



Étude de bioindicateurs en fonction de l'occupation d'un sol agricole haut-normand

Marc Legras, Jean Trap, Thierry Beguiristain, Antonio Bispo, Josselin Bodilis, Rémi Chaussod, Nathalie Cheviron, Jérôme Cortet, Steven Criquet, Samuel Dequiedt, et al.

► To cite this version:

Marc Legras, Jean Trap, Thierry Beguiristain, Antonio Bispo, Josselin Bodilis, et al.. Étude de bioindicateurs en fonction de l'occupation d'un sol agricole haut-normand. 11èmes Journées d'Etude des Sols, Mar 2012, Versailles, France. hal-02749410

HAL Id: hal-02749410

<https://hal.inrae.fr/hal-02749410>

Submitted on 25 Mar 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Etude de bioindicateurs en fonction de l'occupation d'un sol agricole haut-normand Résultats du programme "Bioindicateurs" pour le site d'Yvetot

LEGRAS M., TRAP J., BEGUIRISTAIN T., BISPO A., BODILIS J., CHAUSSOD R., CHEVIRON N., CORTET J., DEQUIEDT S., GALSOMIES L., GANGNEUX C., GRAND C., GUERNION M., LAURENT N., MOUGIN C., REPINCAY C., ROUGE L., VILLENAVE C., PERES G. et GATTIN I.

Unité Agri'Terr, BioSol, Esitpa – Ecole d'Ingénieurs en Agriculture – 76 ROUEN

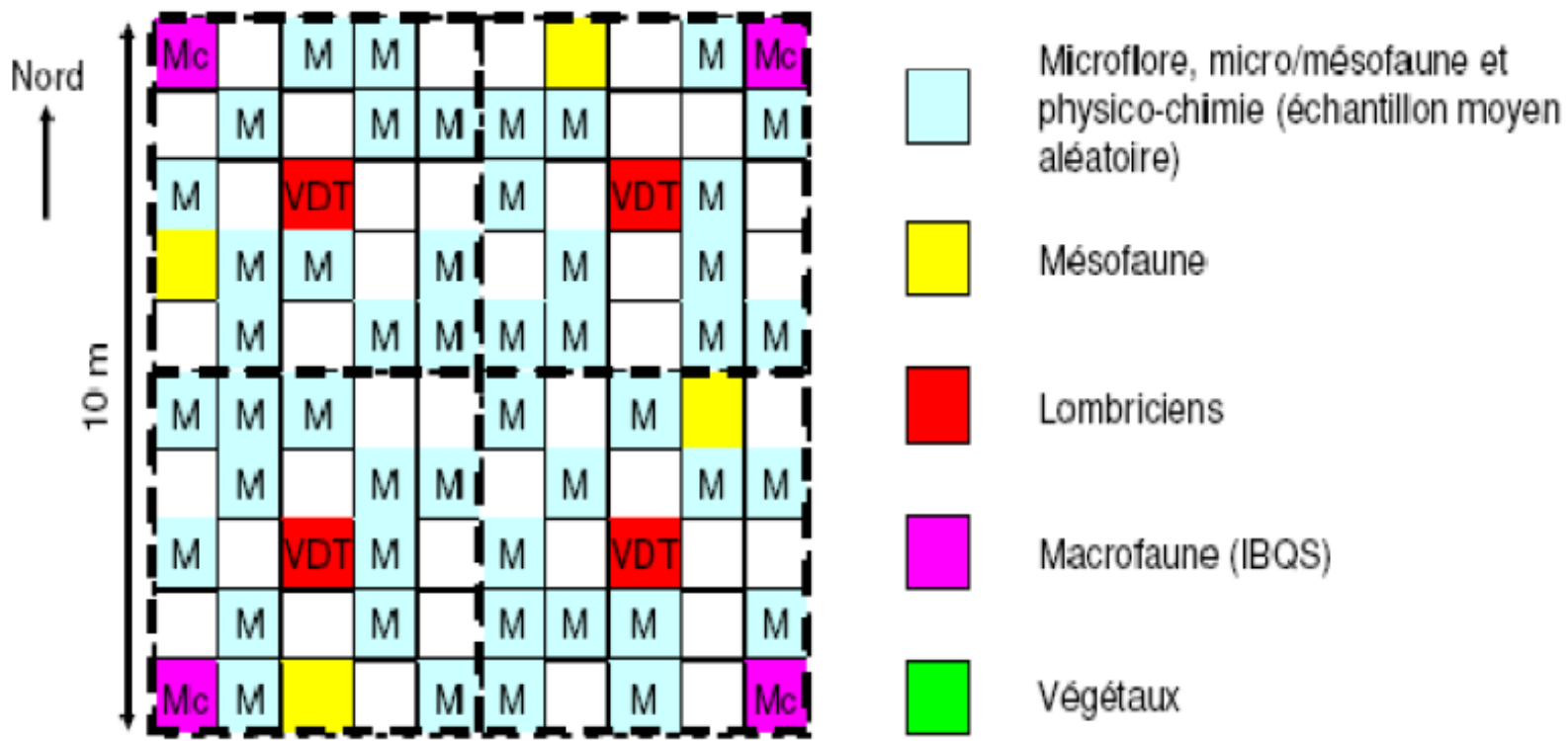
Objectifs du programme « Bioindicateurs » de l'ADEME

- acquérir une meilleure **compréhension** du fonctionnement biologique des sols et initier un premier **référentiel** national
- définir des outils (batteries d'indicateurs, indices agrégés) adaptés à chaque problématique environnementale
 - i) évaluation des impacts des **pratiques** agricoles (le travail du sol, la gestion des rotations, les apports de déchets ou de pesticides)
 - ii) évaluation des impacts environnementaux liés à la **contamination** métallique ou organique des sols,
 - iii) **biosurveillance** des sols sur des sites à grande échelle

Le programme Bioindicateurs « BIO2 »

- **Mesure et comparaison** d'un grand nombre de paramètres biologiques au même moment sur les mêmes sites,
- 47 paramètres testés de la **microflore** à la **macrofaune** et la flore,
- 22 équipes nationales, 70 scientifiques,
- étude d'un grand nombre de **situation** permettant un large spectre de réponses biologiques (13 sites, 47 modalités),
- **Homogénéité** des protocoles de prélèvement et des protocoles de mesure (4 répétitions, 188 échantillons),
- développement d'une **bdd** pour traiter les 200 000 mesures biologiques générées

Logique de prélèvement



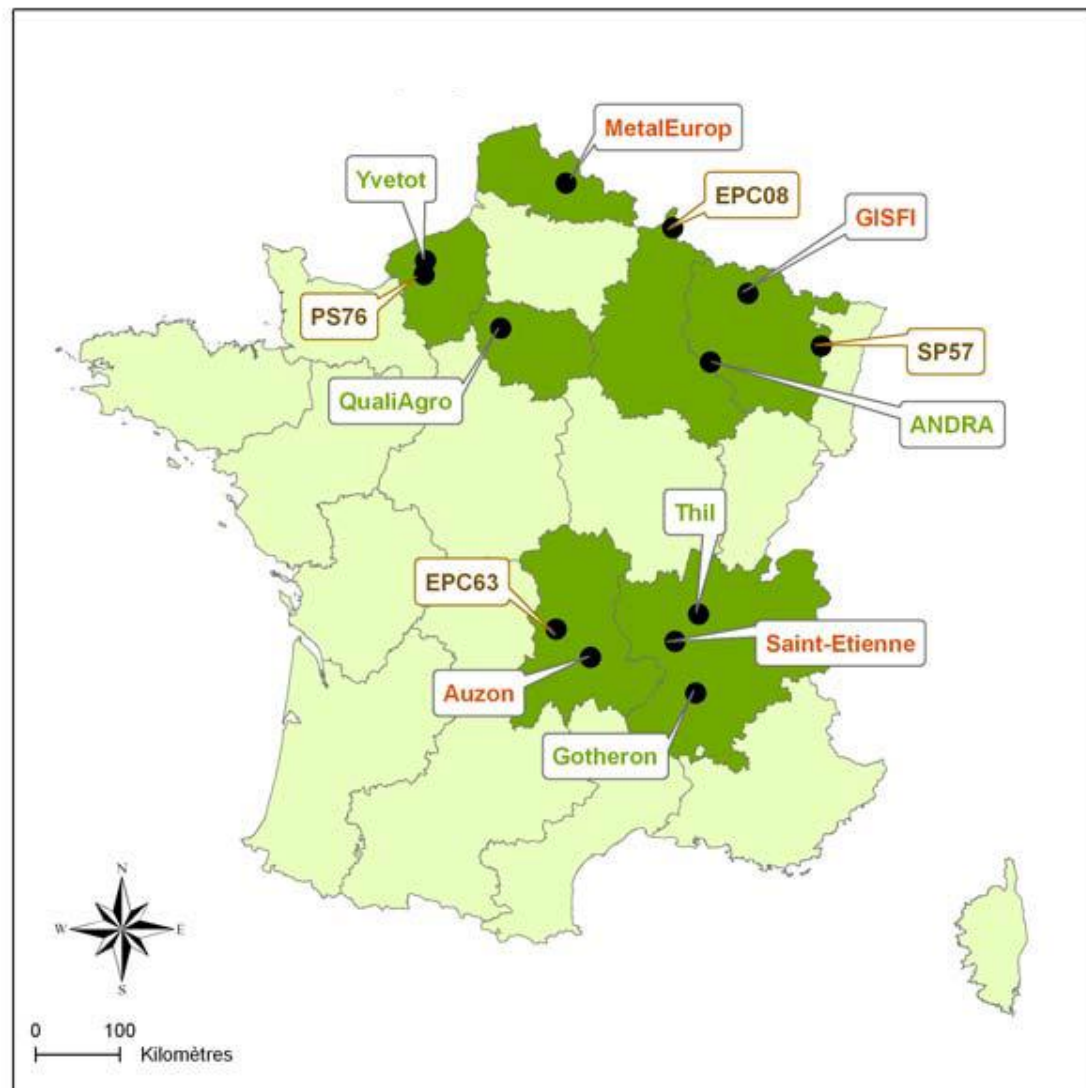
Sites du programme « BIO 2 »

Yvetot

(76 Seine Maritime, HN)

6 zones sélectionnées selon:

- L'âge de restauration des prairies
- L'usage des sols





Conduite des modalités

- PP: Prairie permanente de plus de 40 ans, pâturée la nuit
- SI, SII: Prairies de restauration (PR), pâturées pendant 4 ans après un précédent d'au moins 4 années de culture
- SIII, IV: Prairies temporaires (PT) de 4 à 8 ans alternées de rotations maïs/blé
- GC: Grande culture – conventionnel – travail du sol simplifié (blé)

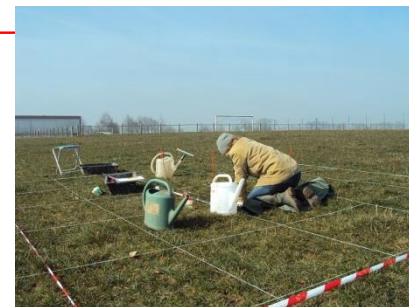
6 modalités Exploitation du Lycée d'Yvetot 15 mars 2010



PP



GC



S I



S II



S III



S IV

Historique

Mode	PR	PR/PT	PT	PT	PP	GC
Parcelle	I	II	III	IV		
2010	prairie	prairie	blé	prairie	prairie	blé ss labour
2009	prairie	prairie	maïs	prairie	prairie	maïs
2008	blé	blé	prairie	prairie	prairie	blé
2007	maïs *	feverole	prairie	prairie	prairie	maïs
2006	blé	lin	prairie	prairie	prairie	blé
2005	maïs	blé	prairie	blé	prairie	lin
2004	blé	maïs	prairie	maïs	prairie	blé
2003	maïs	prairie	blé	prairie	prairie	betterave
2002	prairie	prairie	maïs	prairie	prairie	blé
2001	prairie	prairie	prairie	prairie	prairie	maïs
2000	prairie	prairie	prairie	blé	prairie	blé
1999	pois	prairie	prairie	maïs	prairie	betterave
1998	blé	prairie	prairie	prairie	prairie	blé
1997	maïs	prairie	prairie	prairie	prairie	lin
1996	blé	prairie	prairie	prairie	prairie	
1995	maïs	prairie	prairie	prairie	prairie	
1994	lin	blé	prairie	prairie	prairie	
1993	maïs	maïs	blé	prairie	prairie	
1992	blé	blé	maïs	blé	prairie	
1991	maïs *	pois	prairie	maïs	prairie	

Traitements statistiques des résultats

La distribution des paramètres biologiques ne suivant pas une distribution normale, des tests **non paramétriques** de « Kruskal-Wallis » ont été effectués pour mettre en évidence les différences entre modalités **intra-site**.

Objectif: l'indicateur « répond »-t-il?

Lorsqu'ils sont significatifs (au seuil de 5 %), un test de **comparaison multiple** post-hoc (test « Tukey » package « nparcomp » dans R) est ensuite appliqué pour identifier les groupes discriminés

Objectif: quelle modalité est discriminée?

Microflore: les indicateurs microbiens

S. Dequiedt, R. Chaussod
INRA Dijon
C. Repincay
INRA Versailles

RA Dijon Repincay RA Versailles		Cultures		Prairies				kw test
				PR	PR	PT	PP	
		GC	SIII	SI	SII	SIV	PP	<i>p-value</i>
Rdt Extraction ADN	INRA Dijon	ab	ab	a	ab	bc	c	0,001889

Pour un même compartiment et les même modalités, des réponses différentes et significatives dans chaque cas...

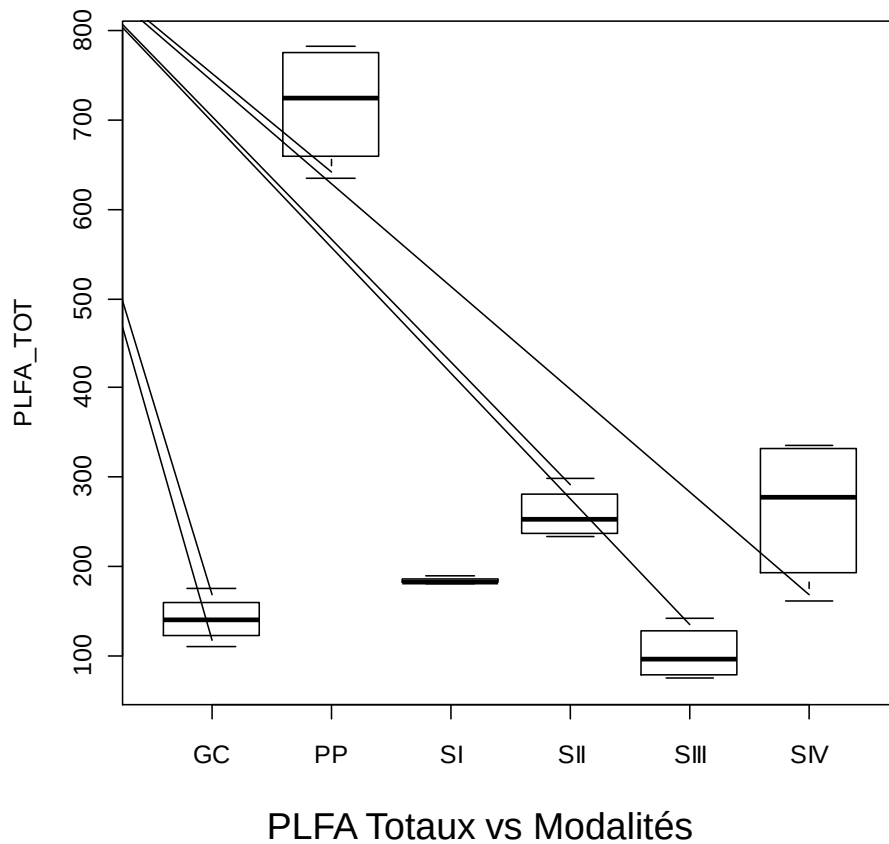
Redéfinition des modalités et typologies du site d'Yvetot

Modalités	Utilisation du sol en mars 2010	Logique de Conduite de la parcelle
		<i>Conduite</i>
SI	Génisse Pâturage permanent	PR
SII	VL Paddock	PR
SIII	Blé	PT
SIV	Fauche & VL Paddock	PT
GC	Blé	GC
PP	Pâturage nuit	PP

Les indicateurs microbiens :

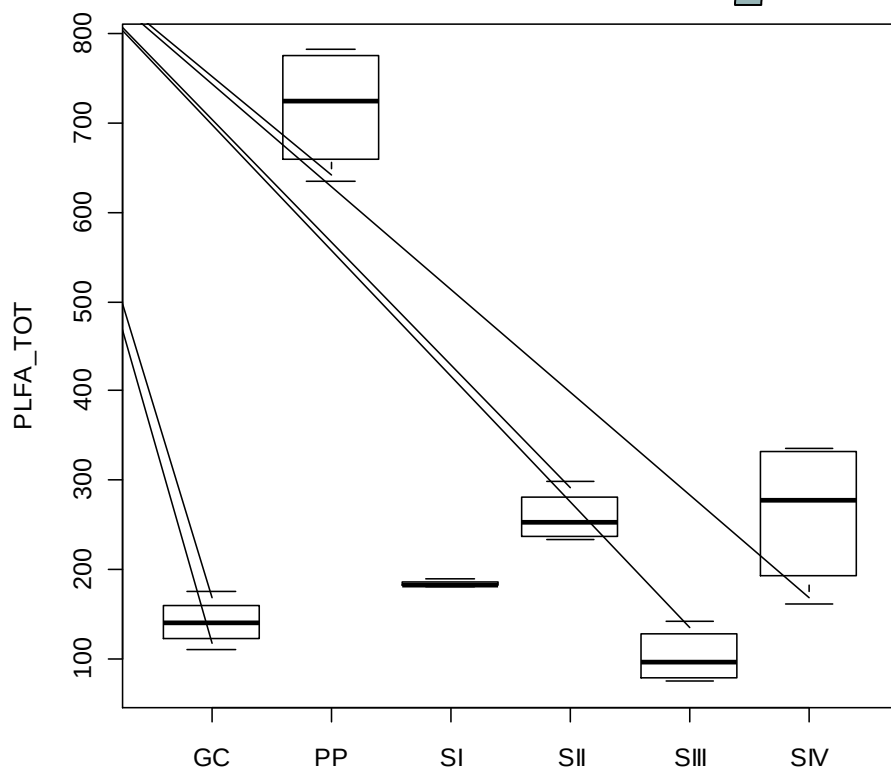
C. Repincay

INRA Versailles

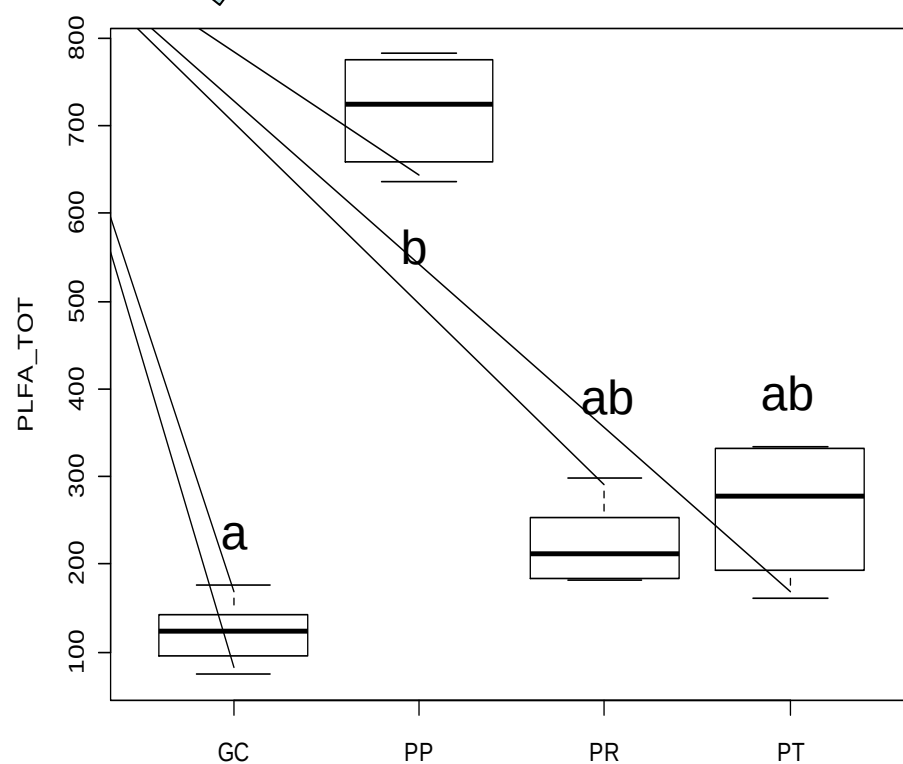


Les indicateurs microbiens : changement de point de vue

C. Repincay
INRA Versailles



PLFA Totaux vs Modalités

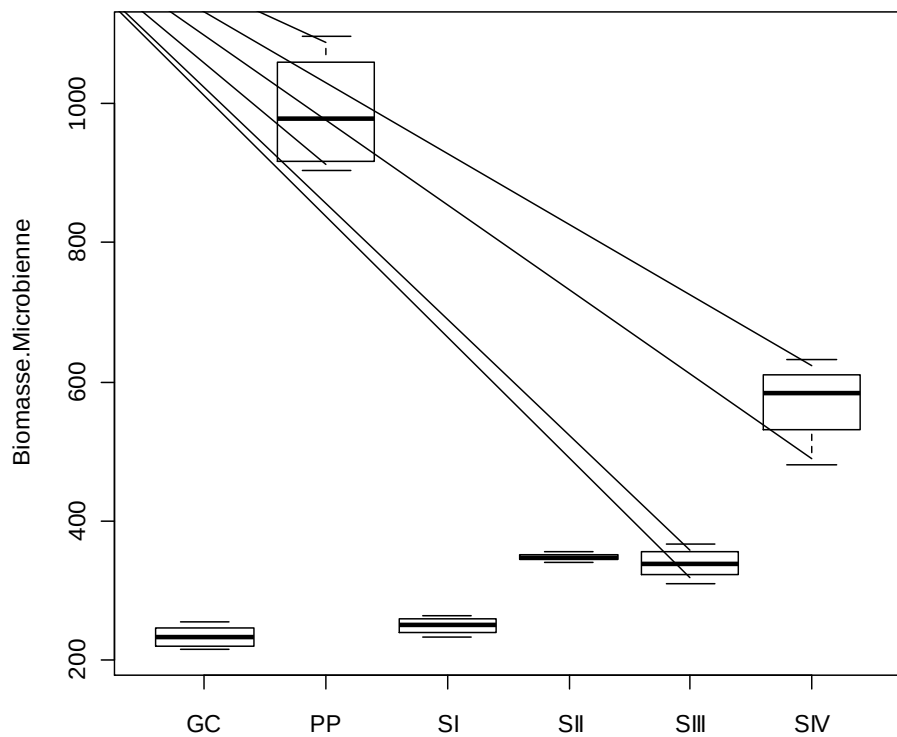


PLFA Totaux vs Occupation

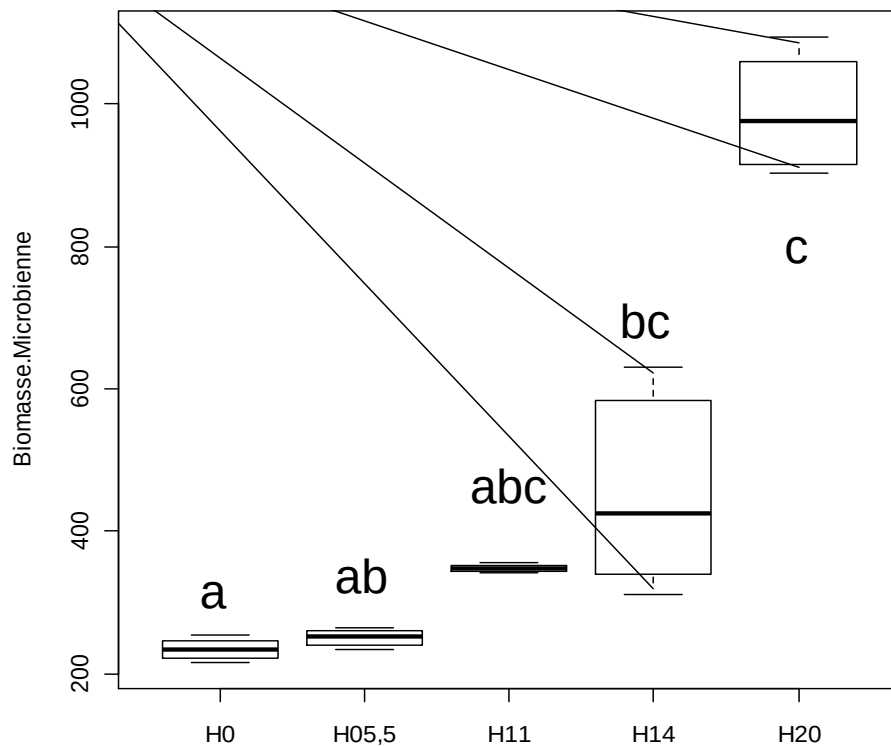
Les indicateurs microbiens

Biomasse microbienne

R. Chaussod
INRA Dijon



Biomasse Microbienne vs Modalités



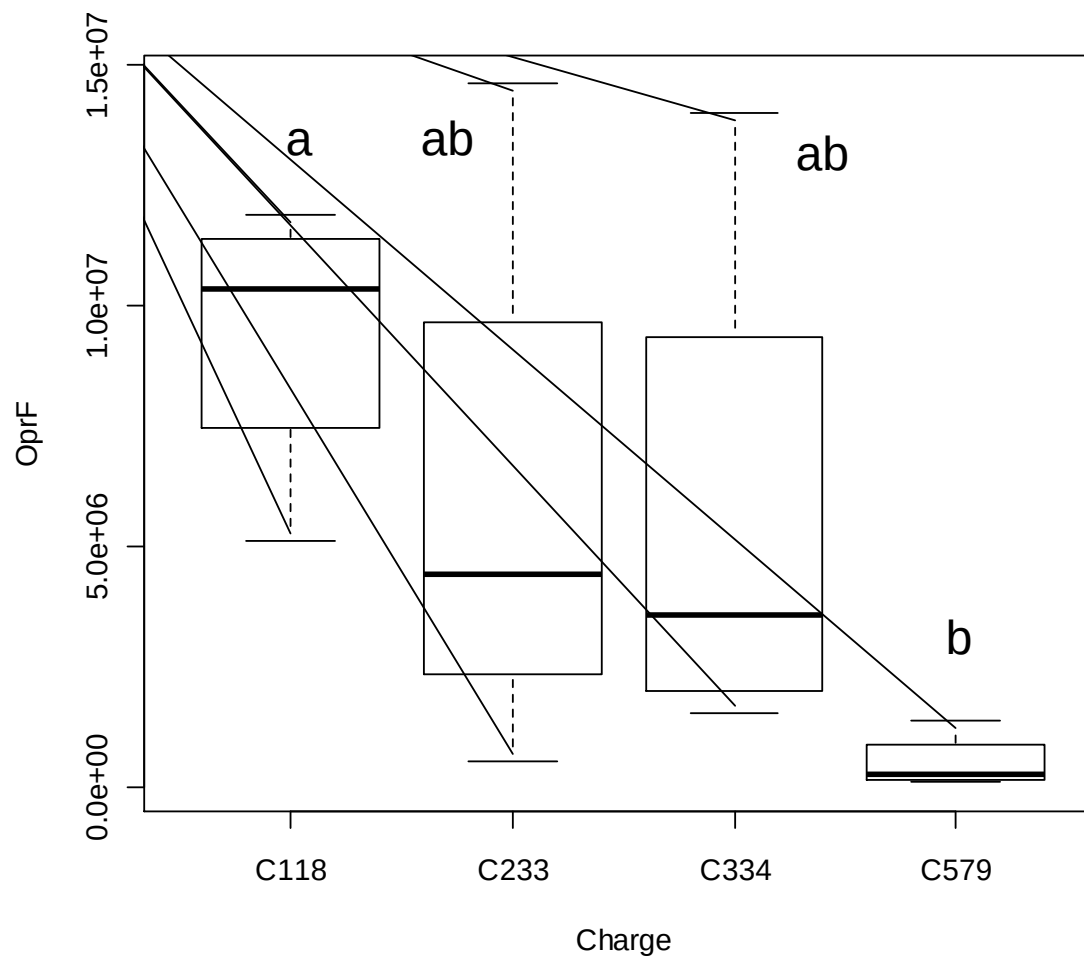
Biomasse Microbienne vs Historique

Microflore: les indicateurs bactériens

		Cultures		Prairies				kw test
				PR	PR	PT	PP	
		GC	SIII	SI	SII	SIV	PP	p-value
Bactéries cultivales	Esitpa							0,1562
ADNr 16S	U Rouen							0,05549
TTGE-B	U Nancy	a	ab	c	ab	ab	b	ND
ARISA-B	INRA Dijon	a	b	a	b	b	b	ND
OprF	U Rouen	a	ab	a	ab	ab	ab	0,006456
OprF/ARNr16S	U Rouen	a	ab	b	ab	ab	ab	0,01111
PLFA Bac/Tot	INRA Versailles	a	ab	ab	ab	ab	b	0,01673
PLFA cy19:0/Tot	INRA Versailles	ab	b	ab	a	a	ab	0,001317

Microflore: les indicateurs bactériens

J. Bodilis
Univ. Rouen

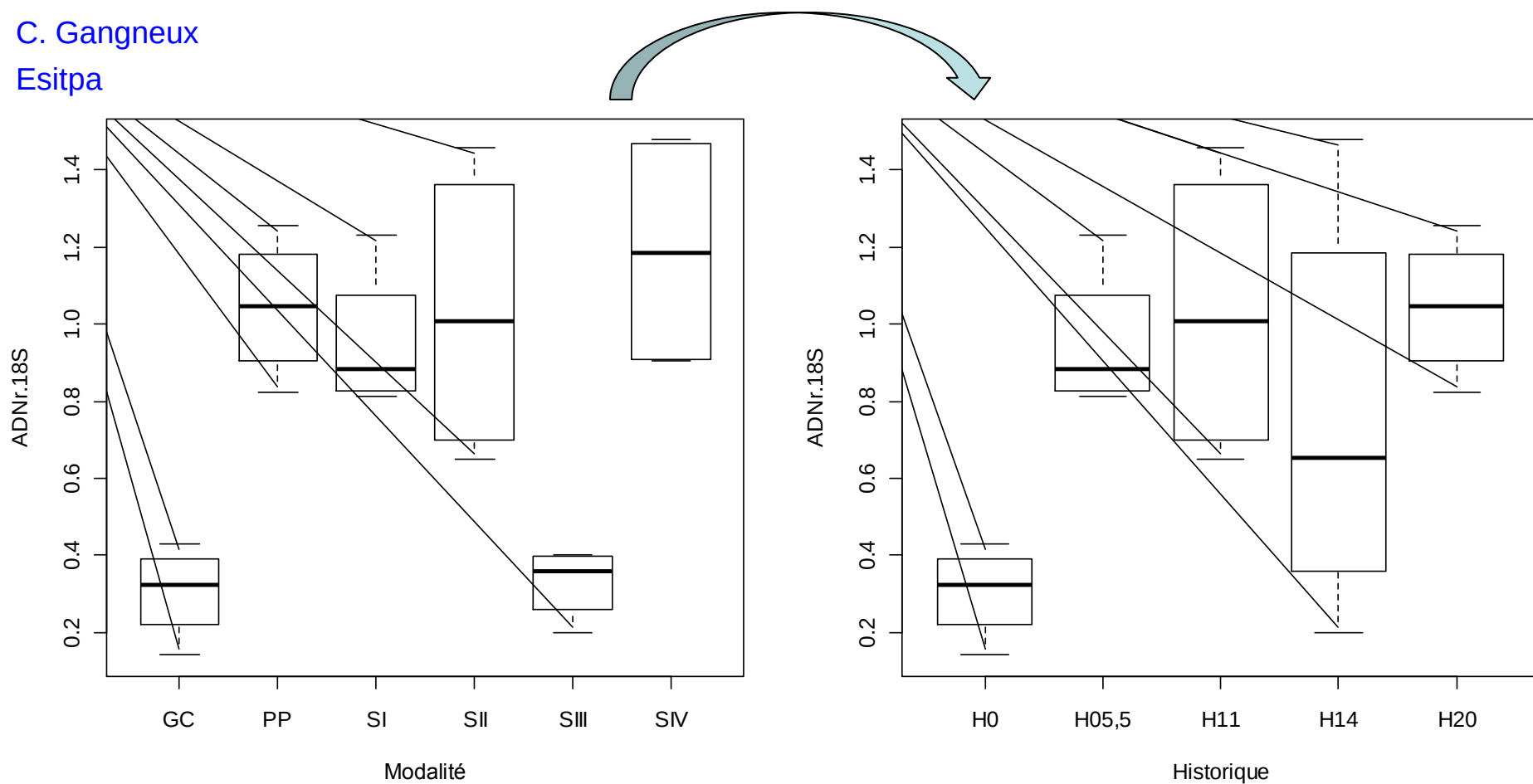


Microflore: les indicateurs fongiques

		Cultures		Prairies				kw test
				PR	PR	PT	PP	
		GC	SIII	SI	SII	SIV	PP	p-value
PLFA Fong/Tot	INRA Versailles	abc	c	a	ab	abc	bc	0,000666
Ergostérol total	Esitpa	c	bc	abc	abc	a	ab	0,001472
Ergostérol libre	Esitpa	a	a	ab	ab	ab	b	0,003101
ADNr 18S	Esitpa	a	a	ab	ab	b	ab	0,006296
TTGE-F	U Nancy	b	a	b	b	c	b	ND
ARISA-F	INRA Dijon	a	a	ab	ab	ab	b	ND

Microflore: les indicateurs fongiques

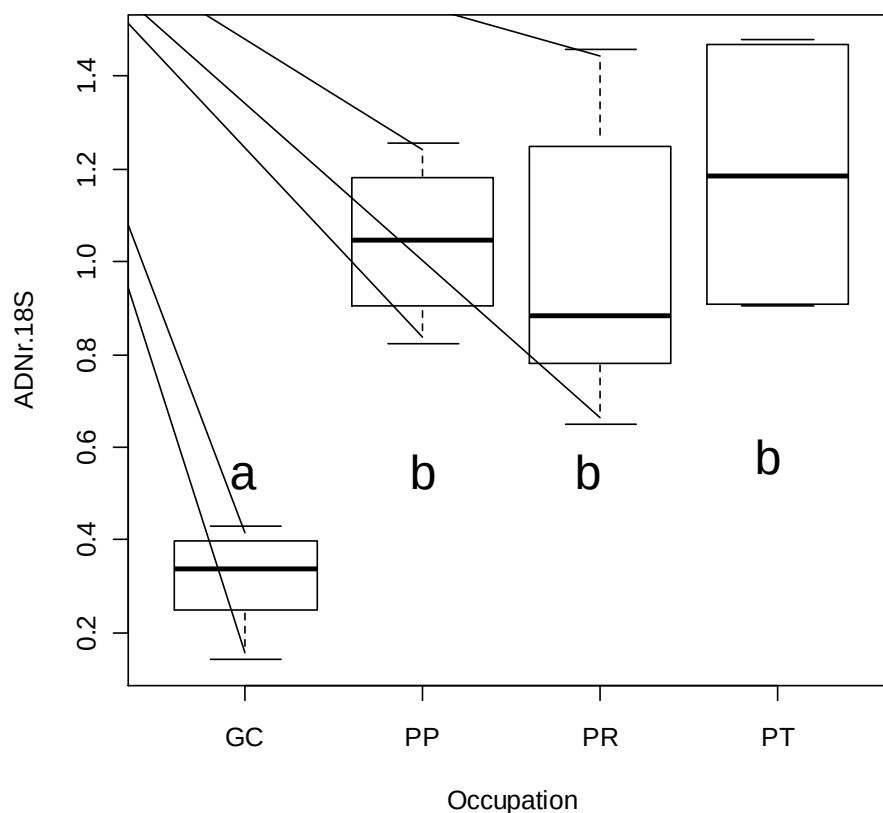
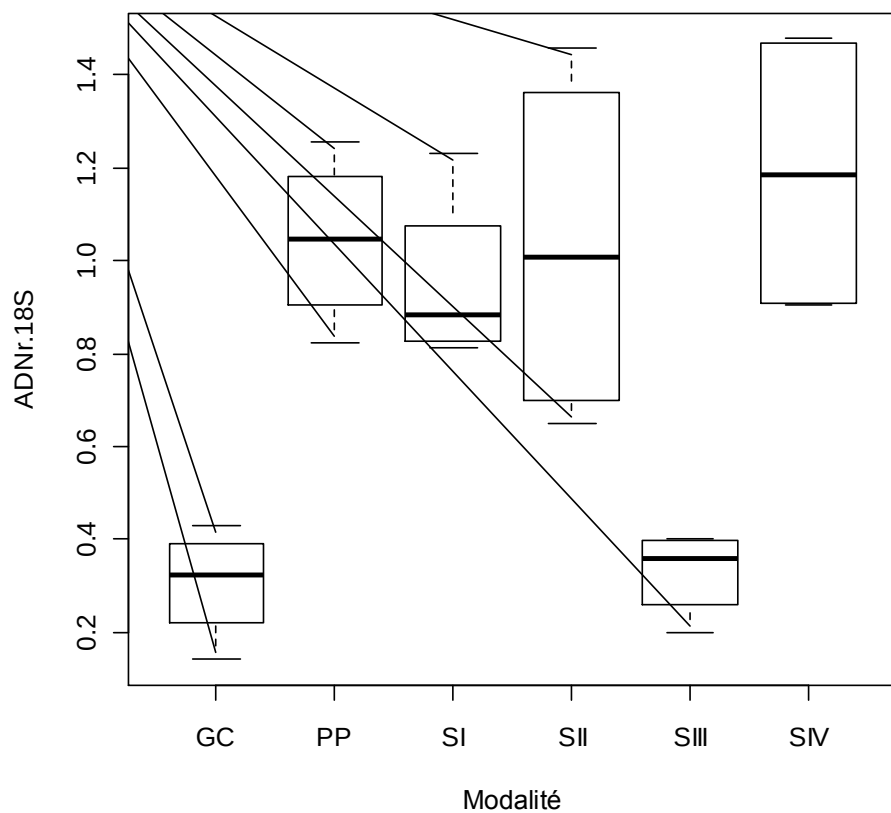
C. Gangneux
Esitpa



Microflore: les indicateurs fongiques

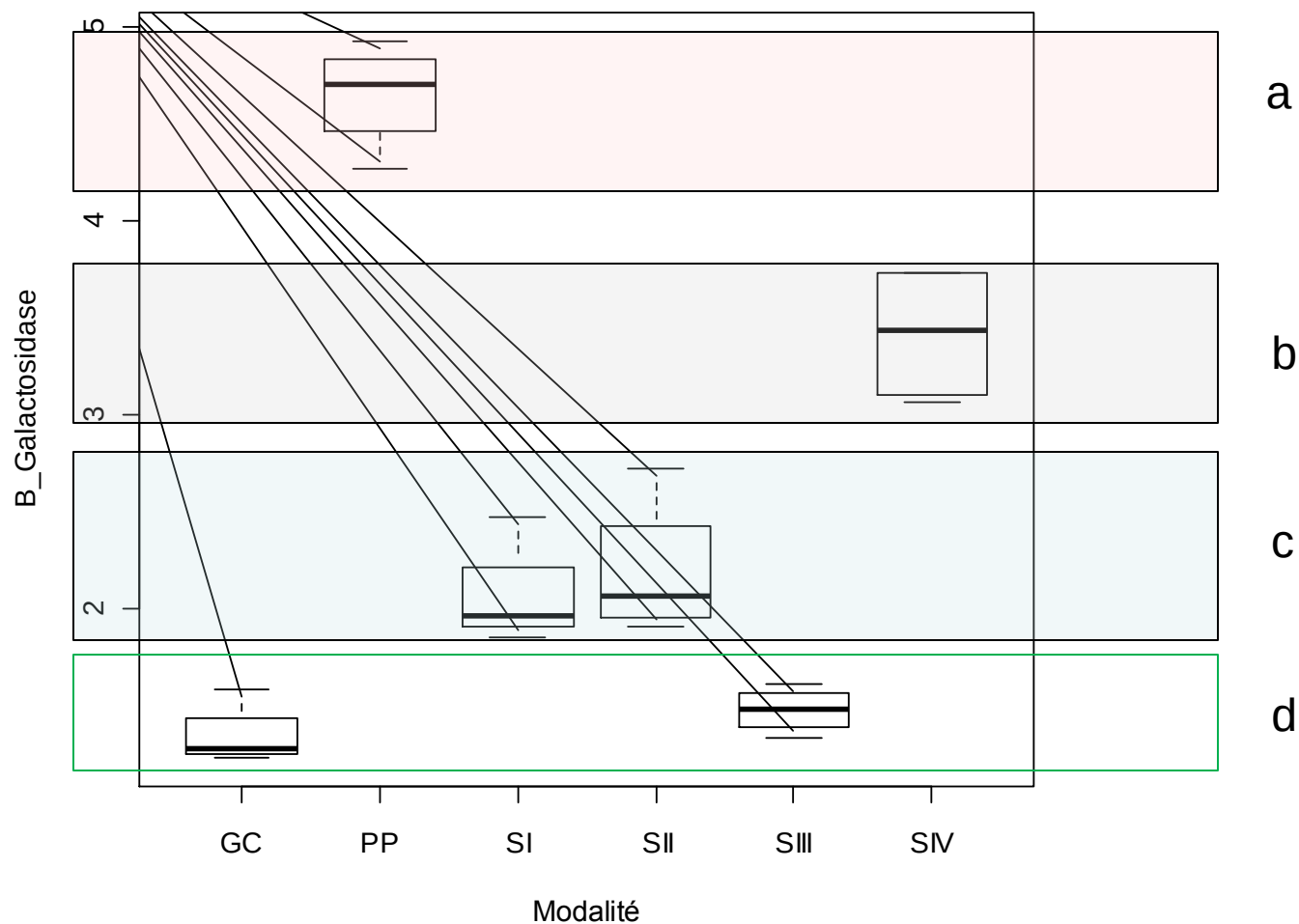
C. Gangneux
Esitpa

Indicateur d'occupation



Microflore: les activités microbiennes

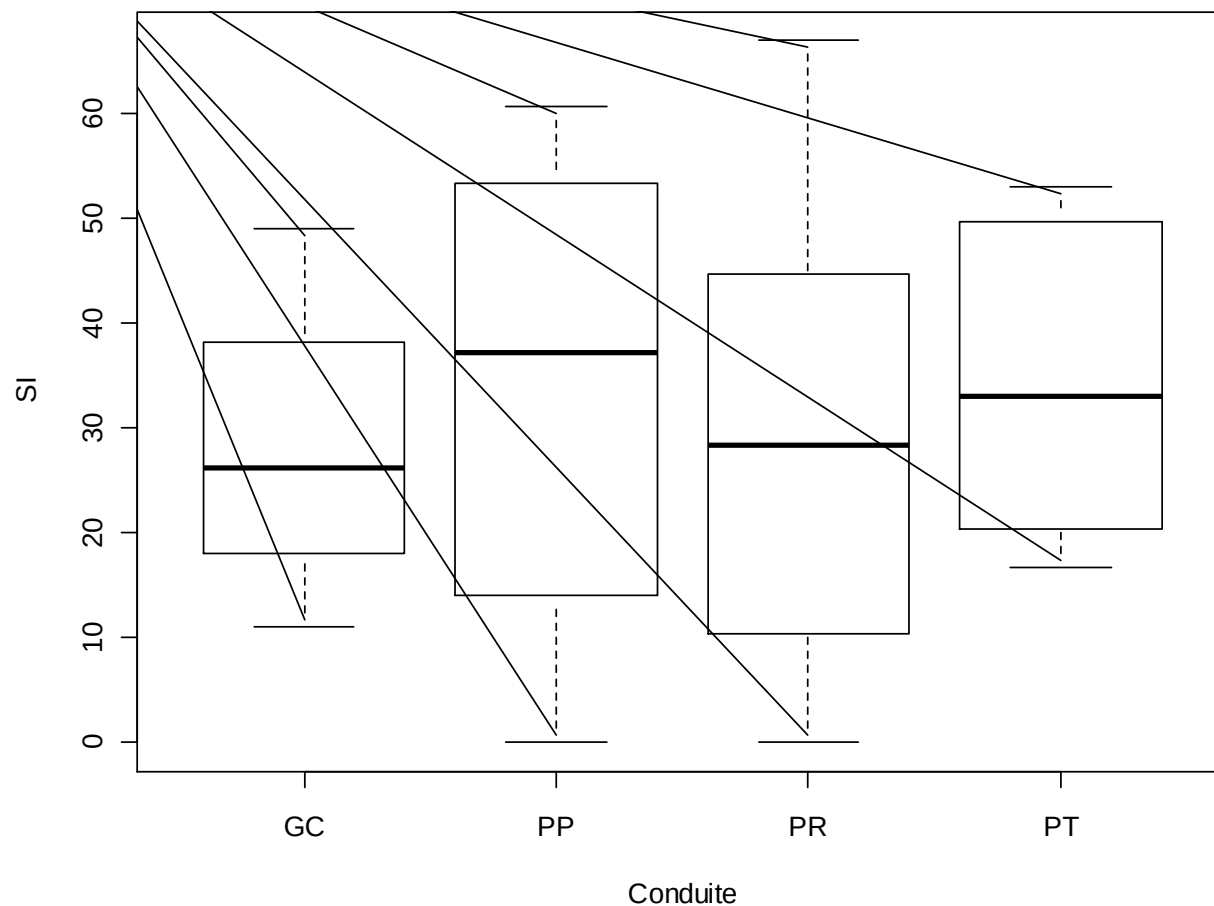
N. Cheviron
 INRA Versailles



La microfaune

C. Villenave
IRD Montpellier

Indice de structure,
Chaine trophique
réduite dans les
agrosystèmes



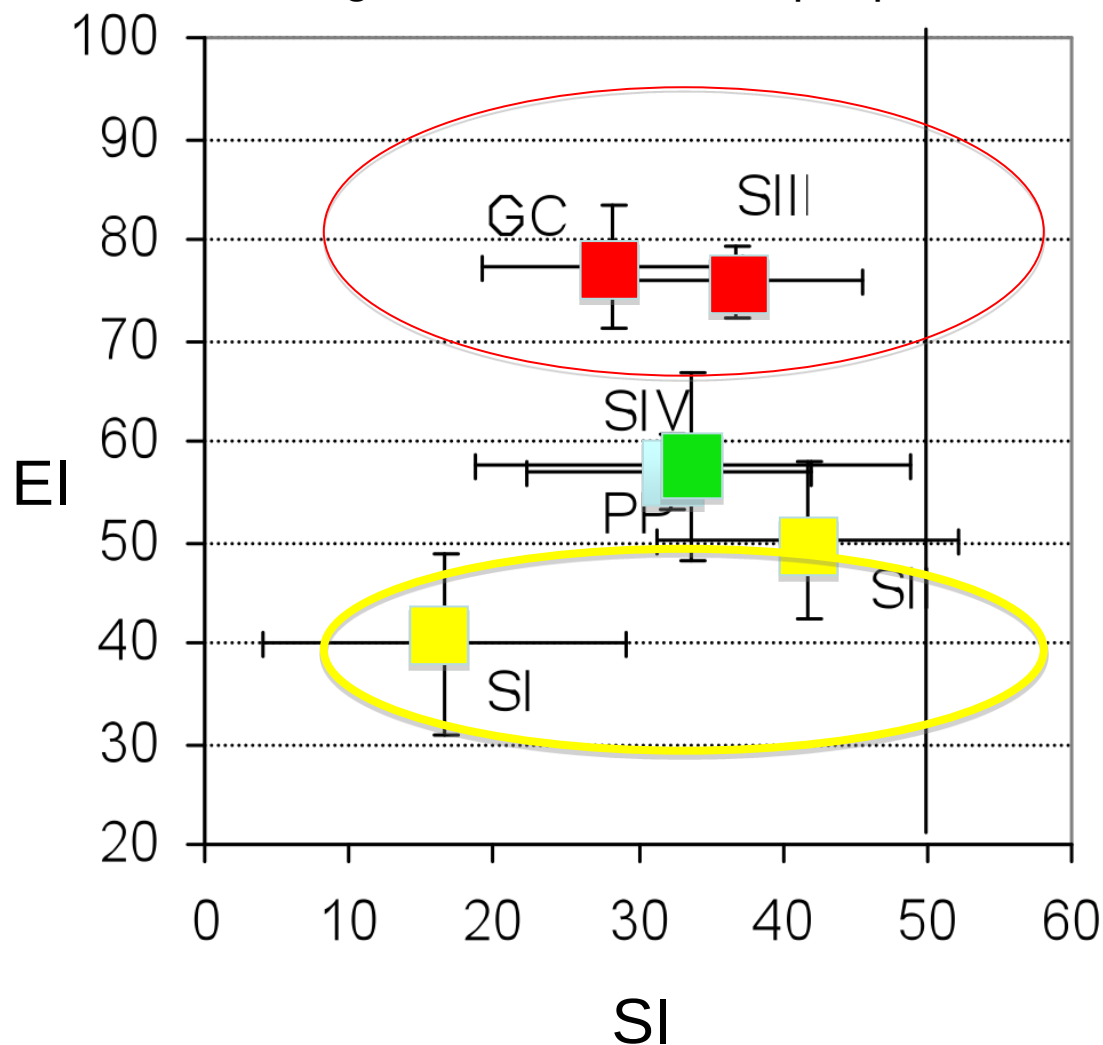
La microfaune

C. Villenave

 IRD Montpellier

-  GC plus enrichies -> flux d'éléments nutritifs
-  PR moins d'éléments nutritifs disponibles
-  PT, PP décomposition part fongique plus importante que part bactérienne

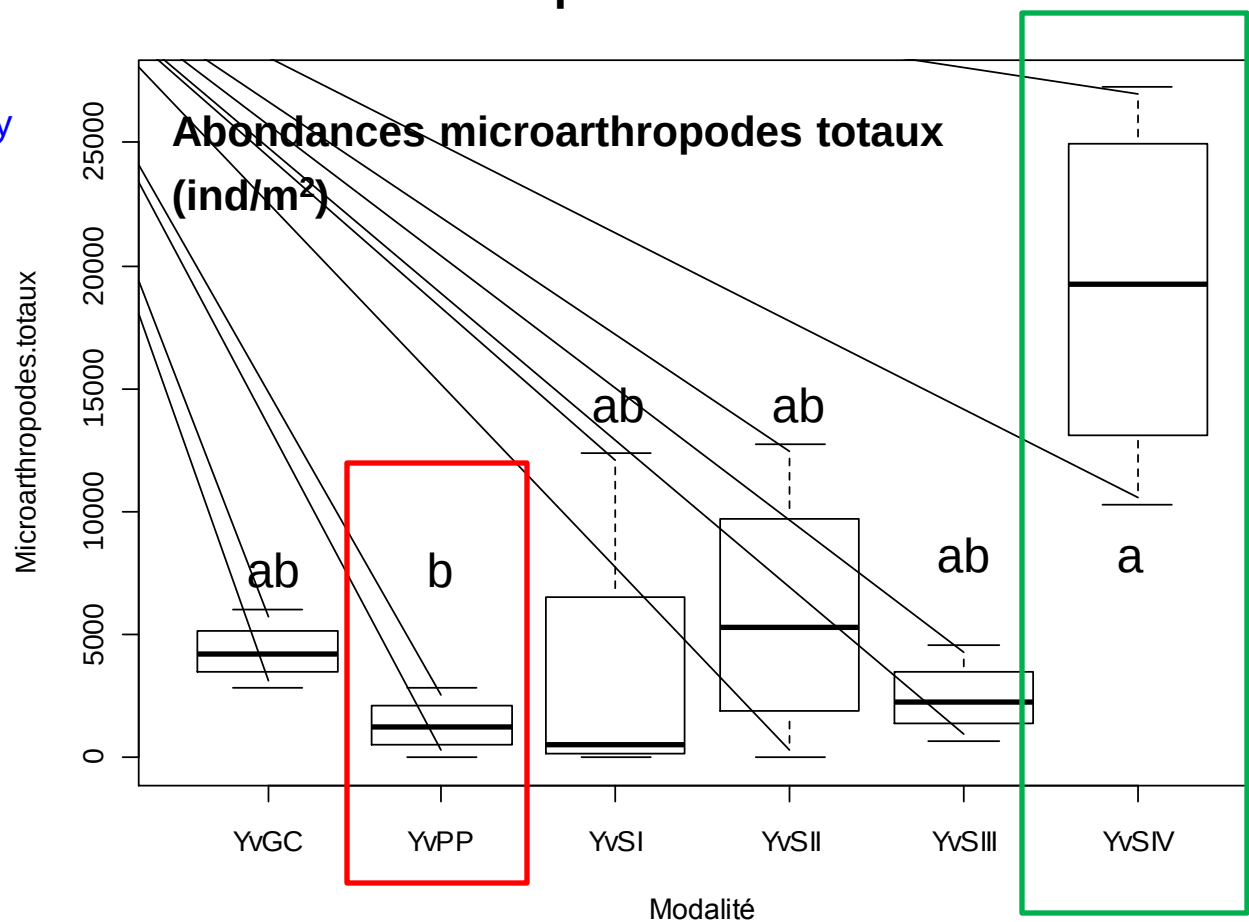
Diagnostic du réseau trophique du sol



La mésofaune

Abondance, richesse, diversité, équitabilité des collemboles Microarthropodes et acariens

J.Cortet
 Univ. Nancy



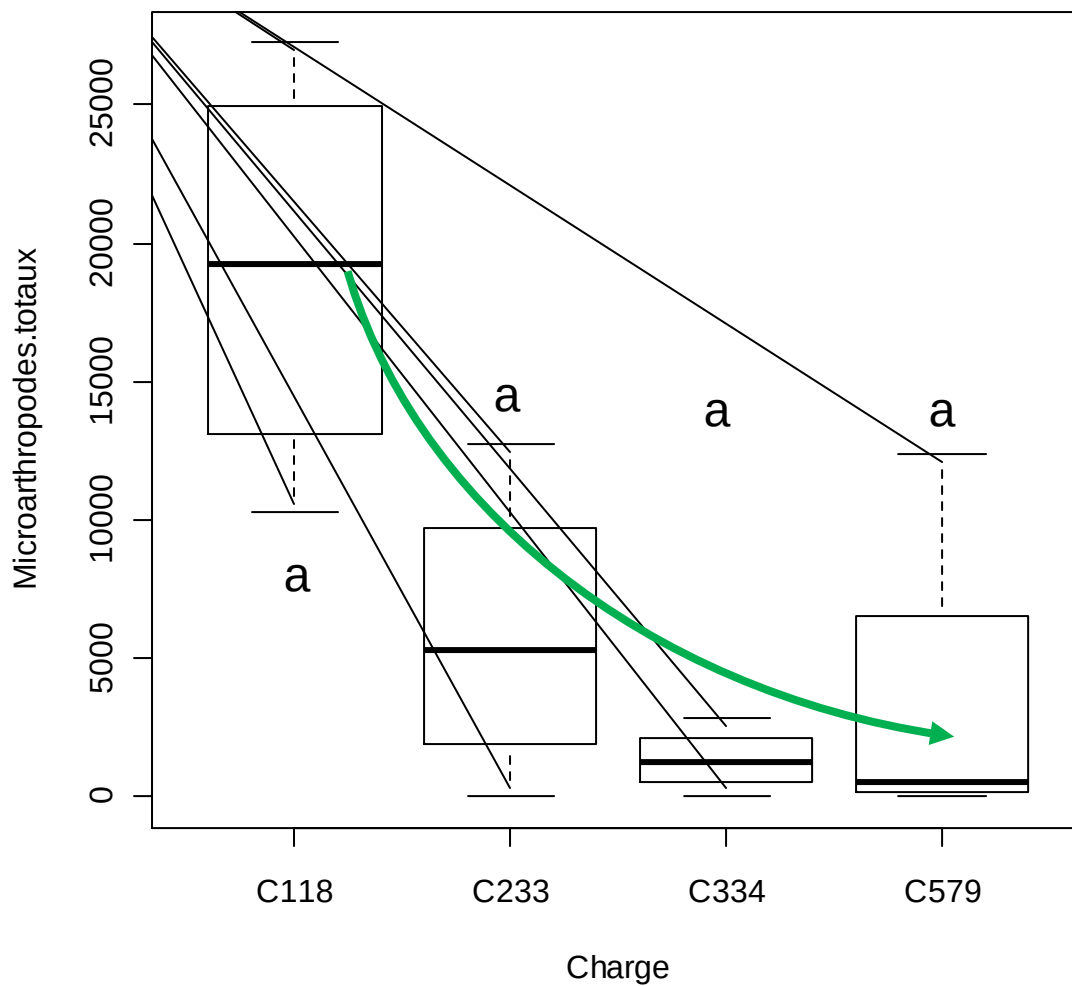
$p = 0,03355$

La mésofaune

J. Cortet
Univ. Nancy

Pas de différence
significative

Mais une tendance à
décroître quand la pression
de pâturage augmente

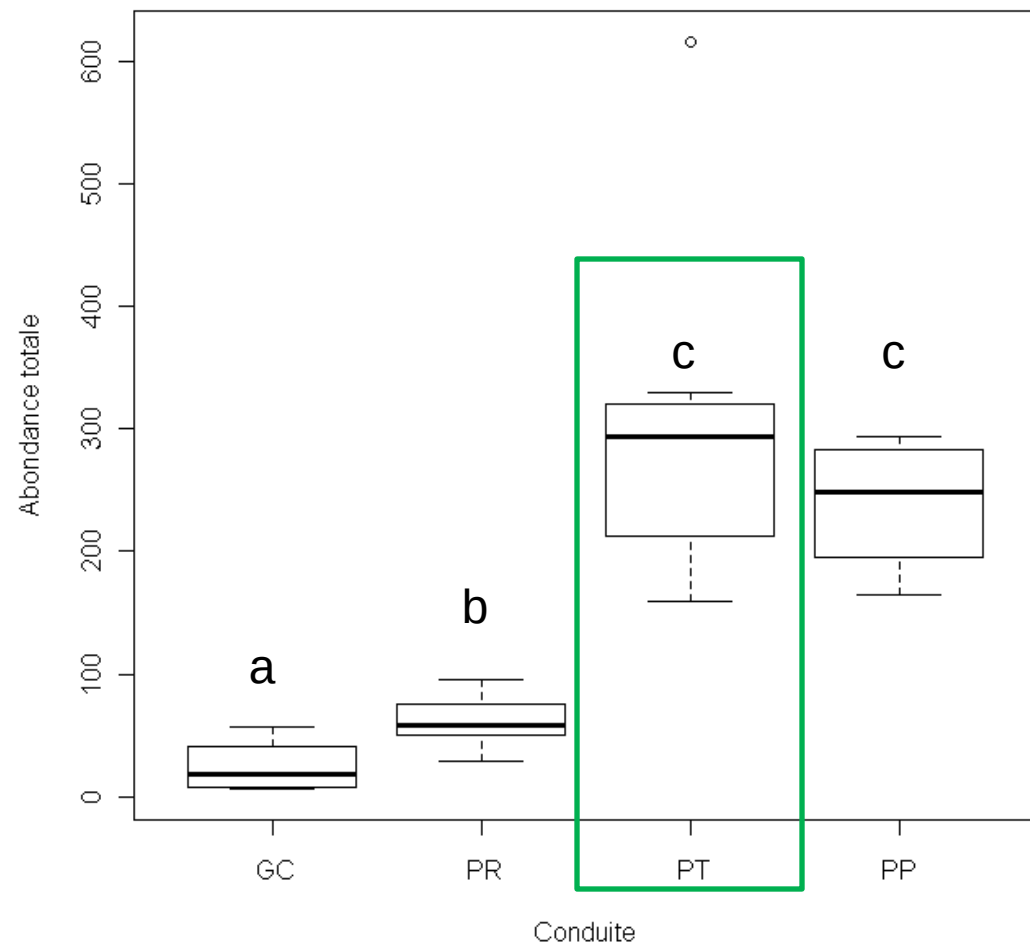


La macrofaune

M. Guerion
Univ. Rennes 1

Cultures:
Fortes contraintes
pour le
développement
lombricien

Mise en culture:
Pas d'altération
des communautés



Premières conclusions

Intérêt du site d'yvetot pour la diversité des « Points de vue » et du retraitement statistique pour la mise en évidence des discriminations.

- Des indicateurs d'**occupation**: Nématodes, PLFAs, ADNr 18S, AE.....
- Des indicateurs de **pression de pâturage**: Pseudomonas, Collemboles
- Des indicateurs d'**historique prairial**: Biomasse microbienne, AE...
- Des indicateurs de **conduite**: Lombrics, AE...

Au plan agronomique et environnemental, ces données nous permettent de confirmer l'intérêt d'une **rotation cultures/prairies**. L'alternance une culture (2 ans max) avec une prairie temporaire (4 ans mini) permet d'améliorer le niveau de biomasse microbienne et de le stabiliser à un haut niveau, de ne pas altérer la diversité bactérienne et de maintenir l'abondance lombricienne.

**Pour des résultats plus complets
Rendez-vous aux journées techniques
les 16 & 17 octobre 2012**

Maison de la Chimie, 28 rue Saint-Dominique, Paris



-16 oct : Bioindicateurs qualité du sol
-17 oct : Phytotechnologies appliquées aux sites pollués

mlegras@esitpa.org



Remerciements





-Metaleurop



-Metaleurop (7 plots)

-(gradient of metal contamination – former fundry)

-GIS-FI Homécourt



-Auzon (7 plots)

-(Arsenic - Former pesticide industry)

-GIS-FI Homécourt (2 plots)

-(PAH contamination – industrial wastelands)

-Auzon



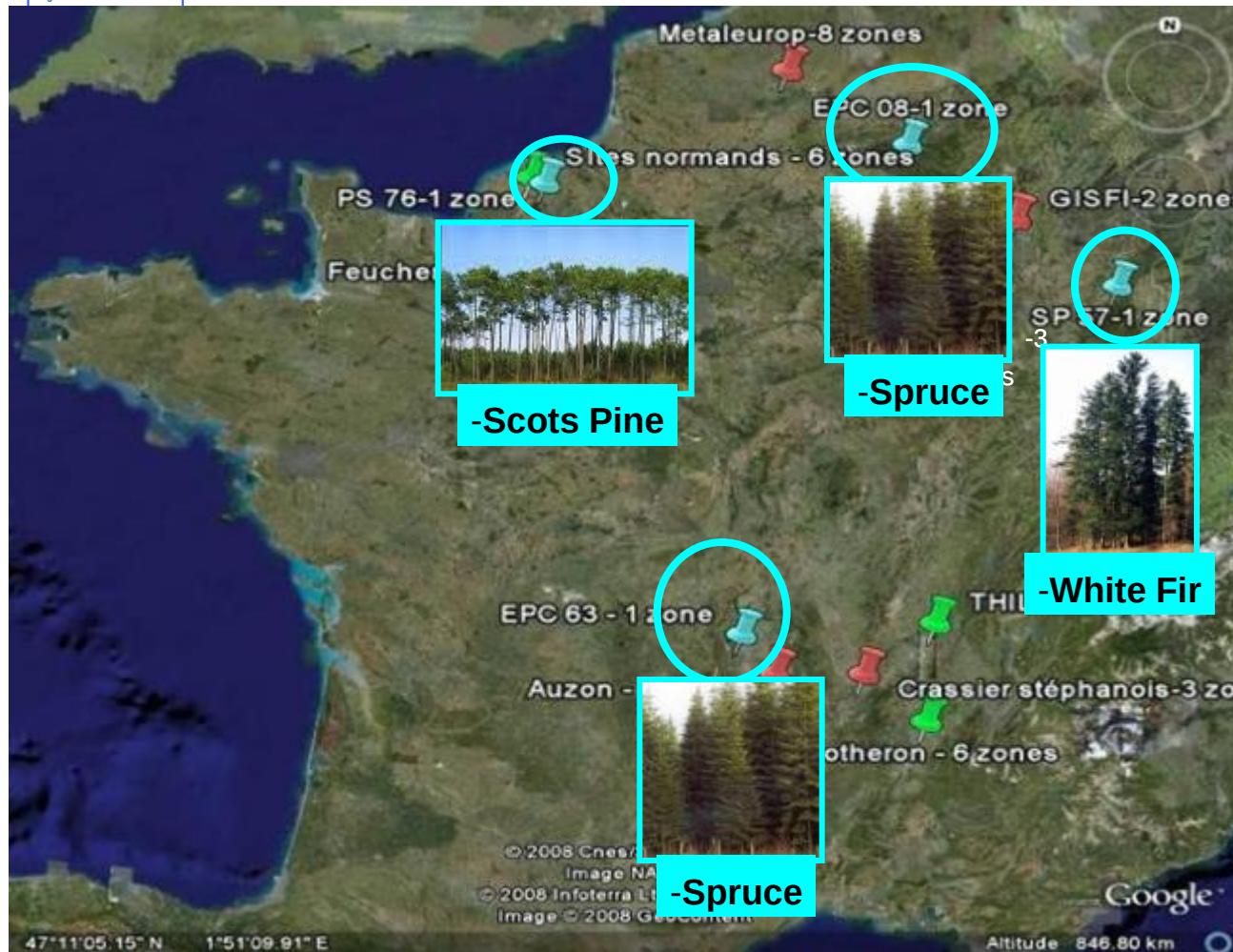
-St Etienne (3 plots)

-(metal contamination - Slag heap)

-St Etienne



-Contaminated sites (4)



-Forest sites (4)



- Soil sampled by auger ($\varnothing$ 7cm, 12 points/replicates)

Profondeur $\rightarrow$ 0-15 cm

- Homogénéisation dans une boîte

Tamisé



Tamisé à 6 mm



Pesée



Conservé à
basse $^{\circ}\text{C}$



Conservé à
basse $^{\circ}\text{C}$



Physico chimie
500 g

-INRA
-Arras

Archives
500 g

-Express
-mail (24h)



Activités enzymatiques



ESITPA
Rouen
500 g

INRA
Pessac
500 g

Univ. Marseilles
500 g



Nematofaune
IRD Montpellier
500 g



Microbio
(Biomass)
INRA Dijon
500 g



DNA extraction
INRA Dijon
50 g



ESITPA Rouen
CNRS Nancy
INRA Dijon

DNA extraction

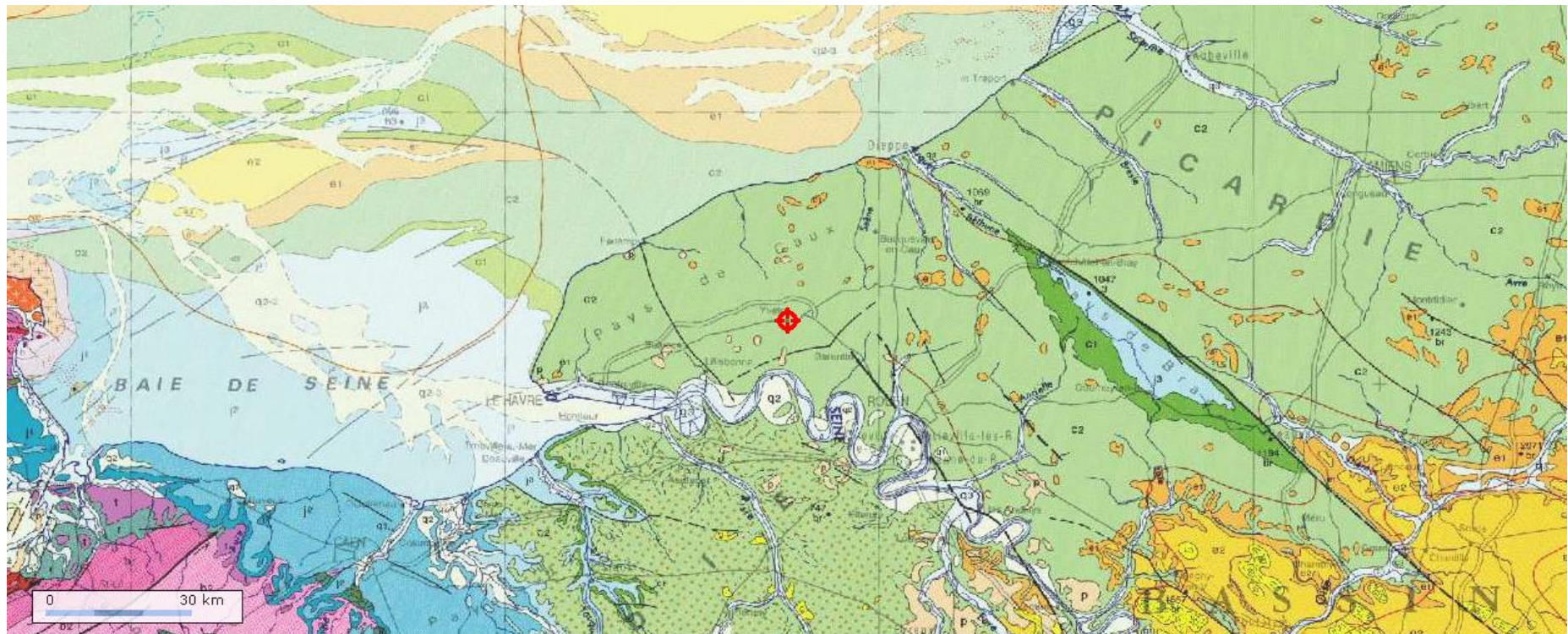


	Min	Max	Médiane	Moyenne	CV
Humidité	9,02	14,27	10,48	10,9	14,5
Argile	120	170	140	141,9	8,9
Limons fins	222	252	237	236,3	3,4
Limons grossiers	405	431	421,5	420,5	1,6
Sables fins	180	207	195,5	194,8	3,5
Sables grossiers	3	9	7	6,6	23,2
C org	10,2	26,9	14,2	15,7	33,8
N tot	1,0	2,5	1,4	1,6	30,8
C/N	9,4	10,7	10,0	10,0	3,2
pH	5,4	6,5	5,8	5,9	6,8
P2O5	0,1	0,2	0,1	0,2	28,0
CEC	5,1	8,3	7,2	7,1	12,5
Al	0,03	0,30	0,12	0,14	61,7
Ca	5,26	7,62	6,62	6,53	10,4
K	0,19	0,67	0,35	0,35	36,7
Fe	0,01	0,01	0,01	0,01	18,1
Mg	0,47	1,28	0,72	0,79	38,9
Mn	0,02	0,10	0,06	0,06	44,8
Na	0,03	0,06	0,04	0,04	29,7

-Toutes
modalités
confondues
-Des
paramètres à
fortes
variations sur
l'ensemble des
modalités:
-Al et Mn

	Carbone et azote				Cations		
	C org (g/kg)	N tot (g/kg)	C/N	Matière organique (g/kg)	Calcaire total (g/kg)	CEC (cmol/kg)	pH CaCl ₂
B10 Yv – PP	25,7	2,5	10,5	44,5	<1	8,1	5,0
B10 Yv – 1	11,1	1,1	9,8	19,2	<1	5,45	5,0
B10 Yv – 2	14,3	1,4	10,2	24,7	<1	6,9	5,6
B10 Yv - 3	13,9	1,4	9,6	24	<1	7,8	6,1
B10 Yv - 4	18,6	1,8	10,3	32,2	<1	7,3	5,1
B10 YV - GC	10,7	1,1	9,8	18,5	<1	7,0	6,0

Parcelles	Argiles	Limons	Sables	Texture GEPPA (17 classes - Baize 1995)
B10 Yv – PP	16,3 %	63,3 %	20,4 %	Limon sablo-argileux Lsa
B10 Yv – SI	14,1 %	66,5 %	19,4 %	Limon L
B10 Yv – SII	12,6 %	66,4 %	21 %	Limon L
B10 Yv - SIII	14,1 %	65,6 %	20,3 %	Limon L
B10 Yv - SIV	14,7 %	65,1 %	20,2 %	Limon L
B10 YV - GC	13,3 %	67,1 %	19,6 %	Limon L



Pays de Caux, Plateau crayeux, Luvisols, Sols limoneux profonds (GEPPA)

Argiles:15%, Limons: 65%, Sables: 20%