



Finances



QUALITE DES SOLS VITICOLES EN LANGUEDOC-ROUSSILLON EFFETS DES PRATIQUES AGRICOLES

Patrice COLL

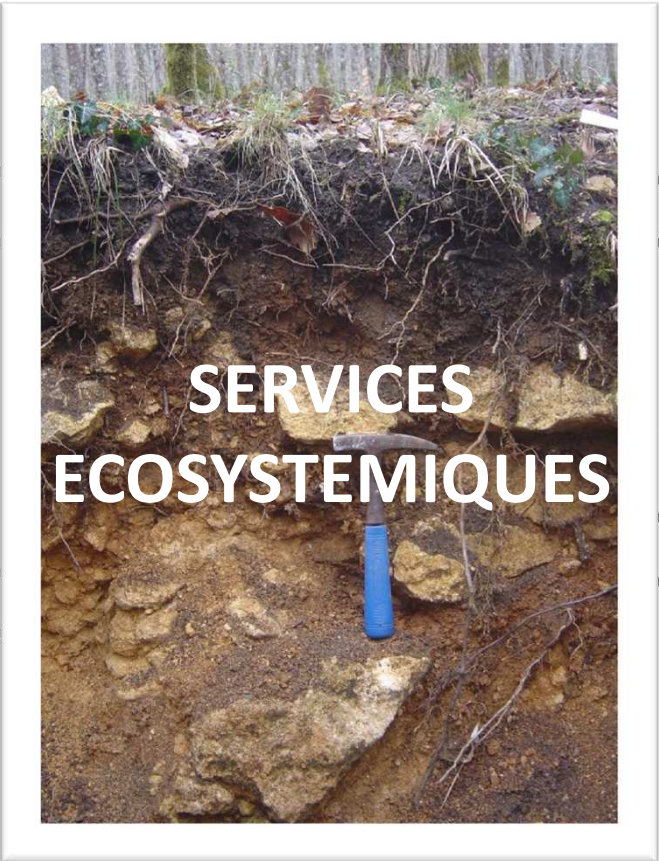
8 décembre 2011

Thèse dirigée par Cécile VILLENAVE (Directrice, IRD)
et Edith LE CADRE (Co-directrice, Montpellier SupAgro)

PRODUCTION



REGULATION



(MEA, 2005)

CULTURELS



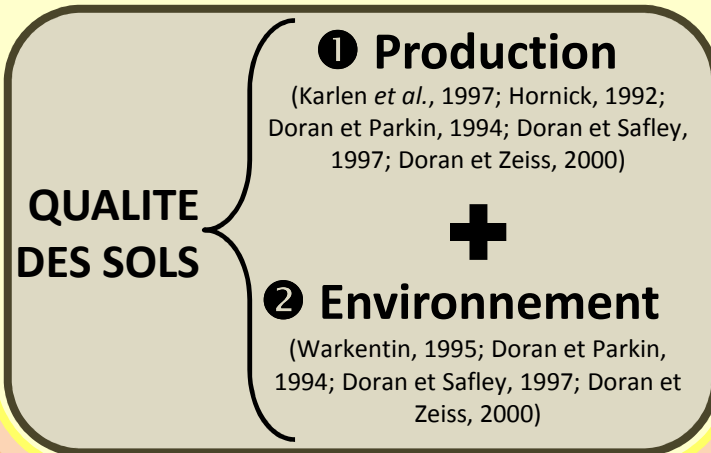
SUPPORT



Qualité des sols : définitions

③ Contexte

(Doran et Safley, 1997; Martin *et al.*, 1999)



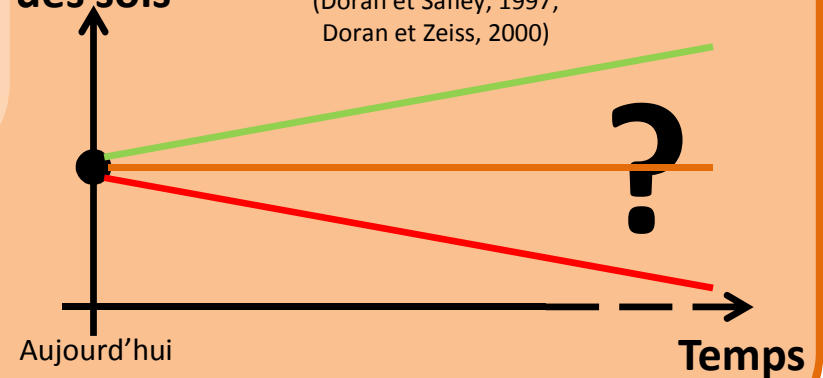
④ Utilisation

(Johnson *et al.*, 1997; Martin *et al.*, 1999)

Qualité des sols

⑤ Durabilité

(Doran et Safley, 1997; Doran et Zeiss, 2000)

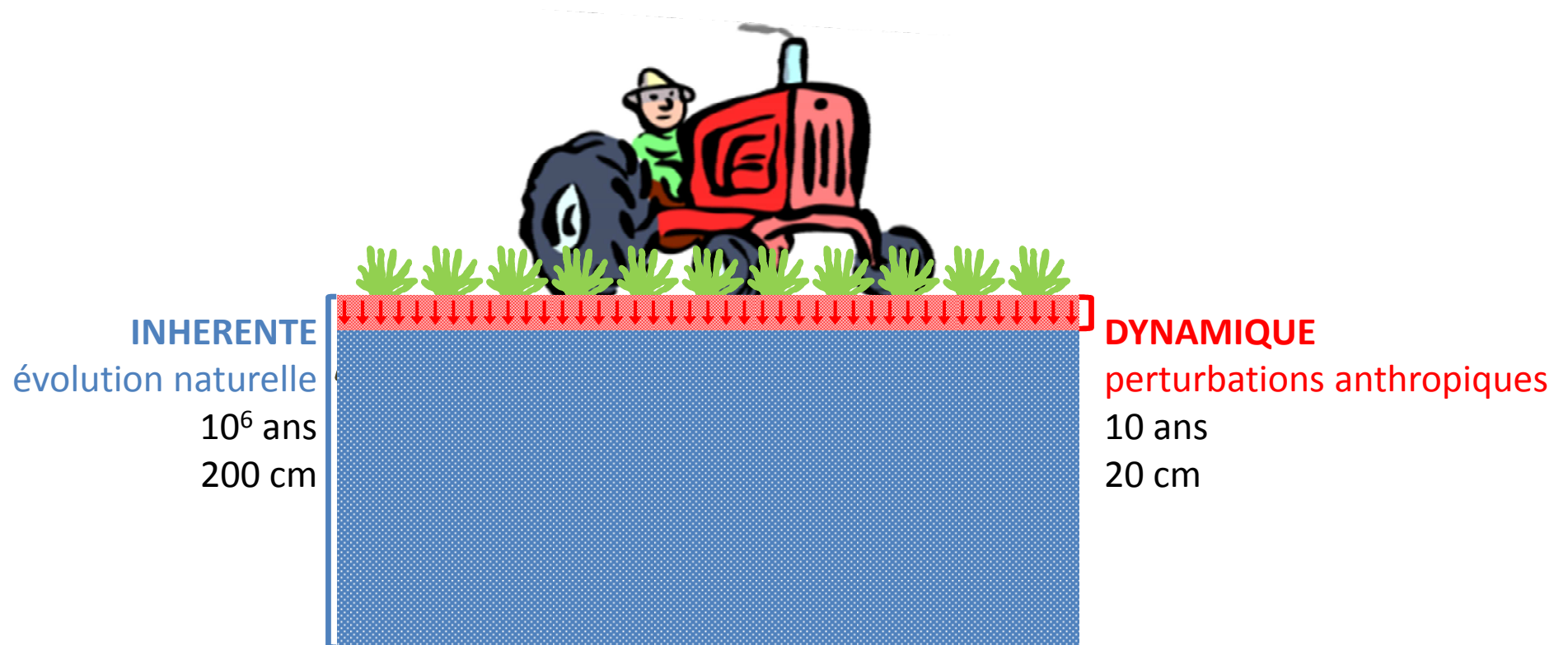


Qualité des sols : notion complexe et subjective
CONTEXTUALISER

Qualité des sols : définitions

2 QUALITES DES SOLS

(Karlen *et al.*, 1997; Doran et Zeiss, 2000; Doran, 2002;
Karlen *et al.*, 2003; Wienhold *et al.*, 2004; Dominati *et al.*, 2010)



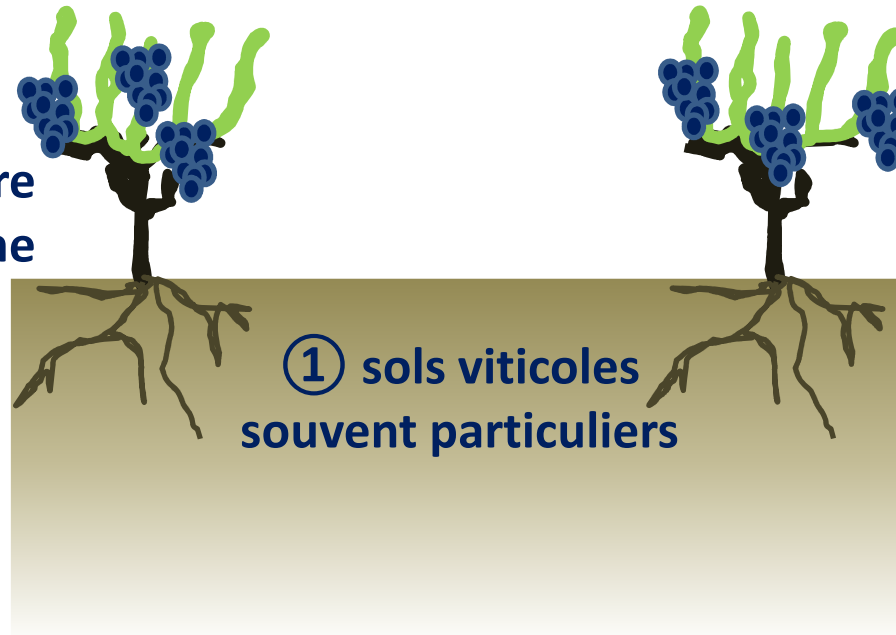
Qualité des sols et indicateurs



INDICATEUR : outil qui fournit des informations sur un élément d'un système qui est difficile d'accès, dans le but d'aider à son analyse et à sa gestion (Wery *et al.*, 2011)

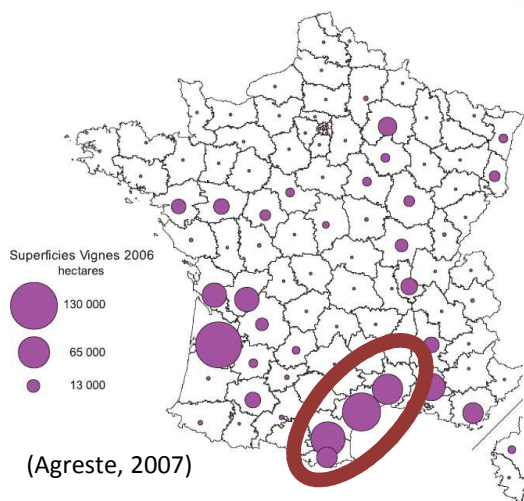
③ culture
omniprésente

② culture
pérenne



France
= 2^{ème} producteur mondial

Agreste, 2006



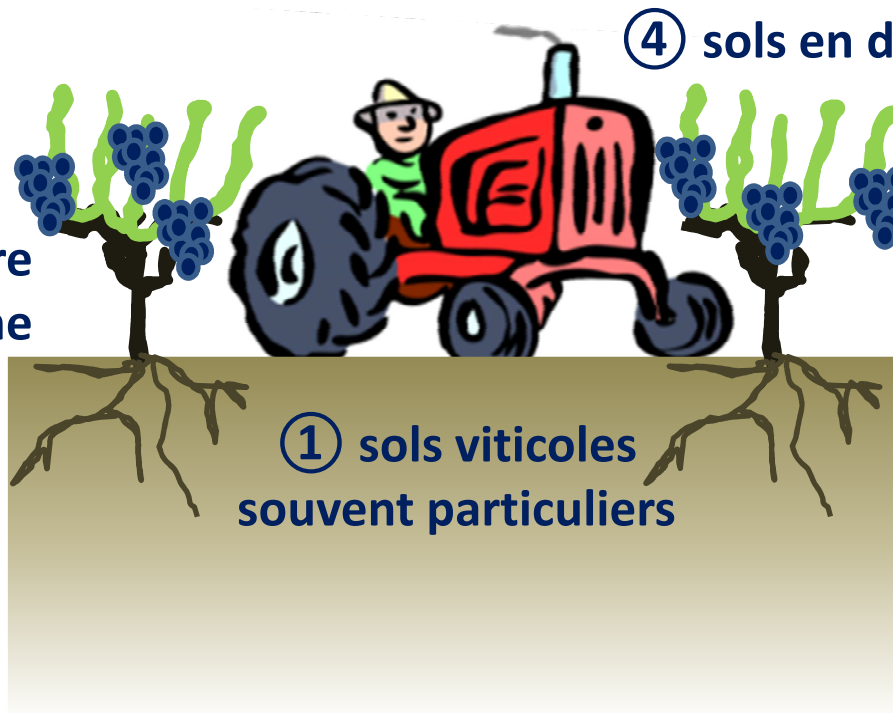
Languedoc-Roussillon
= 1^{ère} région viticole

Agreste, 2011

Intérêts d'étudier les sols viticoles

③ culture
omniprésente

② culture
pérenne



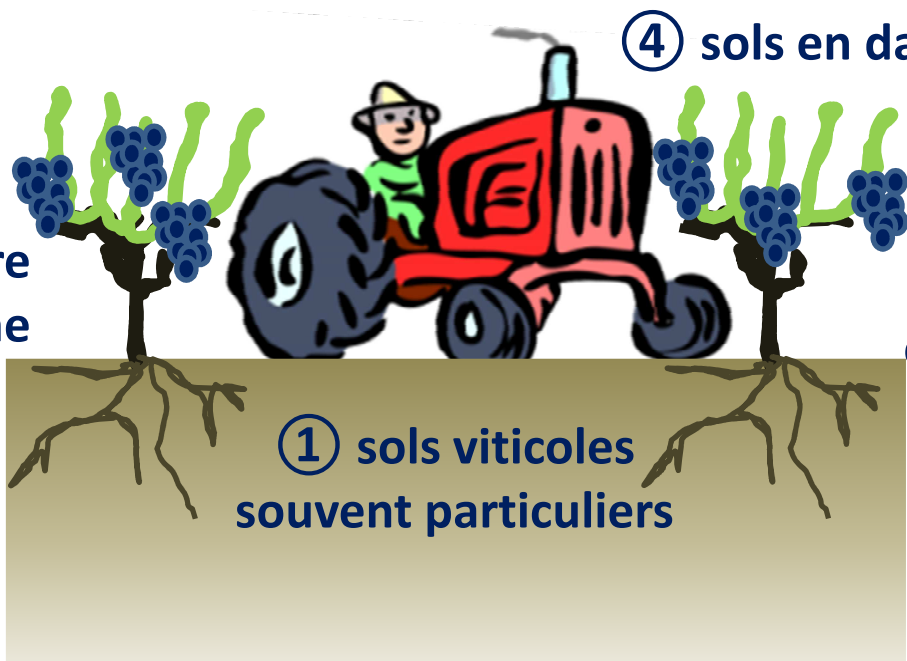
④ sols en danger

① sols viticoles
souvent particuliers

Intérêts d'étudier les sols viticoles

③ culture omniprésente

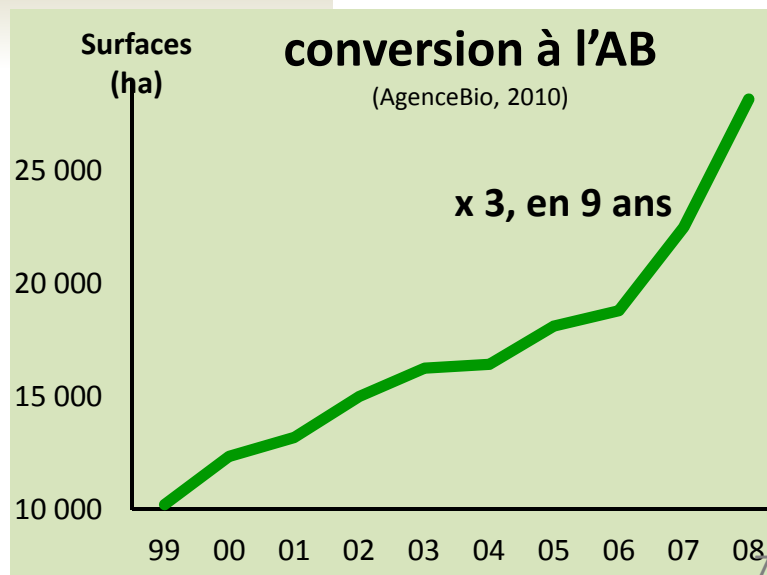
② culture pérenne



④ sols en danger

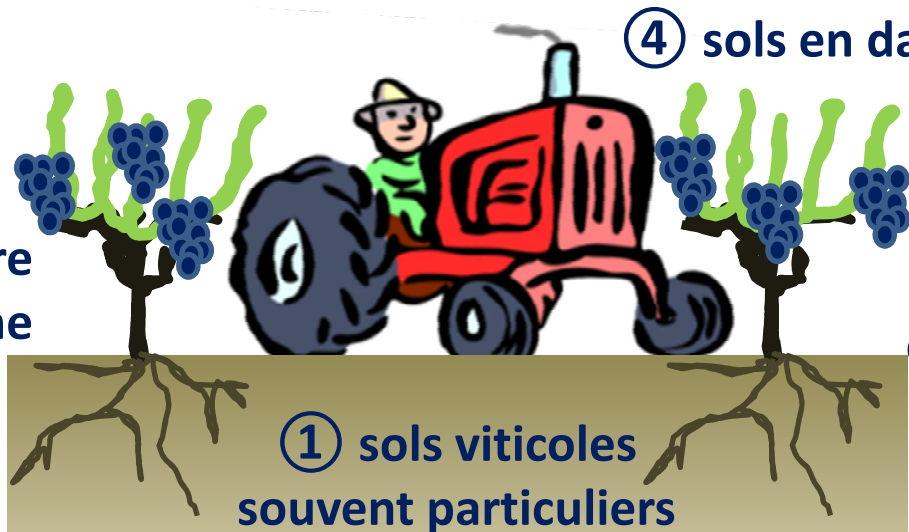
⑤ pratiques culturales changent

① sols viticoles souvent particuliers



③ culture omniprésente

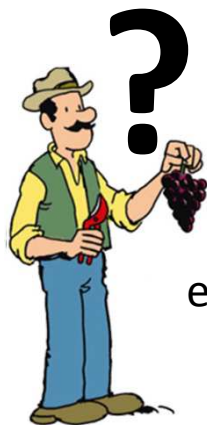
② culture pérenne



④ sols en danger

⑤ pratiques culturales changent

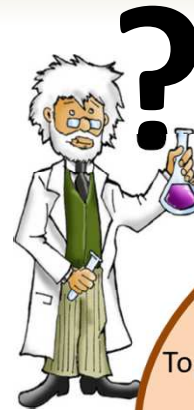
① sols viticoles souvent particuliers



Etude sociologique (29 viticulteurs)



BESOIN de connaissances et d'outils de diagnostic et de pilotage (Coll *et al.*, 2011 (soumis dans *Etude et Gestion des Sols*))

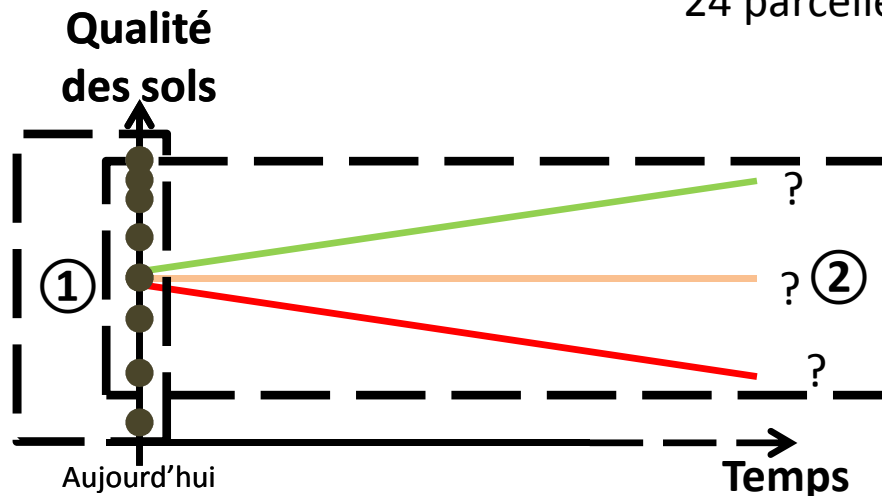
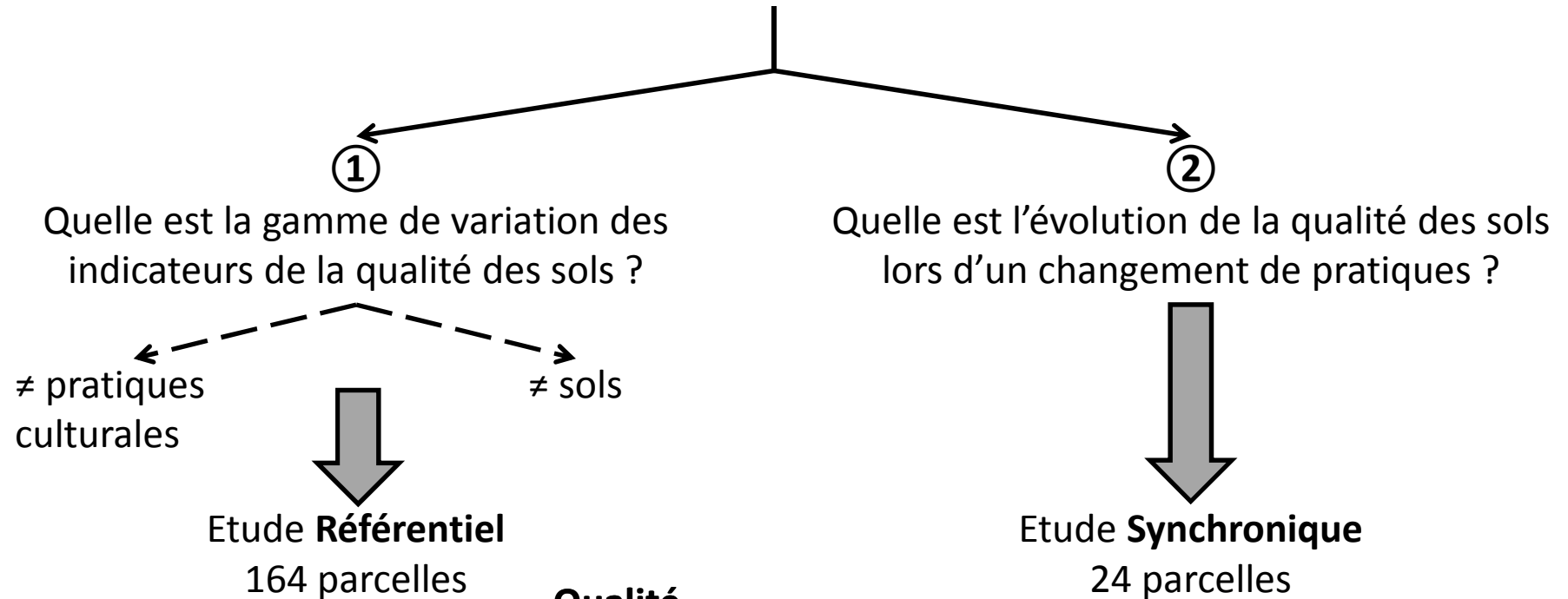


Recherches sur Web of Knowledge le 7/12/11

Topic : { « soil quality » ou « soil health » } ET { « vineyard » ou « vine » ou « wine » }

=> 17 résultats pertinents

Quels sont les effets des pratiques viticoles sur la qualité des sols?



Sélection d'indicateurs

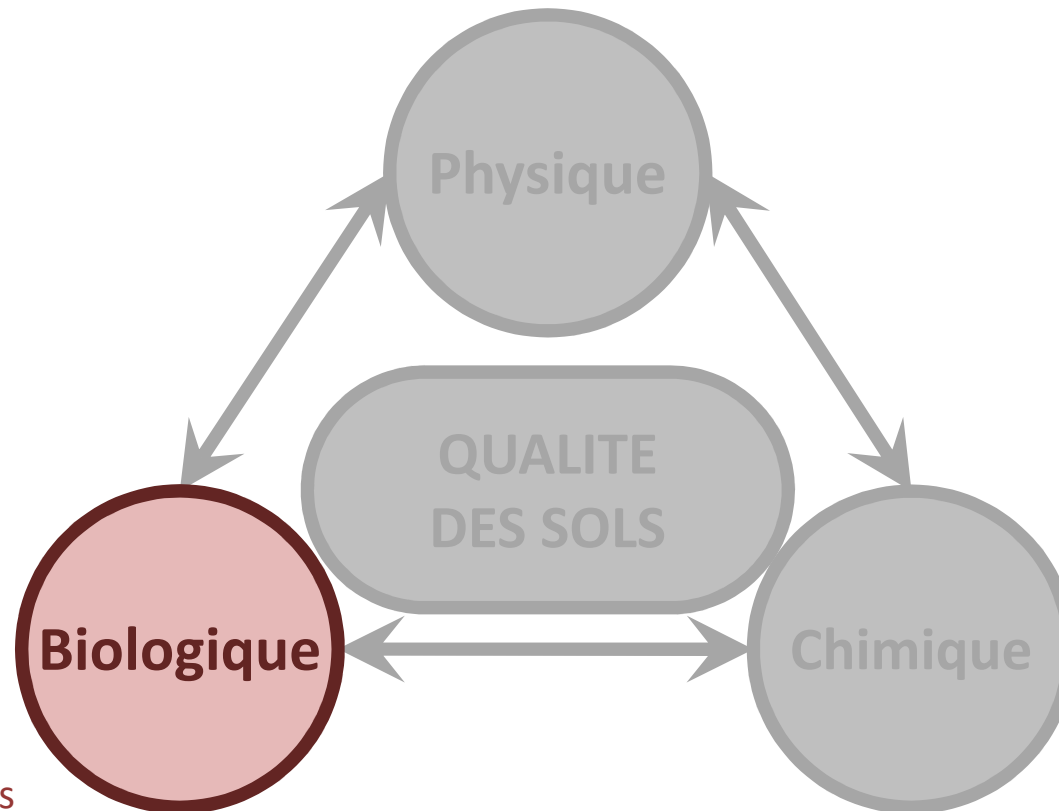
**QUALITE DES
SOLS INHERENTE**

**QUALITE DES SOLS
DYNAMIQUE**



*: extraction à l'eau

Sélection d'indicateurs



- microorganismes
- nématofaune
- vers de terre

Pourquoi ces indicateurs ?

MICROORGANISMES



- * acteurs de processus clés
- * pool important de nutriments

VERS DE TERRE

ingénieurs de l'écosystème



- * structure du sol
- * infiltration de l'eau
- * décomposition matière organique
- * ≠ catégories écologiques (épigés, endogés et anéciques)

NEMATOFAUNE

- * abondance ↑,
- * diversité ↑,
- * ≠ caractéristiques démographiques,
- * ≠ groupes trophiques

LIBRES

Bactérovores



Fongivores



Omnivores

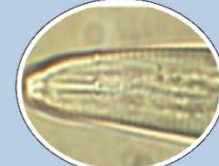


Prédateurs



PHYTOPHAGES

Facultatifs



Obligatoires



- * micro-régulation
- * dynamique de la MO
- * recyclage des nutriments
- * perturbations et pollutions

- * couverture végétale
- * parasitisme

Paramètres mesurés

Microorganismes

Biomasse microbienne

Respiration

Quotient métabolique

Biomasse microbienne / Carbone organique

**Nématofaune**

Abondance totale

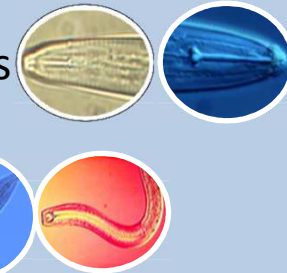
Abondance des phytophages et des phytoparasites

Abondance des bactéricivores et des fongivores

Abondance des omnivores et des prédateurs

Indice de Structure (SI), Indice d'Enrichissement (EI)

Indice des voies de décomposition (NCR)

**Vers de terre**

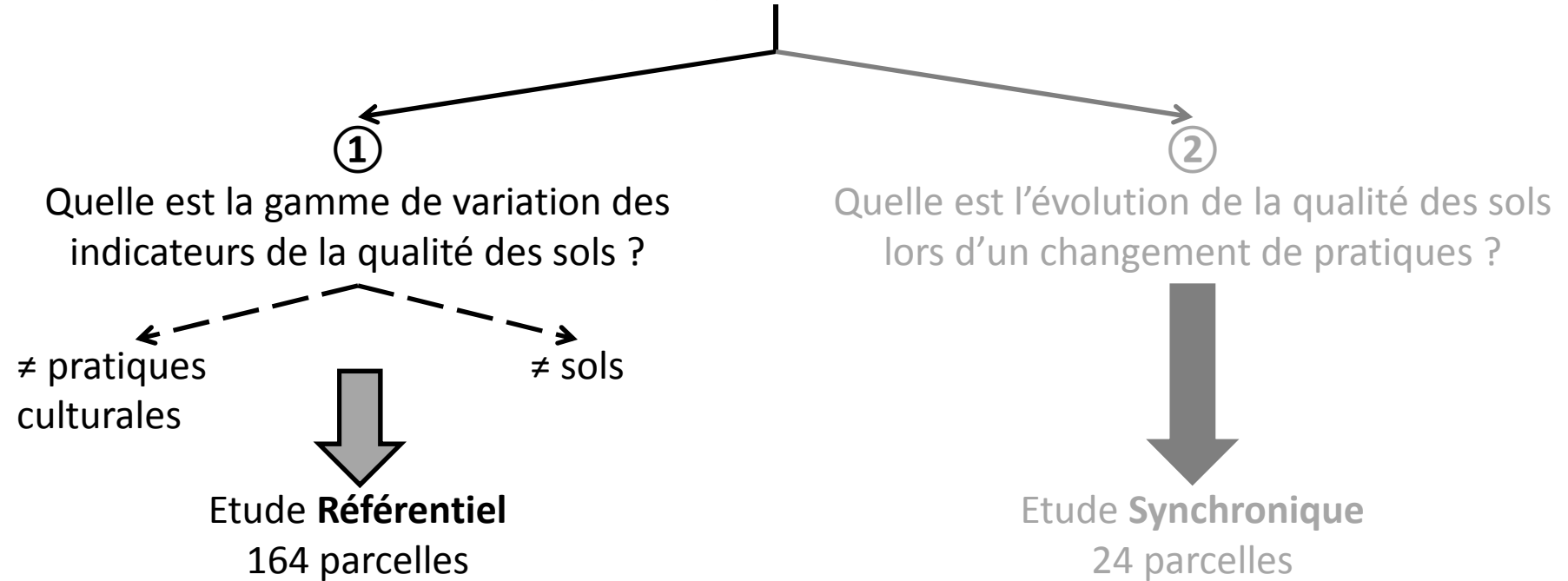
Abondance des anéciques et des endogés

Biomasse des anéciques et endogés

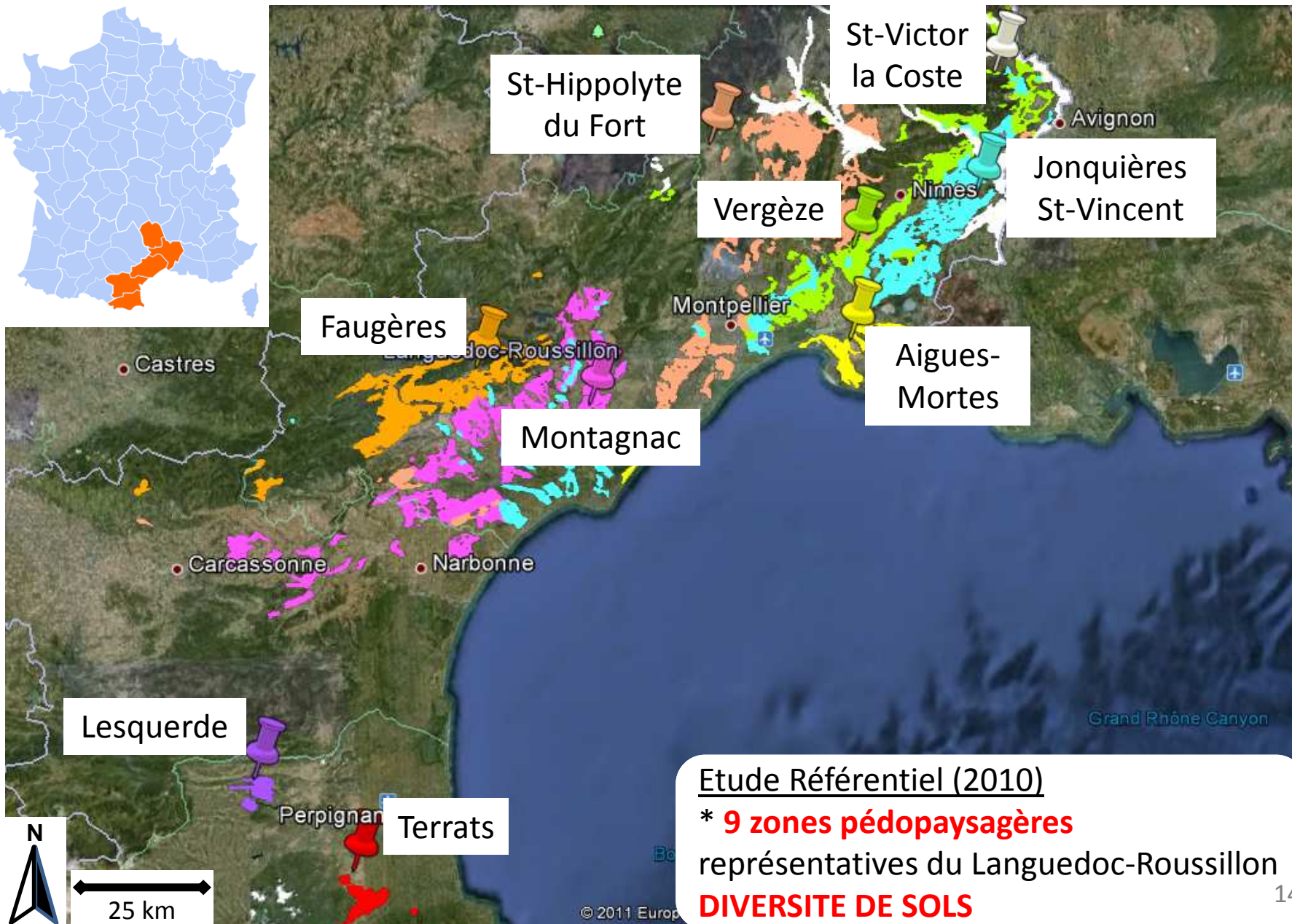
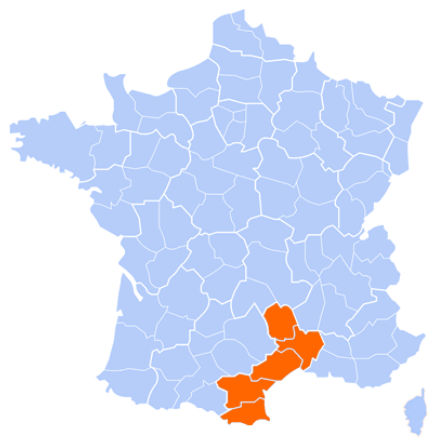


Question de recherche

Quels sont les effets des pratiques viticoles sur la qualité des sols?



Sélection des zones -> sols



Etude Référentiel (2010)

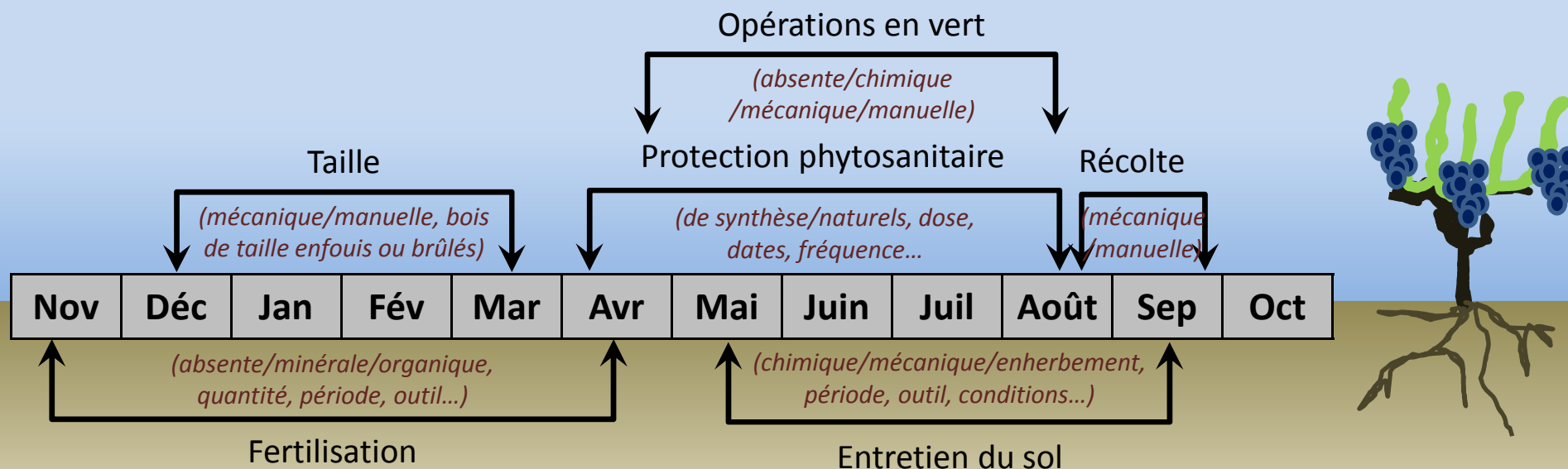
* **9 zones pédopaysagères**

représentatives du Languedoc-Roussillon

DIVERSITE DE SOLS

Sélection des parcelles -> pratiques culturelles

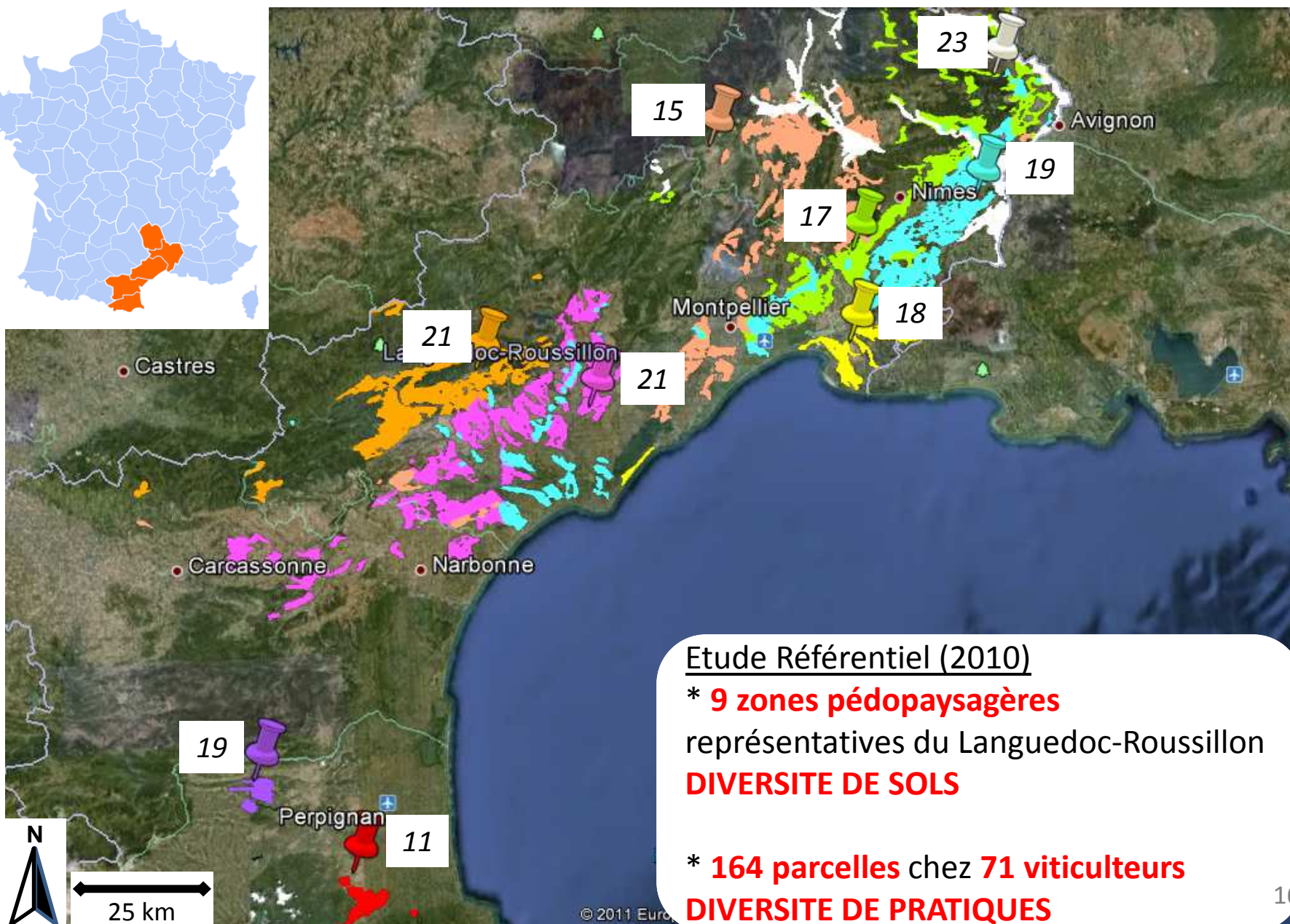
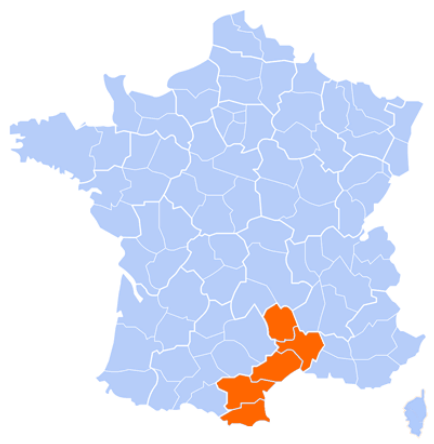
Itinéraire culturel complexe et diversifié



Etude Référentiel (2010)

* **164 parcelles** chez **71 viticulteurs**
DIVERSITE DE PRATIQUES

Un réseau de parcelles important



Prélèvements de sol et de vers de terre

SOL : * 164 parcelles,

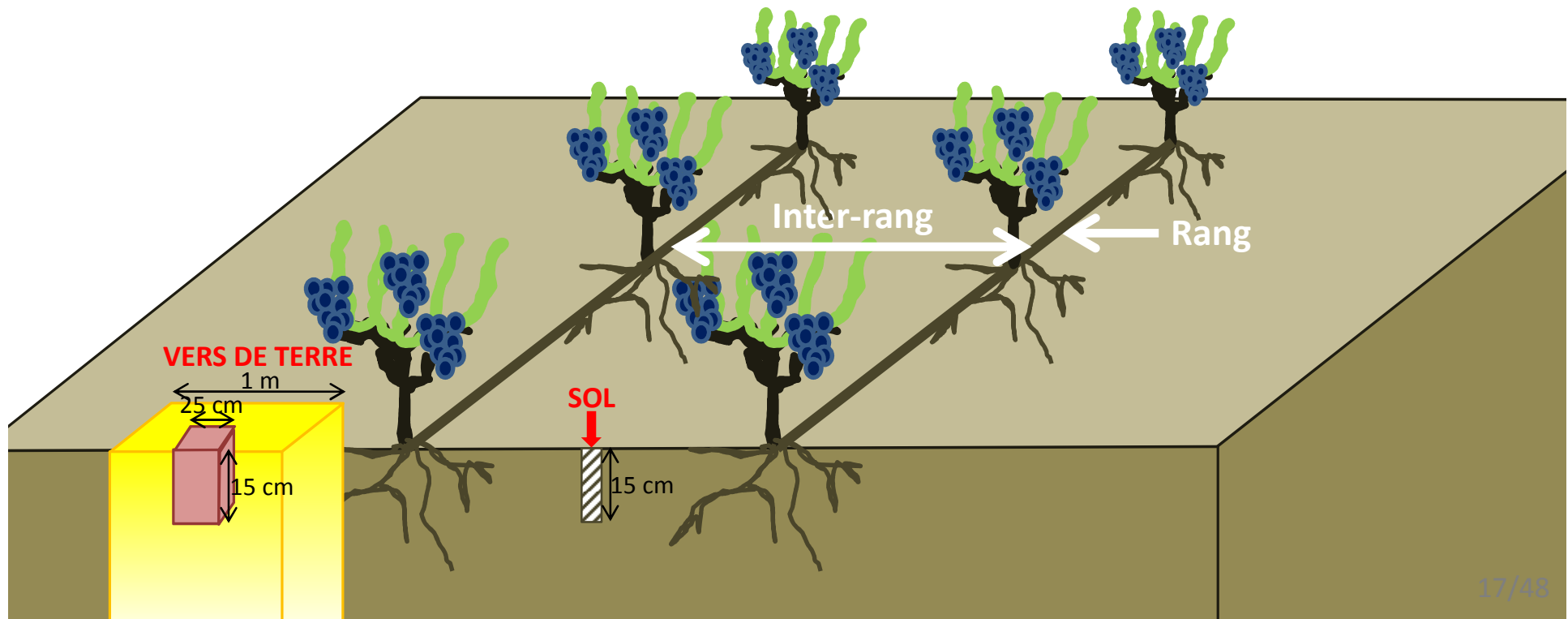
* 1 parcelle = 1 échantillon (composite de 10 carottages)

164 échantillons

VERS DE TERRE : * 13 parcelles,

* 1 parcelle = 4 répétitions : extraction moutarde + tri manuel

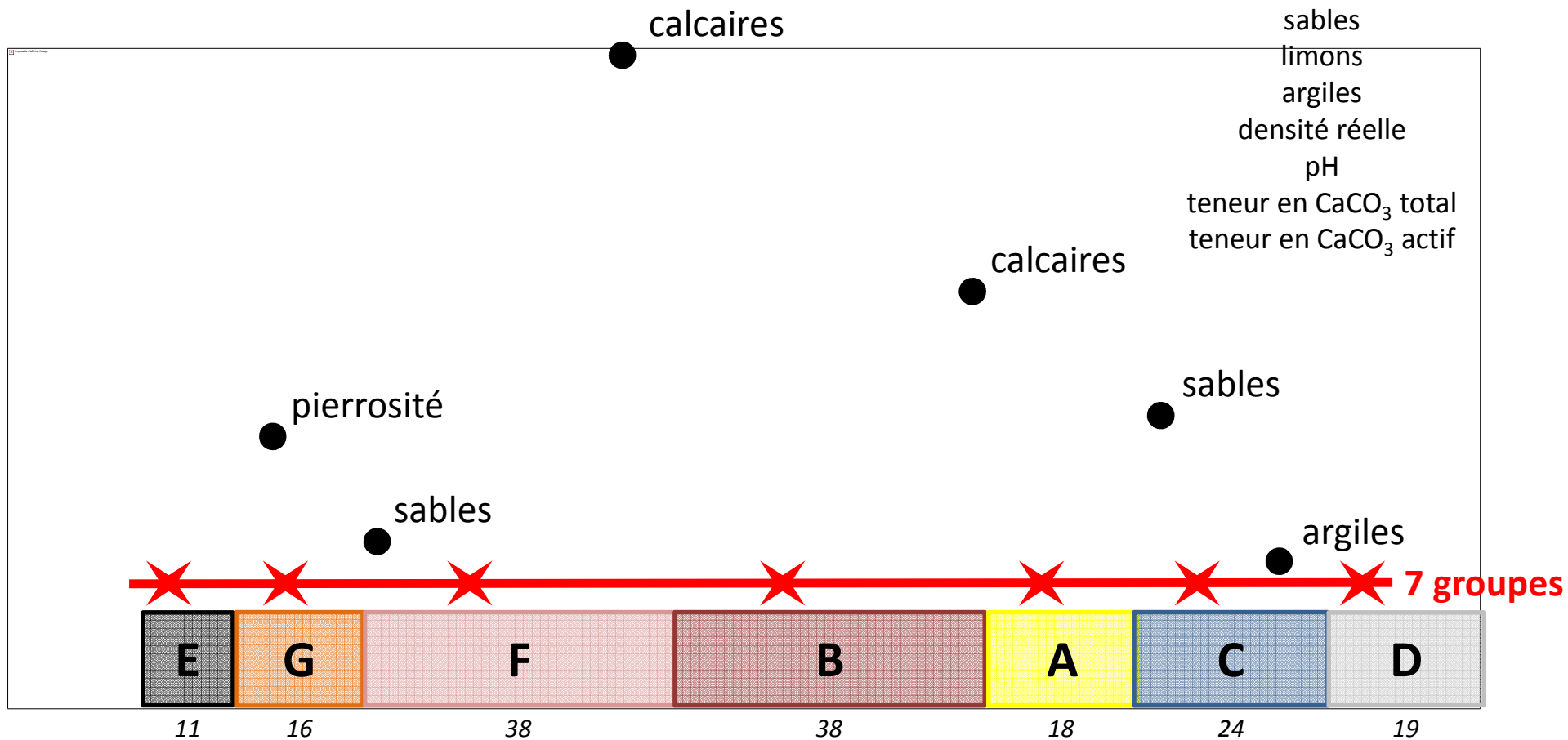
13 échantillons



Types de sols : classification par clustering

Indicateurs de qualité **inhérente** de sol

- refus 1 cm
- refus 2 mm
- sables
- limons
- argiles
- densité réelle
- pH
- teneur en CaCO₃ total
- teneur en CaCO₃ actif



7 types de sols

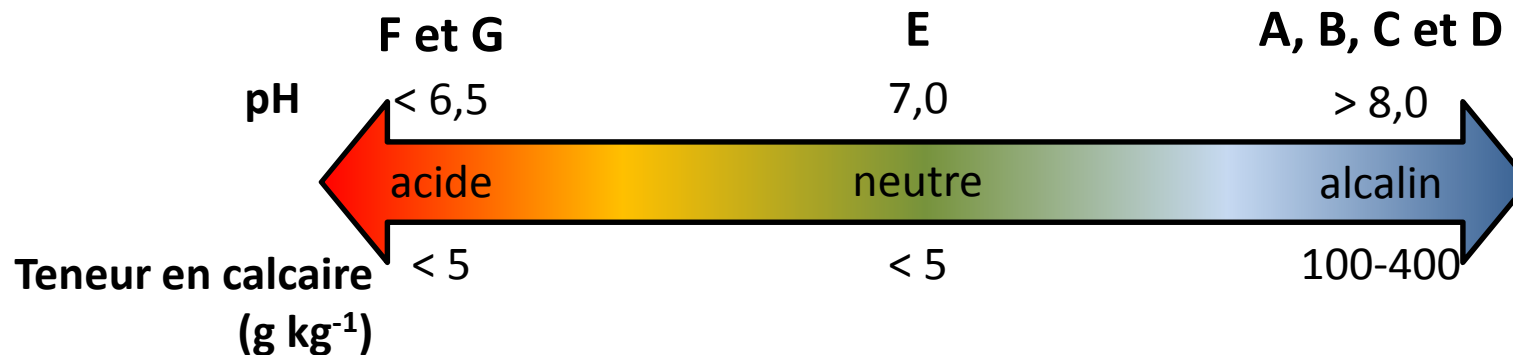
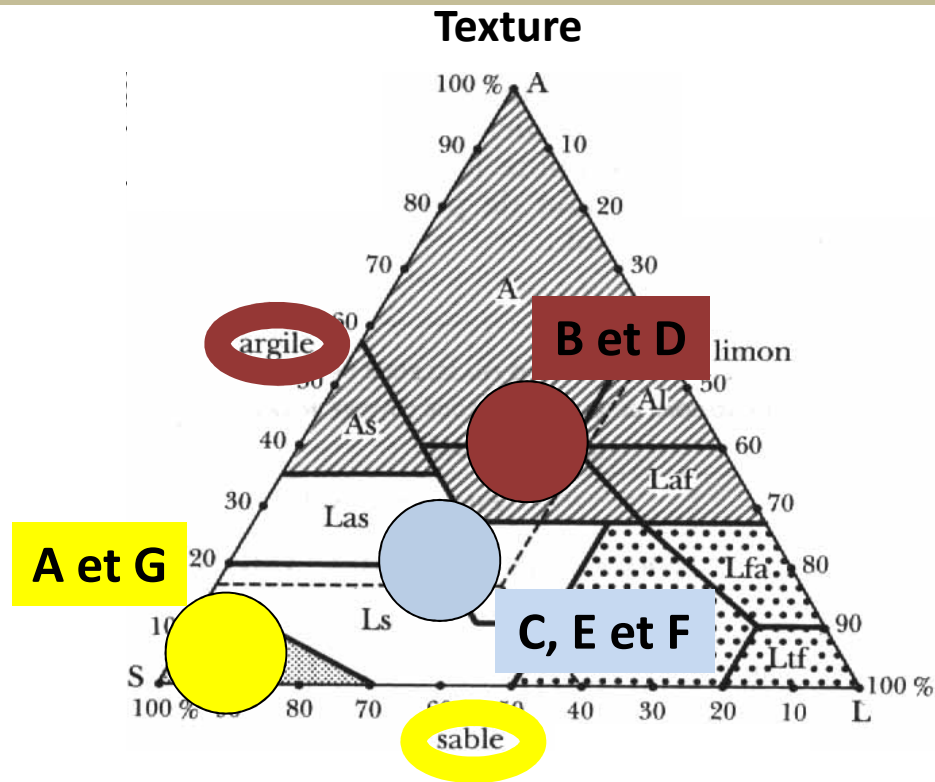
Types de sols : répartitions

		TYPES DE SOLS						
		A	B	C	D	E	F	G
ZONES GEOGRAPHIQUES	Aigues-Mortes	18						
	Montagnac		20	1				
	Vergèze		8		9			
	Jonquières Saint-Vincent				2	11	6	
	Saint-Victor la Coste		1	22				
	Lesquerde						3	16
	Terrats				2		9	
	Faugères				1		20	
	Saint-Hippolyte du Fort		9	1	5			
	TOTAL	18	38	24	19	11	38	16

Pour A, E et G : 1 type = 1 zone géographique

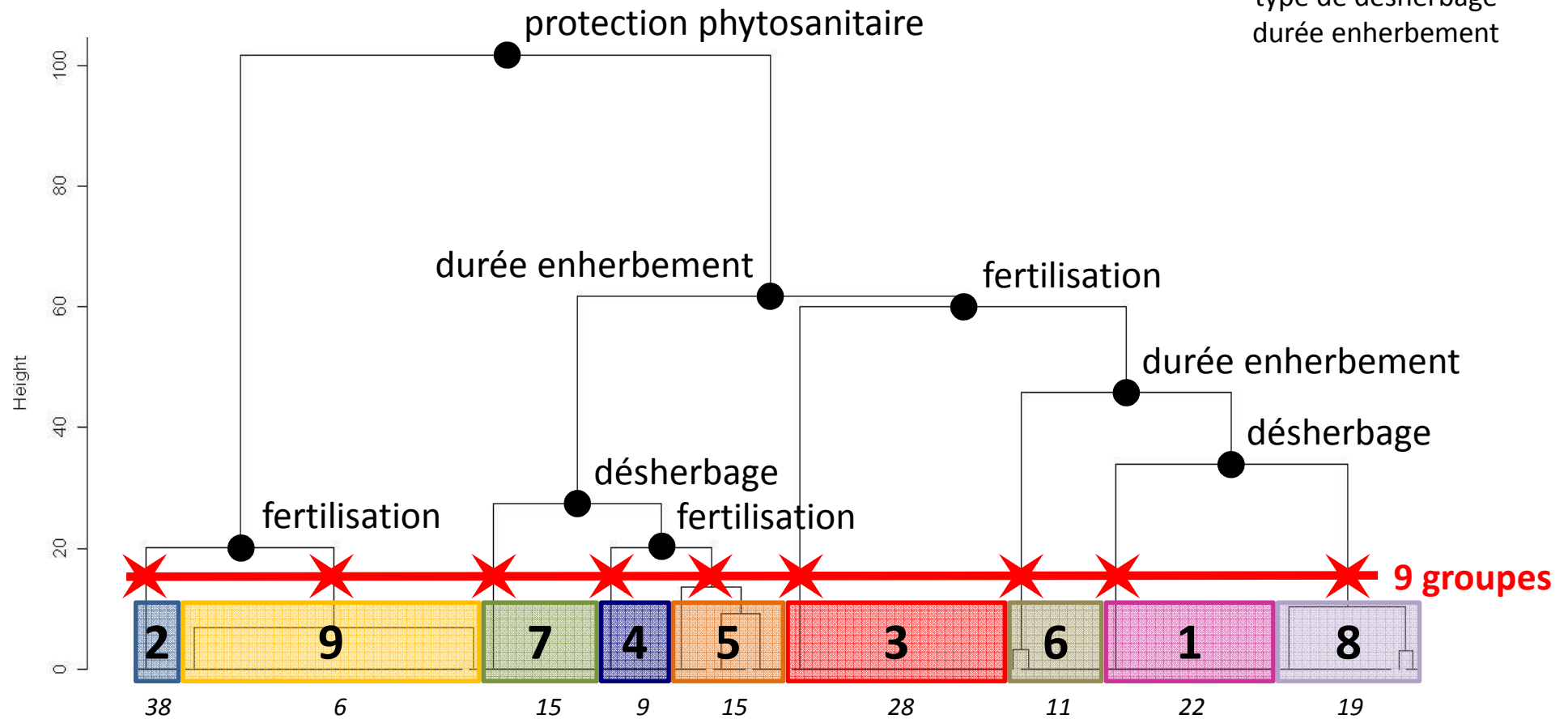
Pour B, C, D et F : 1 type = 3 -5 zones géographiques

Types de sols : amplitude



Types de pratiques : classification par clustering

4 pratiques retenues
 protection phytosanitaire
 type de fertilisation
 type de désherbage
 durée enherbement



9 types de pratiques culturelles

Types de pratiques : répartition

		TYPES DE PRATIQUES CULTURALES								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
TYPES DE SOLS	A	6	6	6						
	B	6	11	1	2	2	7	7	1	1
	C		1	6		2	2		10	3
	D		7	4		1	1	2	3	1
	E		2	1		3	1		4	
	F	7	8	10	3	1	1	6	1	1
	G	3	3		4	6				
TOTAL		22	38	28	9	15	11	15	19	6

Bonne répartition entre types de sols
et types de pratiques culturales

Gammes de variation des indicateurs

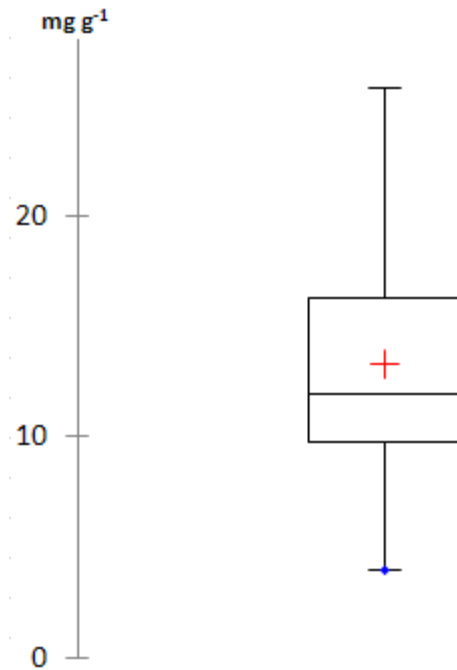
	Indicateurs	Minimum	Médiane	Maximum
physiques	Densité apparente (g cm ⁻³)	0,9	1,4	1,7
	Humidité à la capacité au champ (%)	4	23	45
	Porosité totale (%)	37	52	71
	Diamètre moyen pondéral - sans gravier (mm)	0,2	0,4	1,0
	Diamètre moyen pondéral – avec gravier (mm)	0,2	0,7	3,2
chimiques	Carbone organique (mg g ⁻¹)	4	12	64
	Azote total (mg g ⁻¹)	0,3	1,0	4,2
	C / N	7	13	29
	Phosphore disponible (mg kg ⁻¹)	0	3 203	19 604
	Potassium disponible (mg kg ⁻¹)	8	38	177
	Cuivre disponible (mg kg ⁻¹)	0,1	0,4	1,3
	Capacité d'échanges cationiques (cmol ⁺ kg ⁻¹)	1	10	25
micro-organismes	Biomasse microbienne (µg C g ⁻¹)	8	70	414
	Respiration (µg C g ⁻¹)	0	1	5
	Quotient métabolique	0,0	0,4	6,5
	Biomasse microbienne / Carbone organique	0,2	0,6	1,2
	némato-faune	Abondance totale des nématodes (ind 100 g ⁻¹)	35	760
Abondance des nématodes libres (ind 100 g ⁻¹)		68	465	1 489
Abondance des phytophages (ind 100 g ⁻¹)		6	255	2 666
Abondance des bactérivores (ind 100 g ⁻¹)		17	202	874
Abondance des fongivores (ind 100 g ⁻¹)		26	168	644
Abondance des omnivores (ind 100 g ⁻¹)		0	46	232
Abondance des prédateurs (ind 100 g ⁻¹)		0	8	91
Indice de maturité		1,8	2,4	3,6
Indice des phytoparasites		2,0	2,3	3,0
Indice d'enrichissement		6	40	76
Indice de structure	6	50	89	
Rapport des voies de décomposition	0,2	0,5	0,9	

Construction d'un
REFERENTIEL
d'indicateurs de la qualité
des sols viticoles à l'échelle
du Languedoc-Roussillon

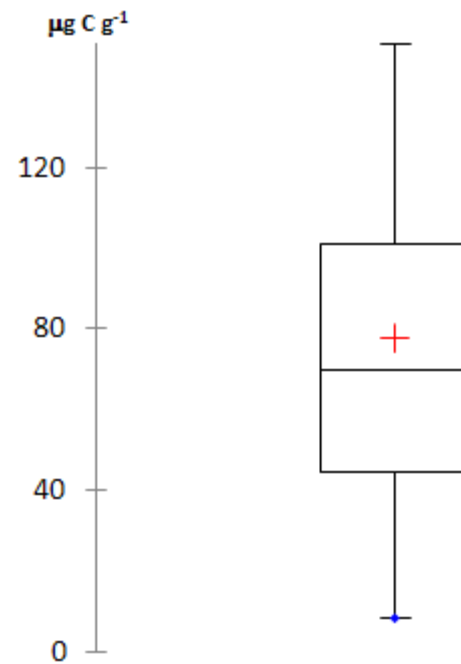
.....
..... 216 indicateurs !

Gammes de variation des indicateurs

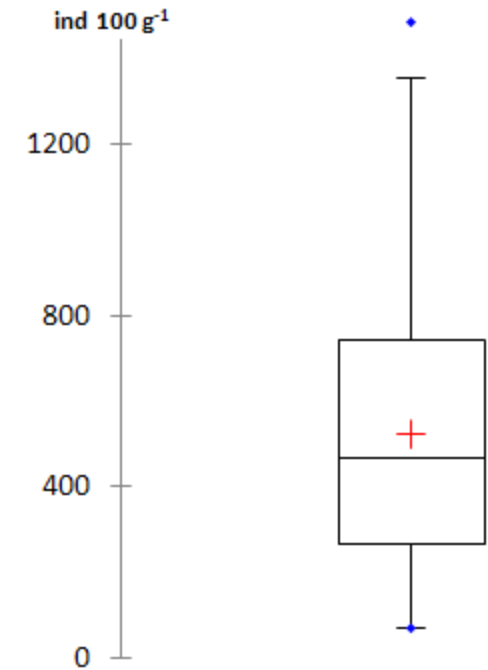
Carbone organique



Biomasse microbienne




Abondance des nématodes libres



Effets sols et/ou pratiques sur les indicateurs

Indicateurs	Effet sols	Effet pratiques	Effet sol x pratiques
Densité apparente (g cm^{-3})	significatif	significatif	non significatif
Humidité à la capacité au champ (%)	significatif	significatif	significatif
Porosité totale (%)	significatif	significatif	non significatif
Diamètre moyen pondéral - sans gravier (mm)	significatif	significatif	significatif
Diamètre moyen pondéral – avec gravier (mm)	significatif	significatif	significatif
Carbone organique (mg g^{-1})	significatif	significatif	significatif
Azote total (mg g^{-1})	significatif	significatif	significatif
C / N	significatif	significatif	non significatif
Phosphore disponible (mg kg^{-1})	significatif	non significatif	non significatif
Potassium disponible (mg kg^{-1})	non significatif	significatif	non significatif
Cuivre disponible (mg kg^{-1})	significatif	significatif	non significatif
Capacité d'échanges cationiques ($\text{cmol} + \text{kg}^{-1}$)	significatif	significatif	non significatif
Biomasse microbienne ($\mu\text{g C g}^{-1}$)	significatif	significatif	significatif
Respiration ($\mu\text{g C g}^{-1}$)	non significatif	non significatif	non significatif
Quotient métabolique	significatif	significatif	non significatif
Biomasse microbienne / Carbone organique	significatif	significatif	non significatif
Abondance totale des nématodes ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	non significatif	significatif	non significatif
Abondance des nématodes libres ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	significatif	significatif	non significatif
Abondance des phytophages ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	significatif	significatif	non significatif
Abondance des bactérivores ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	significatif	significatif	non significatif
Abondance des fongivores ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	significatif	significatif	non significatif
Abondance des omnivores ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	significatif	significatif	significatif
Abondance des prédateurs ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	significatif	non significatif	non significatif
Indice de maturité	significatif	significatif	non significatif
Indice des phytoparasites	significatif	non significatif	non significatif
Indice d'enrichissement	significatif	significatif	non significatif
Indice de structure	significatif	significatif	non significatif
Rapport des voies de décomposition	significatif	significatif	non significatif

 significatif

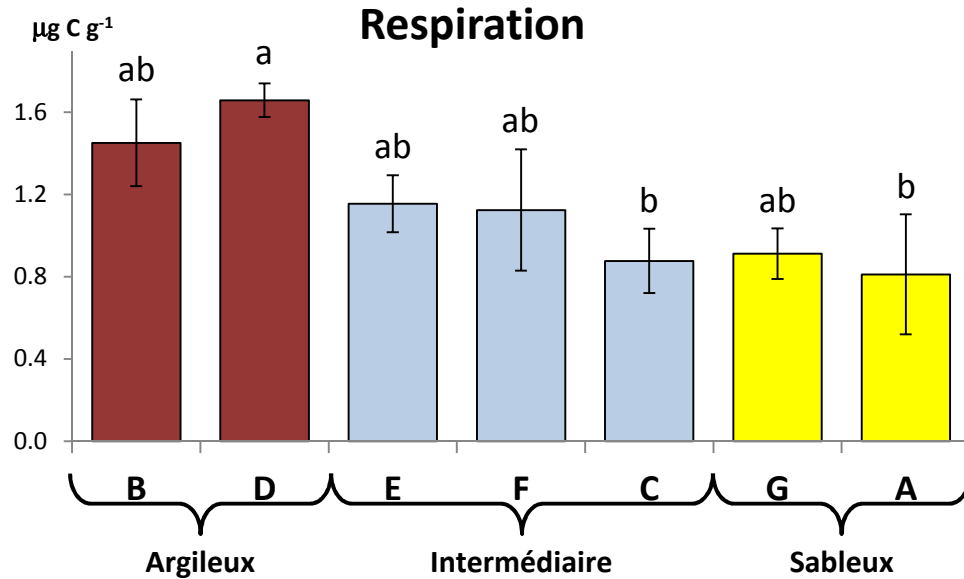
 non significatif

SENSIBILITE des indicateurs aux:

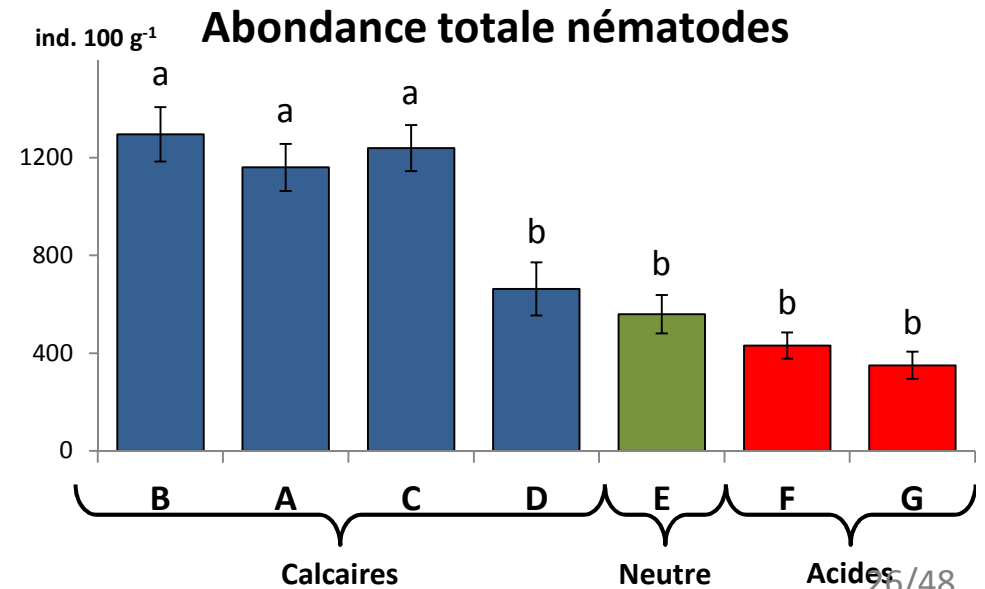
- types de sol
- types de pratiques

Effets sols

Effet de la texture



Effet de la teneur en calcaire



Effets pratiques

Indicateurs	Effet sols	Effet pratiques	Effet sol x pratiques
Densité apparente (g cm^{-3})	■	■	■
Humidité à la capacité au champ (%)	■	■	■
Porosité totale (%)	■	★	■
Diamètre moyen pondéral - sans gravier (mm)	■	■	■
Diamètre moyen pondéral – avec gravier (mm)	■	■	■
Carbone organique (mg g^{-1})	■	★	■
Azote total (mg g^{-1})	■	■	■
C / N	■	■	■
Phosphore disponible (mg kg^{-1})	■	■	■
Potassium disponible (mg kg^{-1})	■	■	■
Cuivre disponible (mg kg^{-1})	■	■	■
Capacité d'échanges cationiques ($\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$)	■	■	■
Biomasse microbienne ($\mu\text{g C g}^{-1}$)	■	★	■
Respiration ($\mu\text{g C g}^{-1}$)	■	■	■
Quotient métabolique	■	■	■
Biomasse microbienne / Carbone organique	■	■	■
Abondance totale des nématodes ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	■	■	■
Abondance des nématodes libres ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	■	★	■
Abondance des phytophages ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	■	■	■
Abondance des bactérivores ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	■	■	■
Abondance des fongivores ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	■	■	■
Abondance des omnivores ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	■	■	■
Abondance des prédateurs ($\text{ind } 100 \text{ g}^{-1}$)	■	■	■
Indice de maturité	■	■	■
Indice des phytoparasites	■	■	■
Indice d'enrichissement	■	■	■
Indice de structure	■	■	■
Rapport des voies de décomposition	■	■	■

■ significatif

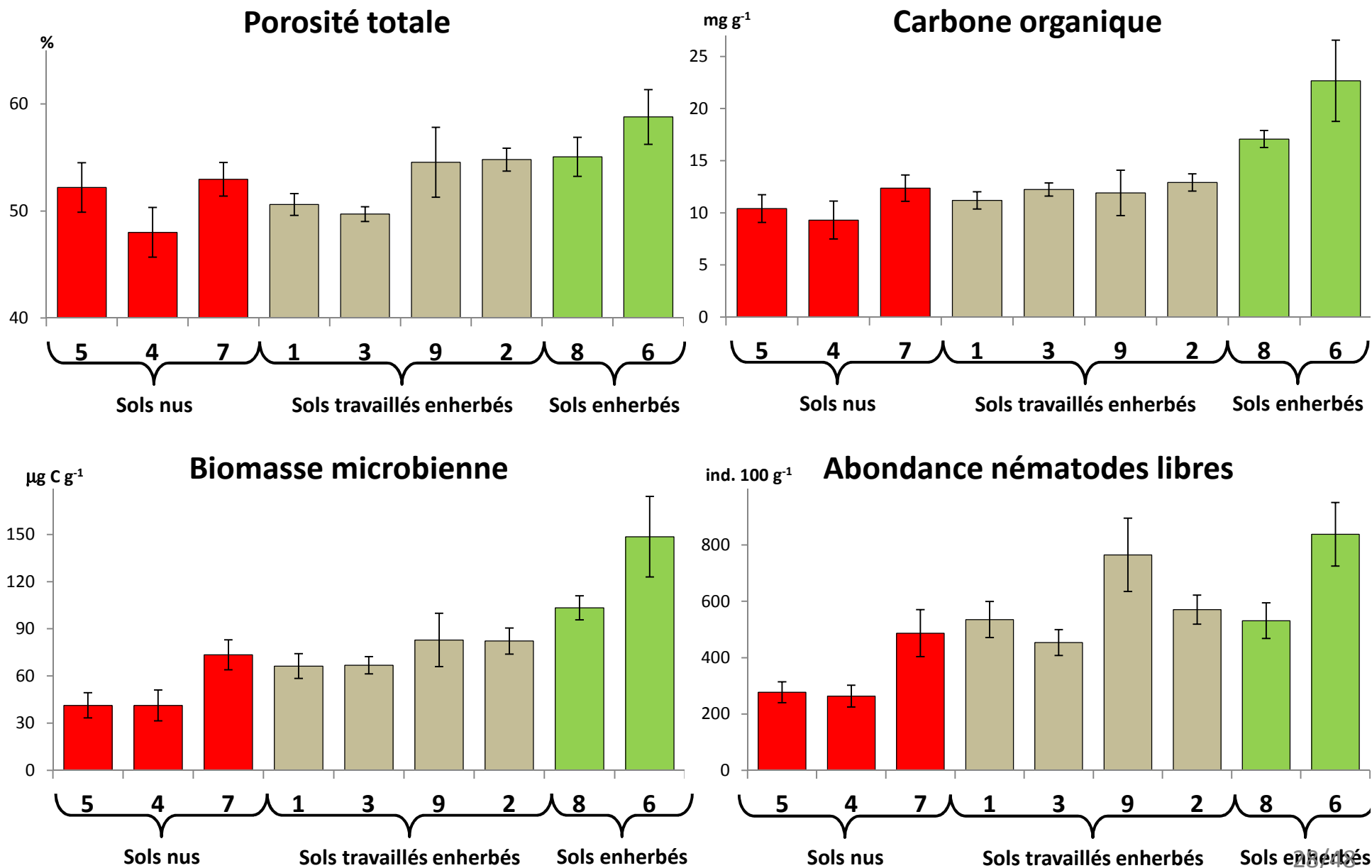
■ non significatif

SENSIBILITE des

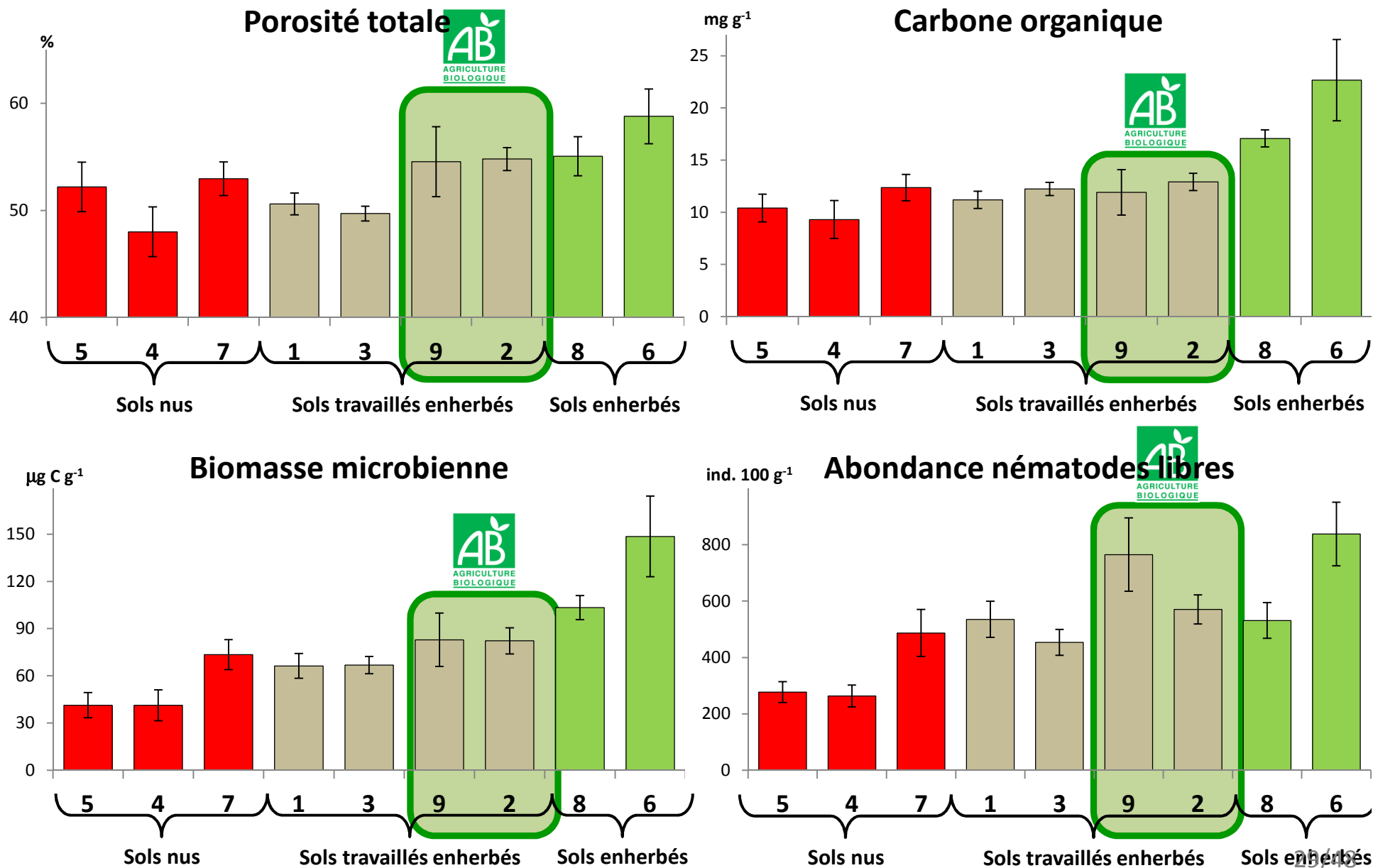
indicateurs aux:

- types de sol
- types de pratiques

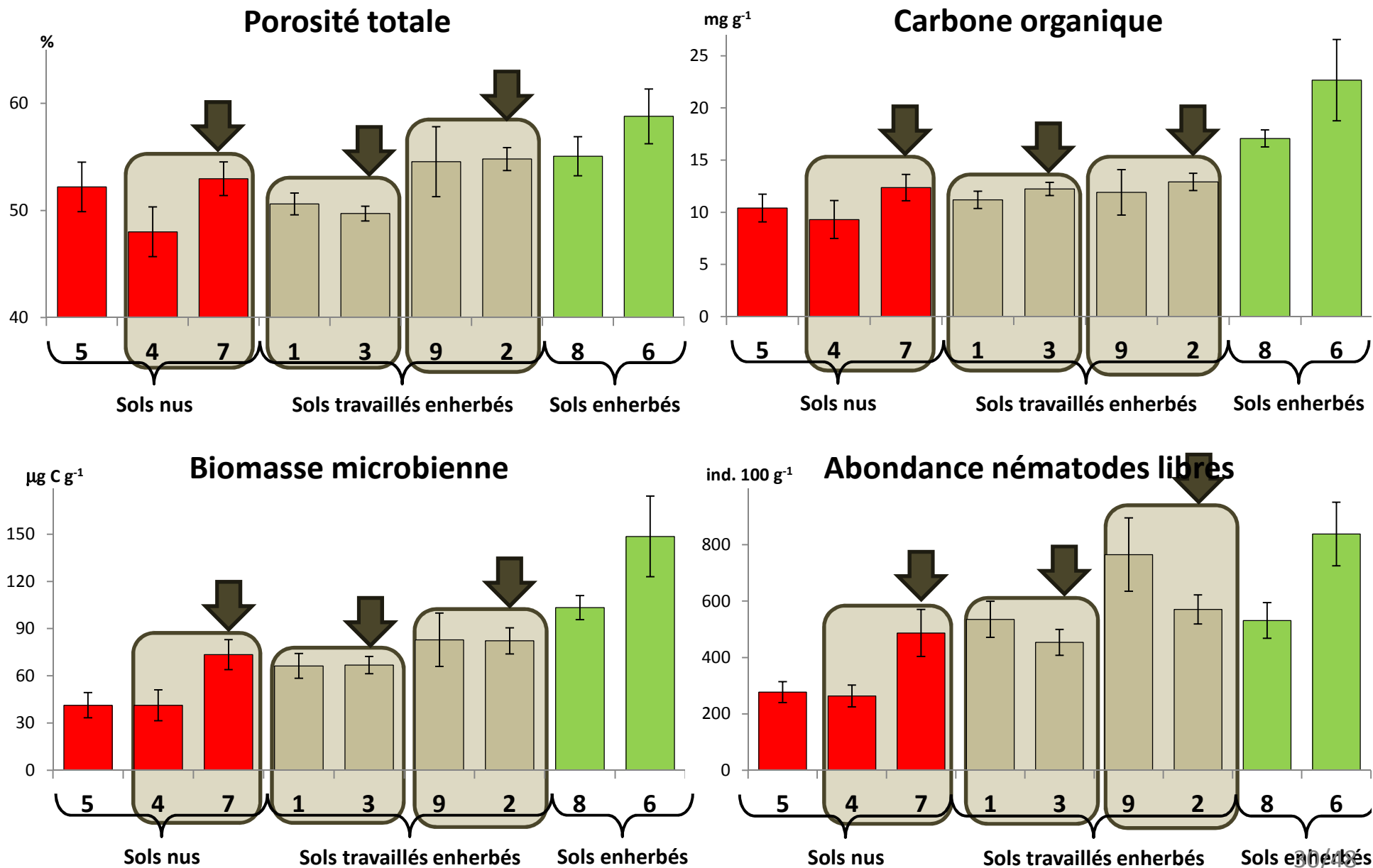
Effets pratiques : général



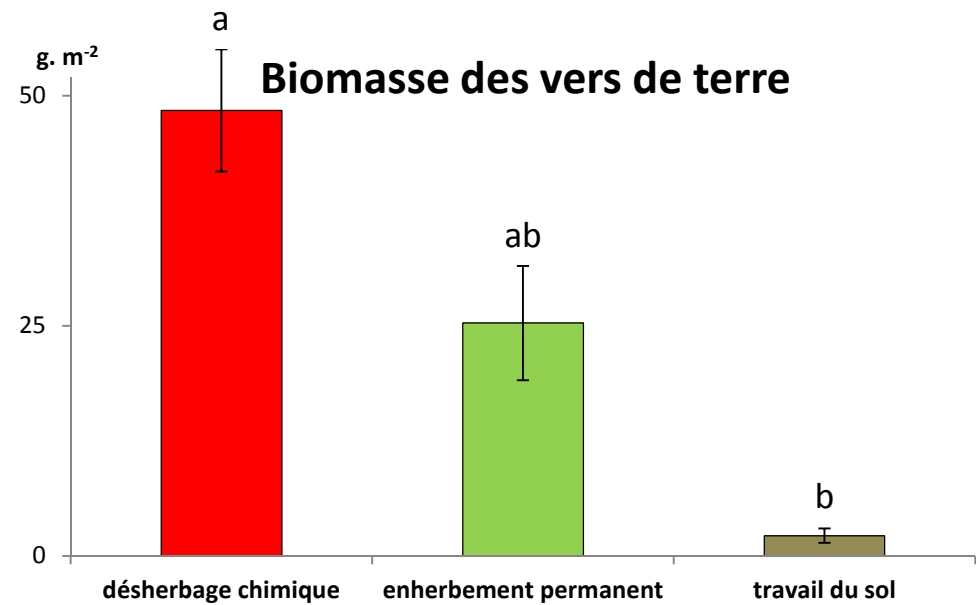
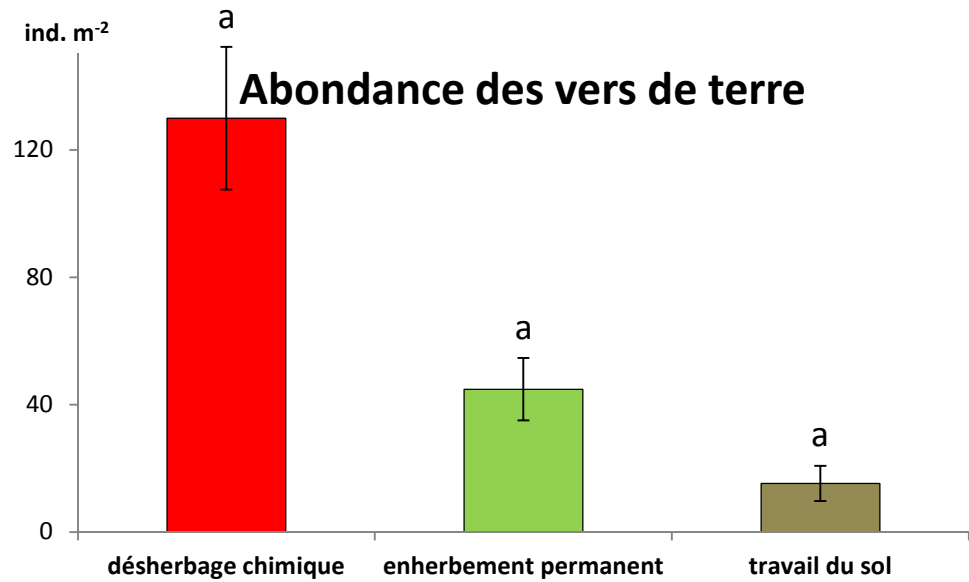
Effets pratiques : viticulture biologique




Effets pratiques : apport de matière organique



Effets pratiques sur les vers de terre



Beaucoup d'indicateurs sensibles aux types de sols et aux types de pratiques culturales

	porosité totale	carbone organique	biomasse microbienne	abondance des nématodes libres
sol nu	↓	↔	↓	↓			
sol travaillé et enherbé	↔	↔	↔	↔			
sol enherbé	↑	↑	↑	↑			
...							
...							
...							
...							

Pour les apports de **MO**

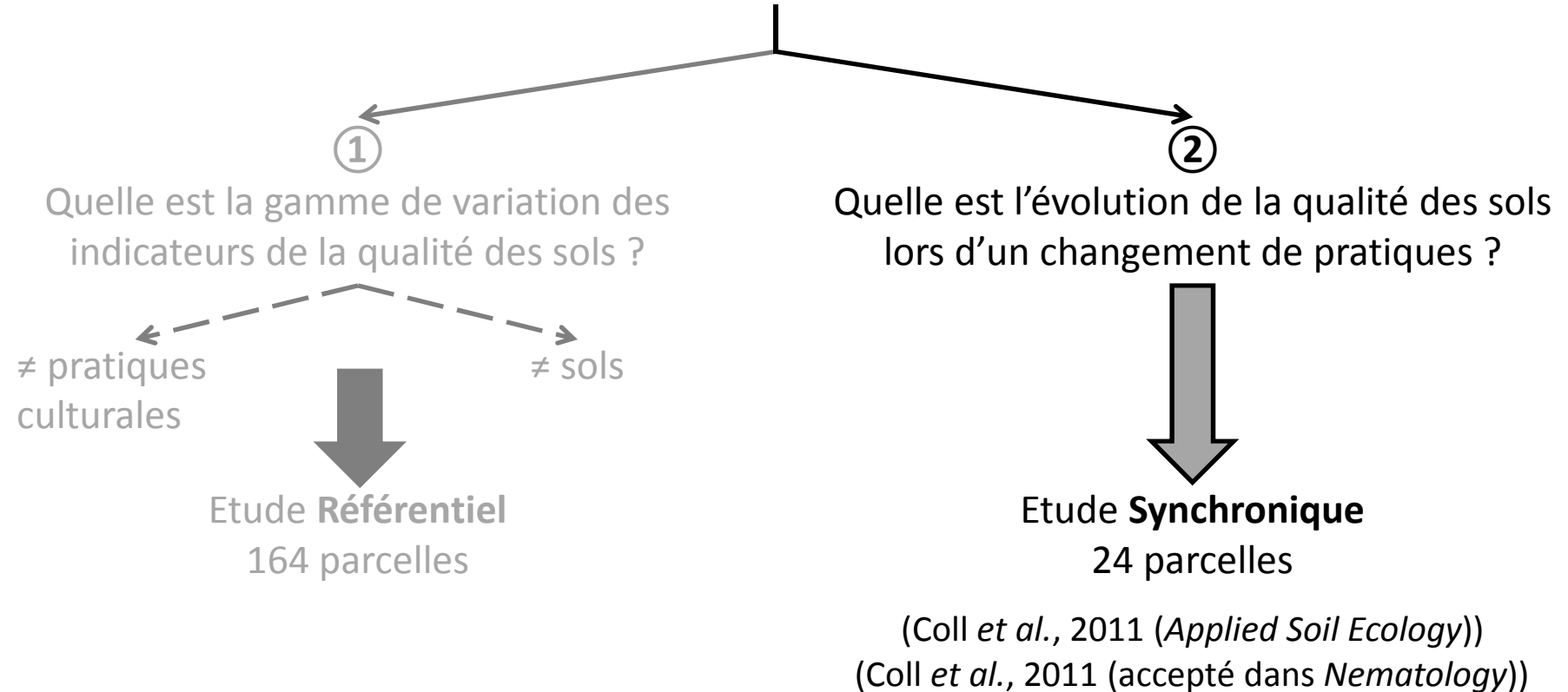
- effets positifs nets sur sols nus,
 - effets contrastés pour les autres
- ↳ Hypothèse : plus de précisions (quantité, qualité de la MO)

Pour l'**AB**, pas d'effets très nets

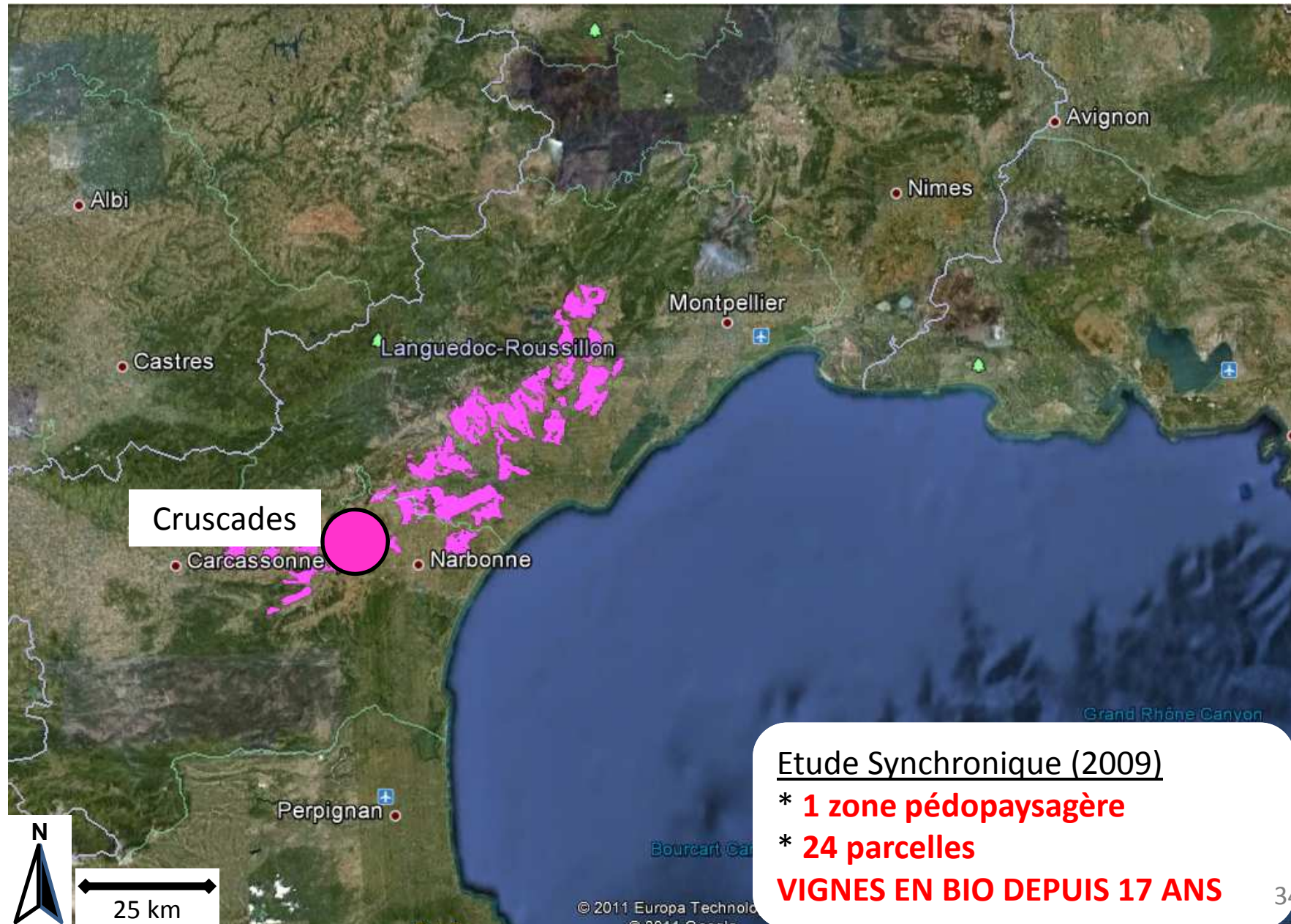
↳ Hypothèse : effets à long terme?

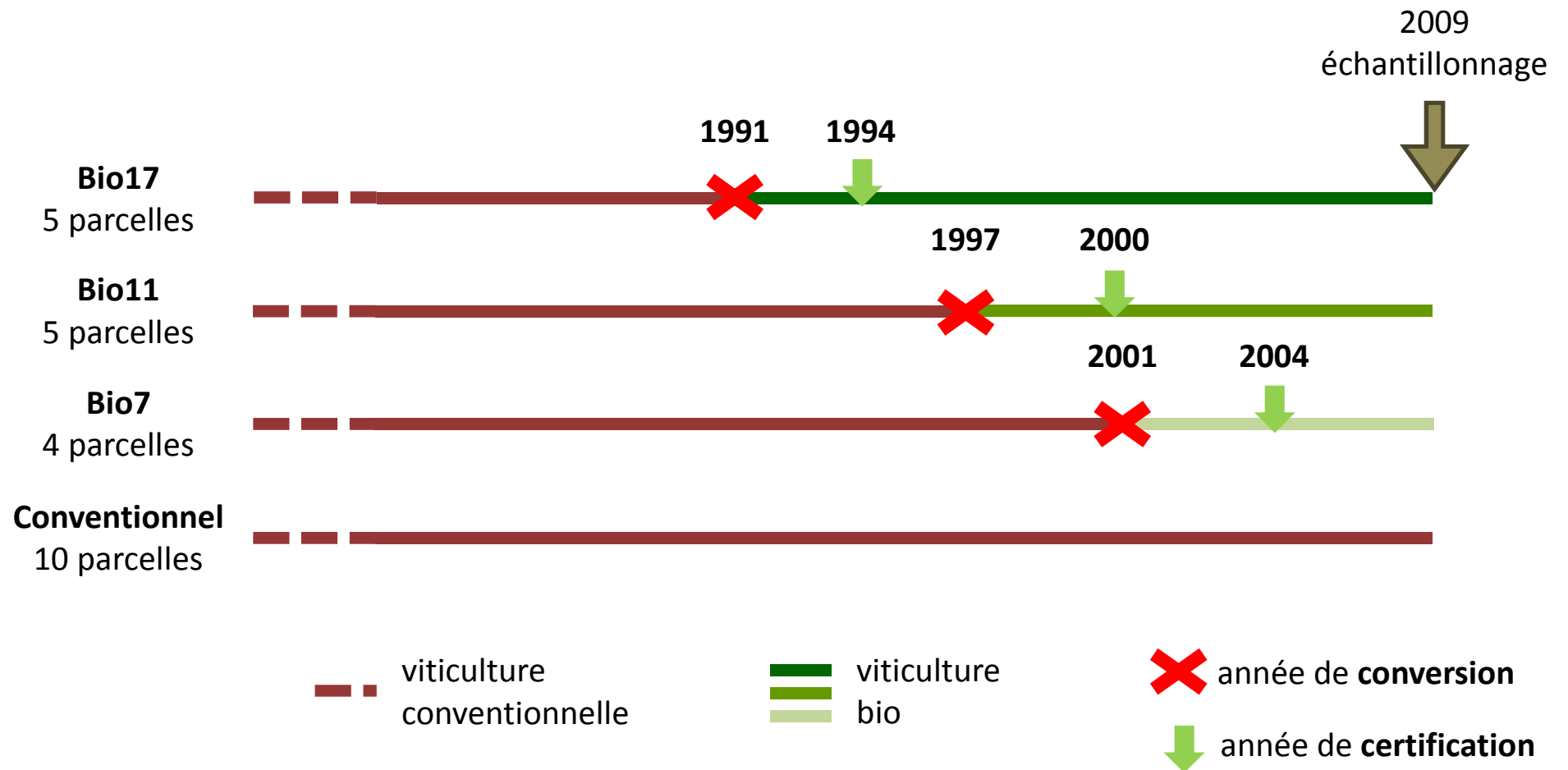
Question de recherche

Quels sont les effets des pratiques viticoles sur la qualité des sols?



Site expérimental





Dispositif expérimental

Itinéraires culturaux

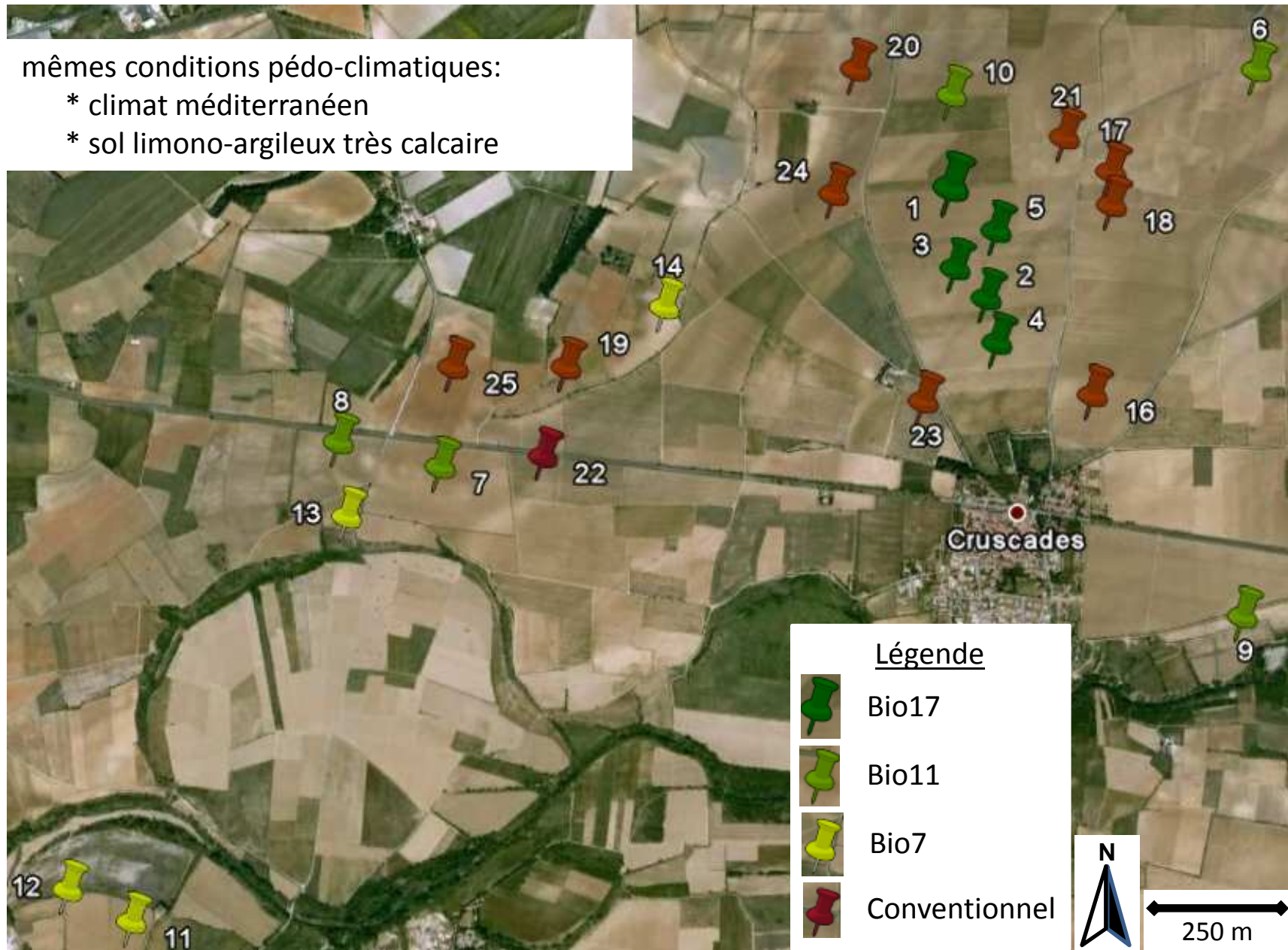
		CONVENTIONNEL	BIOLOGIQUE
GESTION DU SOL	RANG	désherbage chimique	travail du sol
	INTERRANG	travail du sol (15 cm, 2/an)	travail du sol (25 cm, 4/an)
COUVERTURE VEGETALE		+	+++
FERTILISATION		minérale	organique
PESTICIDES		de synthèse et naturels	naturels
PASSAGES D'ENGINS		14	18



Dispositif expérimental

mêmes conditions pédo-climatiques:

- * climat méditerranéen
- * sol limono-argileux très calcaire



Prélèvements des sols et des vers de terre

SOL : * 24 parcelles,

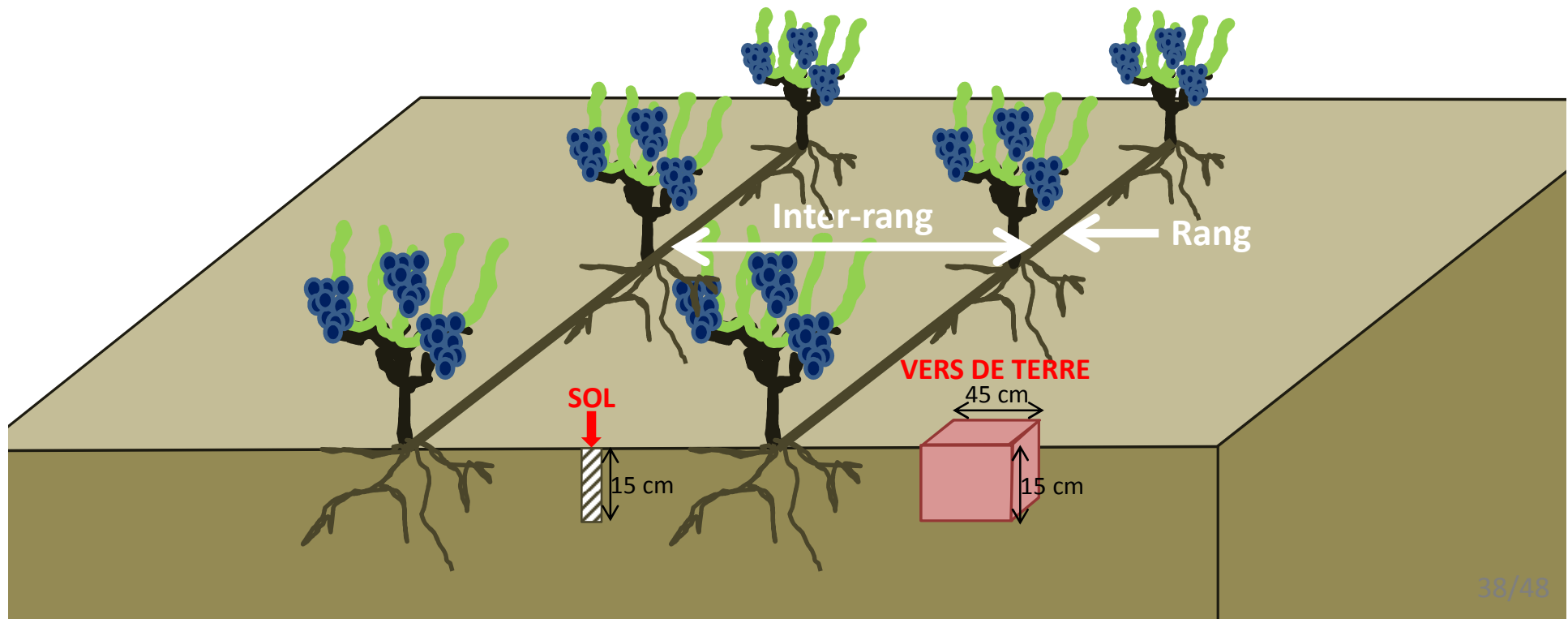
* 1 parcelle = 4 échantillons (composite de 4 carottages)

96 échantillons

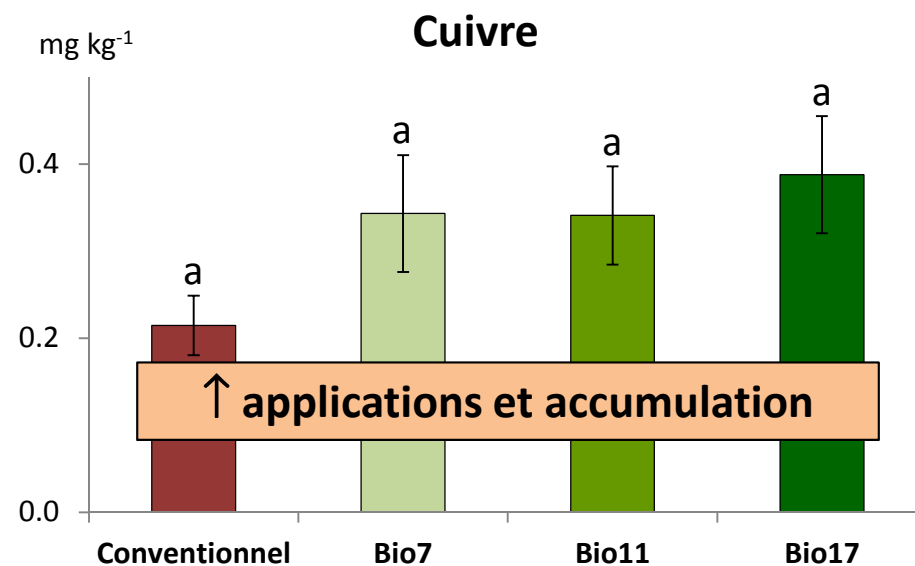
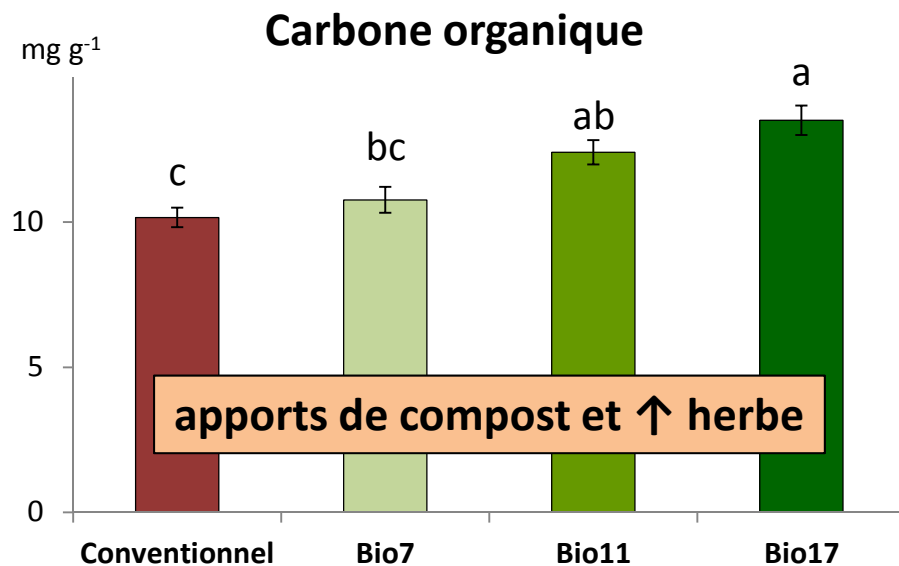
VERS DE TERRE : * 24 parcelles,

* 1 parcelle = 4 échantillons : tri manuel

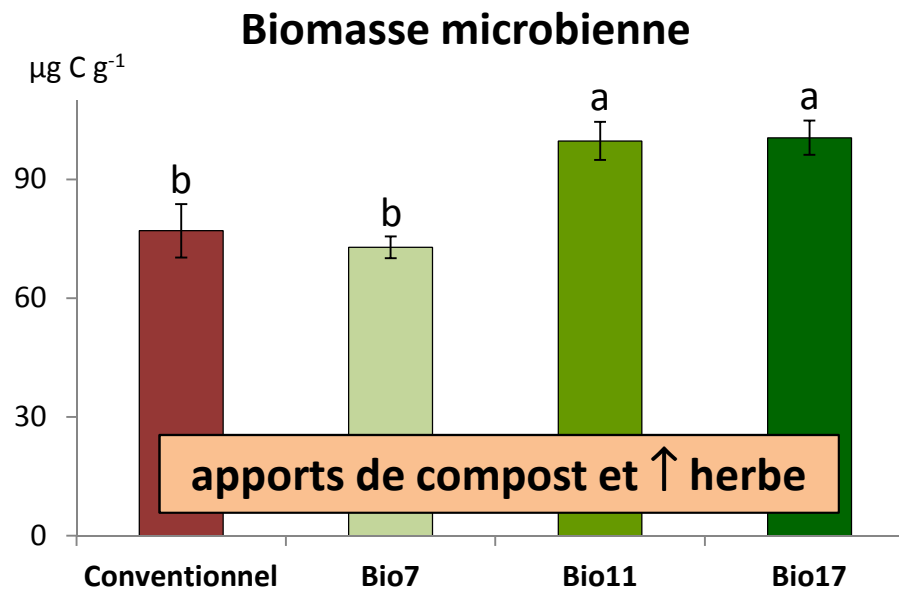
96 échantillons



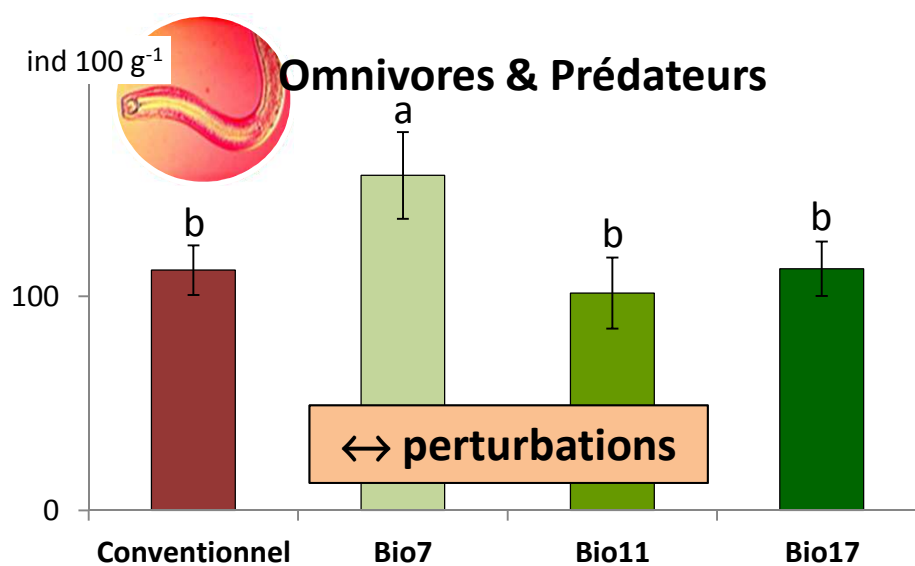
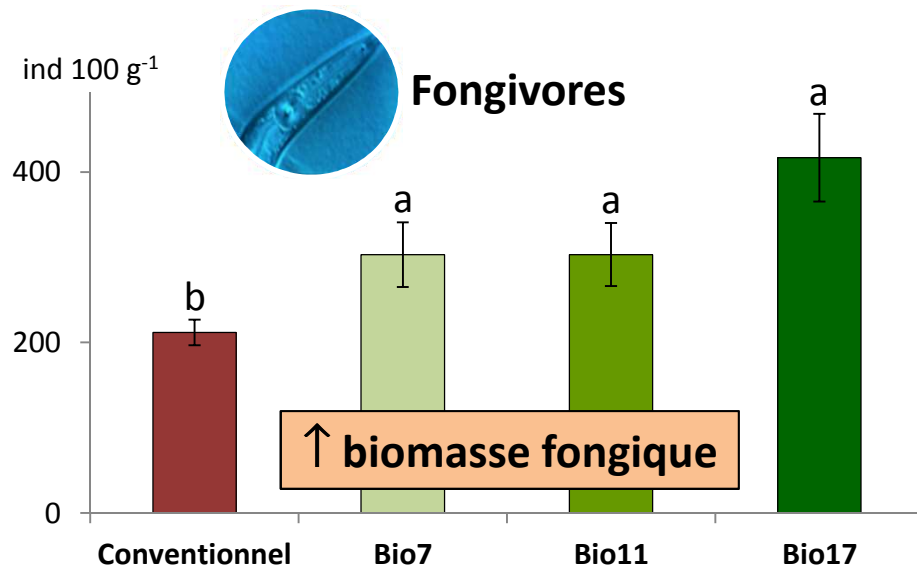
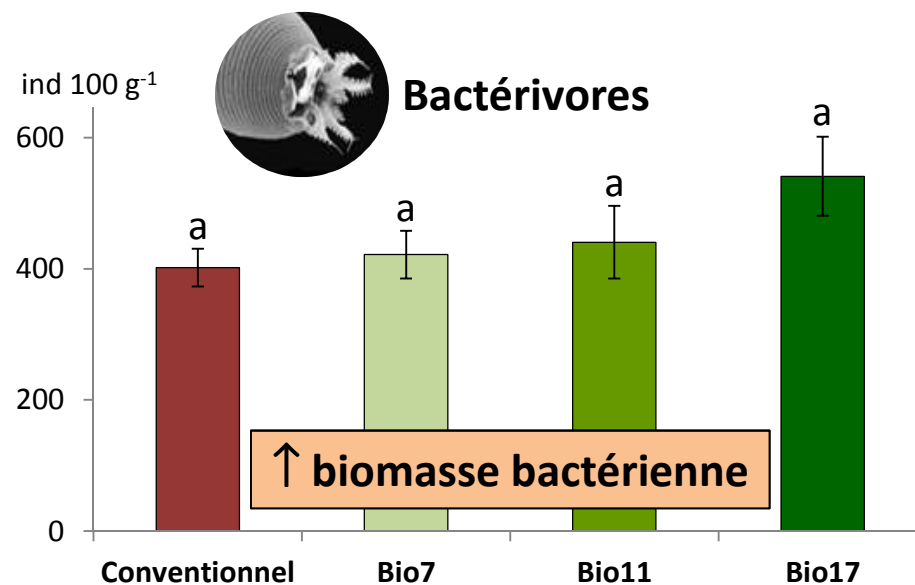
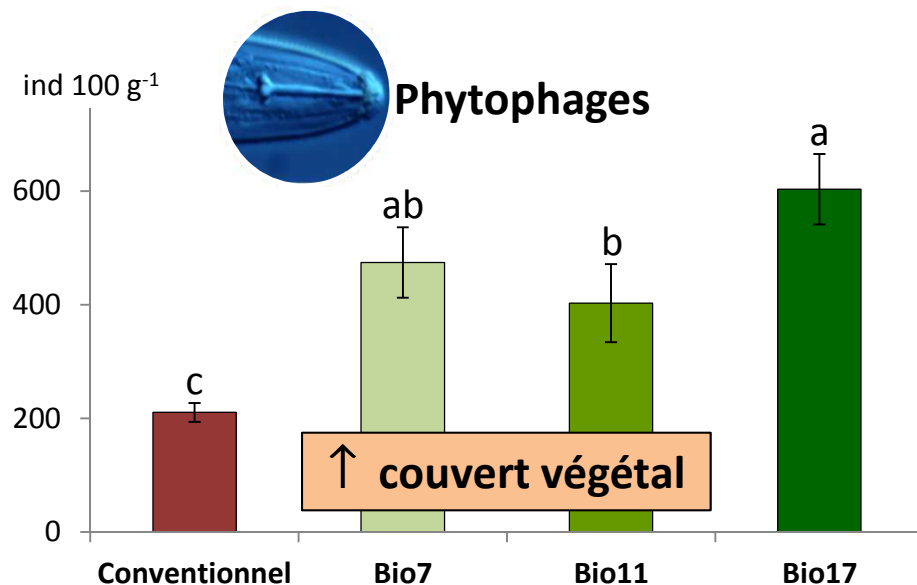
Indicateurs chimiques



Indicateur
microbien

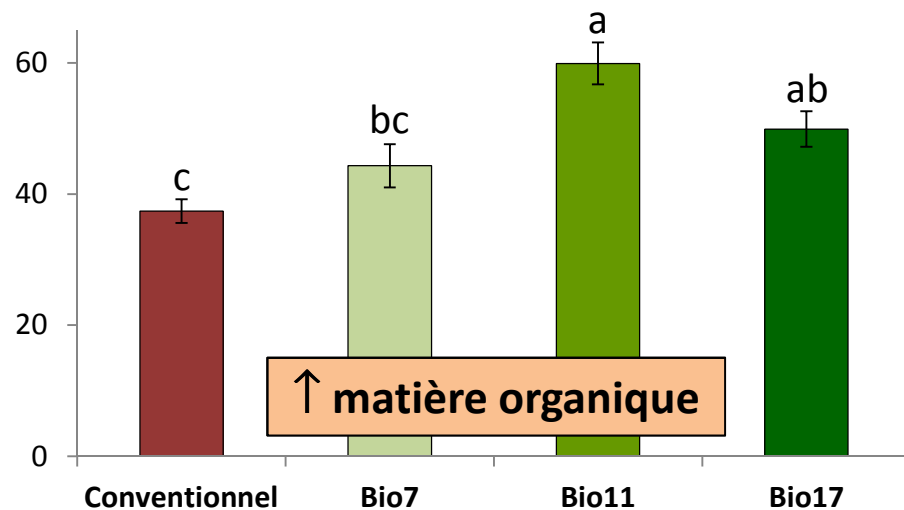


Groupes trophiques des nématodes

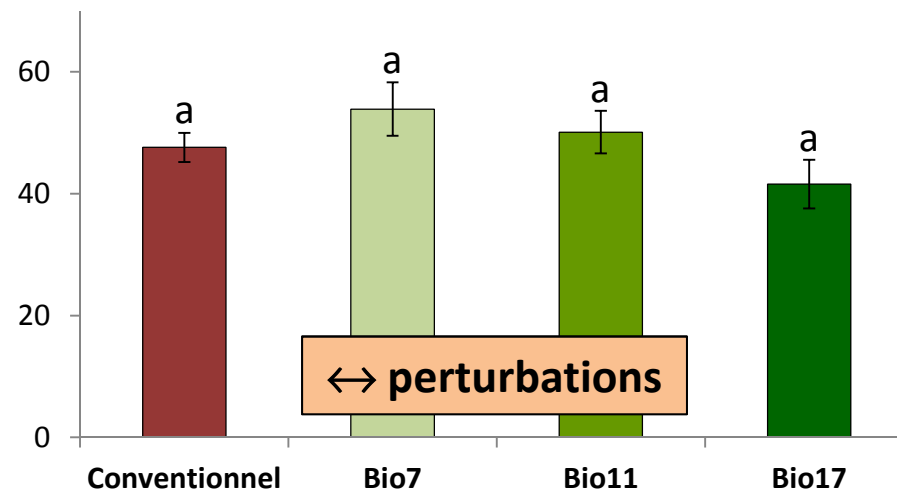


Indices nématologiques

Indice d'Enrichissement



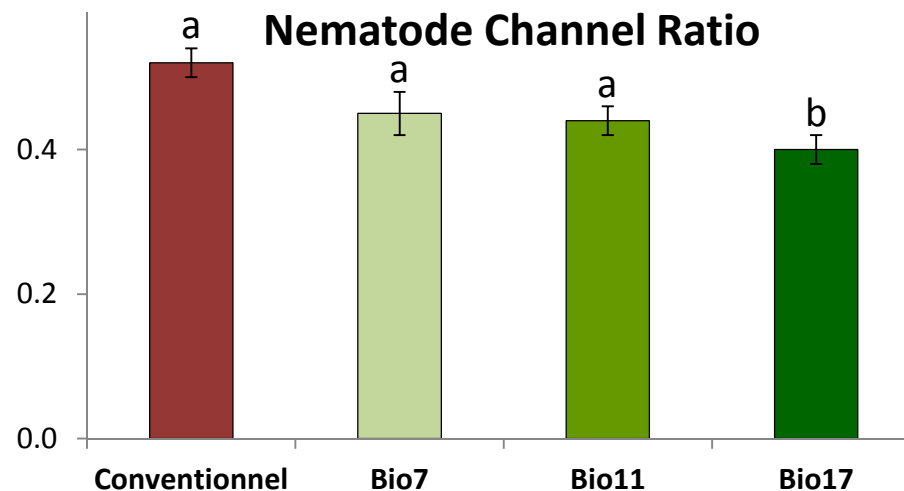
Indice de Structure



↑ matière organique

↔ perturbations

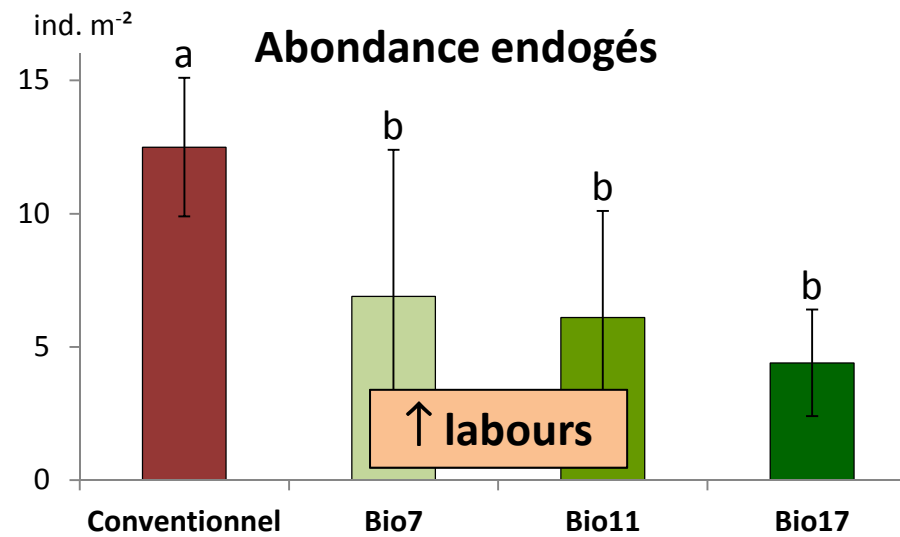
Nematode Channel Ratio



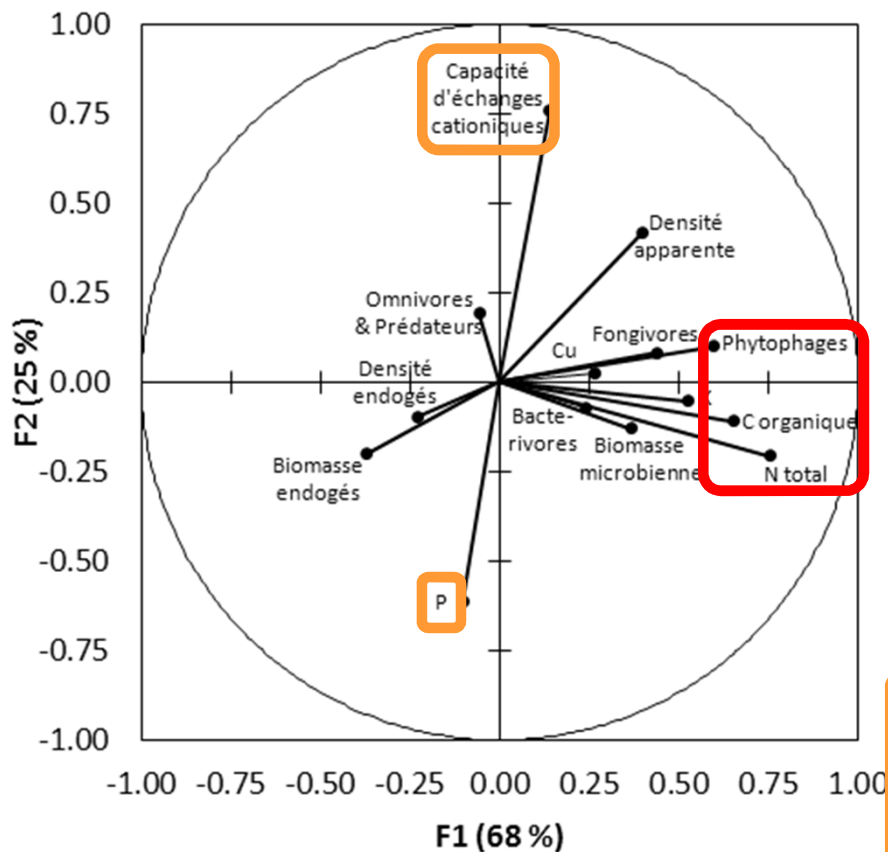
voie de
décomposition
+ fongique

matière
organique +
complexe

Vers de terre

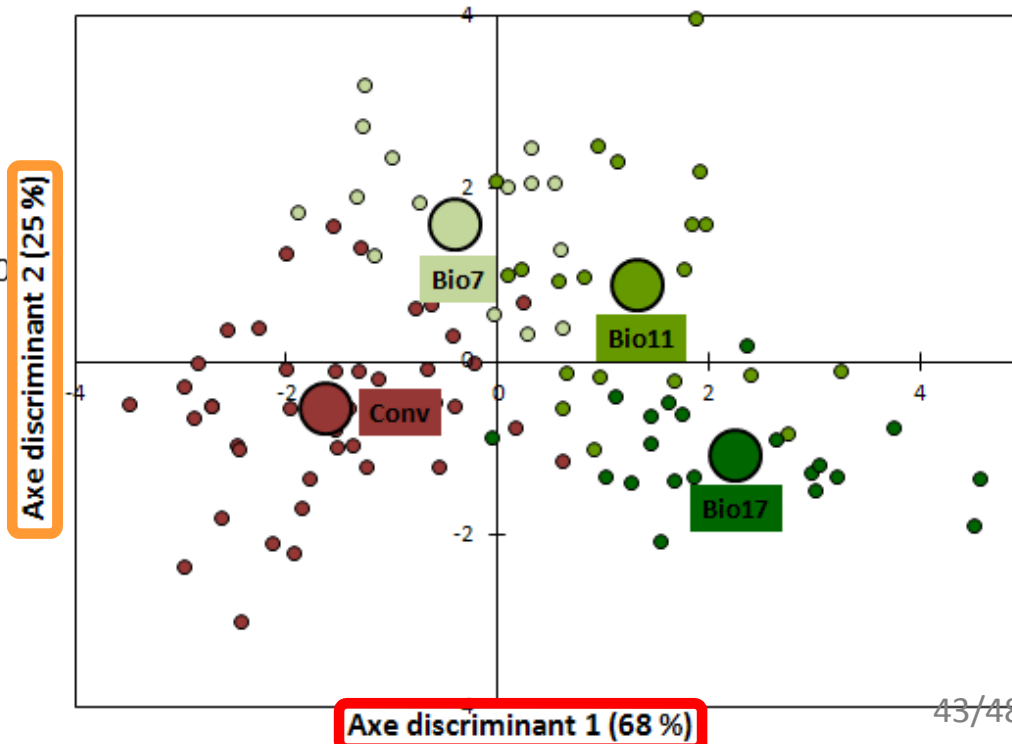


Vision globale : analyse discriminante



très bonne discrimination entre traitements

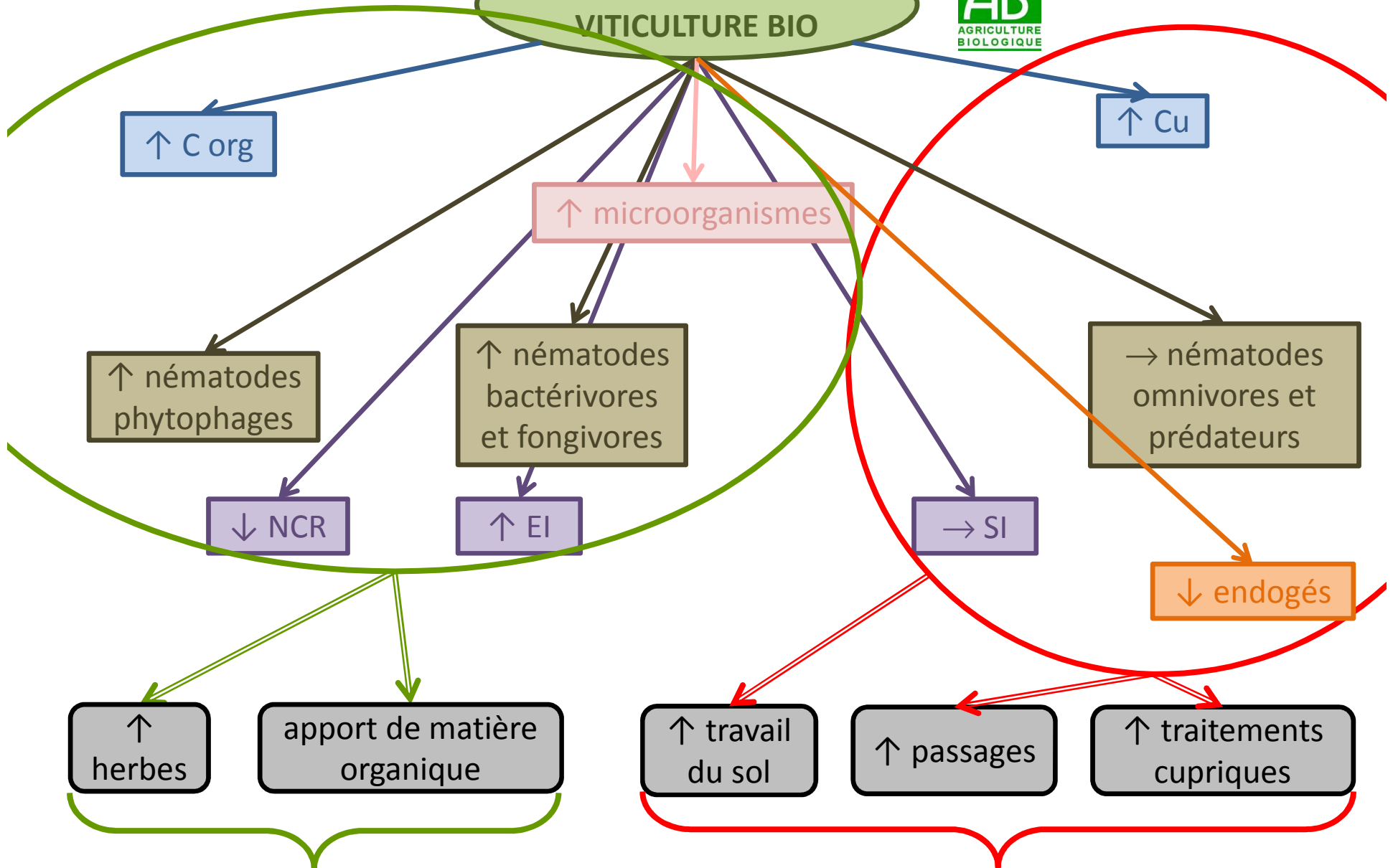
93 %



Bilan



APRES 17 ANS DE VITICULTURE BIO



Pratiques culturales +

Pratiques culturales -

Quels sont les effets des pratiques viticoles sur la qualité des sols?

①

Quelle est la gamme de variation des indicateurs de la qualité des sols ?

- sensibilité des indicateurs
- complémentarité des indicateurs
- base de données (216 indicateurs x 164)



VISION HOLISTIQUE

Repenser la place du sol dans l'agronomie viticole

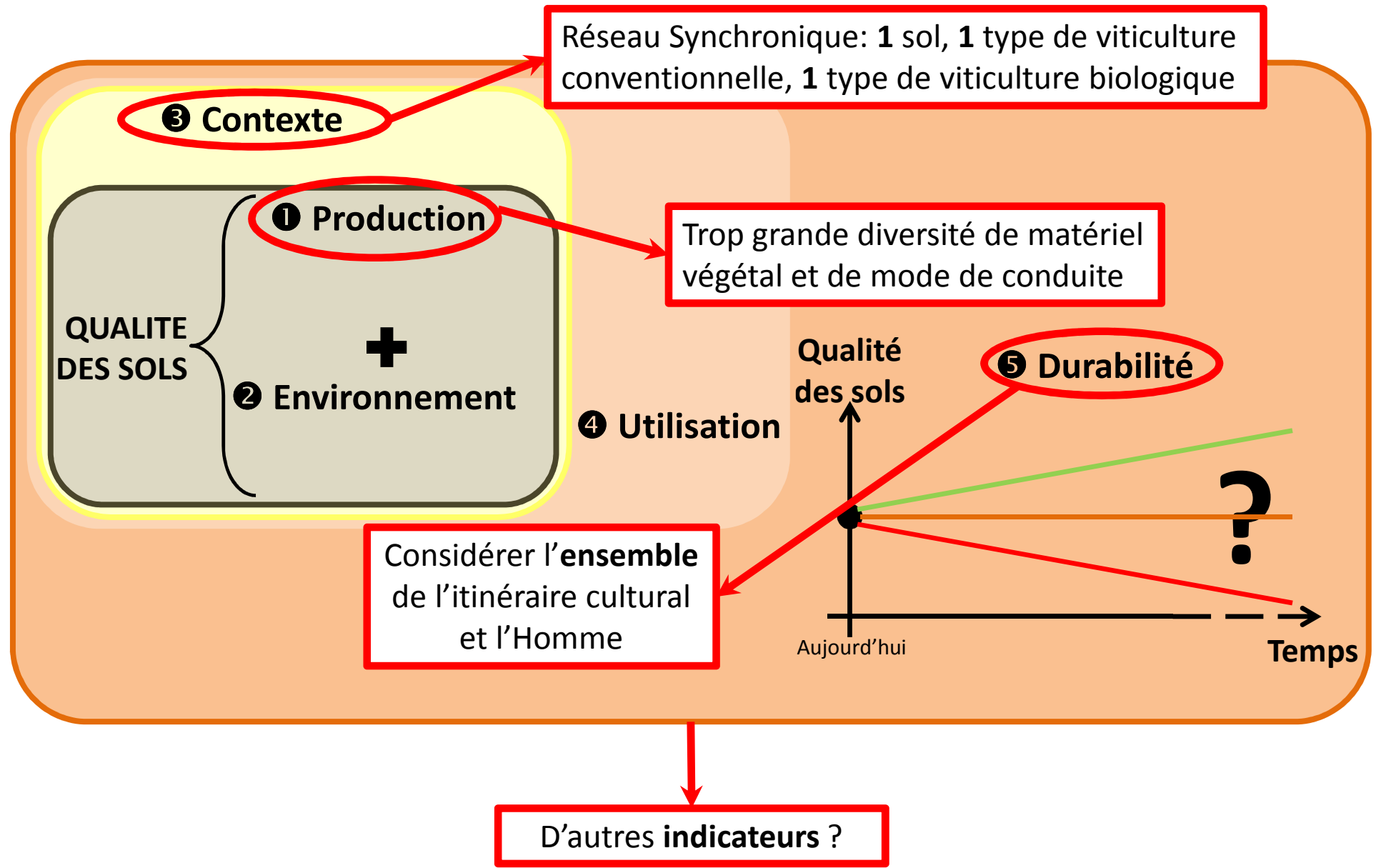
②

Quelle est l'évolution de la qualité des sols lors d'un changement de pratiques?

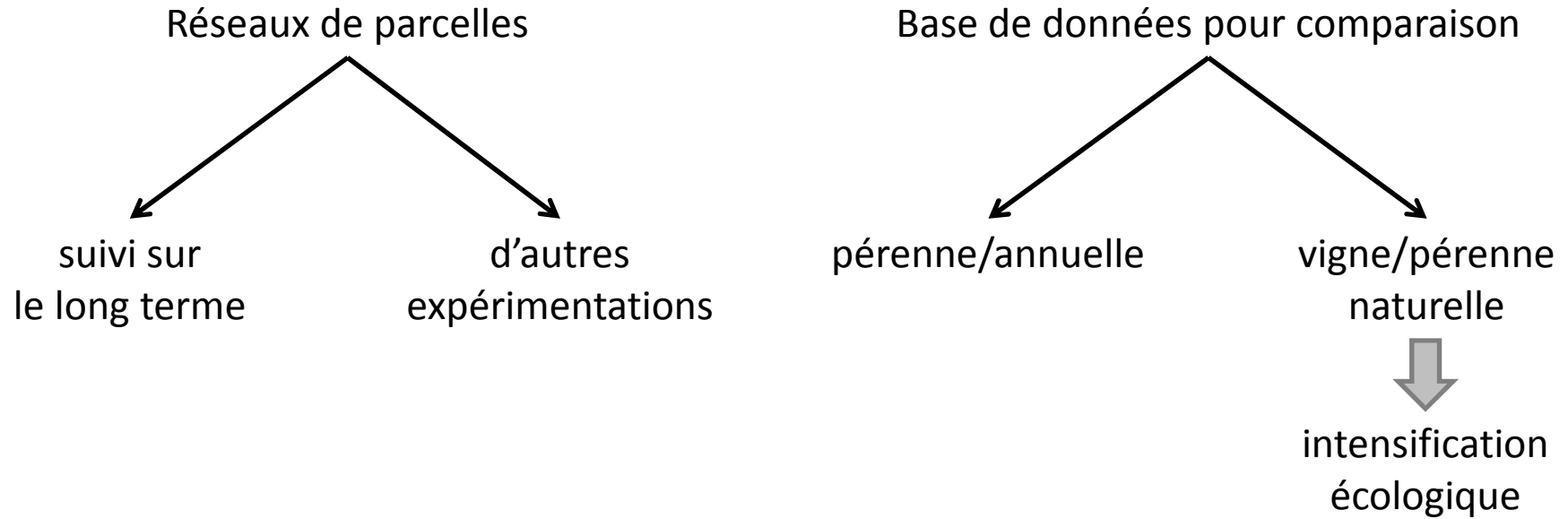
- réactivité des indicateurs
- période de transition de 7-11 ans
- réponse complexe



Limites

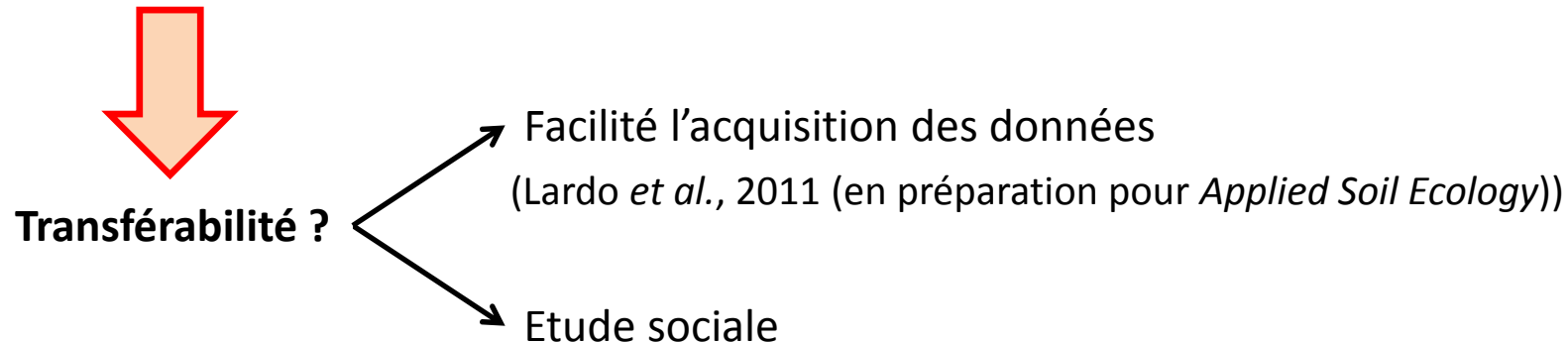


Scientifiques




Appliquées

Proposer un outil aux professionnels pour évaluer la qualité des sols viticoles



Montpellier
SupAgro
Etudiants
Montpellier
SupAgro
Institut des Hautes Etudes
de la Vigne et du Vin

AIVB-LR
Inter-profession
CHAMBRE D'AGRICULTURE
IFV
INSTITUT FRANÇAIS DE LA VIGNE ET DU VIN

THESE DE DOCTORAT
Présentée pour obtenir le titre de
DOCTEUR DU CENTRE INTERNATIONAL D'ETUDES SUPERIEURES
EN SCIENCES AGRONOMIQUES DE MONTPELLIER
Ecole doctorale: Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosciences et Environnement
Spécialité: Ecophytologie
par
PATRICE COLL
Ingénieur agronome Interprofessionnel (IAI)
Spécialité en Viticulture et Oenologie - Stratégie

**VINEYARD SOIL QUALITY IN LANGUEDOC-ROUSSILLON
EFFECTS OF AGRICULTURAL PRACTICES**
QUALITE DES SOLS VITICOLES EN LANGUEDOC-ROUSSILLON
EFFETS DES PRATIQUES AGRICOLES
Soutenue publiquement le 8 décembre 2011 devant le jury composé de :
Kerri LORANE STENWARTH Sol scientist, University of Davis Rapporteur
Thierry MATELLE Directeur de Recherche, IRD Rapporteur
Thibault DESSARD Professeur, Université de Poitiers Examinateur
Camille DUMAT Maître de Conférences, ENGAT Examinateur
Cécile VILLEGIERE Chargée de Recherche, IRD Directeur de thèse
Emih LE CADRE Maître de Conférences, Montpellier SupAgro Co-directrice de thèse
Antoine BENO Ingénieur, AGRIDE Invité
Nathalie GOMAT-FORTIN Ingénieur, Chambre d'Agriculture de l'Hérault Invité

VICTOR CONTIS
la vigne, c'est notre nature
THE VINE. IT'S IN OUR NATURE
Terrassous
Listel
CAVEAU D'HERACLES
...
Les Vignerons de
LESQUERDE

eco & sols
Recherche
LISAH
Laboratoire d'étude des Interactions
Sol - Agrosystème - Hydrosystème
UMR **Innovation**
SUP'AGRO - INRA - CIRAD
Montpellier
UMR **System**
Positionnement et conduite des systèmes
de culture tropicaux et méditerranéens
CENTRE D'ÉCOLOGIE
FONCTIONNELLE
& ÉVOLUTIVE



DUO TRANSALPIN