



Fédération FIRE

Faits marquants 2019-2020

Sommaire

- **BENDICAM** 3
- **Hydro GES : émissions indirectes de N₂O sur les bassins versants de l'Orgeval et du Haut-Loir** 5
- **SOL'EAU : sources et puits de carbone organique et émissions de CO₂ dans le continuum sols-eaux** 9
- **TORSADES : territorialisation de systèmes agri-alimentaires durables** 13
- **Formation en géomatique avec le logiciel libre QGIS** 15

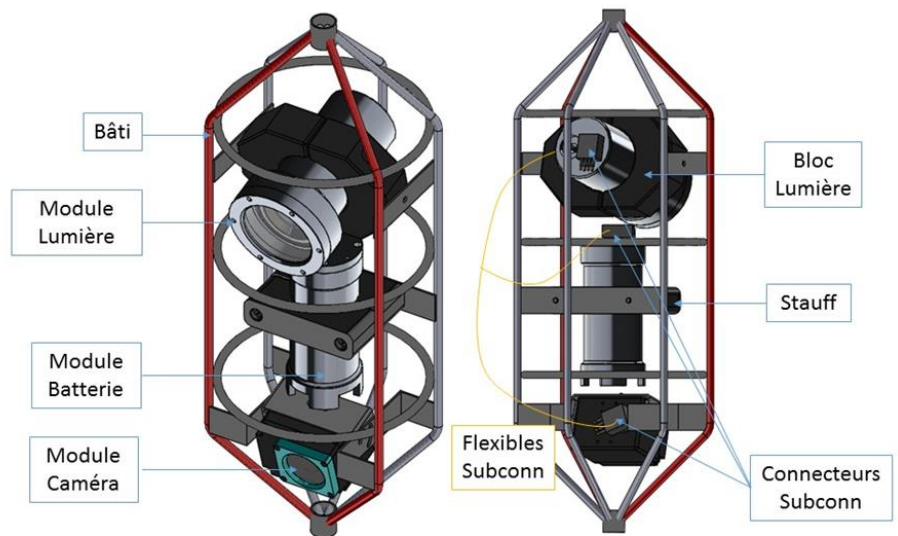


**SORBONNE
UNIVERSITÉ**



	BENDICAM
Contact - MARTIN A. alexis.martin@mnhn.fr - AMAND L. louis.amand@upmc.fr Unités - BOREA - IMPMC Tutelles - MNHN - IRD - Sorbonne-Université - Uni Caen-Normandie - Université des Antilles Axe scientifique FIRE 1 - Fonctionnent physique, biogéochimique et biologique des écosystèmes et services écosystémiques	Résumé Le projet « Bendicam », fruit d’une collaboration interdisciplinaire de plusieurs équipes de recherche, a pour objectif de développer un modèle de caméra sous-marine autonome dédié à l’observation des écosystèmes benthiques profonds de l’océan Austral. Le suivi scientifique repose notamment sur la mise en œuvre de protocoles d’observation et de collecte de données réalisés par les observateurs scientifiques embarqués à bord des navires. Mots clés écosystèmes benthiques, instrument scientifique, caméra, recherche et ingénierie, biologie, mécanique, électronique, conditions extrêmes Contexte et enjeu Le projet « Bendicam » doit répondre à une série de contraintes spécifiques liées à un contexte inhabituel et très différent de celui des campagnes océanographiques classiques : déploiement d’un instrument scientifique sur des engins de pêche commerciale, ergonomie adaptée aux conditions de travail d’un observateur scientifique isolé en charge de nombreux protocoles, coût réduit de chaque instrument pour permettre d’équiper la totalité de la flotte, déploiement dans des conditions environnementales extrêmes (profondeurs de 1000 à 2500 mètres, fonds marins très accidentés, opérations réalisées dans des mers difficiles...), post-traitement d’un flux de données très important (maximum théorique d’environ 6000 déploiements par an pour l’ensemble de la flotte). Résultats Le succès de ce prototype de caméra permettra, lors des opérations de pêche, d’améliorer la qualité du suivi scientifique, en rendant accessibles des informations qui ne sont aujourd’hui pas collectées faute de disponibilité d’une technologie dédiée : caractérisation des substrats des fonds marins, mesures de densité in situ des organismes benthiques (p.ex. coraux, éponges), observation directe du fonctionnement des engins de pêche sur le fond etc... Le projet BENDICAM repose sur une multitude de compétences diverses. Il n’aurait pu voir le jour sans la connaissance des peuplements aquatiques des chercheurs de l’équipe Biopac (BOREA), le savoir-faire en réalisation de systèmes électroniques des ingénieurs de la Cellule Projet (IMPMC) et la maîtrise en conception d’engins pressurisés de l’équipe Amex (BOREA).

BENDICAM



*Représentation Conceptuelle du projet de Caméra pour l'Observation des Ecosystèmes Benthiques
(© L. Amand)*

Perspectives

L'étape suivante du projet est de passer d'une version prototype à une version optimale réalisée en série pour équiper la totalité de la flotte des Terres Australes et Antarctiques Françaises



Hydro GES : émissions indirectes de N₂O sur les bassins versants de l'Orgeval et du Haut-Loir

Contact

- HENAULT C.
catherine.henault@inrae.fr
- GARNIER J.
josette.garnier@upmc.fr

ANSART P.
AYZA, A.
AZOUGUI A.
BILLEN G.
BOSC S.
BOURENNANE H.
CHAUMON C.
COTTENOT L.
COUSIN I.
EGLIN T.
GIOT G.
GROSSEL A.
HENINE H.
LE LAY C.
MARTINEZ A.
MERCIER B.
PASQUIER C.
POINÇOT F.
SILVESTRE M.
TALLEC G.
THERY S.
TOURNEBIZE J.

Unités

- SOL
- HYCAR
- METIS

Tutelles

- INRAE
- CNRS

Résumé

Le projet « HydroGES » (2016-2019) a étudié les composantes hydriques des émissions de N₂O, troisième gaz à effet de serre d'origine anthropique. En particulier, il s'est intéressé à une part peu connue et mal évaluée de ces émissions : les émissions indirectes. Le gaz N₂O est principalement produit (et émis) dans les sols agricoles enrichis en azote, mais une partie de l'azote des sols est entraînée vers les eaux souterraines et les cours d'eau, qui peuvent également produire et émettre N₂O. Ce sont les émissions indirectes de ce gaz. Le projet a permis d'acquérir des données originales d'émissions indirectes de N₂O sur deux bassins versants du grand Bassin Parisien (Orgeval et Haut Loir). Il a permis de travailler sur les méthodes de comptabilisation des émissions indirectes de N₂O aux trois niveaux de complexité définis par le GIEC. En l'occurrence, il a permis de consolider la modélisation mécaniste des émissions indirectes de N₂O dans le modèle Seneque-Riverstrahler. Nous avons observé des émissions indirectes de N₂O élevées et régulières localement conduisant néanmoins à des coefficients d'émission plus faibles que ceux proposés actuellement par le GIEC, ce qui est cohérent avec la littérature récente sur le sujet. Par ailleurs, compte-tenu des surfaces des surfaces en eau et des zones ripariennes dans les bassins versants étudiés, le modèle Seneque-Riverstrahler prédit qu'elles ne représentent que 3% du total des émissions de N₂O sur le bassin du Haut-Loir mais environ 20% sur le bassin de l'Orgeval et pour tout le bassin-versant de la Seine.

Mots clés

gaz à effet de serre, émissions indirectes

Contexte et enjeu

Beaucoup moins abondant dans l'atmosphère que le dioxyde de carbone (CO₂), l'oxyde nitreux (N₂O) intervient néanmoins significativement (6 %) dans le réchauffement global du fait de ses propriétés radiatives et sa longue durée de vie dans l'atmosphère. Les émissions nettes de N₂O d'origine anthropique sont estimées à 5.3 Tg N-N₂O par an avec une contribution de l'agriculture estimée à 4.1 Tg N₂O-N/an (3.8 - 6.8). Les émissions de N₂O par l'agriculture sont principalement attribuées aux processus de dénitrification et de nitrification de l'azote apporté sous forme de fertilisants minéraux et organiques et de résidus de culture.

Les inventaires des émissions de gaz à effet de serre distinguent généralement les émissions directes et indirectes. En ce qui concerne les émissions de N₂O, les émissions directes sont celles produites dans les sols à partir des différentes formes azotées présentes, et émises vers l'atmosphère. Les émissions indirectes incluent les émissions issues du lessivage et du ruissellement de l'azote, des eaux usées ainsi que celles provenant de la déposition atmosphérique d'azote réactif (Turner et al., 2013). Le GIEC propose des méthodes à 3 niveaux de complexité croissante pour quantifier ces émissions. La plus simple, la méthode « Tier 1 »,

Axe scientifique FIRE

1 - Fonctionnent physique, biogéochimique et biologique des écosystèmes et services écosystémiques

est fondée sur l'application de facteurs d'émission qui représentent la fraction de l'azote du sol émise sous forme de N_2O . En ce qui concerne les émissions indirectes de N_2O , le GIEC considère actuellement que (i) 24% de l'azote apporté est lessivé, (ii) une fraction de ces 24% lessivé est émise sous forme de N_2O par les eaux, ce qui correspond au facteur EF_5 , lui-même composé du facteur d'émission des eaux souterraines (EF_{5g}), des eaux de rivière (EF_{5r}) et du facteur d'émission des eaux d'estuaire (EF_{5e} , qui n'a pas été étudié ici). La méthode Tier 2 est fondée sur des modèles statistiques permettant de prendre en compte des effets non linéaires et d'autres variables que l'azote. Enfin, la méthode Tier 3 se base sur une modélisation mécaniste des émissions indirectes de N_2O .

A l'échelle mondiale et pour le gaz N_2O , les émissions indirectes estimées par la méthode Tier 1 représentent 22 % des émissions totales selon le rapport du programme pour l'environnement de l'ONU (UNEP, 2013) mais cette estimation est marquée par une très forte incertitude.

L'objectif d'HydroGES était donc (i) d'acquérir des références originales d'émissions indirectes et d'émissions directes de N_2O par les sols du Bassin Parisien et (ii) de proposer des inventaires revisités à des échelles allant du petit bassin-versant de quelques km^2 jusqu'au bassin de la Seine. Ce projet s'inscrit dans un enjeu scientifique d'une meilleure connaissance du déterminisme de ces émissions indirectes et de leur poids dans le bilan des émissions de N_2O par le secteur agricole.

Résultats

Le projet expérimental s'est appuyé sur l'étude de deux bassins versants : celui de l'Orgeval, situé en Brie, et celui du Haut-Loir jusqu'à Cloyes-sur-le-Loir, représentatifs des systèmes agricoles du grand Bassin Parisien qui porte environ le tiers de la production agricole française, avec des campagnes de mesure pendant plusieurs années. Le bassin-versant du Haut-Loir présente de plus un fort contraste hydrogéologique entre la partie Est, avec des sols drainants et la présence de la nappe de Beauce, et la partie Ouest (Perche et Faux-Perche) où on trouve des sols hydromorphes. Les émissions directes de N_2O ont été mesurées sur des sites en agriculture conventionnelle drainés et non drainés sur le Haut-Loir, et sur des sites en agriculture conventionnelle et en agriculture biologique sur le bassin de l'Orgeval. Ces campagnes ont permis d'échantillonner différentes eaux (piézomètres et sources, rus et rivières). Enfin, une zone humide artificielle (Rampillon, Seine et Marne) a aussi été étudiée durant le projet.

Dans ces bassins versants, les concentrations en N_2O dissous sont apparues variables selon l'origine hydrogéologique de l'eau, globalement $< 2 \mu g\ l^{-1}$ dans les eaux de surface du bassin de l'Orgeval, ainsi que dans la partie Faux-Perche du Bassin du Haut-Loir, légèrement plus élevées ($< 4 \mu g\ l^{-1}$) dans les eaux de la résurgence de la nappe de Beauce, plus élevées encore dans les eaux de la source du Loir ainsi que dans les eaux des piézomètres et des mares du site de l'Orgeval, et de la zone humide de Rampillon (de 0 en hiver à $13 \mu g\ l^{-1}$ au printemps et automne). Ces gammes de valeurs correspondent à celles observées dans la littérature.

Les émissions indirectes de N_2O ont principalement été estimées à partir de la mesure du N_2O dissous dans les eaux étudiées. A l'échelle locale des dispositifs de mesure ($< 1\ ha$), les émissions de N_2O par les surfaces en eau apparaissent ainsi comprises entre quelques $g\ N\ ha^{-1}\ j^{-1}$ et quelques centaines de $g\ N\ ha^{-1}\ j^{-1}$. Ceci correspond à la gamme de valeurs que l'on observe à la surface des sols mais la fréquence de pics de quelques dizaines de $g\ N\ ha^{-1}\ j^{-1}$ est apparue plus élevée à partir des surfaces en eau qu'à partir de celles terrestres, ce qui suggère que,

plus constantes dans le temps, les émissions surfaciques locales de N_2O par les surfaces en eau, sont supérieures à celles par les surfaces terrestres.



Prélèvement d'eau dans le Loir à Marboué, le 18 mai 2017
(© A. Grossel)

Sur la base de ces résultats, nous avons appliqué / développé des méthodes d'inventaire des émissions indirectes de N_2O en s'inspirant de celles définies par le GIEC, de niveau Tier 1, Tier 2 et Tier 3.

Pour la méthode Tier 1, une analyse des résultats obtenus sur le bassin-versant du Haut Loir, le ratio des formes dissoutes ($N-N_2O_{\text{en excès}} / N-NO_3$), estimateur des facteurs EF_{5g} et EF_{5r} (eaux souterraines et rivières), (Hergoualch' et al., 2019), est apparu différent selon l'origine hydro-géographique de l'eau, plus fort sur la source du Loir (0.00084), plus faible pour les eaux des résurgences de la nappe de Beauce (0.00024) et encore plus faible dans les eaux de surface du Loir et de ses affluents (0.00014). Ces valeurs sont cohérentes avec la littérature mais sont très en deçà des coefficients EF_{5r} et EF_{5g} proposés dans la méthode du GIEC (Hergoualch' et al., 2019). De ce fait les calculs d'inventaire à l'échelle du bassin versant du Haut Loir sur la base d'une approche Tier 1 conduisent à des résultats très différents s'ils sont réalisés à l'aide des coefficients proposés par le GIEC (de l'ordre de la trentaine de $kg\ N-N_2O\ an^{-1}$ sur les 3000 ha du bassin versant du Haut Loir) ou à l'aide des coefficients estimés à partir de nos mesures de terrain (de l'ordre de $1.5\ kg\ N-N_2O\ an^{-1}$ sur les 3000 ha du bassin versant du Haut Loir). Cette démarche appliquée aux sites de l'Orgeval, conduit à des estimations de ce même ratio, EF_{5r} , en moyenne de 0.000061 et de 0.000045 pour les rus de du bassin de l'Orgeval respectivement, de 0.0007 à 0.001 pour les mares. A l'exutoire de la Marne, EF_{5r} est en moyenne de 0.00017 et sur le site de Rampillon, de 0.0004. Ces moyennes sont toutefois assorties d'un écart-type du même ordre de grandeur.

- Au niveau Tier 2, nous avons établi des modèles de concentrations en N_2O en fonction de l'azote et d'autres prédicteurs sur le site du Haut Loir. Ces modèles révèlent un potentiel prédictif élevé de N_2O dissous du site à partir de la teneur en nitrates, du pH et du carbone organique dissous (COD) des eaux. L'approche va être complétée en utilisant des données collectées sur les sites de l'Orgeval et de Rampillon..

- Enfin, au niveau Tier 3, nous avons développé le modèle Seneque-Riverstrahler pour décrire les émissions de N_2O se produisant pendant le transfert des masses

d'eau de la zone sous-racinaire des sols cultivés du bassin versant vers la sortie du réseau de drainage, dans les zones ripariennes et les rivières ((Billen et al., 2018 ; Billen et al., 2020). Ce modèle a été calibré à l'aide des données de terrain collectées pendant le projet. Les résultats de cette modélisation mécaniste montrent un taux d'émission de N₂O par unité de surface toujours supérieure en zone indirecte de production qu'en zone directe et une contribution variable des émissions indirectes de N₂O (rivières et zones ripariennes) aux émissions totales de la zone (de 3 % - bassin du Haut Loir - à 17 % - bassin de la Seine -) selon la contribution surfacique des zones ripariennes et des rivières dans le bassin versant.

Perspectives

Compte-tenu du fait que les coefficients d'émissions indirectes mesurés dans cette étude sont montrés plus faibles que ceux proposés par défaut par le GIEC mais que le projet a été conduit sur des bassins sédimentaires agricoles, l'étude devrait s'étendre à des milieux géologiques et d'occupation plus variés pour décider du/des coefficients à utiliser dans d'autres contextes. Le projet a permis de progresser sur des méthodologies de niveau Tier 2 et Tier 3 et le travail doit se poursuivre pour appuyer le choix de la méthodologie à utiliser dans les inventaires nationaux.

Valorisation

Billen G, Garnier J, Grossel A, Thieu V, Théry S, Hénault C. (2020). Modeling indirect N₂O emissions along the N cascade from cropland soils to rivers. *Biogeochemistry* 148:207–221. DOI: 10.1007/s10533-020-00654-x

Billen G, Ramarson A, Thieu V, Théry S, Silvestre M, Pasquier C, Hénault C, Garnier J. (2018) Nitrate retention at the river–watershed interface: a new conceptual modeling approach. *Biogeochemistry* 139:31-51. DOI : 10.1007/s10533-018-0455-9

Garnier J, Le Noë J, Marescaux A, Sanz-Cobena A, Lassaletta L, Silvestre M, Thieu V, Billen G. (2019). Long-term changes in greenhouse gas emissions of French agriculture (1852-2014): from traditional agriculture to conventional intensive systems. *Science of the Total Environment* 660:1486-1501. DOI : 10.1016/j.scitotenv.2019.01.048

Marescaux A, Thieu V, Garnier J. (2018). Carbon dioxide, methane and nitrous oxide emissions from the human-impacted Seine watershed in France. *Science of the Total Environment*. 643:247–259. DOI : 10.1016/j.scitotenv.2018.06.151

Ce projet va permettre la mise à disposition d'une base de données sur les émissions indirectes dans les bassins-versant étudiés et d'un site web dédié (<http://hydroges.fire.upmc.fr/>, en construction). Deux publications sont aussi en préparation pour présenter les résultats des campagnes de terrain sur le Haut Loir ainsi que celle sur le site Rampillon et de l'Orgeval.



SOL'EAU : sources et puits de carbone organique et émissions de CO₂ dans le continuum sols-eaux

Contact

- GARNIER J.
josette.garnier@upmc.fr
- BILLEN J.
gilles.billen@upmc.fr
- TOURNEBIZE J.
- BAUDIN F.
- BARRE P.

Unités

- METIS
- HYCAR
- ISTEP
- GEOLOGIE
- IEES

Tutelles

- CNRS
- Sorbonne-Université
- INRAE
- ENS

Axe scientifique FIRE

1 - Fonctionnement physique, biogéochimique et biologique des écosystèmes et services écosystémiques

Résumé

Fin 2015, lors de la COP 21 tenue à Paris, des engagements forts ont été pris par les Etats pour réduire ou compenser leurs émissions de gaz à effet de serre. Outre des mesures telles que la réduction des transports de personnes et de marchandises et la réduction du chauffage des bâtiments par une meilleure isolation, la séquestration du carbone organique dans les sols agricoles a été proposée comme une stratégie de compensation efficace des émissions de gaz à effet de serre (initiative 4%). Ce stockage nécessite un apport accru au sol de fertilisants organiques et de résidus de cultures. Nos travaux révèlent que ce stockage serait actuellement de l'ordre de 0-2 % par an du stock de carbone présent dans les premiers 30 cm du sol, avec des parcelles qui stockent alors que d'autres déstockent. Nous avons aussi montré que les pertes liées à l'infiltration et au ruissellement de l'eau à travers les sols sont assez marginales. Toutefois le carbone dissous d'origine diffuse apporté aux eaux de surface (en provenance des nappes aquifères et des eaux sous-racinaires des cultures) est relativement important, plus en termes de carbone inorganique qu'organique dans le contexte géologique du bassin de la Seine. Le projet Sol'Eau a permis d'initier des recherches sur les relations entre le sol et l'eau permettant de comprendre et de quantifier l'importance des pertes de carbone par entraînement vers les cours d'eau, et qui se retrouvent sous forme de CO₂ dans l'atmosphère.

Mots clés

carbone, lixiviation, sol, eau, bassin versant

Contexte et enjeu

Dans les bilans de C à l'échelle globale, les eaux continentales, et plus particulièrement les réseaux hydrographiques à l'interface entre continents et océans, apparaissent aujourd'hui comme le lieu d'émissions de gaz à effet de serre d'intensité tout à fait significative. Ainsi, alors que le bilan global des flux de C du rapport 2007 du GIEC ne mentionnait aucunement les flux émis depuis les eaux continentales, celui de 2014, basé sur de nombreuses études récentes, l'évalue à 0.5-2 PgC/an, soit 20-75% du stockage de C sur les surfaces continentales (IPCC-WG1-AR5, 2014).

Les mécanismes par lesquels les réseaux hydrographiques constituent une source de CO₂ pour l'atmosphère sont cependant encore incomplètement compris. Une partie du CO₂ émis provient de l'héritage géochimique du bassin versant, les eaux d'écoulement superficielles ou phréatiques qui alimentent les rivières étant déjà, à des degrés divers, sursaturées en CO₂. Mais une autre partie provient du caractère globalement hétérotrophe des écosystèmes fluviaux, en ce sens qu'ils métabolisent plus de carbone organique qu'ils n'en produisent par la photosynthèse. Ceci pose la question de l'origine des apports allochtones de matière organique aux eaux de surface. Dans les fleuves anthropisés, les apports d'eaux usées urbaines peuvent être en effet significatifs. Mais dans tous les cas, l'interaction de l'eau de pluie avec le carbone des sols du bassin versant et ses

zones humides d'interface est une question scientifique importante dans un contexte où pour réduire ou compenser les émissions de gaz à effet de serre, les sols devraient stocker 4‰ par an du stock actuel.

L'objectif général du projet était d'établir un bilan des transferts et transformations de C à l'échelle d'un petit bassin de drainage (lysimètre géant, 36,4 ha) et de déterminer les sources de CO₂ du réseau hydrographique de la Seine, comparées au rôle de puits des sols du bassin versant. Nous souhaitions ainsi aborder ces questions selon une approche d'échelles emboîtées valorisant à la fois (i) les possibilités d'études fines de processus en laboratoire pour la caractérisation de la matière organique, (ii) celles offertes par l'Observatoire de la Zone Critique de l'Orgeval et (iii) les capacités de modélisation à l'échelle régionale de bassins versant de 100 à 100000 km² développée dans la Zone Atelier Seine.

Les questions scientifiques majeures auxquelles nous avons tenté de répondre sont : Quels sont les facteurs qui régissent les apports de matière organique dissoute et particulaire au réseau hydrographique depuis le sol ? Quelle est la réactivité de cette matière organique, et son devenir ? Quelle est la quantité de ces apports ?

La combinaison de différentes approches devait permettre de proposer un bilan complet actuel du carbone, de son stockage, de ses pertes par lixiviation et mais aussi vers l'atmosphère pour l'ensemble du territoire du bassin versant de la Seine.

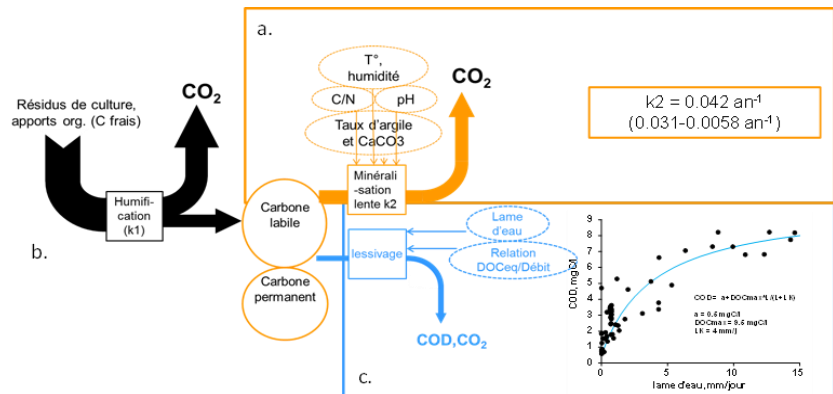


Equipement de l'exutoire du lysimètre géant de l'Orgeval

Résultats

Nous nous sommes appuyés sur le cadre conceptuel du modèle AMG (Clivot et al., 2017 ; 2019) qui permet de quantifier le stockage/déstockage par les sols. Les mesures Rock-Eval nouvellement appliquées dans cette optique, ont permis d'accéder aux stocks permanent et labile du carbone, deux compartiments majeurs du modèle AMG. Afin d'appréhender un possible déstockage par la lixiviation, nous avons adjoint au modèle AMG, une fonction de lixiviation. A plus grande échelle, nous avons également déterminé le stockage du carbone par l'approche GRAFS (Le Noë et al., 2019) et mis en œuvre un modèle des transferts de carbone et de nutriments et du métabolisme écosystémique (Riverstrahler, Billen et al., 1994 ; Garnier et al., 2002). Ce modèle, qui prend déjà en compte le carbone organique (Garnier et Billen, 2007) a été enrichi d'un module de la spéciation des carbonates et des émissions de CO₂ à l'interface eau-atmosphère (Marescaux et al., 2020).

Caractérisation et dynamique de la matière organique des sols. Un aspect majeur du modèle AMG (Figure 1a.) est le fractionnement de la matière organique des sols en deux composantes : le carbone labile, actif et le carbone permanent, inerte. Ce fractionnement a été rendu possible par l'approche Rock-



Eval (Baudin et al., 2015) appliquée à 52 parcelles.

Figure 1. Représentation de la dynamique de la matière organique dans les sols. a. Modèle AMG. b. Apports aux sols. c. Lixiviation par les sols

Les enquêtes réalisées sur ces mêmes parcelles permettent de déterminer les flux de carbone humifié apportés aux sols (Figure 1b). Avec les caractéristiques pédoclimatiques, la constante de minéralisation des sols (k_2) a été calculée et permet de calculer pour chaque parcelle le stock de carbone à l'équilibre, que l'on peut alors comparer au stock labile, actif mesuré. (Figure 1c). Stockage ou déstockage, selon les pratiques culturales des parcelles, sont alors mis en évidence (Figure 2).

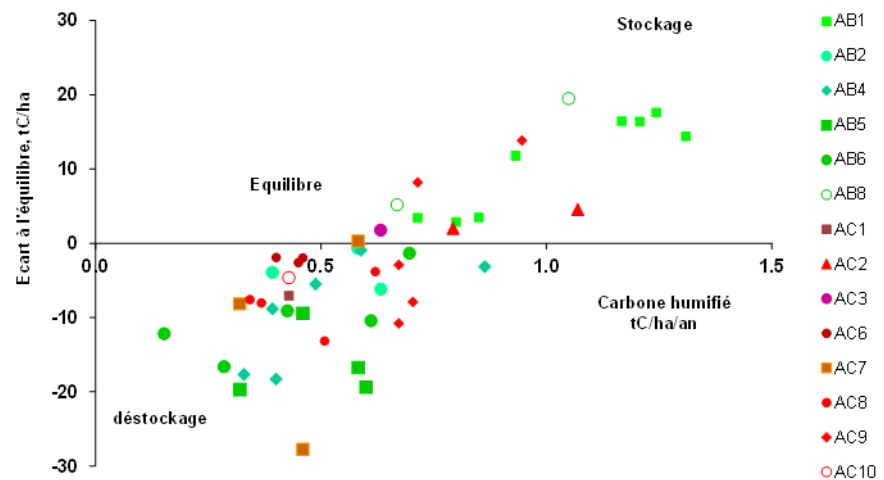


Figure 2. Stockage, déstockage et équilibre en carbone des sols (déterminé comme la différence entre le carbone à l'équilibre - prévu par le modèle AMG- et le carbone labile -RE- en fonction du carbone humifié apporté en moyenne annuelle par les pratiques -enquêtes- (AppChum).

La lixiviation du C des sols vers l'hydrosystème. La fonction de lixiviation a été construite sur base des mesures de carbone organique dissous dans le drain du lysimètre et du calcul de la lame d'eau correspondante (Figure 1c). Cette relation permet alors de reconstituer l'exportation journalière de carbone organique dissous par lixiviation des sols agricoles. Celle-ci dépend largement de l'importance de la lame d'eau drainée et varie donc considérablement en bilan d'une année hydrologique à l'autre.

Le calcul montre que, même pour des valeurs élevées de lame écoulee moyenne, la lixiviation n'affecte que marginalement (moins de 1%) le stock de carbone organique labile actif d'équilibre. Le processus de lixiviation de carbone organique dissous, s'il n'affecte pratiquement pas la dynamique du carbone

organique des sols, est cependant à la base d'apports au réseau hydrographique de carbone organique, dont une fraction de l'ordre d'un tiers est biodégradable.

Bilan de carbone du bassin de la Seine. Le couplage des approches GRAFS et AMG pour la période récente 2000–2014 montre que la séquestration de C est de l'ordre de 0–2‰ par an (plus faible que l'objectif de l'initiative 4 pour mille dans les régions de grande culture du bassin parisien). Un déstockage au rythme de –1.5‰ an⁻¹ s'observe même dans le Nord-Ouest de la France (Le Noë et al., 2019).

Si la lixiviation des sols n'affecte que marginalement le bilan de C des sols agricoles, ce processus est cependant un processus important d'apport de C organique et inorganique au réseau hydrographique. Dès les têtes de bassin, la pression partielle en CO₂ dissous dans les cours d'eau montre une forte sursaturation, indiquant que ces masses d'eau agissent comme émettrice de CO₂ vers l'atmosphère. Un bilan complet des transferts et transformations du carbone tout au long du continuum terre-mer de la Seine montre l'importance des apports en carbone inorganique des eaux carbonatées des aquifères du bassin (~10 000 kg/km²/an) et par les eaux sous-racinaires (~6 000 kg/km²/an), les apports en carbone organique étant inférieures d'un facteur 15 environ (870 et 230 kg/km²/an pour les eaux aquifères et sous-racinaires respectivement, Marescaux et al., 2020)

Au total, les sols agricoles stockent et déstockent, et le bilan net est inférieur à l'objectif de 4‰ par an. Le déstockage par lixiviation reste marginal par rapport à la dynamique du C organique des sols, bien que les apports diffus de carbone, inorganique surtout, mais aussi organique s'élèvent respectivement à 90% et 70 % des apports totaux.

Perspectives

Cette étude devrait faire l'objet d'une ou deux publications. Par ailleurs, un projet ITN a été soumis pour étudier de manière couplée la cascade du carbone et de l'azote dans les continums aquatiques des grandes régions du monde.

Valorisation

Garnier J, Le Noë J, Marescaux A, Sanz-Cobena A, Lassaletta L, Silvestre M, Thieu V, Billen G. (2019). Long term changes in greenhouse gas emissions of French agriculture (1852-2014): from traditional agriculture to conventional intensive systems". Science of the Total Environment 660:1486-1501. DOI : 10.1016/j.scitotenv.2019.01.048

Le Noë Billen G, Mary B, Garnier J. (2019). Assessing long-term soil organic carbon dynamics in cropland and identification of the main drivers of C sequestration: the case of French regions from 1852 to 2014. Journal of Environmental Policy 93 :53–65. DOI : 10.1016/j.envsci.2018.12.027

Marescaux A, Thieu V, Gypens N, Silvestre M, Garnier J. (2020). Modeling the inorganic carbon dynamics in the Seine River continuum in France, Hydrology and Earth System Sciences 24:1-20. DOI : 10.5194/hess-24-1-2020



TORSADES : territorialisation de systèmes agri-alimentaires durables

Contact

- GARNIER J.
josette.garnier@upmc.fr
- BILLEN J.
gilles.billen@upmc.fr
- PETIT C.
- BARATAUD F.

Unités

- METIS
- SAD-APT
- ASTER

Tutelles

- CNRS
- INRAE

Axe scientifique FIRE

2 - Interactions des systèmes sociaux et écologiques
3 -Analyse de la dynamique des systèmes socio-écologiques

Résumé

Le projet « Torsades » part de l'hypothèse que l'ancrage de l'agriculture dans la consommation alimentaire locale d'un territoire constitue un élément de cohésion essentiel à ce territoire et est indispensable à sa transition socio-écologique. Il analyse la structure et l'organisation de la chaîne allant de la production agricole, de la collecte des produits, de leur transformation et de leur distribution, jusqu'à la consommation alimentaire finale dans trois territoires contrastés situés un gradient de proximité à une grande métropole : le Plateau de Saclay, la Brie Laitière et l'Ouest Vosgien. Il tente de repérer les initiatives contribuant à une connexion territoriale entre agriculture et alimentation et de suggérer des pistes pour améliorer cette connexion.

Mots clés

agriculture, alimentation, territoires

Contexte et enjeu

La territorialisation de l'approvisionnement alimentaire est un enjeu important pour la transition écologique et sociale, à la fois dans un souci de reconquête d'une certaine autonomie alimentaire des territoires urbains et ruraux, et de recherche de cohésion territoriale entre agriculteurs et autres catégories socio-professionnelles. L'objectif du projet TORSADES est de décrire la structure et le fonctionnement de la chaîne agri-alimentaire de 3 territoires d'environ 500 km², exemplatifs de situations diverses, et d'y explorer les pistes de reconnexion de l'agriculture et de l'alimentation.

Résultats

Les trois territoires se distinguent par leur proximité à la métropole parisienne, par leur densité de population et par la nature de leur agriculture.

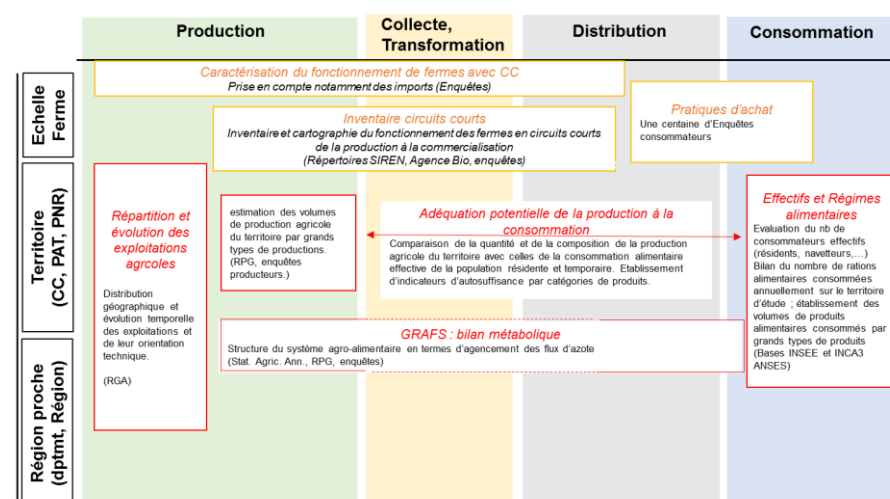
Le Plateau de Saclay est un territoire péri-urbain polarisé par la métropole parisienne, avec une densité de population de près de 2000 habitants/km², où l'agriculture résiste mais change de forme.

La Brie laitière, qui vient d'être désignée comme Parc Naturel Régional, est un territoire du bassin parisien, logeant 120 habitant/km², avec une agriculture très spécialisée vers les grandes cultures d'exportation.

L'Ouest vosgien est un territoire rural au maillage urbain multipolaire, siège d'une densité de population de 40 habitants/km² où la polyculture-élevage se maintient mais sans pour autant que les productions agricoles soient très connectées à la consommation locale.

L'analyse de la chaîne production agricole, collecte des produits, transformations, distribution, consommation finale en termes de flux de matière en montre l'ouverture et le manque de connexion territoriale. Lors d'ateliers organisés dans chacun des territoires, un grand nombre d'initiatives, portées par des acteurs très divers, vont cependant dans le sens d'une re-territorialisation de

l'approvisionnement alimentaire, dont le projet tente de définir les potentialités, les conditions et les limites.



Principales actions menées sur les trois territoires du projet TORSADES pour l'analyse de la chaîne agri-alimentaire.

Perspectives

Il s'agira pour chaque territoire de dresser un bilan détaillé du fonctionnement actuel de la chaîne agri-alimentaire et d'en repérer les potentialités de re-territorialisation.

Valorisation

Journées Rurales de Montpellier (mars 2021)

Organisation d'un séminaire réunissant les acteurs des trois terrains : partage des situations spécifiques à chacun et mise en discussion vis-à-vis des leviers et modalités possibles de reconnexion entre agriculture et alimentation.



Formation en géomatique avec le logiciel libre QGIS

Contact

- SILVESTRE M.
marie.silvestre@upmc.fr

Unités

- FIRE

Tutelles

- CNRS
- Sorbonne-Université

Axe scientifique FIRE

T-Transversal

Résumé

La formation en géomatique proposée par la FIRE permet à tout le personnel des unités de la fédération d'acquérir les connaissances de base afin de créer, utiliser, analyser et représenter l'information géographique. Elle fait le choix de s'appuyer sur le logiciel QGIS, l'outil libre et gratuit le plus répandu actuellement, remarquable par son interface intuitive et sa modularité. Les sessions alternent points théoriques et applications pratiques sur QGIS, guidées puis progressivement en autonomie suivant la progression des participants.

Cette formation fait par ailleurs partie du catalogue de CNRS Formation Entreprises depuis 2016, la seule en géomatique sur la région Île-de-France.

Mots clés

formation, transfert de connaissances, géomatique, SIG

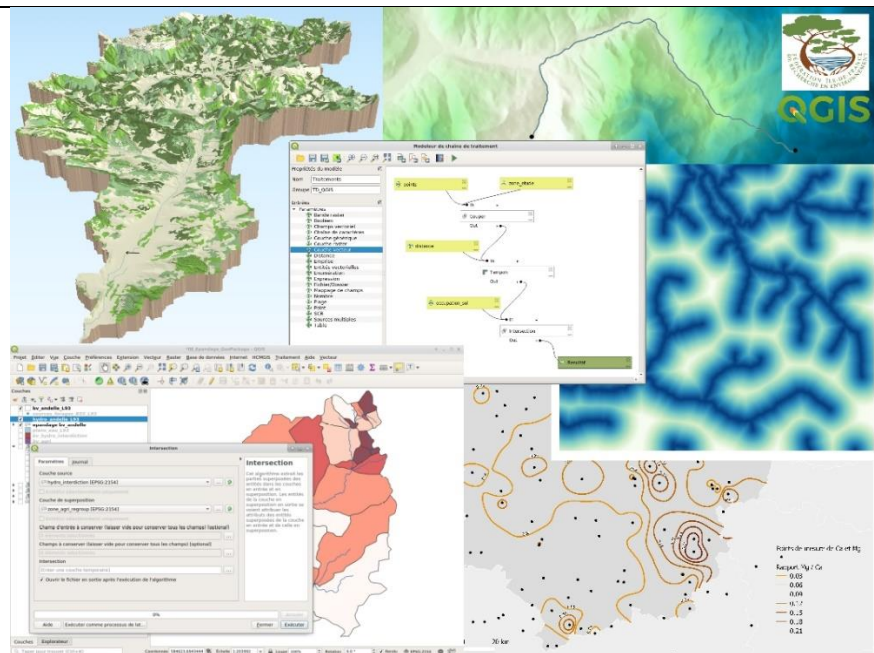
Contexte et enjeu

La géomatique avec l'utilisation de logiciels SIG fait partie des outils indispensables pour de nombreuses études en sciences de l'environnement. N'ayant pas toujours été formées à ces techniques pendant leur cursus, nombreuses sont les personnes qui expriment le besoin d'acquérir les connaissances théoriques et pratiques de base nécessaires à la manipulation des données géographiques. Cette formation répond à ces attentes et propose de former sur des technologies libres et gratuites avec les dernières versions du logiciel SIG QGIS. Ce choix permet en outre de répondre à une demande récurrente des personnes utilisatrices de logiciels équivalents propriétaires souhaitant, d'une part, s'affranchir des problématiques liées aux licences payantes et, d'autre part, se tourner vers des outils dont le développement en plein essor se fait autour de communautés d'utilisateurs dynamiques.

Résultats

La formation est proposée au rythme de deux sessions par an (une pour le personnel FIRE et une pour CNRS Formation Entreprises - CFE). De 2010 à 2019, 13 sessions ont eu lieu pour la FIRE et 3 pour CFE cumulant en tout 154 participants.

Les sessions FIRE permettent de regrouper des participants de toutes les unités de la fédération et 16 d'entre elles y ont déjà été représentées créant une communauté d'utilisateurs au sein de la FIRE. Les statuts de ces participants sont également variés avec 45% de doctorants et post-doctorants, 28 % d'ingénieurs et techniciens et 27 % d'enseignants/chercheurs.



Formation SIG sur QGIS organisée par la FIRE.

Perspectives

De nombreux participants expriment le besoin de compléter cette formation par une deuxième traitant de sujets plus avancés : analyses spatiales complexes et programmation SIG principalement. Des sessions ponctuelles sur ces sujets sont envisagées pour répondre à ces attentes.