

DynaMOS

Dynamique Moléculaire du carbone
Organique des Sols

Objectifs

- * produire un modèle robuste de la dynamique du carbone
- * représentation mécaniste de la dynamique moléculaire pour
 - 1- les flux massiques et isotopiques entre les compartiments,
 - 2- la taille des compartiments,
 - 3- la distribution verticale du carbone

sur des échelles de temps allant de l'année au siècle.



<http://dynamos.lsce.ipsl.fr/>

Contexte

- * sol: "missing sink of carbon"

- * la nature chimique des composés du sol n'est pas correctement représentée dans les modèles.

- * $\delta^{13}\text{C}$ => échelle moléculaire & dynamique rapide

- * ^{14}C technologie actuelle (qq $10\mu\text{g C}$) => échelle moléculaire & dynamique qq 10 ans et au-delà

⇒ avec ce double marquage, la définition des processus est désormais accessible pour une dynamique allant de la décennie au millénaire

Stratégie expérimentale

- * 2 chronoséquences: les Closeaux C3 → C4
 Congo (Kondi – Kissoko) C3 → C4
- * mesures ^{13}C et ^{14}C à l'échelle moléculaire.
- * 4 classes de molécules: protéines / acides aminés,
 sucres,
 lignines,
 lipides.
- * sélection de composés spécifiques d'un type de végétation,
 communs aux deux types de végétation,
 spécifiques de la vie bactérienne.

- * données publiées en ^{13}C à l'échelle moléculaire.
- * données publiées de ^{14}C en distribution verticale.

Stratégie de modélisation

notre philosophie

pas un modèle *de novo*

utilise des schémas existants en y adjoignant :

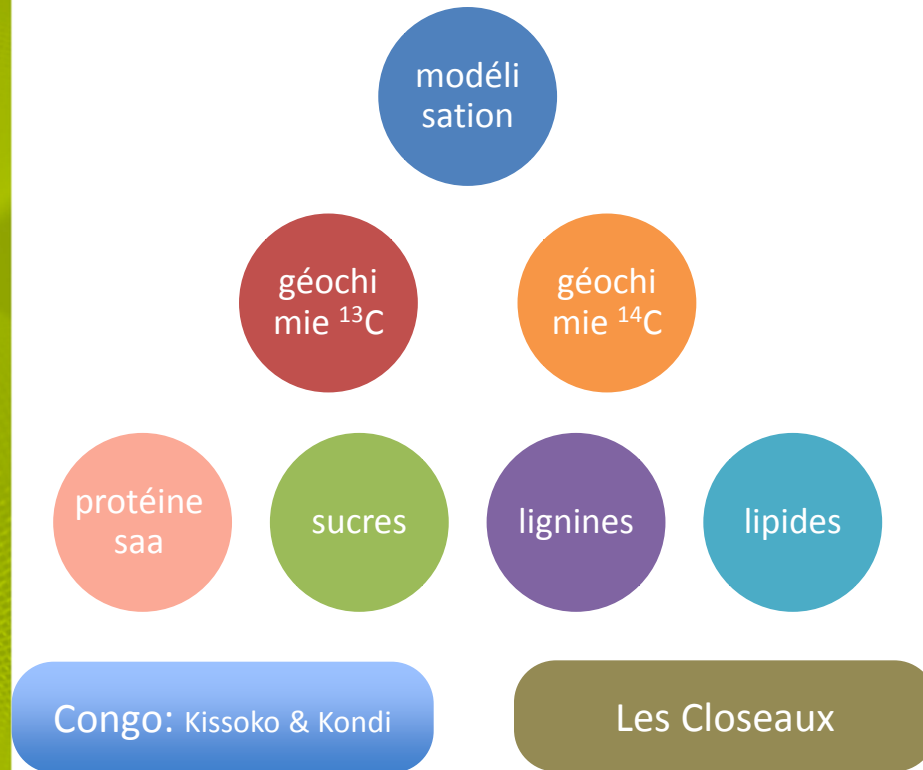
- * le comportement des molécules par leur identification chimique
- * la description des processus de fractionnement en ^{13}C et ^{14}C
- * la distribution verticale du carbone dans les sols

Consortium ...

- * **Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement** (CEA – CNRS – UVSQ)
Christine Hatté, Mercedes Mendez-Millan, Caroline Gauthier ...
- * **Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers** (INRA)
Bernd Zeller, Delphine Derrien, Fabrice Elegbede, Nicolas Angéli, ...
- * **Paléobiodiversité et Paléoenvironnements** (UPMC – CNRS – MNHN)
Thanh Thuy Nguyen Tu, ...
- * **Biogéochimie et Ecologie des Milieux Continentaux** (UPMC – CNRS – INRA – IRD – ENS – AgroParisTech – Univ. Paris Est)
Marie-France Dignac, Sylvie Derenne, Cornelia Rumpel, ...
- * **Géochimie des Sols et des Eaux** (INRA)
Jérôme Balesdent, ...

... des expertises complémentaires

Workpackage



LSCE: géochimie ^{14}C : bulk et molécules
 protéines: extraction & ^{13}C
 modélisation (vertical)
 lipides: ^{13}C

BEF: Congo
 bulk Congo & Closeaux
 sucres: extraction & ^{13}C
 modélisation (dynamique)
 base de données

PP: lipides: extraction, identif.
 PP: lipides: extraction, identif.

BioEmCo: Les Closeaux
 lignines: extraction & ^{13}C
 lipides: extraction & ^{13}C

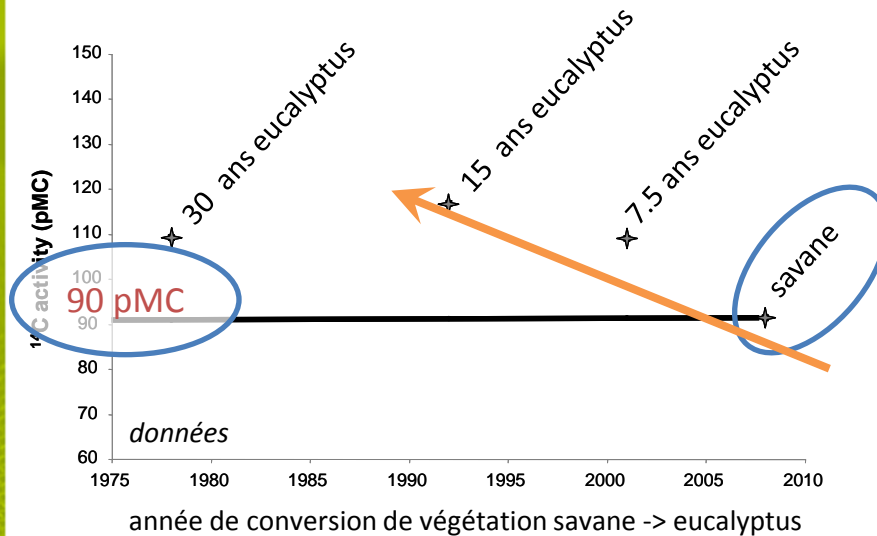
GSE: modélisation (dynamique)
 modélisation (vertical)
 base de données action & ^{13}C
 sucres: ^{13}C
 sucres aminés: extraction & ^{13}C

Quelques résultats ...



Dynamique des lipides

activité ^{14}C de PTME dans des sols ayant subi une conversion en Eucalyptus depuis x années .



* PTME : spécifique de la savane

* savane: 90 pMC \approx 800 ans

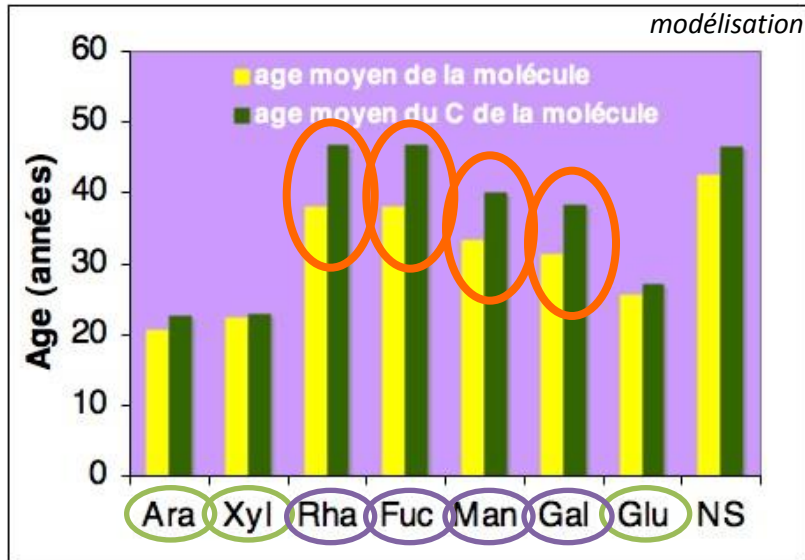
* pMC \uparrow avec nb années en eucalyptus

* fraction PTME = mélange de molécules d'âges différents (jeunes et vieilles)

le changement de végétation affecte la composition moléculaire et la dynamique des sols ... même le cortège "stabilisé".

Mendez-Millan et al. (soumis) Biochemistry

Dynamique des sucres



âges moyens comparés du carbone et de monomère de sucre simulés pour le site des Closeaux, sous culture de blé, et fonctionnant à l'équilibre

* arabinose, xylose, glucose : végétation
rhamnose, fucose, mannose, galactose : végétation & microbien

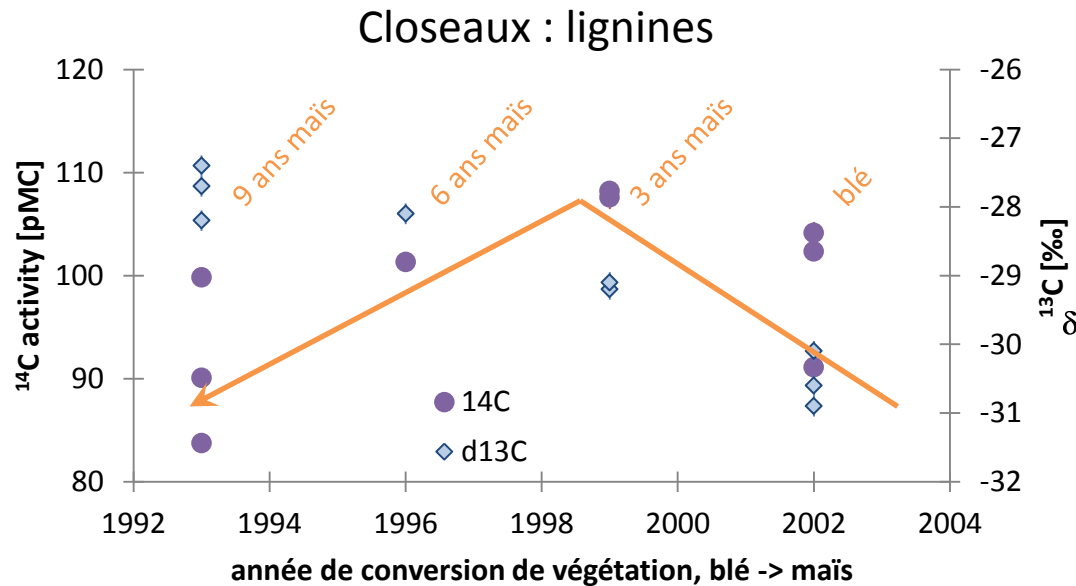
* l'âge du carbone n'est pas l'âge de la molécule

recyclage bactérien des inputs végétaux variable selon les monomères
⇒ l'âge ^{14}C est l'âge moyen du carbone constitutif de la molécule

Elegbede et al. (in prep.)

Dynamique des lignines

^{13}C & ^{14}C des lignines dans des sols ayant subi une conversion en maïs depuis x années



* lignines commun aux 2 types de végétation

* incorporation de lignines de maïs

* non reproductibilité du protocole d'extraction pour ^{14}C

* pMC ↗ puis ↘ avec nb années en maïs

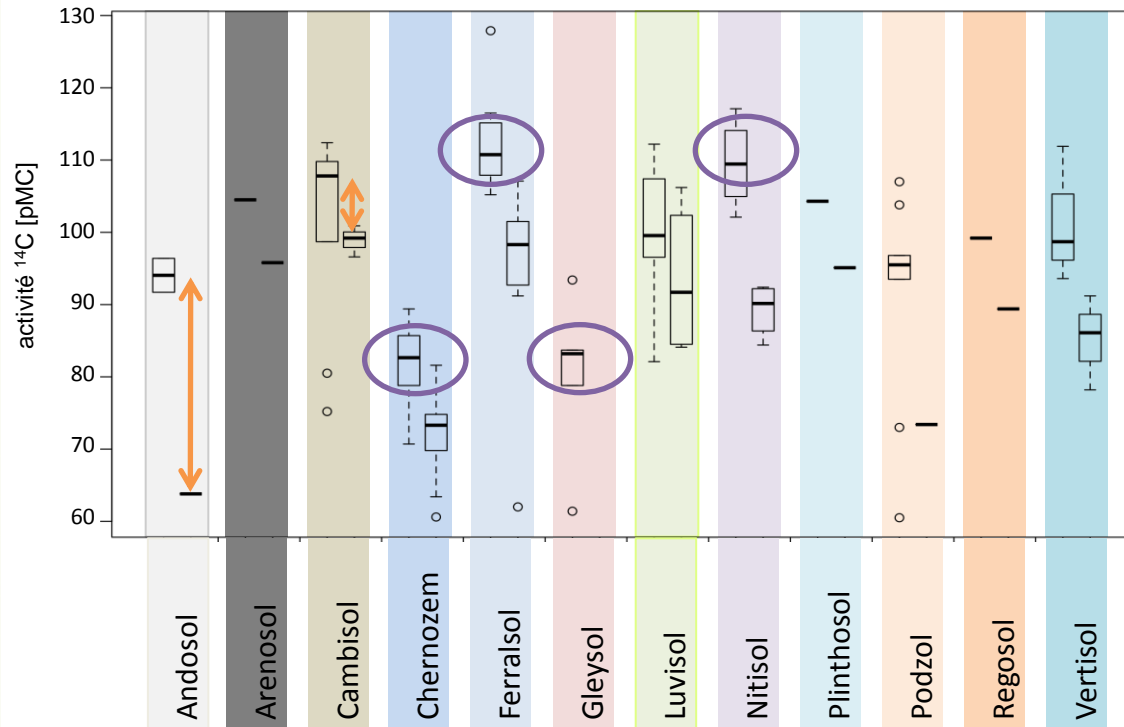
* fraction lignines = mélange de molécules d'âges différents (jeunes et vieilles)

le changement de végétation destabilise composition moléculaire des sols

Thévenot et al. (in prep.)

Distribution verticale du carbone

activité ^{14}C des niveaux [0-20cm] & [0-100cm], bulk, post 1990
selon la classe de sol



* base de données: 226 profils -> 97 adéquats pour l'étude

* grande diversité d' "âge" pour les niveaux de surface: de 10 à 1800 ans

* écart d' "âge" entre niveaux [0-20cm] et [0-100cm] très variable: de 700 à 3000 ans

implication et paramétrisation ...

Hatté et al. (in prep.)

Perspectives

- * dynamique des acides aminés
- * modélisation
 - > finaliser les lipides, les lignines
 - > guide utilisateur et interface
- * interprétation (modèle d'interaction OM - minéral de Kléber)
- * rédaction

- * perspectives technologiques
 - > Compact Radiocarbon System
 - > LC-CRS

- * diversifier sites pour land-use et climat
- * combiner avec cycle de l'azote
- * combiner avec les déplacements de matière

Merci pour votre attention !

