



Avenir Elevages

Animaux - Territoires - Alimentation - Société

Liens entre pratiques agricoles et teneur en carbone organique des sols dans les systèmes en polyculture-élevage

Pierre Dupraz - INRA , UMR SMART LERECO, Rennes
Stage de Master 2 de Morgan Curien (AgroParisTech)



Liens entre pratiques agricoles et teneur en carbone organique des sols dans les systèmes en polyculture- élevage

*Master « Agrosociétés, Environnement, Territoires, Paysage,
Forêt »*

Parcours « Gestion des sols et services écosystémiques »

Paris, 5 septembre 2018

Étudiant : Morgan CURIEN

Encadrement : Pierre DUPRAZ (INRA), Francesca DEGAN (Acta), Vincent MANNEVILLE (Idèle)

Élevage = 65 % de la SAU en France (Gac et al., 2016)

Nombreux impacts sur l'environnement :



Pollution de l'air, eutrophisation des milieux aquatiques



Maintien de la biodiversité, séquestration de COS, diversité fonctionnelle, zones à haute valeur écologique, érosion hydrique.

- **Carbone Organique des Sols (COS) :**

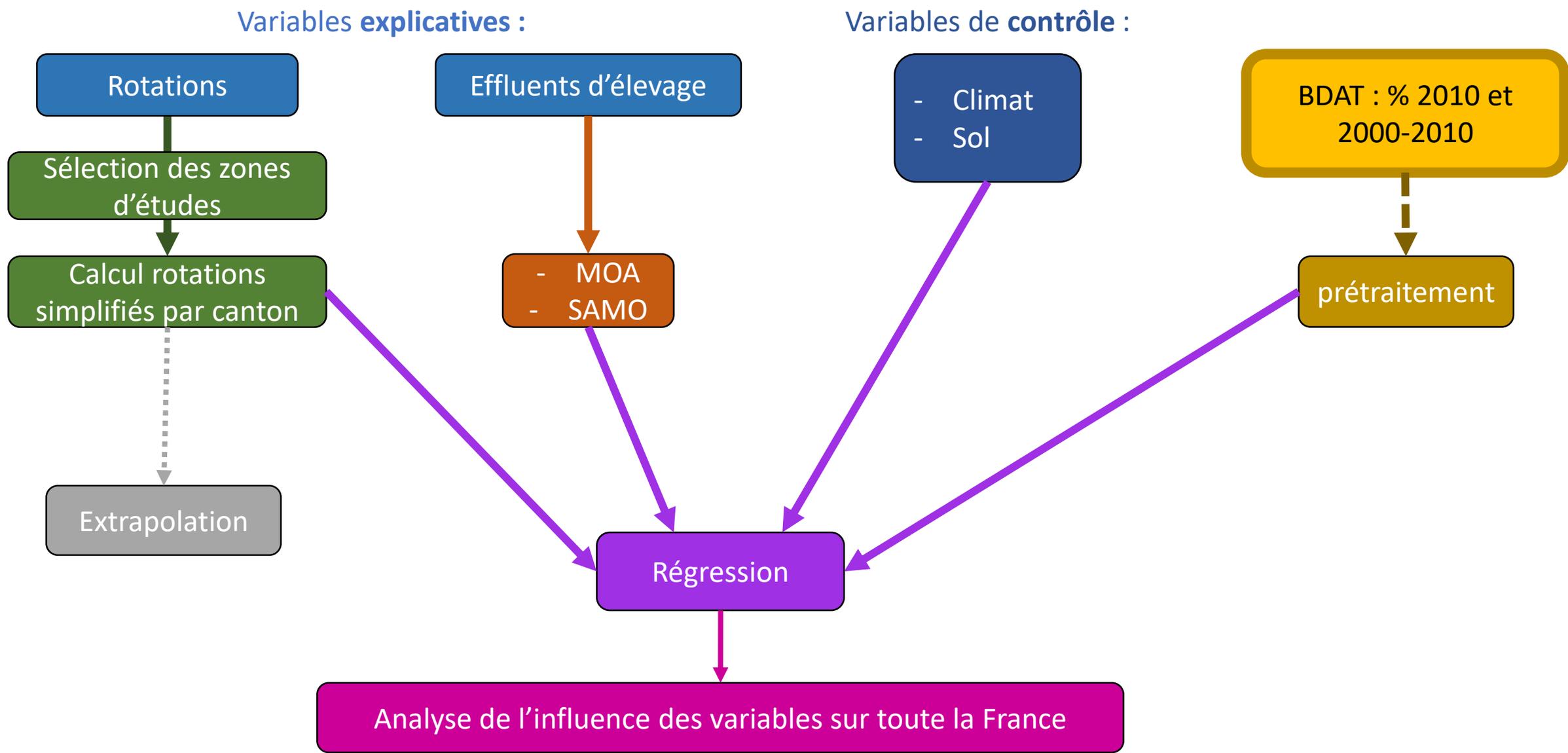
- Échelle temporelle : Teneurs et les évolutions des teneurs sur plusieurs années
- Emprise et résolution spatiale : nationale, régionale, départementale – canton ou grille

- **Liens entre COS et élevages :**

- pédologiques et climatiques (Paroissien et al., à paraître)
- évolution des prairies (Saby et al. 2008; Issanchou et al., 2017 ; Paroissien et al, à paraître)
- types d'assolements (Saby, Brus et Arrouays, 2014)
- pratiques culturales : labour, utilisation de l'azote minéral (Issanchou et al., 2017)



Absence de liens entre les pratiques agricoles en élevage et le COS au niveau nationale



Estimation de la Matière Organique Animale (MOA) par type de cheptel

- 1) MOA tot = MOA herbivores + MOA granivores
- 2) MOA herbivores = MOA herb. Fumier + MOAS herb. Lisier
- 3) MOA granivores = MOA porcs + MOA volailles tot

BDD cc

- 1) MOA tot = MOA herbivores + MOA granivores
- 2) MOA herbivores = MOA herb. Fumier + MOAS herb. Lisier
- 3) MOA granivores = MOA porcs + MOA volailles tot
 - a. MOA porcs = MOA lisier
 - b. MOA volailles tot = fumier 70% MOA volailles + lisier 30 % MOA volailles

Pl

âtiments

Pl

pour l'UGB équivalent (t/an)

par individu (t/an)

Épandage de la MOA selon les types d'occupation du sol (SAMO)

SAMO (source institut de l'élevage PMPOA2 - 2007) :

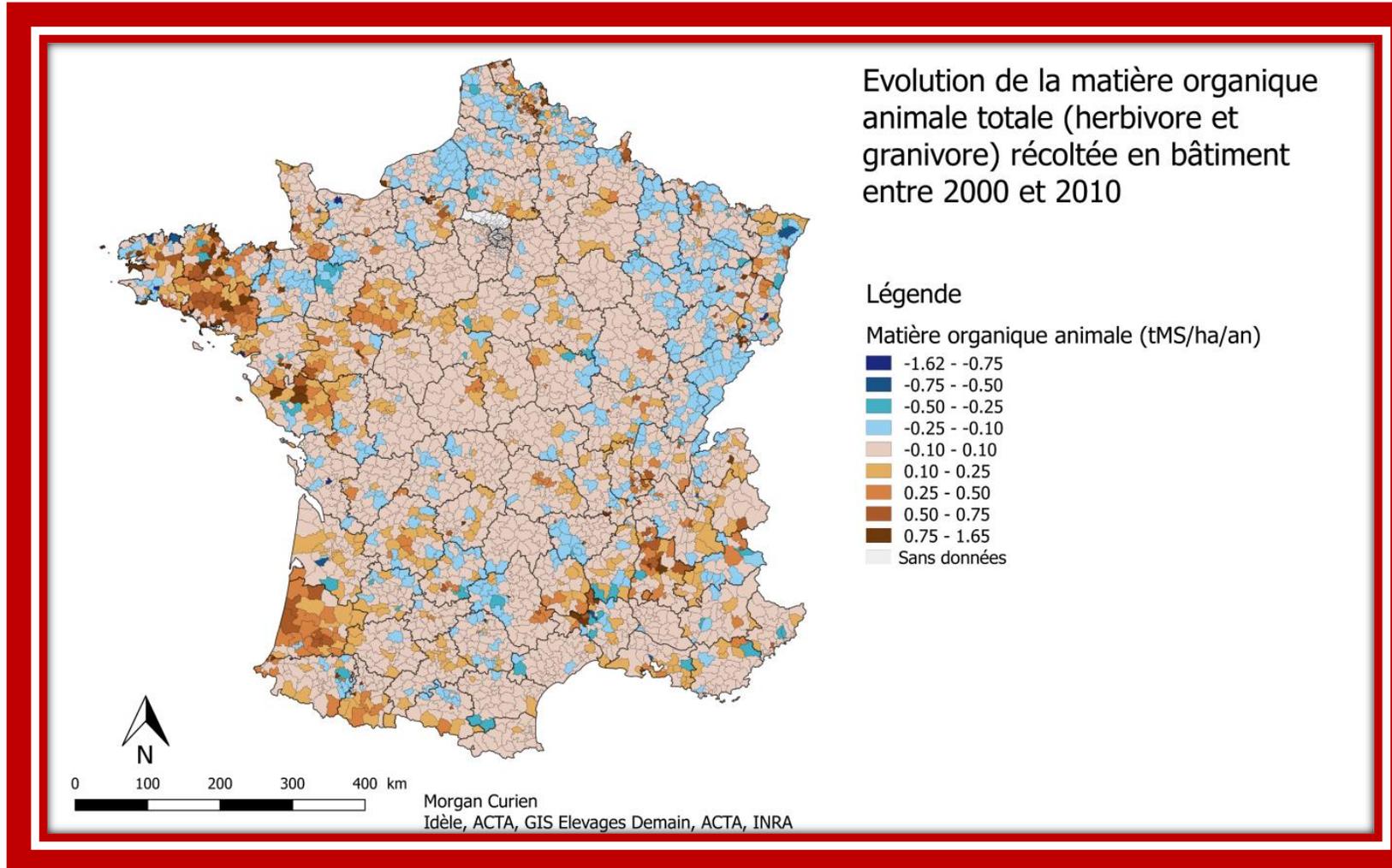
- Pour les OTEX du RA 2000 systèmes spécialisés : bovin lait, bovin viande, mixte, petits ruminants et granivores.

SAMO simplifiée :

- Regroupé en deux :
 - grandes cultures = maïs + céréales + tiers
 - prairies = prairies

$$SAMO \text{ sur GC par hectare} = \frac{\sum MOA \text{ totale pour un type de cheptel} \times SAMO \text{ GC}}{SAU \text{ GC}}$$

Vigilance : résolution régionale → lisse les traitement de tous les cantons d'une même région alors que leurs caractéristiques divergent (% de la SAU en GC ou prairie)



Influence des variables agricoles sur la teneur en COS

A. Extrapolation des rotations

B. Influence des variables explicatives et des variables de contrôle :

1. Test de l'homoscédasticité ;
2. Test de la normalité (Test de Shapiro) ;
3. Régression GLS (Generalized Least Squares) :
 1. Les teneurs en **COS 2010** :
 1. **Reg 1** : variable de contrôle + SAMOh **culture** + SAMOh **prairie** + SAMOg **culture** + SAMOg **prairie**
 2. **Reg 2** : variable de contrôle + MOAh **tot** + MOAg **tot**
 2. Les évolutions du **COS 2000-2010** :
 1. **Reg 1** : variable de contrôle + SAMOh **culture** + SAMOh **prairie** + SAMOg **culture** + SAMOg **prairie**
 2. **Reg 2** : variable de contrôle + MOAh **tot** + MOAg **tot**
 3. **Reg 3** : variable de contrôle + MOAh **fumier** + MOAh **lisier** + MOAg **fumier** + MOAg **lisier**
 4. **Reg 4** : **pour les 78 cantons** : Reg 3 + **types de rotations**

Teneur en COS

Importance croissante de l'influence des variables sur la moyenne du COS

	Premier décile 10.13 g/kg	Premier quartile 12.06 g/kg	Médiane 15.18 g/kg	Moyenne 16.34 g/kg	Dernier quartile 19.13 g/kg	Dernier décile 23.55 g/kg
Régressions 1 :						
VIT ⁽¹⁾ du mois de Juillet	***	***	***	***	**	***
Teneur moyenne en COS en 2000	***	***	***	***	***	***
Nombre de jours chauds	***	***	***	***	***	***
P.O. ⁽²⁾ des protéagineux en 2010						*
MOAh⁽³⁾ sur culture en 2010		*	**	***	***	*
VIP ⁽⁴⁾ du mois de Janvier	***	***	***	***	***	***
P.O. du maïs fourrage en 2010				.		
P.O. des prairies temporaires en 2010	***	***	***	***	**	
P.O. prairies permanentes en 2010			*	**	***	***
Médiane de la teneur en argile	***	***	***	***	***	***
Variables avec une influence moins importante/visible						
P.O. des céréales en 2010						
VIP du mois de Juillet	**	*				
MOAh en 2010	.					
Médiane de la teneur en limon						**
Altitude	***	***				
Régression 2 :						
MOAh en 2010	*					
MOAg⁽⁵⁾ en 2010	**					
P.O. des cereales en 2010					.	.

Variables fluorées : retenues par la minimisation de l'AIC pour l'étude de la destination des effluents (Reg. 1)

Variables soulignées : retenues par la minimisation de l'AIC pour l'étude de la MOA (Reg 2)

- ✓ Forte influence positive de la MOA épandue sur les cultures
- ✓ Absence de lien pour les MOA h et g épandues sur prairie
- ✓ MOAg retenue pour la régression la plus parcimonieuse (moyenne du COS)
- ✓ Absence de lien pour la MOA g épandues sur culture

Evolution du COS

Importance croissante de l'influence des variables sur l'évolution du COS

	Premier décile -2.72 g/kg	Premier quartile -0.97 g/kg	Médiane 0.32 g/kg	Moyenne 0.098 g/kg	Dernier quartile 1.34 g/kg	Dernier décile 2.79 g/kg
VIT du mois de Juillet	+++	+++	+++	+++	++	+++
Evol. ⁽¹⁾ MOAh du fumier (Reg 3 et 4)	+	+	+	.	.	.
Evol. de la MOAg sur culture (Reg2)
Teneur moyenne en COS en 2000	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Nombre de jours chauds	+++	+++	+++	+++	+++	+++
P.O. du maïs fourrage en 2000	++	+++	.	+++	++	+++
Evol. de la MOAh sur culture	.	++	+++	+++	+++	.
P.O. prairies temporaires en 2000	+++	+++	+++	+++	+++	+++
VIP du mois de Janvier	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Evol. P.O. prairies temporaires	++	++	.	+	.	.
P.O. prairies permanentes en 2000	++	++	+++	+++	+++	+++
Médiane de la teneur en argile	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Médiane de la teneur en limon (Reg2)	+++
Variables avec une influence moins importante/visible						
Evol. MOA ⁽²⁾ du lisier des volailles
Evol. MOAh du lisier (Reg 4)	.	+	++	.	.	.
Evol. MOAh du lisier
Evol. MOA du fumier des volailles
Evol. MOAh	+
MOAg sur culture en 2000	.	+
MOAh sur culture en 2000 (Reg 2)	++	++
P.O. des protéagineux en 2000
MOAh sur culture en 2000	.	.	++	.	++	.
VIP du mois de Juillet	++	+
Evol. P.O. prairies permanentes
Evol. P.O. des céréales	++	++
P.O. des céréales en 2000	+
Médiane de la teneur en limon
Altitude	+++	+++

- ✓ Lien très positif du fumier herbivore
- ✓ Lien très négatif de la MOAg sur prairie
- ✓ Lien très positif de la MOA épandue sur les cultures
- ✓ Absence de lien pour les MOA h et g épandues sur prairie
- ✓ Fumier semble toujours avoir un effet positif
- ✓ Lisier semble toujours avoir un effet négatif

- **Variables liées à l'élevage :**
 - **Rôle globalement positif sur la teneur en COS :**
 - Quantification de MOAh sur les cultures => augmente la teneur en COS
 - **Différenciation entre le fumier / lisier herbivore**
 - **Impact des granivores : résultats incertains**
 - **MOA épanchée sur prairie => aucun effet sur la COS (pâturage ? Autres variables ?)**
- **Variables de contrôle :** En concordance avec les études à d'autres échelles spatiales
- *Limites des bases de données pour les interprétations*

- **Teneur en COS :**

- représentativité des sols de praires

- **Pratiques agricoles :**

1. Quantification de la MOA par le cheptel des granivores
2. épandage MOA :
 - Résolution des données en entrée (départementales, cantonales...)
 - Sensibilité de l'ajustement par culture (évaluer l'effet des « tiers »)
3. Nouvelles données sur les pratiques (couverts, labour, etc.) - Agreste juillet 2018
4. Rotations : élargir l'échantillon des cantons (RPG Exp min 1h30/canton)
5. Effets des pratiques combinées

Références

- Gac, A., Perrot, C., Mosnier, C., Chambaut, H., Lorilloux, A., Dollé, J-B., 2016. GESEBOV. Emissions de gaz à effet de serre et consommations d'énergie de la ferme bovine française : Bilan 1990, 2010 et perspectives 2035 – Rapport final. ADEME. 133 pages.
- Hirschler J., Gourlaouen Y., Dubosc N., Lafont M., Perrot C. Ramonteu S. (à paraître). Projet Casdar RED SPyCE, "résilience, efficacité et durabilité des systèmes de polyculture élevage".
- Issanchou A. (2017). Soil quality management by farmers: profitability and sustainability issues for agricultural farms. Ecole Doctorale sciences Economiques et sciences De Gestion, AGROCAMPUS OUEST.
- Lemercier, B., Walter, C., Schwartz, C., Saby, N. P. A., Arrouays, D., & Follain, S. (2006). Suivi des teneurs en carbone organique et en phosphore extractible dans les sols agricoles de trois régions françaises. *Etude Gest. Sols*, 13, 165-180.
- Meersmans, J., Martin, M. P., Lacarce, E., De Baets, S., Jolivet, C., Boulonne, L., ... & Arrouays, D. (2012). A high resolution map of French soil organic carbon. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(4), 841-851.
- Paroissien J.B., Degan F., Perrot C., Philibert A., Saby N. P.A., Martin M. Gouny L., Dupraz P., (à paraître). Évolution des teneurs en carbone organique dans les régions d'élevage en France entre 1990-2014
- Rouquette, J. L., & Pflimlin, A. (1995, September). Les grandes régions d'élevage en France: proposition de zonage pour la France. In *5ème Symposium International pour la nutrition des herbivores, Institut de l'Élevage, Clermont Ferrand* (Vol. 14).
- Saby, N. P. A., Arrouays, D., Antoni, V., Lemercier, B., Follain, S., Walter, C., & Schwartz, C. (2008). Changes in soil organic carbon in a mountainous French region, 1990–2004. *Soil Use and Management*, 24(3), 254-262.
- Saby, N. P. A., Brus, D. J. & Arrouays, D. (2014). Comparison of the several methods to estimate of the sampling variance from a systematic random sampling: application to the French soil monitoring network data. In: Jeannée, N. & Romary, T. (eds.) *GeoEnv*. Paris.
- Swiderski, C., Saby, N., Party, J. P., Sauter, J., Köller, R., Vandijk, P., ... & Arrouays, D. (2012). Evolution des teneurs en carbone organique dans l'horizon de surface des sols cultivés en Alsace: Analyse à partir de la Base de Données des Analyses de Terre. *Étude et Gestion des sols*, 19(3-4), 179-192.

Influence des rotations sur les teneurs en COS

Échantillon de 78 cantons

↑ Importance croissante de l'influence des variables sur la moyenne du COS

	Premier décile 11.25 g/kg	Premier quartile 13.72 g/kg	Médiane 16.36 g/kg	Moyenne 16.76 g/kg	Dernier quartile 19.02 g/kg	Dernier décile 22.175 g/kg
VIT du mois de Juillet	.	*	*	.	*	
MOAg sur culture en 2010	*	.	.	.		
Teneur moyenne en COS en 2000	***	***	***	***	***	***
Nombre de jours chauds	*	**	***	***	***	**
Evol. P.O. du maïs fourrage				*	***	***
Evol. P.O. prairies permanentes	.	*	**	**	*	*
Evol. P.O. des prairies temporaires				.	.	
VIP du mois de Janvier				.	*	
Rotation « longue » (%)			.		*	
Médiane de la teneur en argile				*		
Variables avec une influence moins importante/visible						
MOAh sur culture en 2010					*	
P.O. prairies temporaires en 2010	.					

Variables fluorées : retenues par la minimisation de l'AIC pour l'étude de la **destination des effluents**.

Variables soulignées : retenues par la minimisation de l'AIC pour l'étude de la **MOA**.

- ✓ Absence de lien pour les rotations « courtes » et « longues avec prairie »
- ✓ Influence négatives pour les teneurs hautes des rotations longues