A teal arrow pointing to the right, positioned to the left of the main title text.

# Analyser les dynamiques temporelles de fertilité chimique des sols de prairie permanente en systèmes laitiers autonomes

Thomas PUECH<sup>1</sup>, Damien FOISSY<sup>1</sup>, Bénédicte AUTRET<sup>1</sup>

1. UR0055 ASTER Mirecourt, INRAE

662 Avenue Louis Buffet, 88500 Mirecourt

thomas.puech@inrae.fr

- Spécialisation des exploitations agricoles et des territoires → artificialisation croissante des conditions de milieu (Jepsen et al, 2015; Mignolet et al, 2012)
- Enjeux de développer des systèmes qui s'appuient sur les principes de l'agroécologie (intégration cultures-élevages, diversification des agrosystèmes, bouclage des cycles...) (Altieri et al, 2012, Bonaudo et al, 2014)
- Fertilité des systèmes autonomes (biologiques) basée principalement sur le bouclage des cycles et les phénomènes naturels (fixation symbiotique)

*Capacité à maintenir sur le long terme la fertilité des sols, principal facteur de production en système autonome ?*

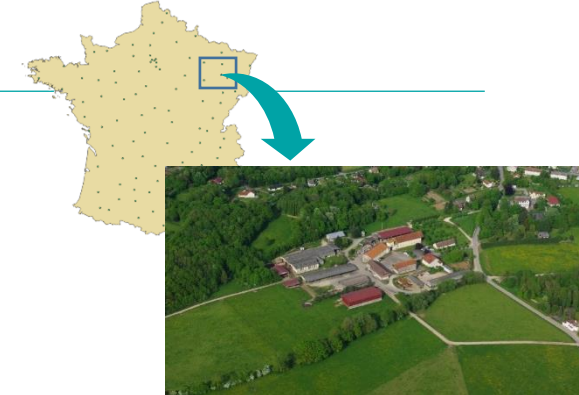
- Analyser les dynamiques temporelles de fertilité des sols en systèmes très autonome et économe
- Approche multicritères de la fertilité des sols agricoles.



Analyse des trajectoires de fertilité de prairies permanentes des systèmes autonomes sur l'IE ASTER Mirecourt

### Expérimentations « système » sur l'installation expérimentale INRAE de Mirecourt

- ❖ Le principe de base : « **faire au mieux avec les ressources du milieu** »
- ❖ Une approche **systemique** (expérimentation système – ferme entière)
- ❖ Des systèmes **très autonomes** (fourrages, fertilisants) en agriculture biologique
- ❖ Une conception « pas à pas » (Coquil et al, 2017)



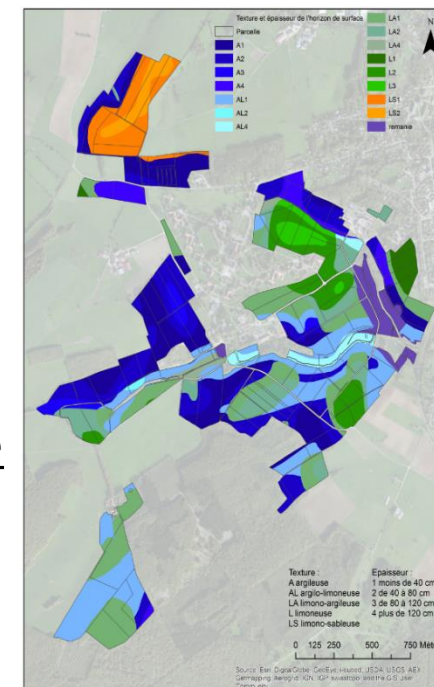
- ❖ Plateau Lorrain Sud
- ❖ Des sols à dominance argileuse
- ❖ 240 ha de SAU
  - ❖ 135 ha de prairies permanentes
  - ❖ 105 ha de rotations

### 2006 – 2015 : Deux expérimentations systèmes « ferme entière » autonomes et économes

- Système Herbager : Une valorisation très économe des prairies permanentes  
40 vaches laitières sur 80 ha de prairies permanentes
- Système PolyCulture-Elevage : Tirer partie des complémentarités cultures-élevages  
60 vaches laitières sur 55 ha de prairies permanentes + 105ha de rotations

### Depuis 2016 : Un système autonome diversifié priorisant un usage des terres pour l'alimentation humaine

- 100 vaches laitières dont 10 vaches nourrices, monotraite, croisements de races
- 130 brebis allaitantes
- 30 porcs charcutiers détritivores
- 135 ha de prairies permanentes
- 105 ha de rotations culturales (20 espèces annuelles pour l'alimentation humaine)

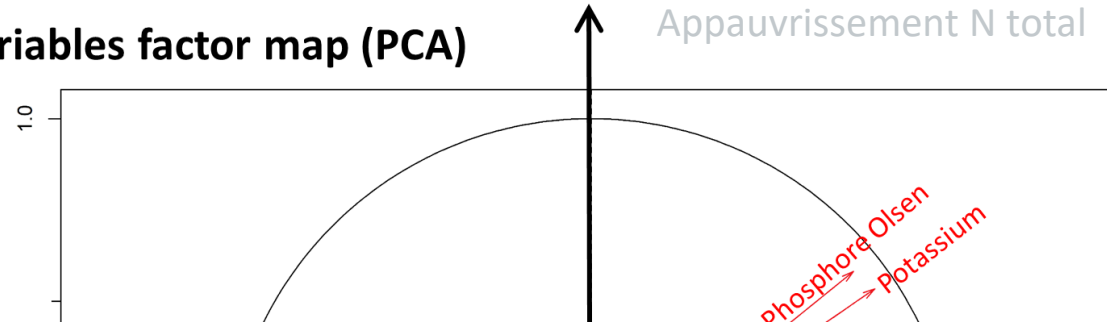




Année	Carbone organique (g/kg)	CEC (cmol+/kg)	pH	N total (g/kg)	P (10 <sup>-2</sup> g/kg)	K (10 <sup>-1</sup> cmol+/kg)
2006	41.2	21.9	6.8	3.4	8.5	5.3
2010	39.8	21.6				
2014	37.1	22.4				
2018	38.5	23.9	6			
Évolution 2006-2018	Non significatif	Positive p.value = 2.10 <sup>-6</sup>	Pos p.value			

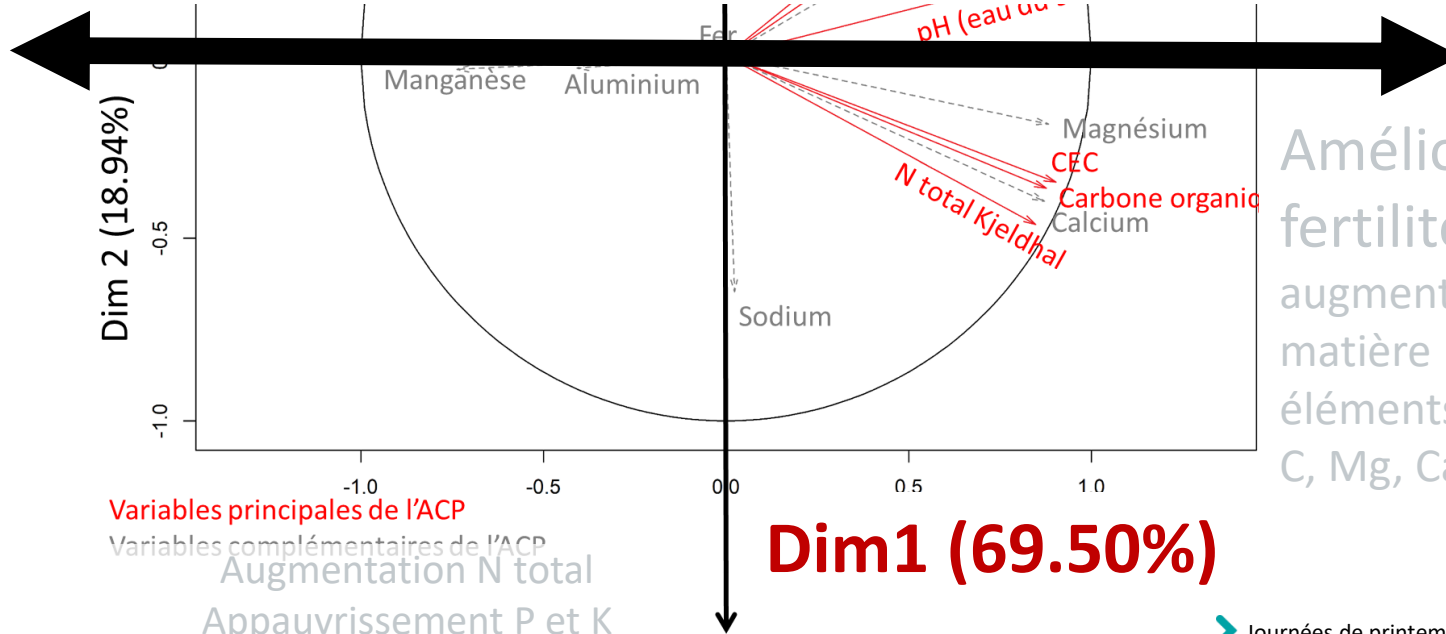
# Analyse multivariée

Variables factor map (PCA)



Augmentation P et K  
Appauvrissement N total

## Axe 1 = proxy de la fertilité chimique des sols en PP



Variables principales de l'ACP

Variables complémentaires de l'ACP

Augmentation N total

Appauvrissement P et K

## Dim1 (69.50%)

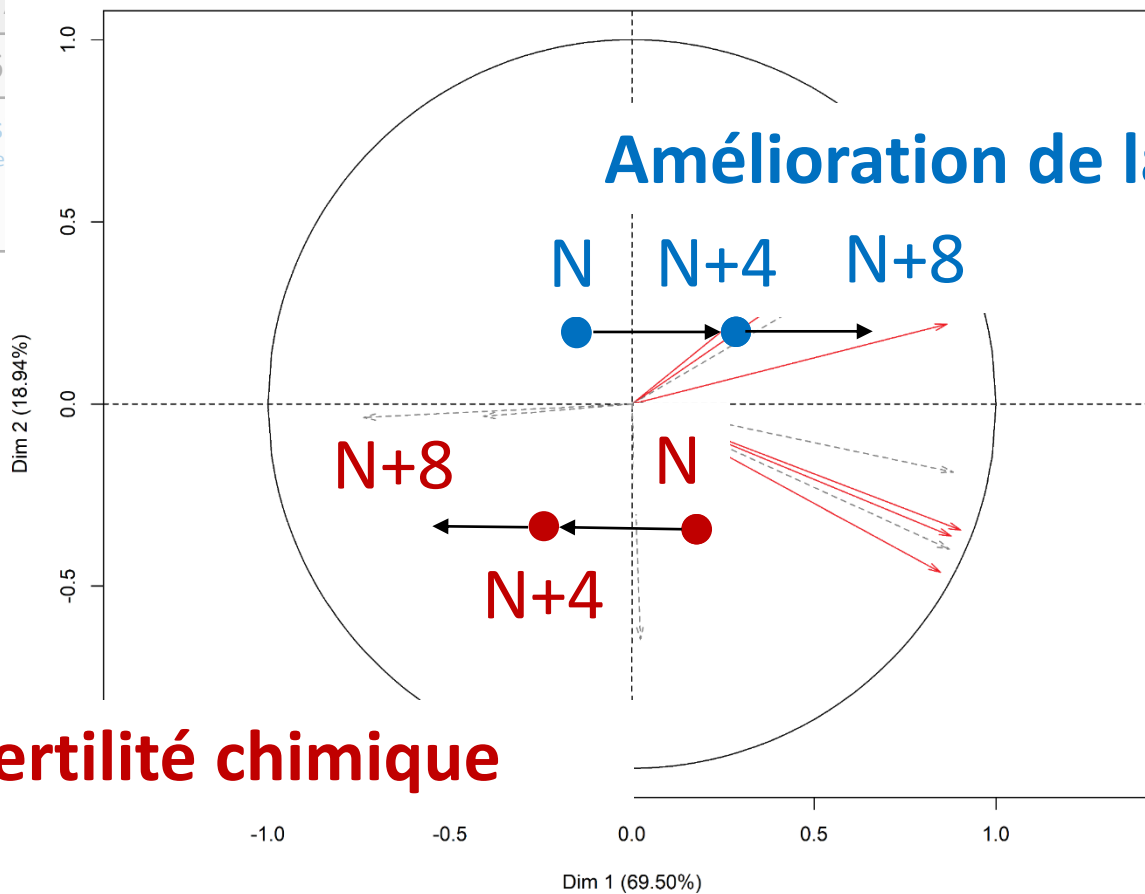
Dégradation de la fertilité chimique

perte de matière organiques et éléments fertilisants (N, P, K, C, Mg, Ca), acidification et apparition d'éléments potentiellement toxiques (Mn, Al)

Amélioration de la fertilité chimique : augmentation teneur en matière organiques et éléments fertilisants (N, P, K, C, Mg, Ca...)

Année	Carbone organique (g/kg)	CEC (cmol+/kg)	pH	N total (g/kg)	P (10 <sup>-2</sup> g/kg)	K (10 <sup>-1</sup> cmol+/kg)
2006	41.2	21.9	6.8	3.4	8.5	5.3
2010	39.8	21.6	6			
2014	37.1	22.4				
2018	38.5	23.9	6			
Évolution 2006-2018	Non significatif	Positive p.value = 2.10 <sup>-6</sup>	Pos p.value			

Variables factor map (PCA)

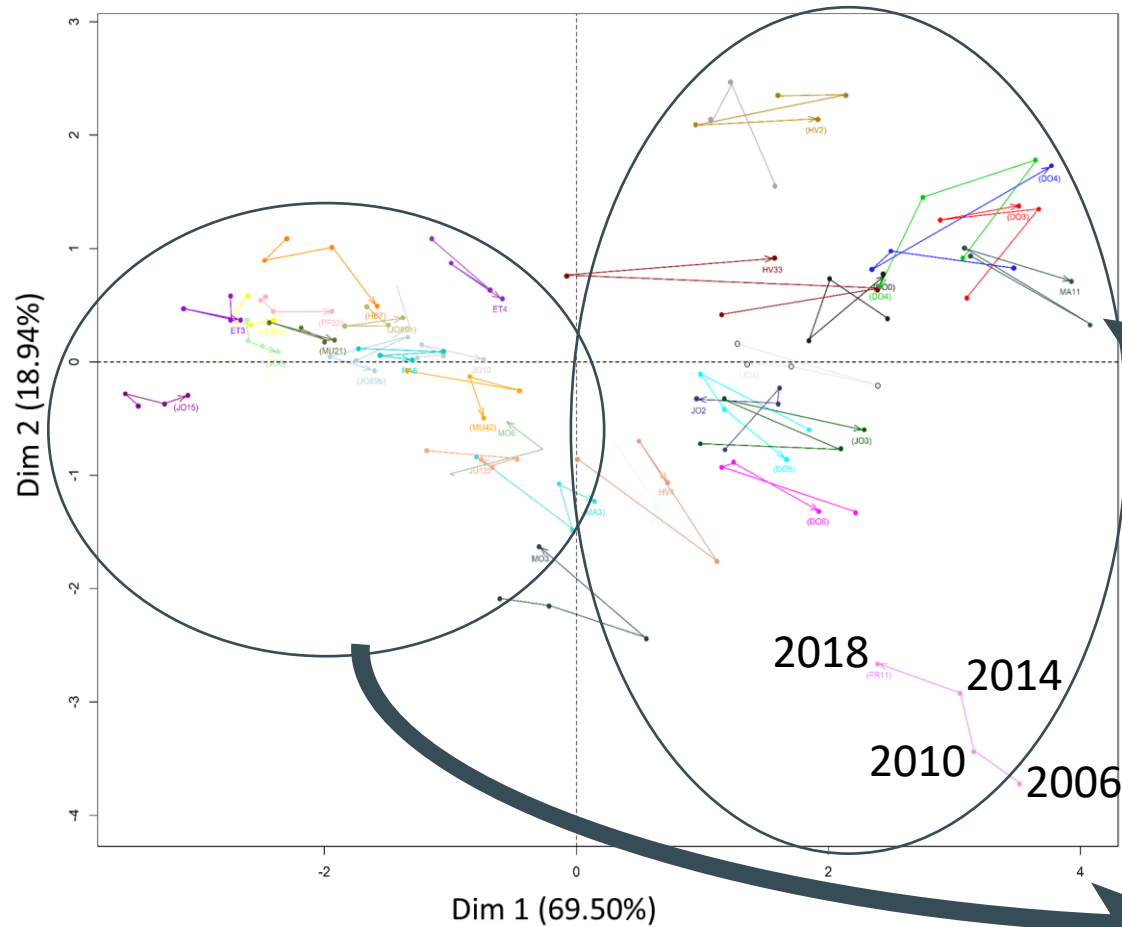


Amélioration de la fertilité chimique

Dégradation de la fertilité chimique

# Projection des points de fertilité

Trajectoire des points de fertilité entre 2006 et 2018



Période		Trajectoire sur l'axe 1
2006-2010		+ 0.25 (pvalue = 1.10 <sup>-2</sup> )
2010-2014		- 0.28 (pvalue = 5.10 <sup>-3</sup> )
2014-2018		+ 0.3 (pvalue = 3.10 <sup>-3</sup> )
2006-2018	SH-SPCE	+ 0.29 (pvalue = 2.10 <sup>-4</sup> )
	SH	+ 0.22 (pvalue = 3.10 <sup>-2</sup> )
	SPCE	+ 0.41 (pvalue = 3.10 <sup>-3</sup> )

Alternance de phases d'amélioration et de dégradation de la fertilité chimique

Amélioration globale de la fertilité chimique des sols en prairies permanentes

Amplitude des trajectoires plus importante sur les points ayant une fertilité chimique plus élevée en 2006 (sols à dominance argileuse; Dim1>0), mais pas d'évolution de la fertilité chimique

Amélioration de la fertilité chimique des points ayant une moins bonne fertilité chimique en 2006 (sols à dominance limoneuse; Dim1<0; pvalue = 8.10<sup>-6</sup>)



- ❖ Approche originale de la fertilité chimique des sols : multifactorielle et dynamiques temporelles
- ❖ Globale amélioration de la fertilité chimique des sols
- ❖ Analyse similaire sur les terres labourables : transferts de fertilité 2006-2014 terres labourables → PP
  
- ❖ Perspectives
  - Les premiers croisements avec des données de conduite (chargement UGB, fertilisation organique ne permettent pas de mettre en avant les facteurs clés de ces dynamiques).
  - Indicateurs de fertilité chimique = une composante partielle de la fertilité des sols.
    - ➔ Croisements avec des propriétés physiques (densité apparente / suivi stocks C et N débutée en 2022) & biologiques est à explorer





... Rendez vous devant le poster ...



Altieri MA, Funes-Monzote FR, Petersen P (2012) Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agron Sustain Dev* 32:1–13. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0065-6>

Bonaudo, T., Burlamaqui Bendahan, A., Sabatier, R., Ryschawy, J., Bellon, S., Leger, F., Magda, D., Tichit, M. (2014). Agroecological principles for the redesign of integrated crop–livestock systems. *Europ. J. Agronomy* 57 (2014) 43–51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.010>

Jepsen MR, Kuemmerle T, Müller D, et al (2015) Transitions in European land-management regimes between 1800 and 2010. *Land Use Policy* 49:53–64. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.07.003>

Mignolet, C., Schott, C., Foissy, D., Benoit, M. (2012). Changement d’usage des sols par l’agriculture du bassin de la Seine : une specialization des territoires premise par un usage accru des intrants de synthèse. PIREN-Seine – Phase 6. Rapport 2012. 10p