Caractérisation, quantification et modélisation de l'impact de l'usage des terres sur un processus majeur d'évolution des sols : le lessivage. AGRIPED

J. Balesdent, S. Cornu

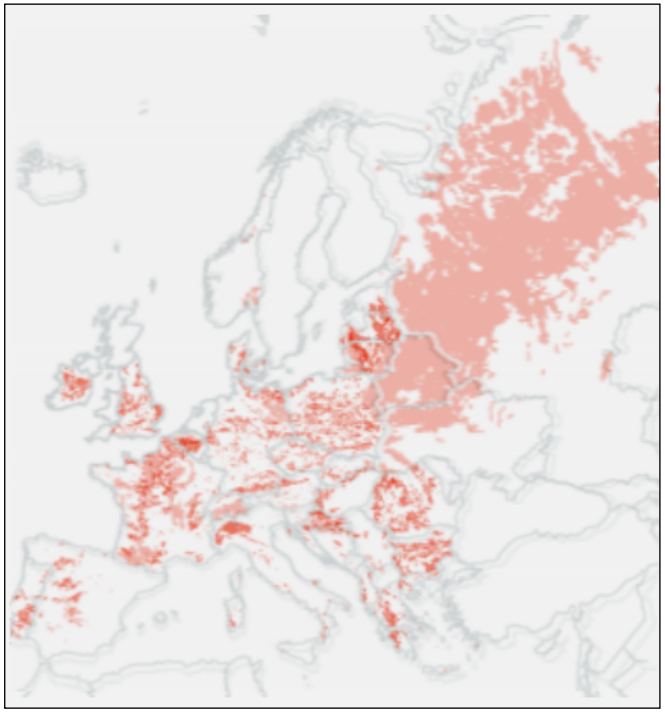
Le contexte de l'étude : présentation succincte du sujet

- Prédire les évolutions des sols pour prédire les modifications des services et protéger la ressource en sol

Le sol est encore considéré et modélisé comme un objet statique

- Les modèles de formation des sols existant ne permettent pas de décrire la formation des horizons des sols du fait de l'absence de description des processus de redistribution de matière.
- Notamment en ce qui concerne la bioturbation et le lessivage (transfert de particules fines dans les sols)
- Pourtant le lessivage est un processus très répandu dans les sols.

Luvisols - Albeluvisols



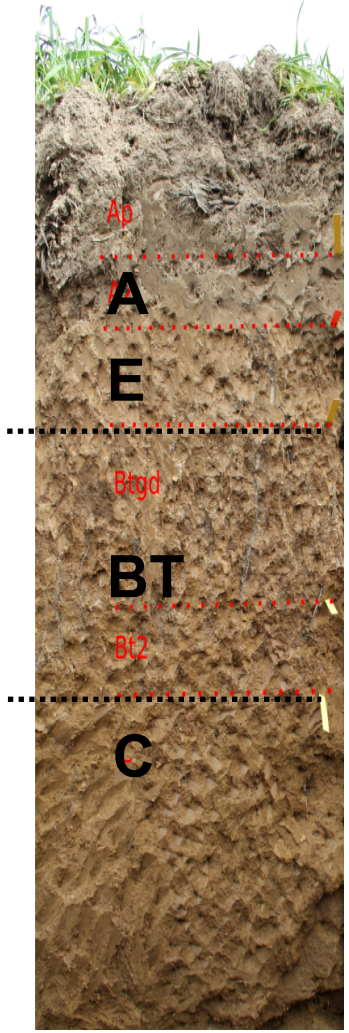
- 15 % of soils in Europe
- Support of cultivation

INRA SCIENCE & IMPACT

Le contexte de l'étude : objectifs du projet

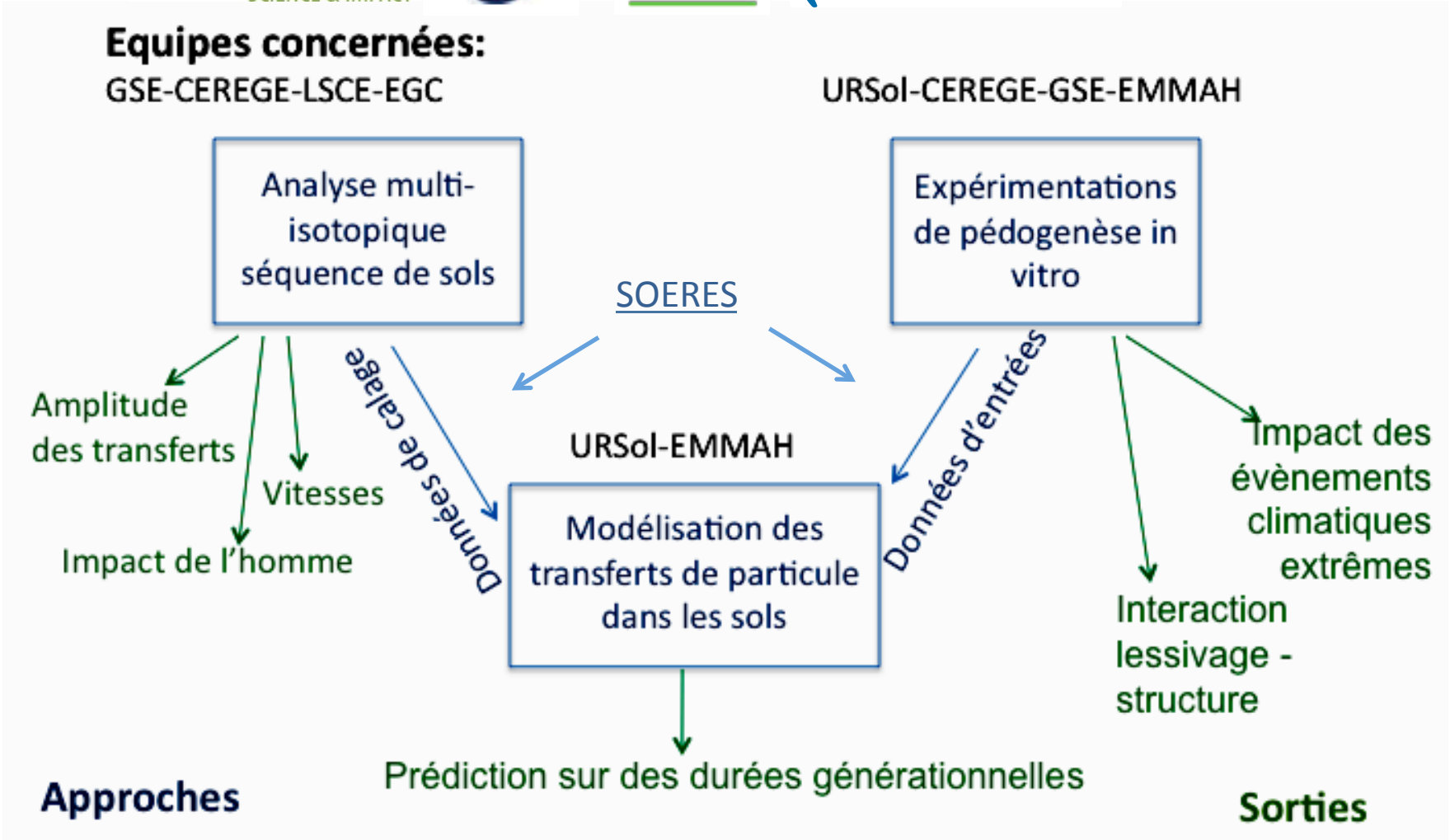
1. Caractériser les phases solides (taille nature réactivité) mobilisées par le lessivage
2. Quantifier l'importance du lessivage dans les sols en tant que processus d'évolution des sols
3. Quantifier sa cinétique
4. Déterminer les facteurs contrôlant le lessivage
5. Quantifier l'impact de l'homme et du climat sur le lessivage
6. Modéliser le lessivage

Au delà : modéliser les sol comme un objet dynamique en couplant processus chimiques, physiques et biologiques.



INRA SCIENCE & IMPACT

Le contexte de l'étude : présentation du consortium



L'état d'avancement du projet en avril 2013

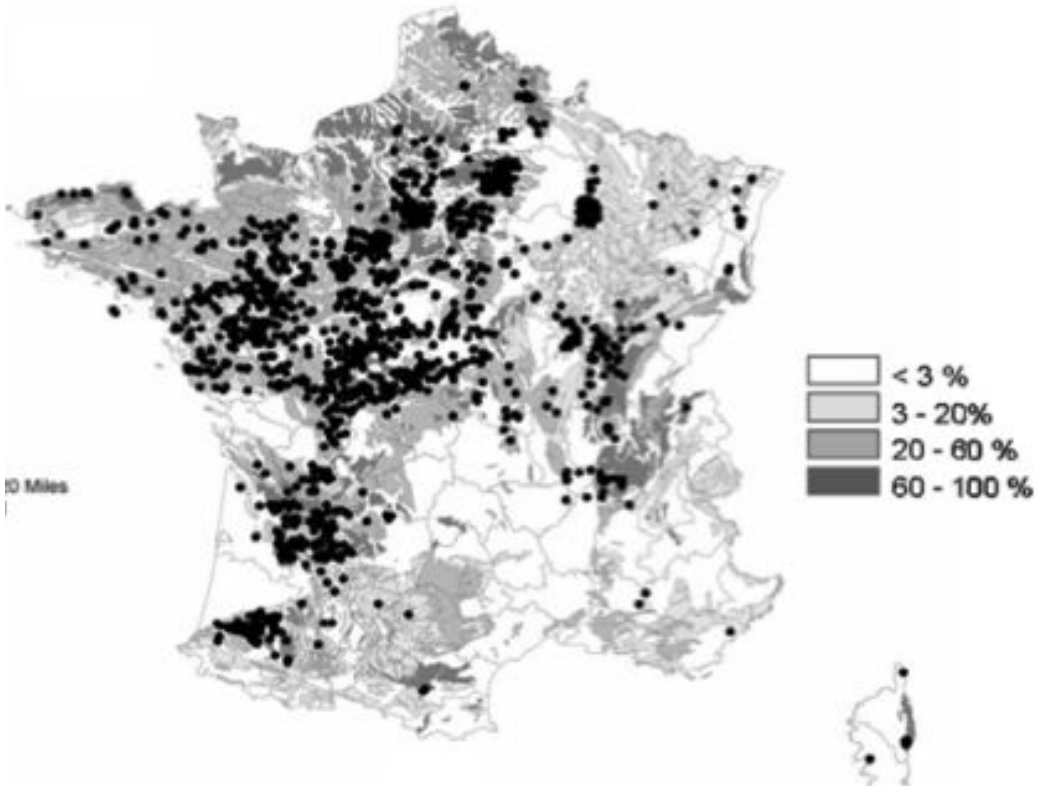
Planning of task		Year 1				Year 2				Year 3				Year 4				Avancement
N°	Task	1 to 3	3 to 6	6 to 9	9 to 12	13 to 15	16 to 18	19 to 21	22 to 24	25 to 27	28 to 30	31 to 33	34 to 36	37 to 39	40 to 42	43 to 45	46 to 48	%-avril 2013
T1	**Management**																	
T1.1	Kick off meeting	X																100
T1.2	Meeting of the managing group		X			X		X		X		X		X		X		50
T1.3	Yearly presentation of the results				X				X				X				X	50
T1.4	Valorisation of the results																	10
T1.5	Final report																	0
T2	**Sampling**																	
T2.1	Sampling of the experimental plots						if needed											100
T2.2	Sampling for the lab-experiment						if needed											100
T3	**Lab-experiment**																	
T3.1	Eluviation experiment																	100
T3.2	Illuviation experiment																	100
T3.3	Transfer locatisation																	10
T3.4	Particle mobilisation																	100
T4	**Mineralogy and chemistry**																	
T4.1	Mineralogy																	100
T4.2	Chemistry																	50
T4.3	Isotopes																	80
T5	**Soil structure**																	
T5.1	Image analysis																	30
T5.2	Tomography																	100
T5.3	Soil hydraulic properties																	100
T6	**Modelling**																	
T6.1	Modelling isotopic data																	50
T6.2	Modelling lessivage																	20

INRA SCIENCE & IMPACT

Les premiers résultats obtenus: approche profils de sols (1/3)

Bilan de masse sur les 1946 Luvisols et Albeluvisols issus de DoneSol

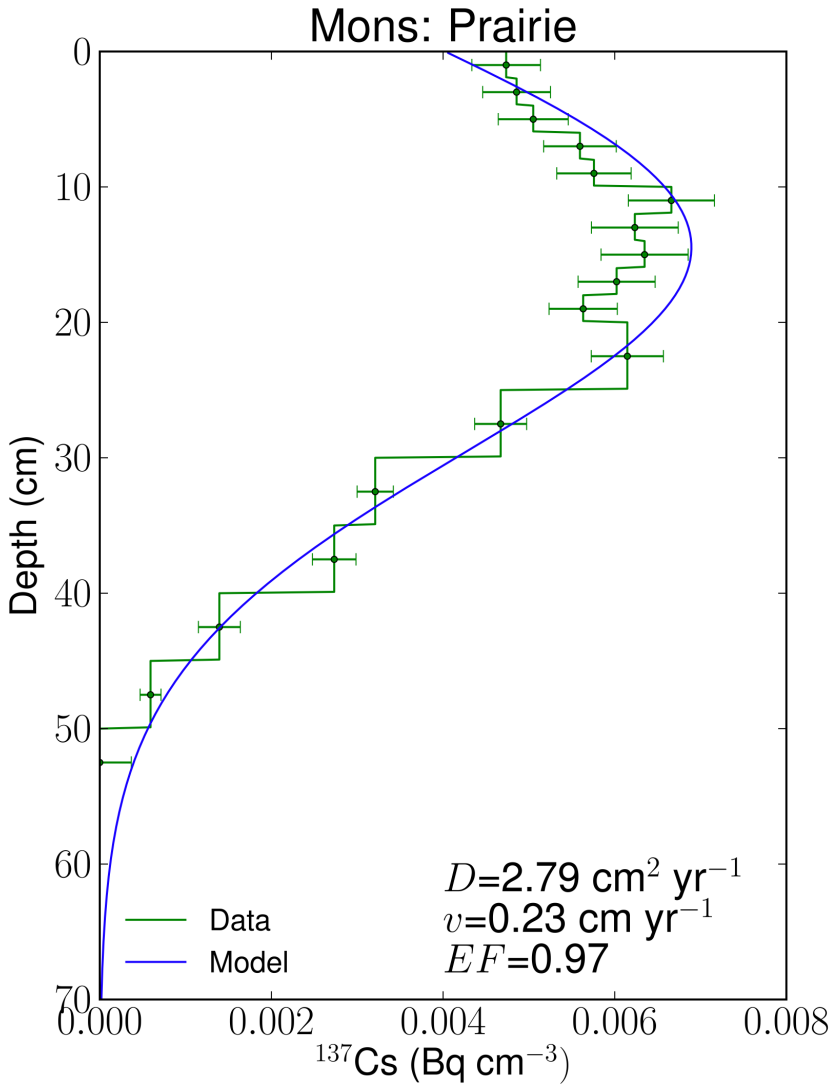
Dans 20% des cas le contraste de texture s'explique par le lessivage

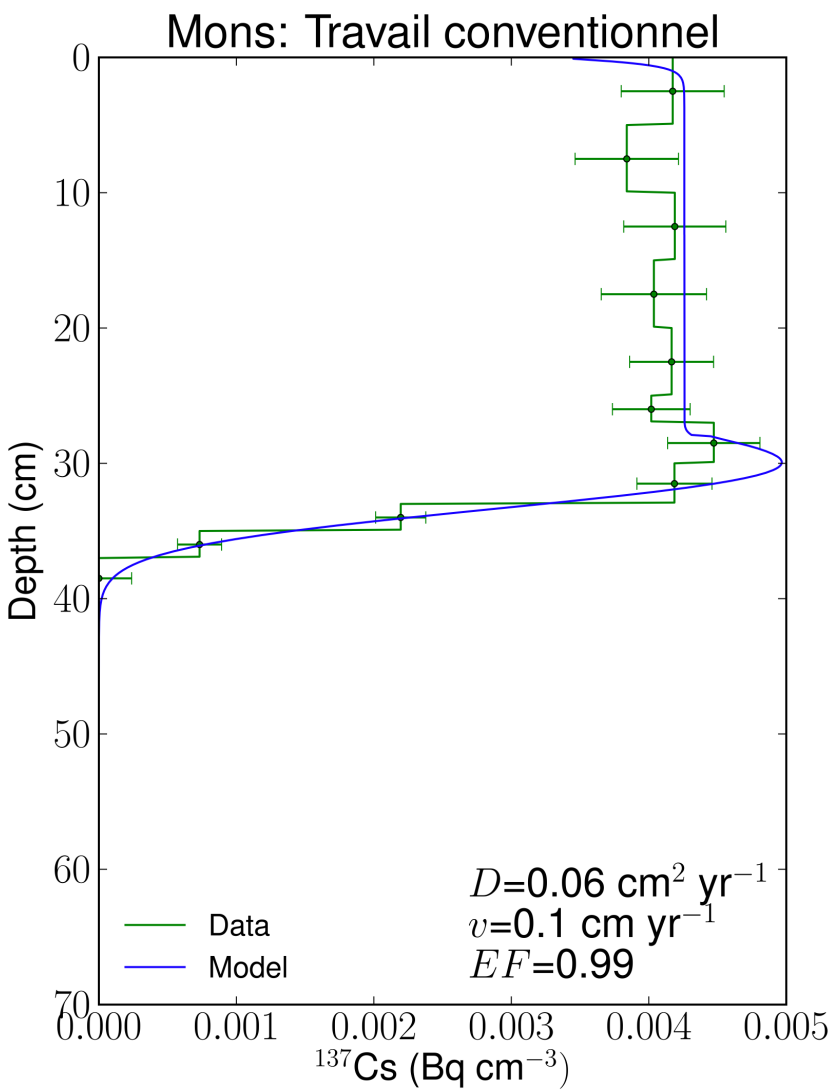


Quénard et al, Geoderma 2011

Les premiers résultats obtenus: approche profils de sols (2/3)

^{137}Cs traceur de la bioturbation et du lessivage sur les 50 dernières années :

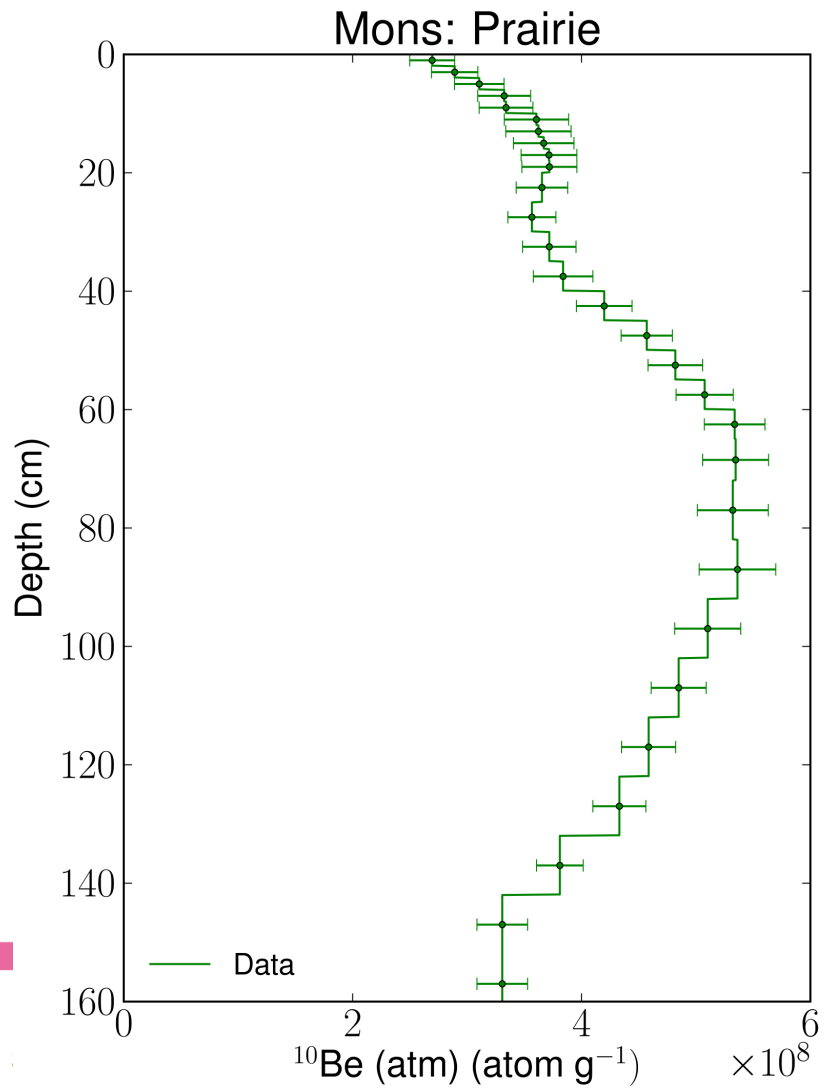


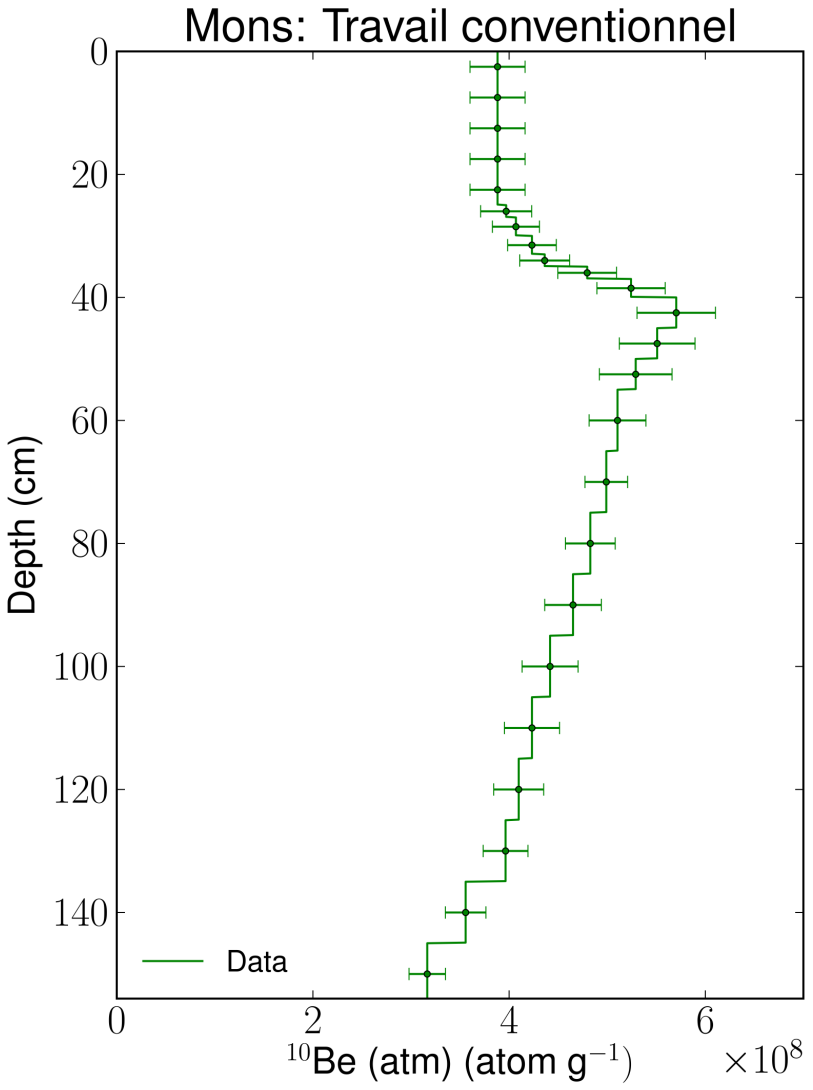


SCIENCE & IMPACT

Les premiers résultats obtenus: approche profils de sols (2/3)

^{10}Be traceur de la bioturbation et du lessivage sur 10 000 ans :

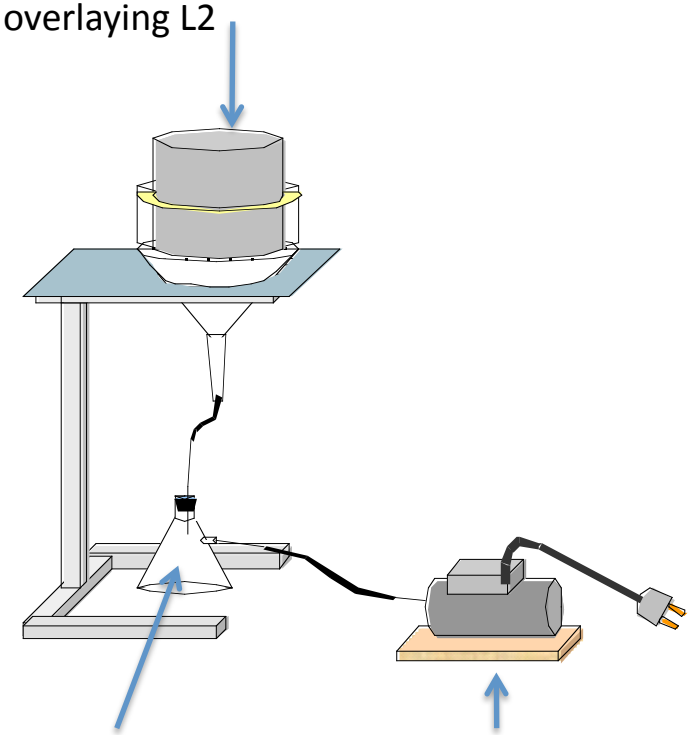




SCIENCE & IMPACT

Les premiers résultats obtenus: approche expérimentale in vitro (1/3)

Undisturbed soil column, either L1 only of L1 overlaying L2



Erlenmeyer containing 2 mL of $NaPO_3$

Vacum pump set at -30hPa directly after rain

Simulation de pluie sur colonne de sol:

Le départ des particules est fonction de:

- l'intensité de la pluie
- la proportion d'écoulement rapide
- la succion à la base de la colonne
- la chimie de la solution

La fixation des particules est fonction

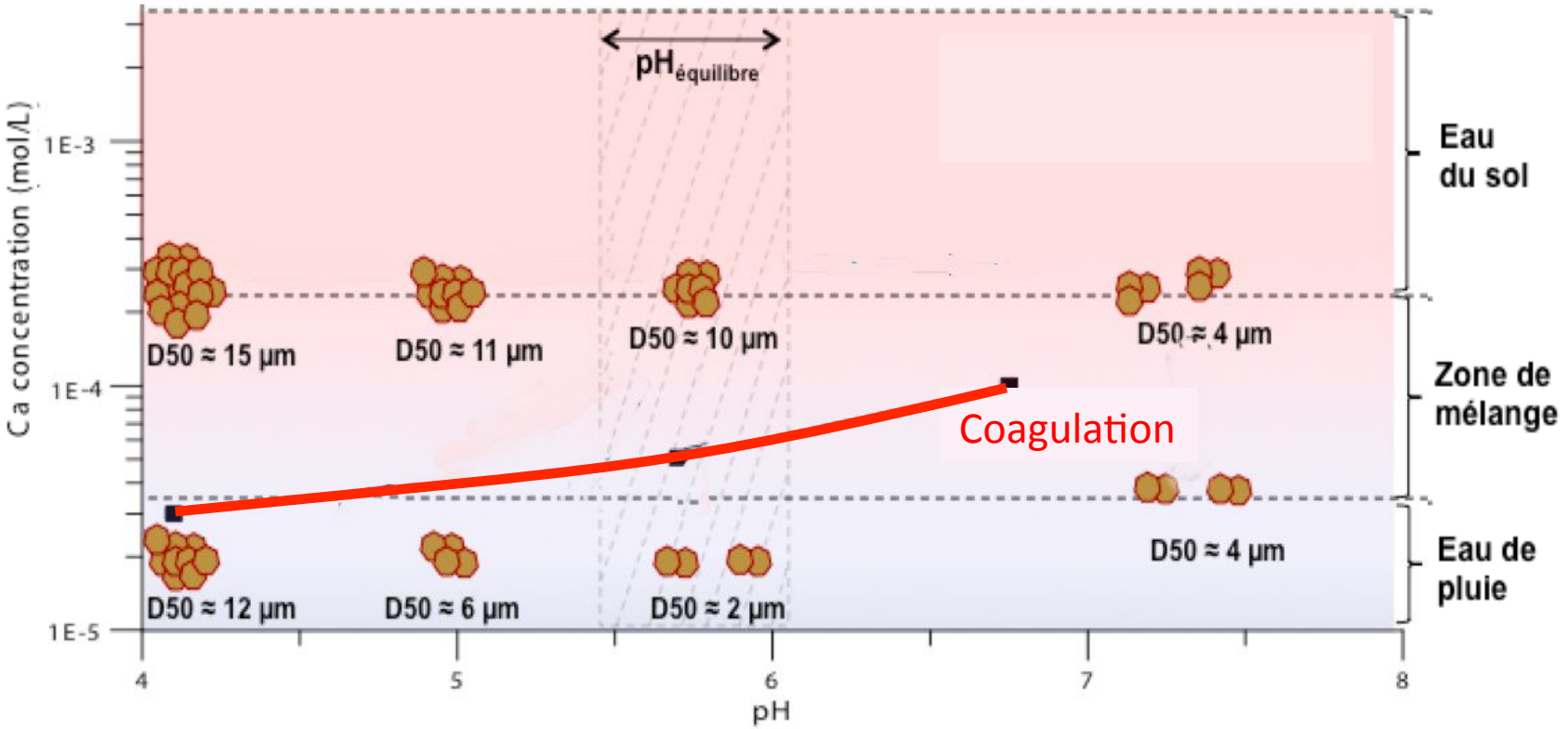
- de la chimie de la solution
- fonctionnement hydrodynamique de la colonne

Pas de hiérarchie établie entre les différents mécanismes

Cornu et al., soumis

Les premiers résultats obtenus: approche expérimentale in vitro (2/3)

Stabilité des particules en suspension dans la solution du sol:



Les tailles des agrégats sont mesurées par granulométrie laser.

Acidification :
Charges variables se protonnent
Augmentation interaction B/F
Formation d'agrégats plus gros
Agrégats plus dense

Basification :
Charges variables de dé-protonnent
Diminution interactions Bord/Face
Fragilisation / dispersion des agrégats
Agrégats moins dense

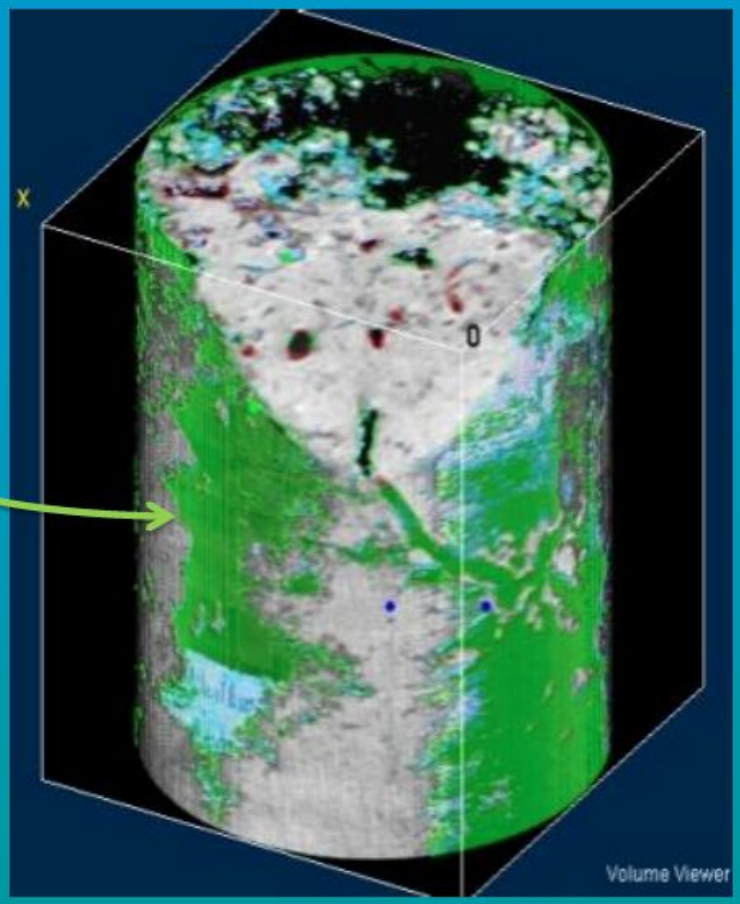
Diminution de la [Ca^{++}] :
si valeur seuil de la CCC dépassée dispersion rapide (<1h) sinon dispersion long terme (≈24h)

SCIENCE & IMPACT

Approche expérimentale en cours (2/3)

Imagerie 3D tomo-X des mouvements de particules en simulation de pluie

Set-up for helical CT acquisition with rainfall simulator



Volume rendering of the soil core.

INRA
SCIENCE & IMPACT

Les perspectives de bonne fin des travaux

Soutenance de la thèse la quantification des mouvements de matiée solide par approche multi-isotopes : fin 2013

Soutenance de la thèse sur les mécanismes d'éluviation et d'illuviation : octobre 2014

Initiation d'une thèse modélisation de la pédogenèse et de l'évolution des sols

La politique de dissémination et de valorisation des résultats de recherche (1/2)

à mi-parcours: 2 ACL, 5 congrès internationaux, 4 colloques nationaux (+1), 2 masters

- Quenard L., Samouelian A., Laroche B., Cornu S., 2011. Lessivage as a major process of soil formation: A revisitation of existing data. Geoderma 167-168 : 135–147
- Cornu, S., Quénard, L., Cousin, I., Samouëlian, A., submitted. Experimental approach of lessivage: quantification and mechanisms. Submitted to Geoderma.
- Cornu S., Quénard L., Samouëlian A., Cousin I.. 2012. Quantification of lessivage in soils: an experimental approach. Eurosoil, Bari (Italie) 2 au 6 juillet.
- Jagercikova M., Cornu S., Evrard O., Balesdent J., Hatté C., Véron A., Bourlès D., 2012. Multi-isotopic approach for tracing vertical matter transfers in soil. Eurosoil, Bari (Italie) 2 au 6 juillet.
- Michel E., Finke, P., Cornu, S., 2012 Comparing modeling approaches for clay migration. Eurosoil, Bari (Italie) 2 au 6 juillet.
- Cousin Isabelle, Marion Tetegan, Abad Chabbi, and Nathalie Korboulewski. 2013. Taking into account the heterogeneity and the temporal variability of the soil structure to implement relevant soil hydraulic properties. Geophysical Research Abstracts, Vol. 15, EGU2013-8026, 2013
- Jagercikova, M., S. Cornu, M. Mayor, V. Guillou and D. Bourlès, 2013. Meteoric ^{10}Be in soils of loessic origin- a case study of Luvisols from Northern France. Goldschmidt, August 2013, Florencia, Italia.
- M. Jagercikova, S. Cornu, O. Evrard, J. Balesdent, C. Hatté, A. Véron, D. Bourlès, 2012. Transfers of matter in soil: preliminary results. Colloques des doctorants de l'Ecole doctorale des sciences de l'environnement. Université d'Aix-Marseille. 18-19 avril 2012.
- Quénard L., Samouëlian A. Cornu S. Cousin I. 2011 Le lessivage dans les sols : modélisation expérimentale du transfert de particules. 36èmes journées du GFHN- 8ème colloque GEOFCAN, 29/11-1/12 Orléans France. (Présentation orale). Publié dans : Milieux Poreux et Transferts hydriques, Bulletin du GFHN n°57, 70-73.

INRA SCIENCE & IMPACT

La politique de dissémination et de valorisation des résultats de recherche (2/2)

- Van den Bogaert R. (1*), Michel E. (2,3), Sammartino S. (3,2), Labille J. (4) , Cornu S., 2012. MISE EN EVIDENCE EXPERIMENTALE DES MECANISMES DE LESSIVAGE DES SOLS. 37èmes journées du GFHN.
- Jagercikova, M., 2013. Destin des particules argileuses dans le sol. Le printemps des chercheurs. Alcazar, Marseille (13 Avril 2013)
- Quénard, L., 2011. Analyse d'un processus pédogénétique par une approche expérimentale : le lessivage des argiles dans le sol. Thèse de l'Université d'Orléans.
- Suarez-Bonnet M., 2012. Calibration and testing of a pedogenesis model: emphasis on lessivage. Diplôme d'ingénieur de l'Université Polytechnique de Madrid. Erasmus à l'école Centrale de Marseille (Encadrement S. Cornu, co-encadrement P. Finke).
- Ophélie Sauzet, 2012. Quantification de la dynamique sous contrainte anthropique du lessivage et de la bioturbation à l'échelle pluri-décennale : apport de la micromorphologie. Master 2 ECH – parcours sol, AgroParisTech. 41 pages (encadrement D. Montagne, co-encadrement C. Cammas)

agriped.ANR