

SOLÉBIOM : Dynamique de minéralisation des matières organiques du sol

Hugues Clivot,
Terres Inovia - INRA

Avec le soutien financier



Partenaires scientifiques et techniques



SAS PIVERT

Contexte

- Amélioration du module de minéralisation des MOS de modèles

- AMG

Simulation de l'évolution des stocks de C organique des sols à pas de temps annuel

- STICS

Simulation du système sol-atmosphère-culture à pas de temps journalier

Fonction de minéralisation basée sur des expérimentations *in vitro*
-> **prédictions parfois imprécises dans certains types de sols**



Objectifs

- Améliorer la prédiction de la minéralisation de la MOS
 - Caractérisation de la minéralisation *in situ* de la MOS sur un réseau expérimental en France
 - Développement d'une nouvelle fonction de minéralisation
 - Implémentation de la fonction dans les modèles AMG et STICS et évaluation des versions modifiées

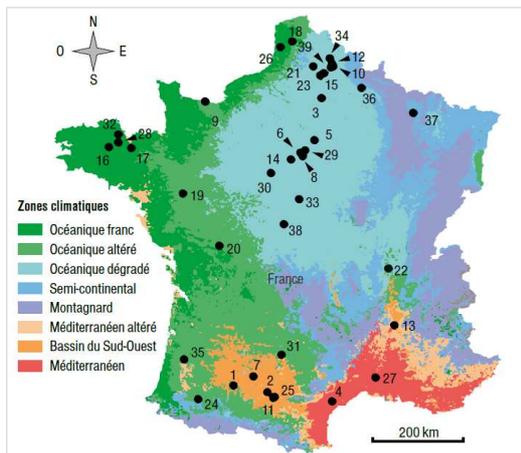
Caractérisation de la minéralisation *in situ* sur un réseau expérimental & Développement d'une nouvelle fonction de minéralisation

Réseau expérimental

- Constitué pour développer un modèle de prédiction de la minéralisation de N *in situ*

➤ 65 expérimentations réparties sur 39 sites

Réseau INRA – ARVALIS - CETIOM

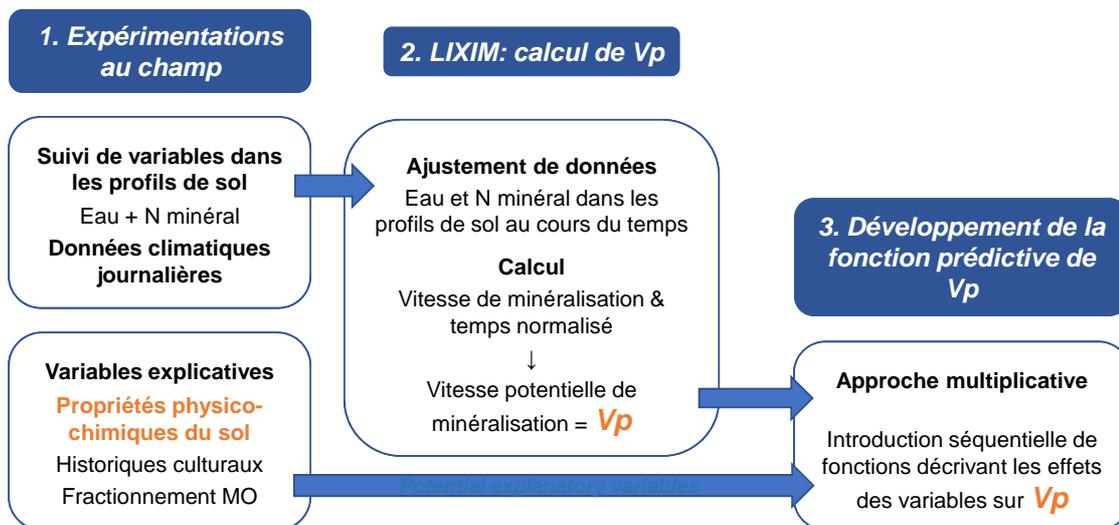


Systèmes de grandes cultures

Essais au champ en sol nu

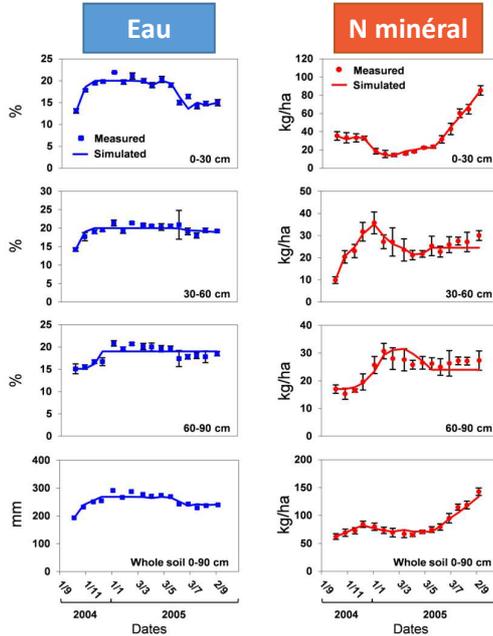
Conditions de milieu contrastées : diversité de sols et climats

Méthode

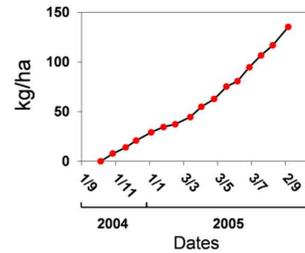


Calcul de la vitesse potentielle de minéralisation de N avec LIXIM

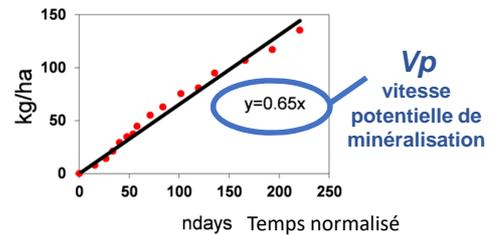
1 Mesures régulières des profils d'eau et de N minéral du sol et simulations



2 Cinétique de minéralisation de N en fonction du temps



3 Cinétique de minéralisation de N en fonction du temps normalisé (T & Hum)



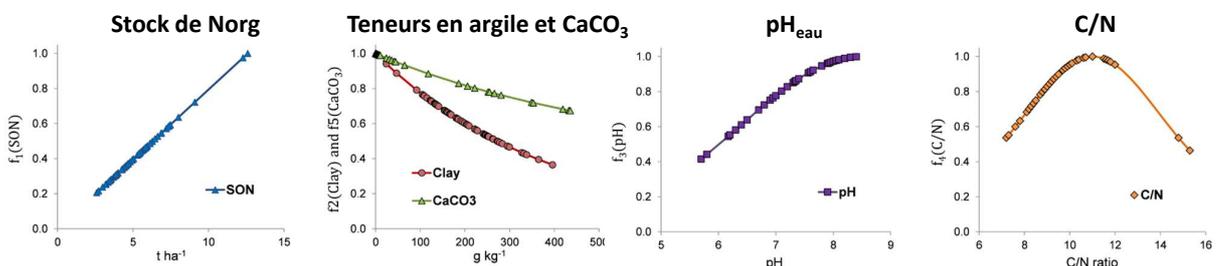
Développement d'une nouvelle fonction

• Modélisation de V_p vs propriétés physico-chimiques du sol

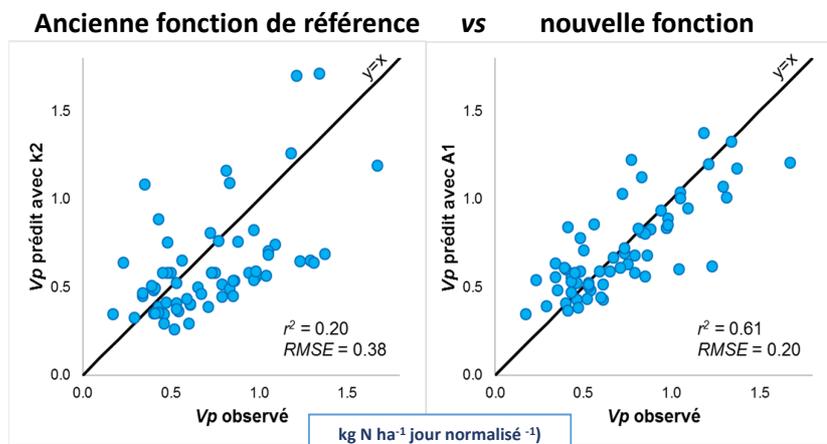
Modeling step	Dataset	Introduced variable	Generic model	EF	Bias	RMSEP
i	n	V_i	$\hat{V}_p(i) = f_1(V_1) \cdot f_2(V_2) \dots f_i(V_i)$			kg N ha ⁻¹ nday ⁻¹
Soil model						
1	65	SON	$\hat{V}_p(1) = f_1(SON)$	0.18	0.03	0.29
2	65	Clay	$\hat{V}_p(2) = \hat{V}_p(1) \cdot f_2(Clay)$	0.22	0.03	0.29
3	65	pH	$\hat{V}_p(3) = \hat{V}_p(2) \cdot f_3(pH)$	0.43	0.00	0.26
4	65	C/N	$\hat{V}_p(4) = \hat{V}_p(3) \cdot f_4(C/N)$	0.56	0.00	0.23
5	65	CaCO ₃ (Ca)	$\hat{V}_p(5) = \hat{V}_p(4) \cdot f_5(Ca)$	0.61	0.00	0.22

Modèle empirique non linéaire à structure multiplicative

-> +15% de variance expliquée par rapport à des modèles linéaires additifs (RLM, PLS)



Evaluation de la nouvelle fonction de prédiction

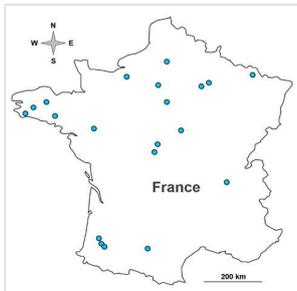


- Meilleure fonction prédictive de V_p
- Implémentation de la nouvelle fonction dans les modèles de simulation

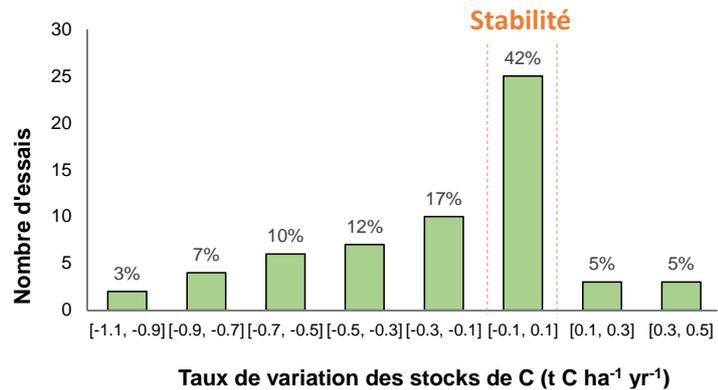
Intégration de la nouvelle fonction dans le modèle AMG et évaluation

Base d'évaluation d'AMG (AIAL)

- AMG v2 (version modifiée) vs AMG v1
- 20 sites d'essais de longue durée (60 traitements)
 - Sélectionnés dans la base **AIAL** (*Arvalis, INRA, Agro-Transfert et LDAR*)

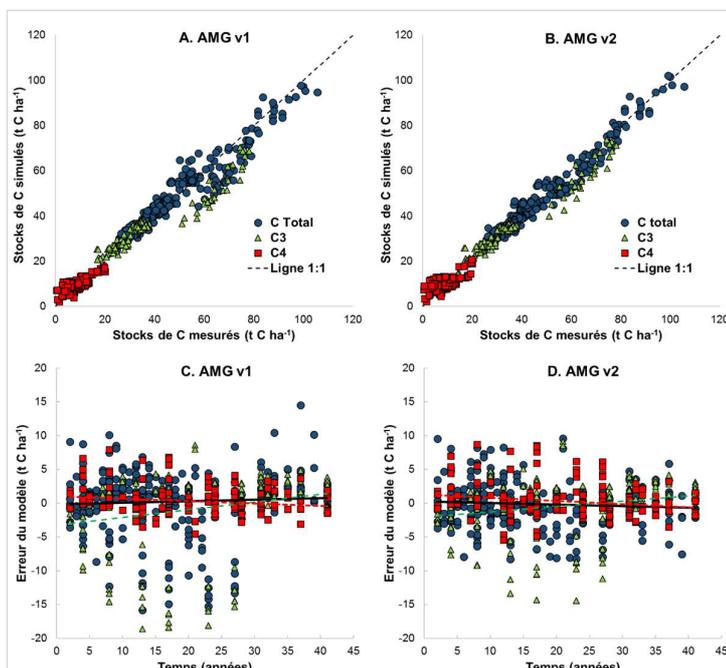


Systèmes de grandes cultures
Essais réalisés entre 1970 et 2015
Durée = 8 à 41 ans



Evaluation de la version modifiée

- AMG v2 (version modifiée) vs AMG v1



AMG v2 =

- Amélioration de la simulation des stocks de C
- Diminution de l'erreur prédictive du modèle de 3,5 à 2,7 t C ha⁻¹
- Erreur relative de 5,3% comparable à l'erreur de mesure des stocks de C (CV = 4,3%)

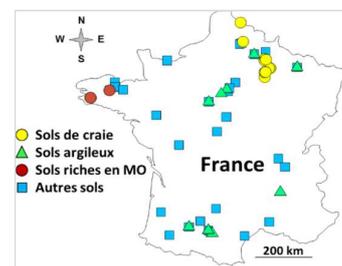
Intégration de la nouvelle fonction dans le module minéralisation de l'humus du sol de STICS et évaluation



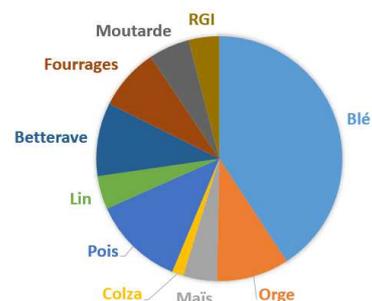
Base d'évaluation de STICS (SMS)

- STICS v9 (version modifiée) vs STICS v8.41 (ancienne version standard)

➤ 131 unités de simulations en sol nu pour caler le modèle

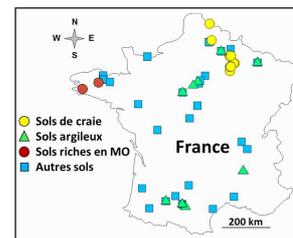
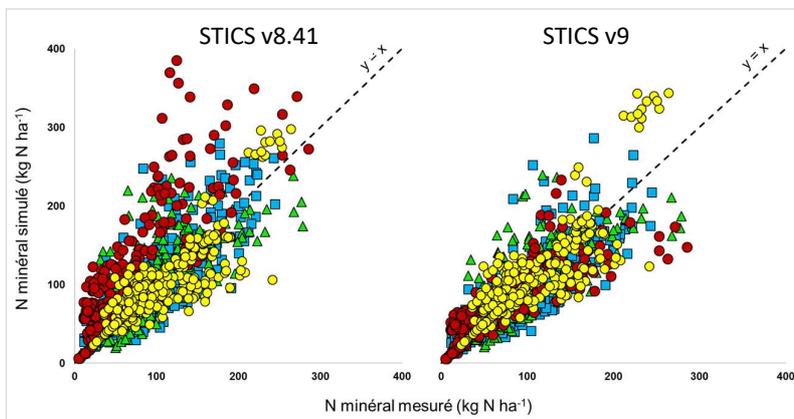


➤ Evaluation sur 2188 unités de simulations en sols cultivés



Caler et tester le modèle en sol nu

Quantités d'azote minéral dans le sol (kg N ha⁻¹)

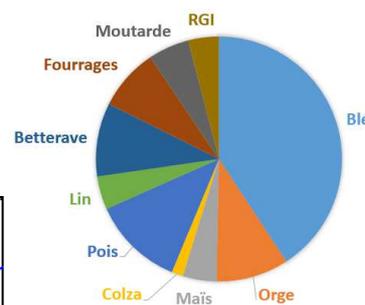
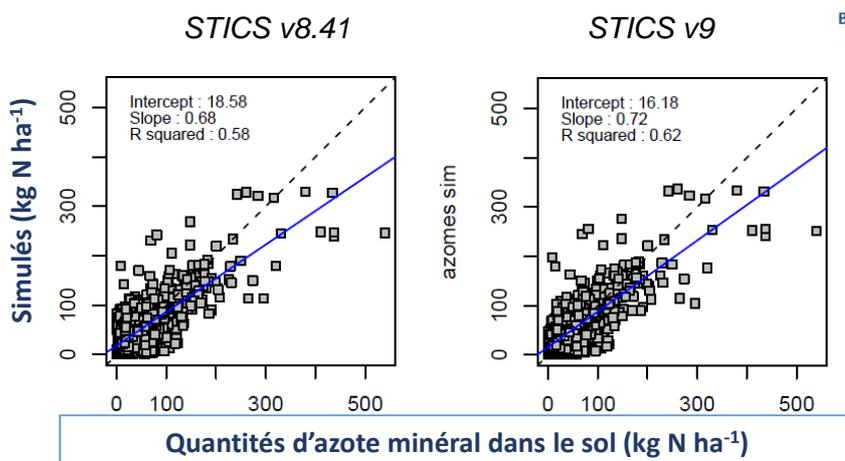


	STICS v8.41	STICS v9
Effizienz	0.30	0.65
Erreur relative	47%	34%

STICS v9 =

- Amélioration de l'effizienz du modèle
- Diminution de l'erreur

Evaluation en sols cultivés

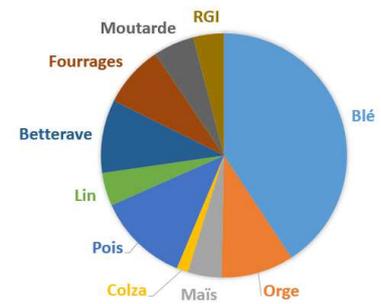
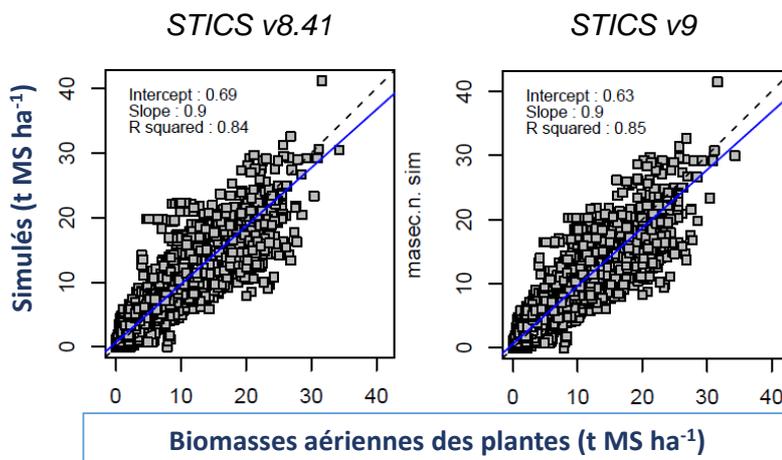


	STICS v8.41	STICS v9
Effizienz	0.55	0.61
Erreur relative	55%	52%

STICS v9 =

- Amélioration de l'effizienz du modèle
- Diminution de l'erreur

Evaluation en sols cultivés



	STICS v8.41	STICS v9
Efficiency	0.84	0.85
Erreur relative	38%	37%

STICS v9 =

- Amélioration de l'efficacité du modèle
- Diminution de l'erreur

Conclusion

- ✓ Une meilleure fonction de prédiction de la minéralisation
 - Article Clivot *et al*, *Soil Biology and Biochemistry*, 2017
- ✓ Amélioration de la simulation des évolutions de stocks de MOS dans AMG
 - Nouvelle version AMG v2 et SIMEOS-AMG v1.3
+ article Clivot *et al*, *soumis*
- ✓ Amélioration de la prédiction de l'azote minéral dans les sols dans STICS
 - Nouvelle version standard de STICS (v9)

Perspectives

- ✓ Amélioration du paramétrage de la répartition de la MOS entre compartiments décomposables et stables
 - Paramétrage dépend de l'historique et des pratiques
 - Travaux en cours mobilisant les 2 modèles et la méthode par pyrolyse Rock-Eval (caractérisation de la stabilité des MOS)

- ✓ Extension du domaine de validité des modèles à d'autres systèmes de cultures
 - Travaux initiés sur les prairies



Remerciements

Travaux sur la fonction de minéralisation et STICS:

Eric Justes, Matthieu Valé, Jean-Pierre Cohan, Luc Champolivier, François Piraux, François Laurent, Loïc Strullu, Bruno Mary



Travaux sur AMG et base AIAL :

Jean-Christophe Mouny, Annie Duparque, Jean-Louis Dinh, Pascal Denoroy, Sabine Houot, Françoise Vertès, Robert Trochard, Alain Bouthier, Stéphanie Sagot, Bruno Mary



SOLÉBIOM : Dynamique de minéralisation des matières organiques du sol

Hugues Clivot,
Terres Inovia - INRA



Avec le soutien financier



Partenaires scientifiques et techniques

