

Cosmochimie
organique

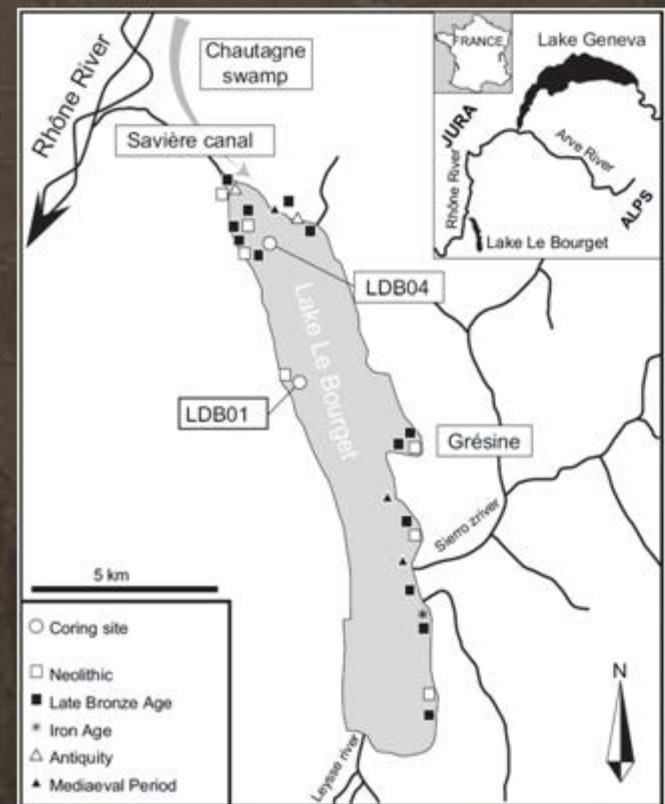
Datations
(molécules artificielles,
 ^{14}C moléculaire)

Traçage

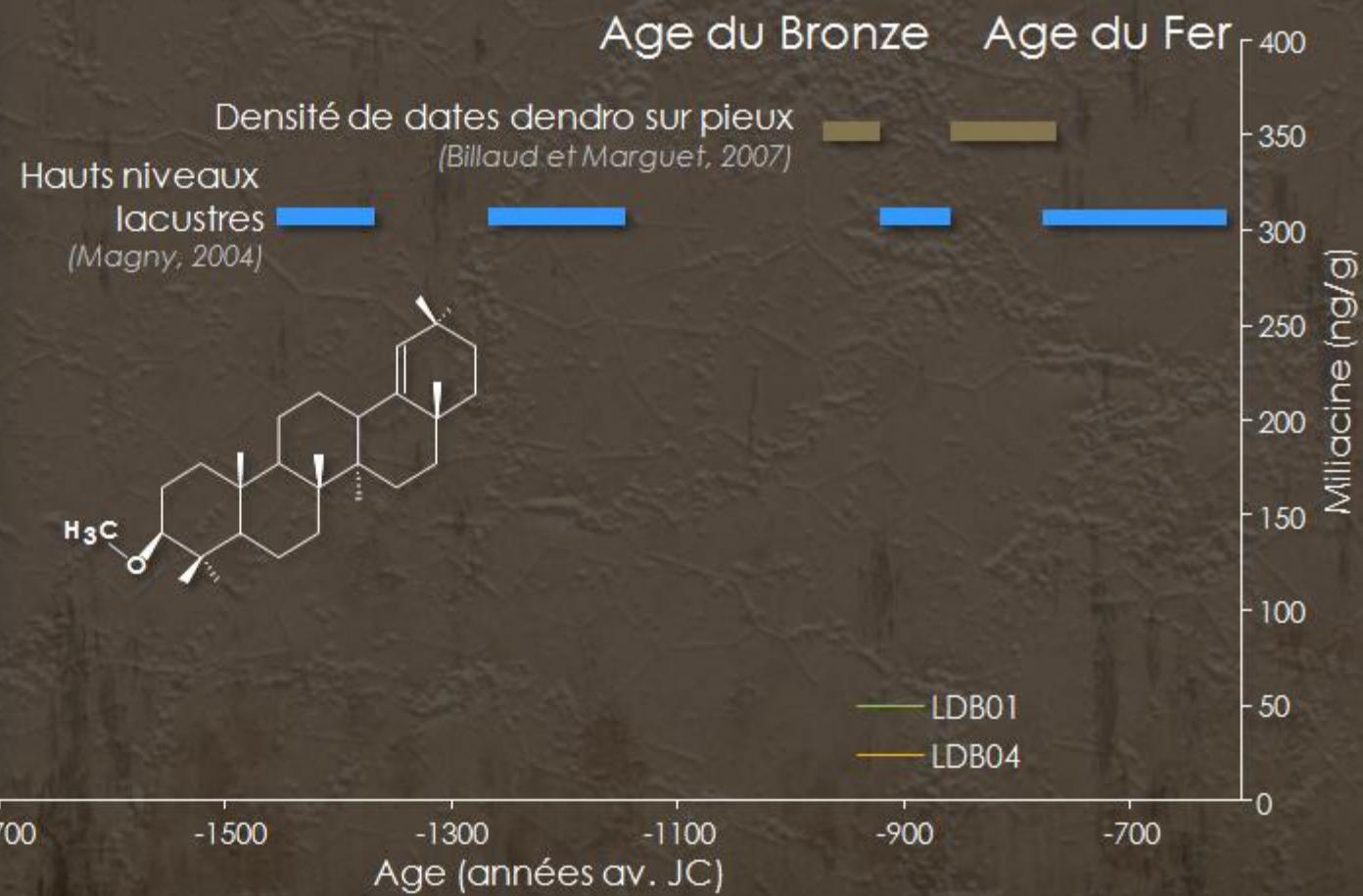
APPROCHE MOLÉCULAIRE



Sources végétales : exemple de la miliacine



Travaux J. Jacob et al.
(e.g. Jacob et al., 2008)



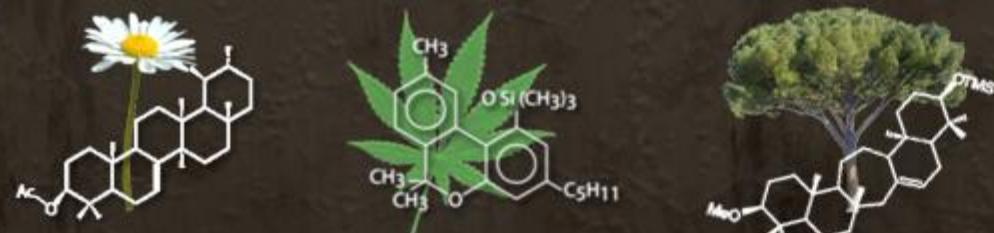
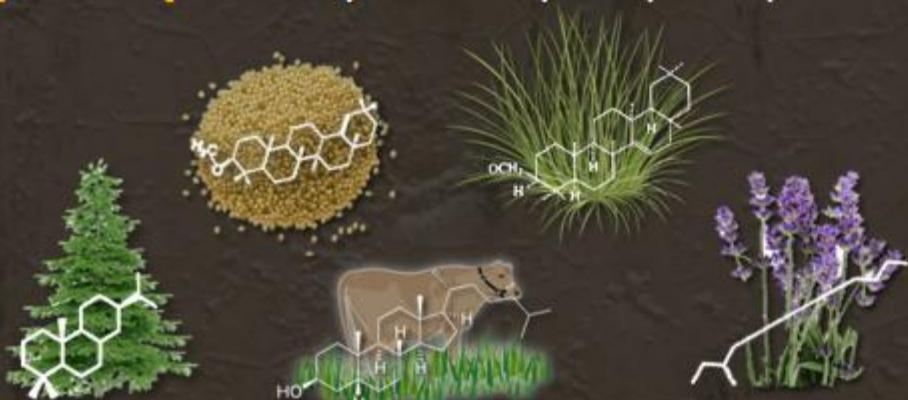
DIAGNOSTIC DES ENVIRONNEMENTS ACTUELS ET PASSÉS

BIOMARQUEURS NATURELS

Lipides linéaires = peu spécifiques

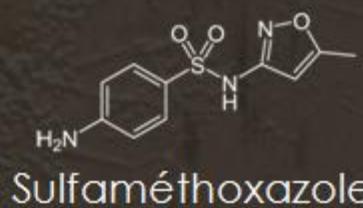
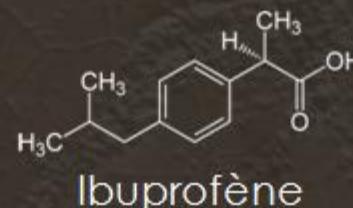


Spécifiques = lipides cycliques (souvent)

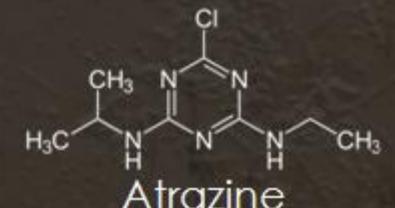
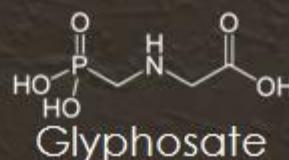


BIOMARQUEURS ANTHROPOGENIQUES dont...

Produits pharmaceutiques



Produits phytosanitaires



>70000 COMMERCIALISES + 1000 / AN

(Simoneit, 2005)

DIAGNOSTIC DES ENVIRONNEMENTS ACTUELS ET PASSÉS

	Taraxeryl ac.	δ -Amyrin ac.	β -Amyrin ac.	Isobaueretyl ac.	Glutinyl ac.	α -Amyrin ac.	Lupeyl ac.	Multiflorenyl ac.	Baueretyl ac.	ψ -Taraxasteryl ac.	Taraxasteryl ac.	Isopichieretyl ac.	Pichieretyl ac.	Gammacerenyl ac.	Swertenyl ac.
--	---------------	----------------------	---------------------	------------------	--------------	----------------------	------------	-------------------	---------------	--------------------------	------------------	--------------------	-----------------	------------------	---------------

Asteraceae species

<i>Arctium lappa</i> L.									x						
<i>Carduus nutans</i>										x					
<i>Cirsium arvense</i>	x			x	x			x	x						
<i>Hieracium pilosella</i> L.						x									
<i>Onopordum acanthium</i>							x								
<i>Picris echioides</i>					x										
<i>Picris hieracioides</i>	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Solidago virga-aurea</i>	x			x	x										
<i>Sonchus oleraceus</i> L.						x			x						
<i>Taraxacum officinale</i>								x		x					
TOTAL	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x

Asteraceae genera

<i>Artemisia</i> (2 sp.)	x	x		x	x		x	x	x						
<i>Cirsium</i> (7 sp.)	x			x	x	x		x	x						
<i>Inula</i>	x				x				x						
TOTAL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Other taxa

<i>Acer</i>	x	x													
<i>Euphorbia</i>	x	x	x		x	x	x	x	x						



Acétates de triterpénoïdes

Biomarqueurs d'Astéracées

Indicateurs anthropogéniques

Pollen sous-représenté



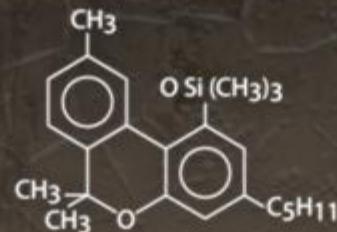
Reconstitutions de successions végétales

confirmées par la littérature

MARQUEURS ROBUSTES

CANNABINOL

Phytocannabinoïde



Spécifique du chanvre



Usages nombreux depuis le Néolithique



Theodor von Hörmann,
Hanfeinlegen



© Natruij

Biomarqueur du rouissement

COMMENTAIRE SUR

L'ORDONNANCE
DES EAUX ET FORÊTS,
Du mois d'Août 1669.



A PARIS,
Chez DESURE l'ainé, Quai des Augustins,
à l'Image S. Paul.

M. DCC. LXXII
Avec Approbation & Privilege du Roi.

ARTICLE XIV.

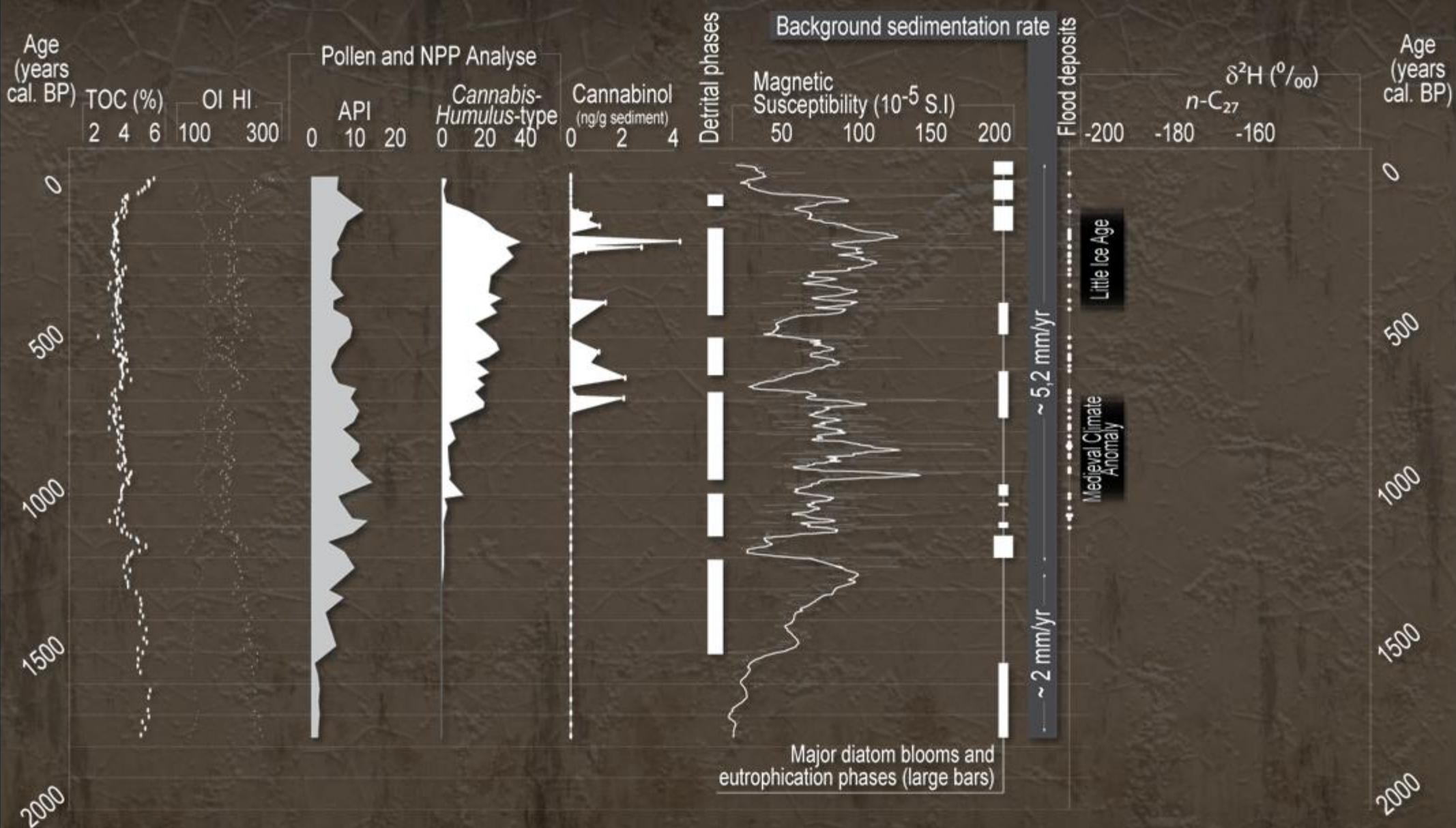
Défendons à toutes personnes de jeter dans les rivières aucune chaux, noix vomique, coque de Levant, mommie, & autres drogues, ou appas, à peine de punition corporelle (1).

1. Sur la fin de l'article.) Il est aussi défendu de faire rouir du chanvre, ou du lin, dans les rivières & ruisseaux ; parce que cela corrompt l'eau, fait mourir le poisson, & occasionne des maladies aux bétiaux. (Arrêts du Conseil des 4 Avril & 27 Juin 1701, 14 Décembre 1719, 11 Septembre 1725, 26 Février 1732, 6 Août 1735, & 28 Décembre 1756), ce qui est conforme aussi à la disposition de plusieurs Coutumes. (Voyez Normandie, art. 209, Amiens, art. 143, Hainaut, chap. 10, art. 16, Bourbonnois, art. 162, & autres.)

Activité polluante

DIAGNOSTIC DES ENVIRONNEMENTS ACTUELS ET PASSÉS

Carotte sédimentaire
du lac d'Aydat (63)



Variations des conditions environnementales ?

Age
(years
cal. BP)

TOC (%)

OI HI

Pollen and NPP Analyse

API

Cannabis-
Humulus-typeCannabinol
(in old sediment)

Material phases

Background sedimentation rate

old deposits

Magnetic
Susceptibility (10^{-5} S.I.)

février 2012 | n°468 | 60 millions de consommateurs

- ⊕ ⊕ ⊕ Très bon De 20 à 17
- ⊕ ⊕ Bon De 16,5 à 13
- ⊕ Acceptable De 12,5 à 10
- ⊖ Insuffisant De 9,5 à 7
- ⊖ ⊖ Très insuffisant De 6,5 à 0

Les pourcentages entre parenthèses expriment le poids de chaque critère dans la notation finale. Attention, cette dernière ne prend pas en compte les autres actions revendiquées par les fabricants.

Prix d'achat indicatif

ARBRE À THÉ (TEA TREE)									
DOCTEUR VALNET	PHYTOSUN AROMS	COMPTOIR AROMA	NATURE SUN AROMS	PUR ESSENTIEL Expert	ARKENTIAL (ARKOPHARMA)	HERBES ET TRADITIONS	COSMO NATUREL	NÉROLIANE	
Arbre à thé bio	Tea Tree	Arbre à thé bio	Tea Tree bio	Arbre à thé	Tea Tree	Tea Tree bio	Tea Tree	Tea Tree	
5,90 €	4,65 €	6,10 €	10,76 €	4,10 €	14,53 €	7,30 €	6,80 €	3 €	
59 €	47 €	61 €	36 €	41 €	97 €	73 €	68 €	30 €	
Inhibition des souches microbiennes (70 %)	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕	⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕	⊕ ⊕	

Selon les indications sur les emballages, les neuf huiles essentielles de l'arbre à thé (appelé aussi "tea tree", le terme anglais) sont toutes extraites de l'espèce *Melaleuca alternifolia*.



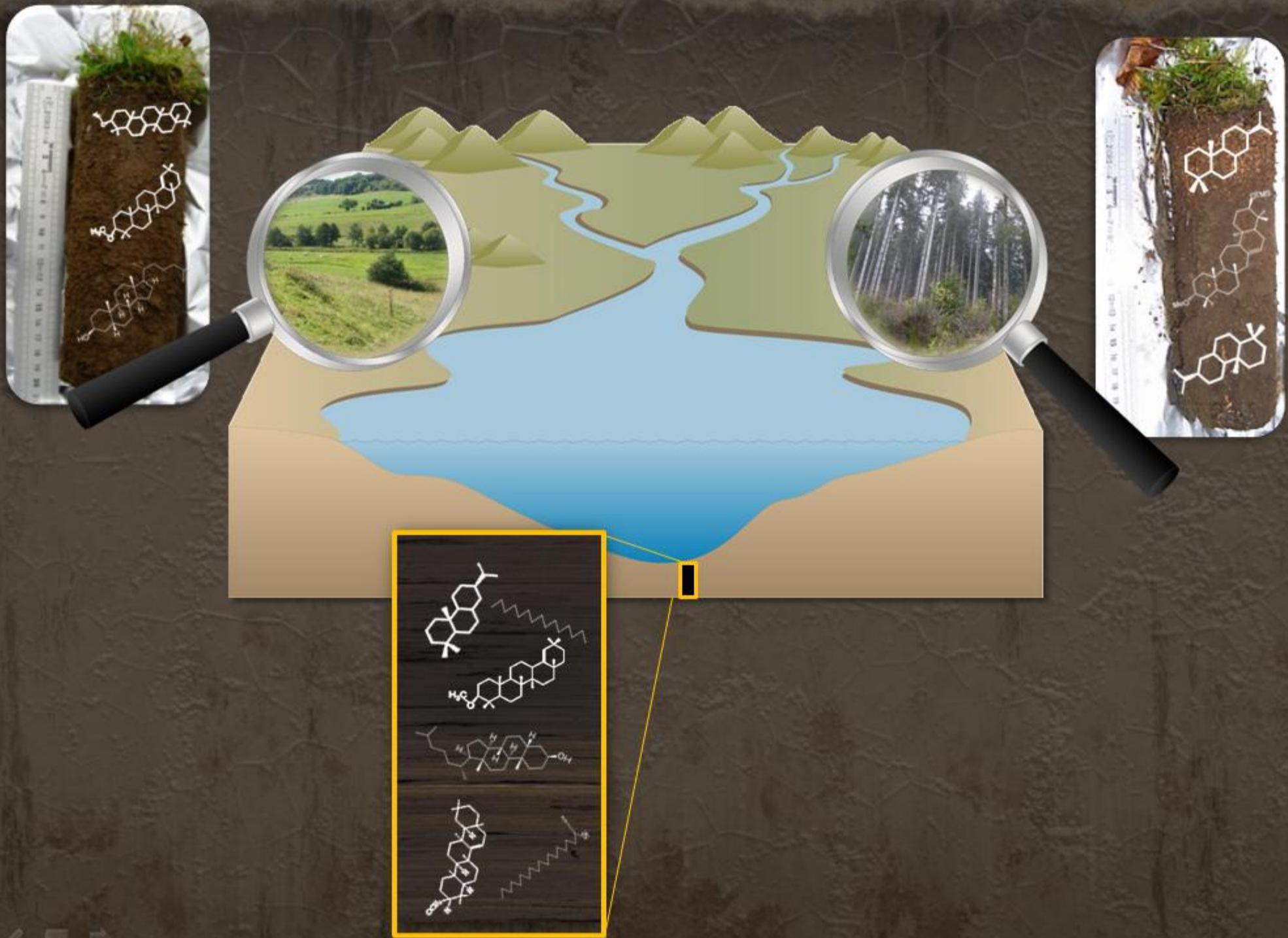
Terroir moléculaire

Stress ? Climat ?

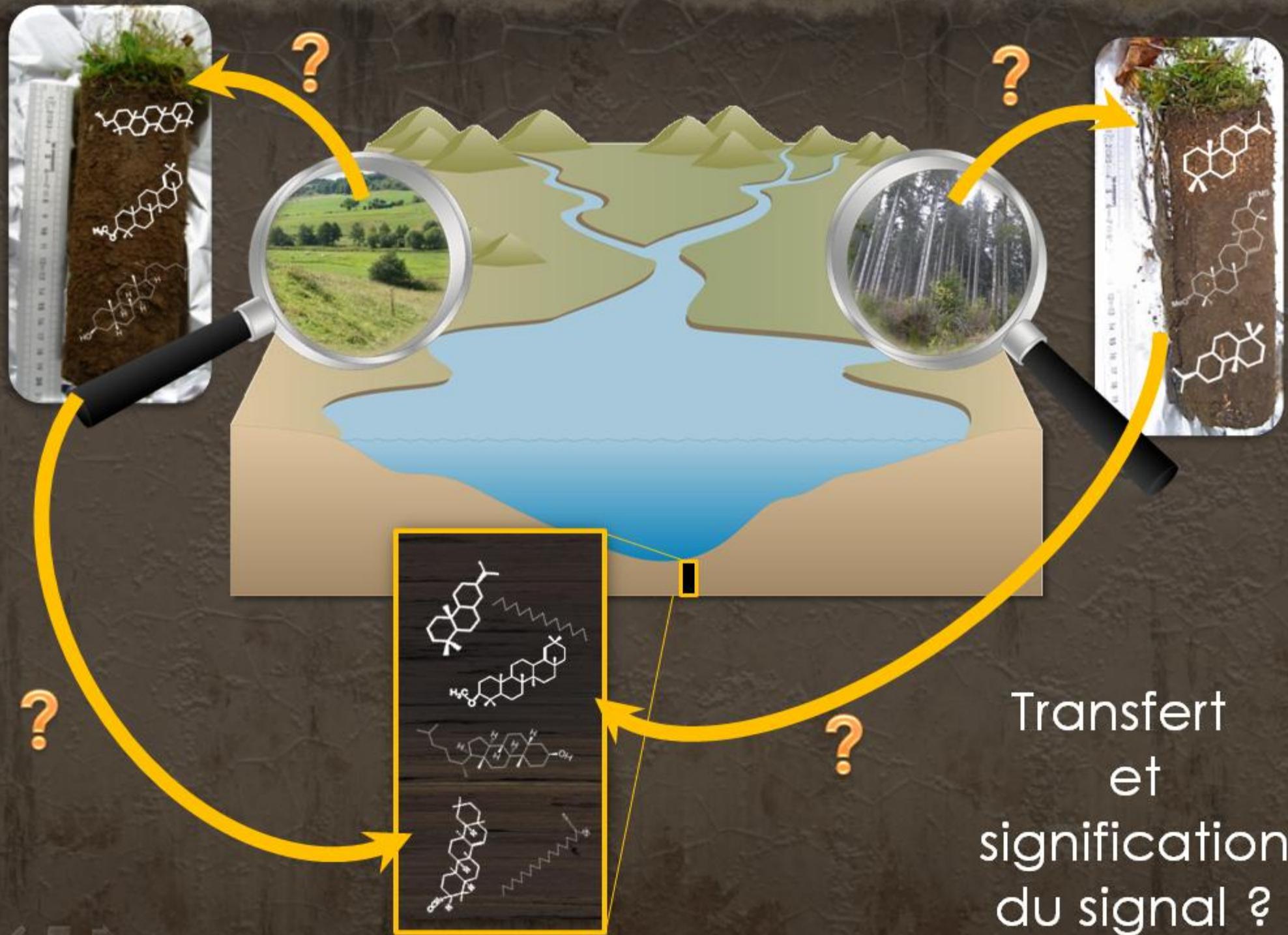
Qualité des sols ?

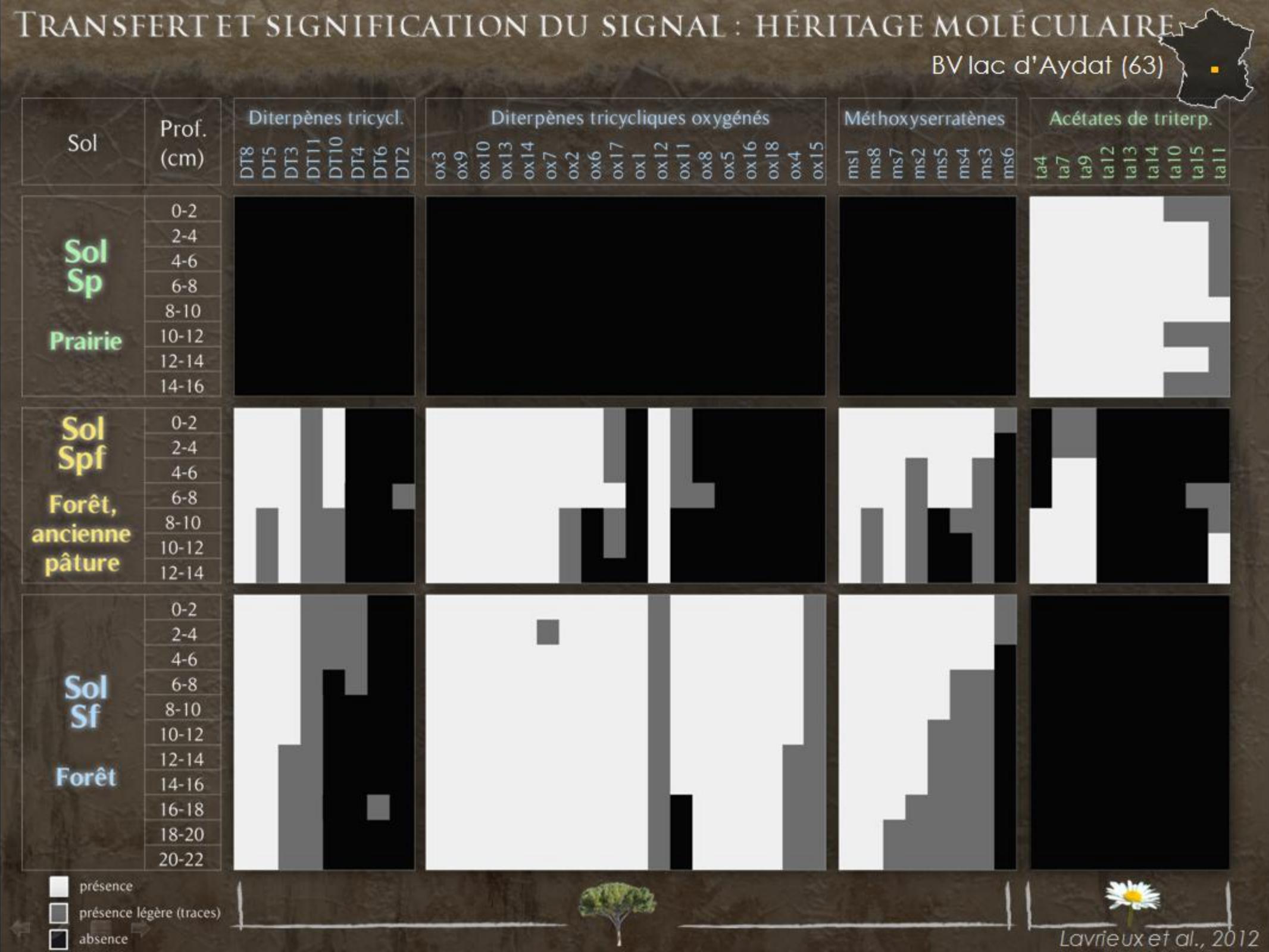
Variations des conditions environnementales ?

TRANSFERT ET SIGNIFICATION DU SIGNAL



TRANSFERT ET SIGNIFICATION DU SIGNAL





Miliacine,
Sols du BV du Lac du Bourget

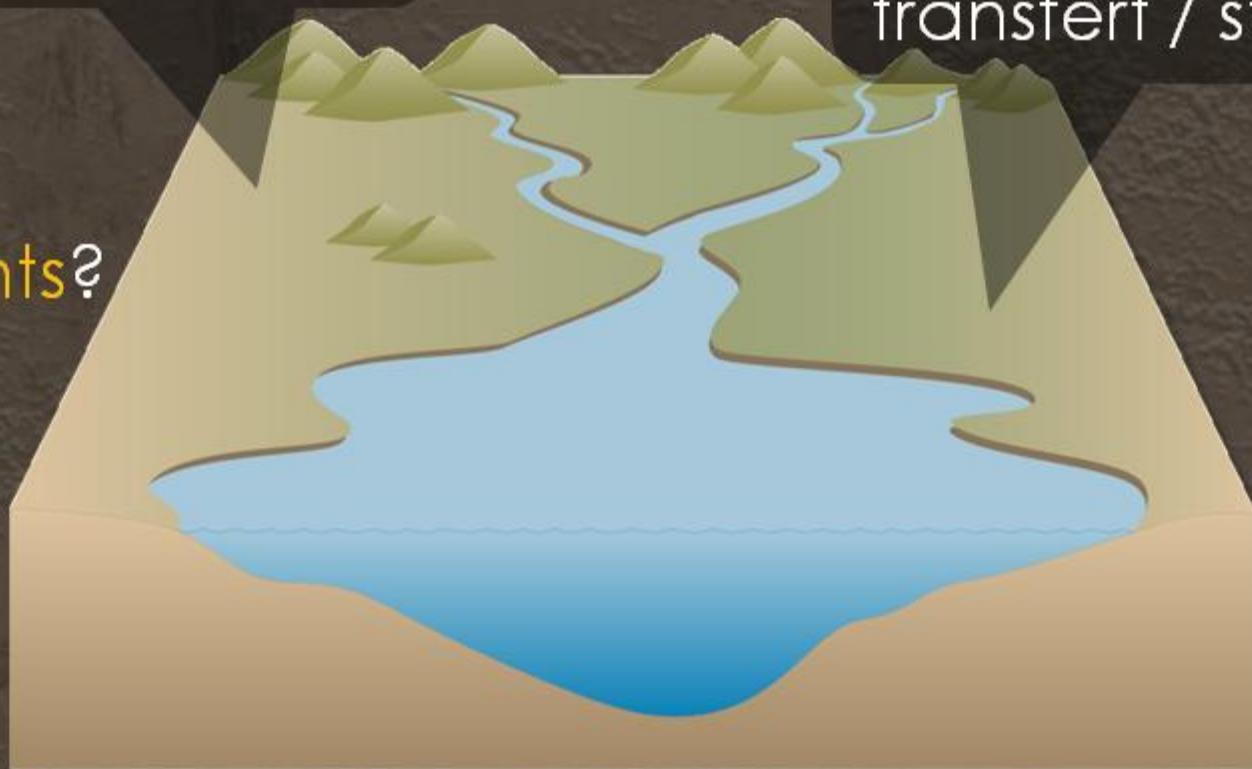
Héritage moléculaire de 3000 ans ?

Terroir moléculaire
Héritage moléculaire



... et pour
contaminants?

Connectivité
versants / zones de
transfert / stockage



Approches sur l'actuel ou paléo :
mêmes questionnements

Terroir moléculaire
Héritage moléculaire



... et pour
contaminants?

Connectivité
versants / zones de
transfert / stockage

Quid des « zones de transfert » ?

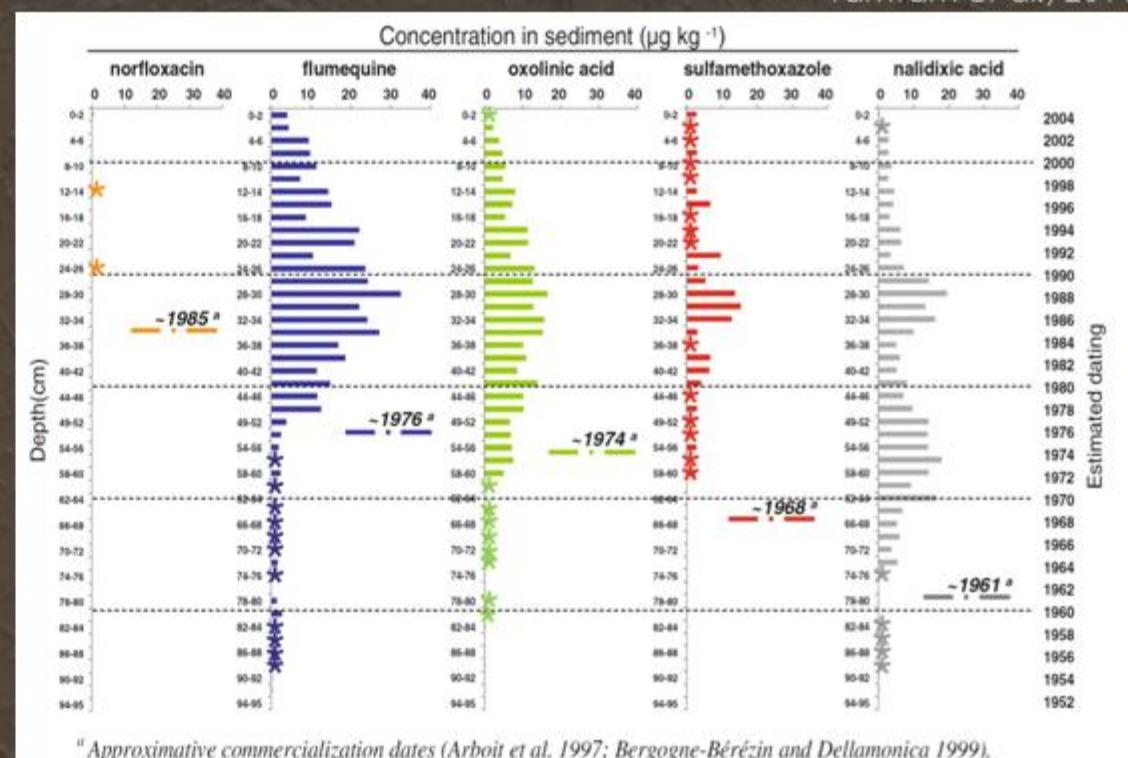
Approches sur l'actuel ou paléo :
mêmes questionnements

DIAGNOSTIC DES ENVIRONNEMENTS EN CONTEXTE FLUVIASTILE

Produits phytosanitaires

Tamtam et al., 2011

Produits pharmaceutiques



^a Approximate commercialization dates (Arboit et al. 1997; Bergogne-Béréniz and Dellamonica 1999).

Sédiments de plaine d'inondation de la Seine, ~80 km NW Paris

Sédiments fluviatiles
=
réservoirs de contaminants...

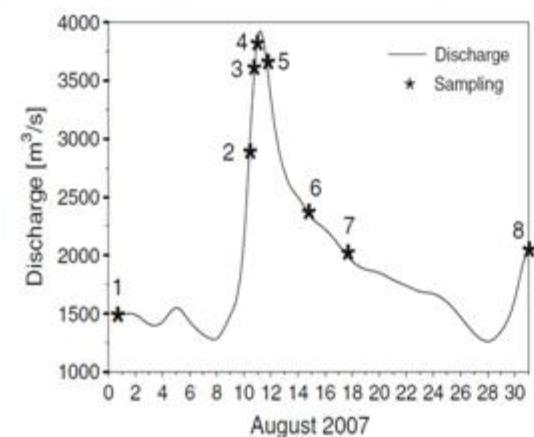
Thèse E. Joigniaux, 2011

Prélèvements bi-mensuels à mensuels, 2008-2010,
Eaux du système karstique du Val d'Orléans

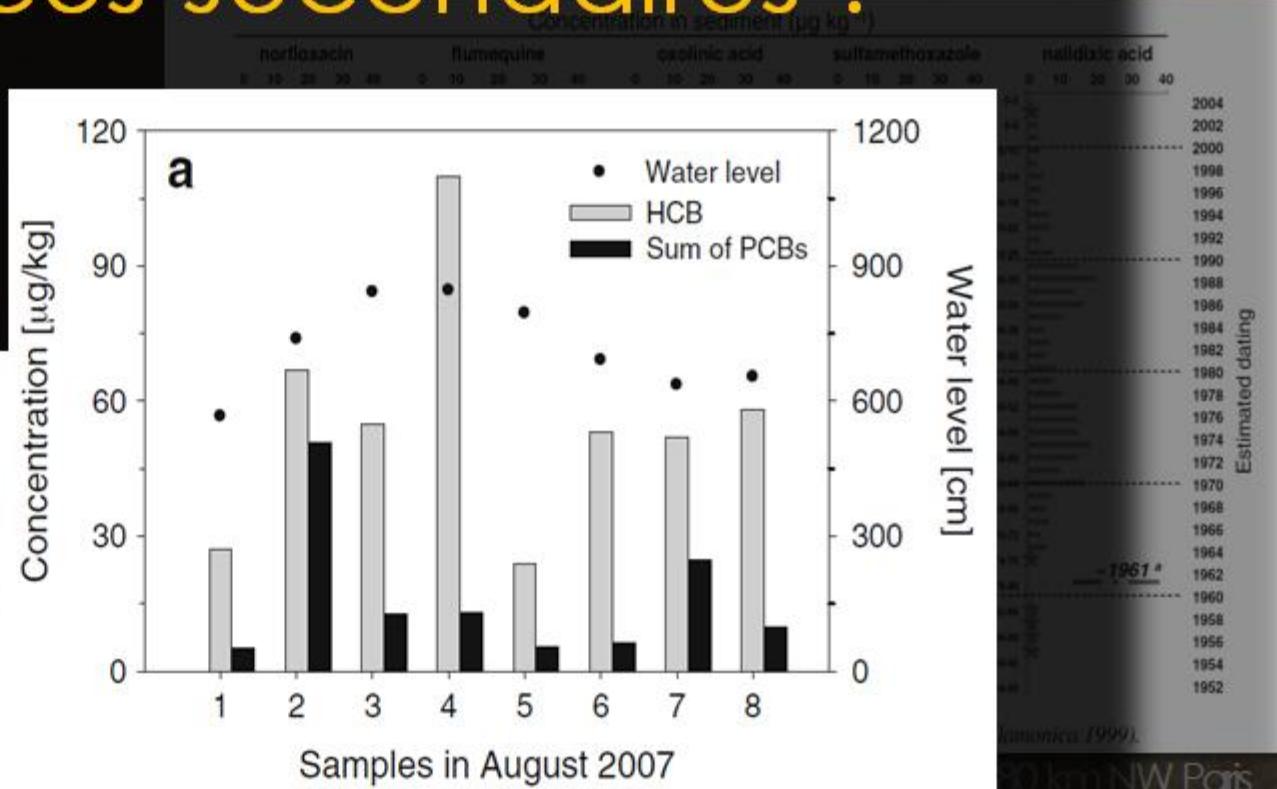
... et sources secondaires !

Tamtam et al., 2011

Matière particulière
en suspension,
Rhin
(Iffezheim, Allemagne)



Wölf et al., 2010



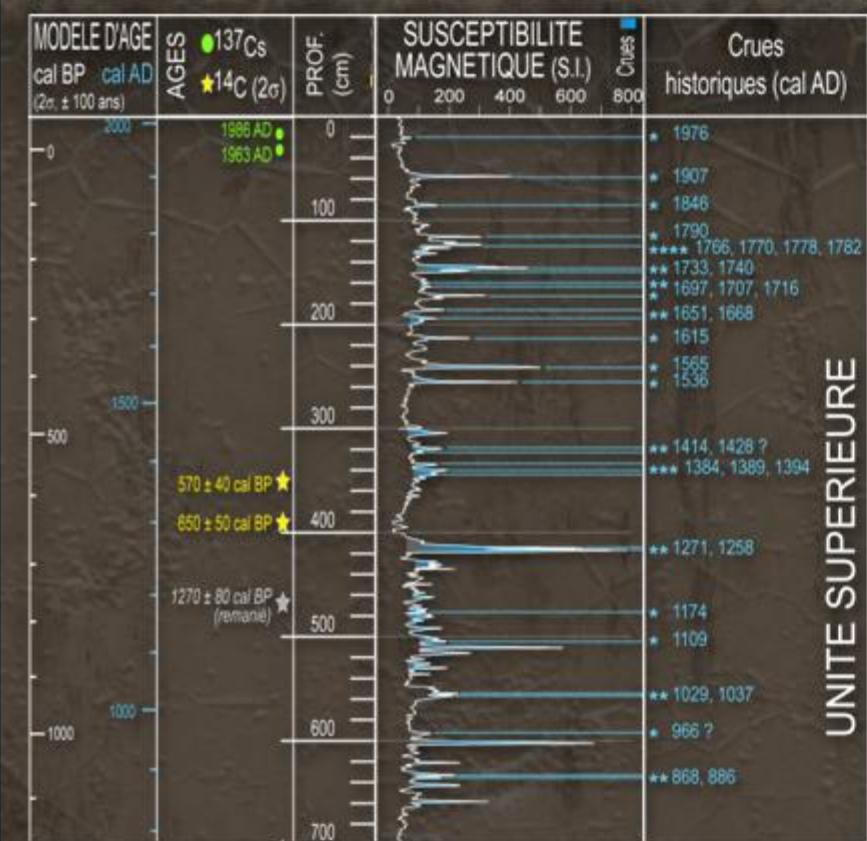
Thèse E. Joigniaux, 2011

Prélèvements bi-mensuels à mensuels, 2008-2010,
Eaux du système karstique du Val d'Orléans

Sédiments fluviaillés
=
réservoirs de contaminants...

DIAGNOSTIC DES ENVIRONNEMENTS

Carotte sédimentaire
du lac d'Aydat (63)



En crue / hors crue :

Signal identique



Signal moléculaire



Modalités de transfert du signal
Dynamique spatio-temporelle

Approche sur l'actuel
indispensable !
... et d'intérêt multiple

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

APPROCHE MOLÉCULAIRE

Applications nombreuses et variées

Approches sur l'**actuel** (traçage, contaminations) et **paléo** (paléoenvironnements)

SIGNIFICATION DU SIGNAL À ÉCLAIRCIR...

Terroir moléculaire, héritage moléculaire des sols

... NOTAMMENT DANS LES « ZONES DE TRANSFERT » ?

Dynamique réservoir / source

Connectivité des **versants** aux zones de **transfert** et de **stockage**

Liens avec conditions **hydrologiques** / **hydrodynamiques**

↳ Nécessité de l'approche transdisciplinaire

... Questionnements
d'intérêt majeur
pour le **diagnostic**
des **environnements**

passés

actuels

... et **futurs**

« Climate database », IPSL

FROG

French Researchers in
Organic Geochemistry



2ème Réunion des
Chercheurs Francophones
en Géochimie Organique

Université de Savoie, Bourget-du-Lac
3-4 juillet 2014

www.geochimie.fr