



**HAL**  
open science

# CESEC : Déterminants des longues séries de mesures d'échanges nets de CO<sub>2</sub>, de vapeur d'Eau et de rayonnementS des ÉCosystèmes forestiers, prairiaux et cultureaux

Virginie Moreaux, Bernard B. Longdoz

## ► To cite this version:

Virginie Moreaux, Bernard B. Longdoz. CESEC : Déterminants des longues séries de mesures d'échanges nets de CO<sub>2</sub>, de vapeur d'Eau et de rayonnementS des ÉCosystèmes forestiers, prairiaux et cultureaux. Séminaire conjoint REACCTIF et BGF - Espaces ruraux et changements climatiques. Agriculture, Forêt, Elevage et Sols, Mar 2016, Paris, France. hal-02740805

**HAL Id: hal-02740805**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02740805>**

Submitted on 2 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# CESEC: Déterminants des longues séries de mesures d'échanges nets de CO<sub>2</sub>, de vapeur d'Eau et de rayonnements des Écosystèmes forestiers, prairiaux et culturaux

REACTIF



Contacts : vmoreaux@nancy.inra.fr, longdoz@nancy.inra.fr

## 1- CONTEXTE

- Etablissement des bilans de carbone sur les forêts et les agroécosystèmes grâce à la mesure des flux nets de CO<sub>2</sub> par la méthode des **fluctuations turbulentes** [1].
- **Grande variabilité interannuelle** des flux de GES (CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O), dont les causes sont encore mal connues: variables météorologiques et édaphiques en interaction ou indépendamment, en dérive ou lors d'évènements extrêmes, pratiques sylvicoles et culturales.
- Interactions complexes entre ces différents facteurs naturels et anthropiques impactant le fonctionnement et la productivité des forêts et agroécosystèmes [2], [3], [4], [5].
- Evolution du **forçage radiatif terrestre** (W m<sup>-2</sup>) dûe aux échanges de GES (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), aux variations d'albédo (α) et d'évapotranspiration (ET).

## 2- OBJECTIFS

- Etablissement d'une **base de données** (flux, météo, itinéraire) sur différents types d'écosystèmes: forêts, prairies, cultures
- **Analyse comparative** (modes d'utilisation du sol, espèces) à climat équivalent des valeurs moyennes et des fluctuations temporelles: flux net de CO<sub>2</sub> (NEE), productivité primaire brute (GPP), respiration totale de l'écosystème (Réco), albédo, évapotranspiration (ET)
- **Attribution** des variations temporelles: analyse de sensibilité réalisée à l'aide de matrices statistiques multifactorielles et de modèles biophysique-biogéochimiques calibrés.

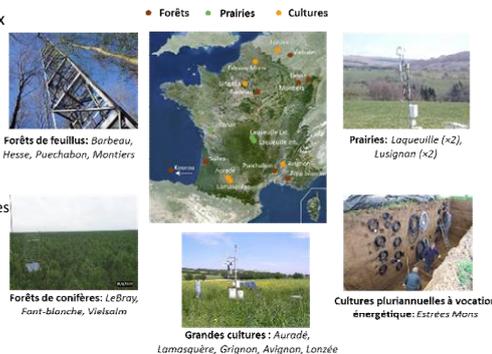
## 3- Réseau de mesures

- Sites expérimentaux

- 7 FORÊTS
- 4 PRAIRIES
- 6 CULTURES

- Mesures

- Météo, sol
- Fluctuations turbulentes (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)
- Inventaires biomasse
- Phénologie
- Stock de carbone



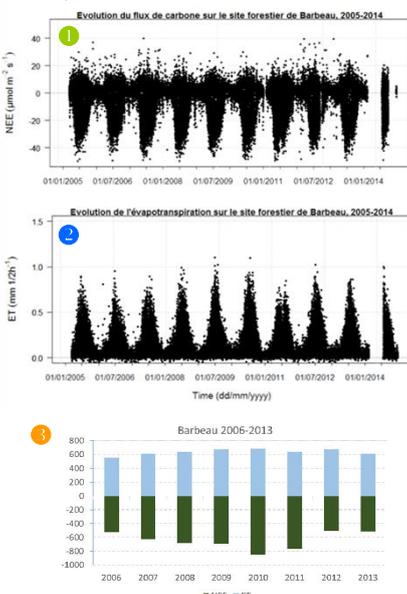
## 4- Modèles

- Modèles à base de processus (écophysiologie et croissance)

- CASTANA [7], GO+ [8]: forêts
- Pasim-CERES [9]: prairies, cultures

## 5- Analyse des fluctuations turbulentes et bilans

- Post-traitement uniforme des données flux semi-horaires des 17 placettes collectées sur de longues périodes (8 à 17 ans pour le CO<sub>2</sub>): logiciel de traitement EddyPro®
- Procédure similaire de filtres appliqués aux flux de sorties (tests statistiques, filtres météo, u\*)
- Analyses des bilans annuels.



Flux turbulents semi-horaires de CO<sub>2</sub> (1) et de H<sub>2</sub>O (2) échangés par le couvert forestier de Barbeau pour la période 2005-2014. Les bilans annuels de NEE et ET sont présentés sur le graphe (3).

% de données finales pour les analyses

	NEE	ET
%	38*	39*

\* 2014 inclus

- Traitement global et filtres appliqués qui permettent d'avoir une bonne représentation de la dynamique et de l'évolution à long terme des fluctuations turbulentes.

- Le site forestier représente un fort pics de carbone annuellement: -646 ± 44 gC-CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>

- A ce stade des analyses, stockage maximal de carbone en 2010, avant l'éclaircie

- Peu de variations interannuelles sur l'évapotranspiration: 635 ± 15 mm y<sup>-1</sup>

## Remerciements

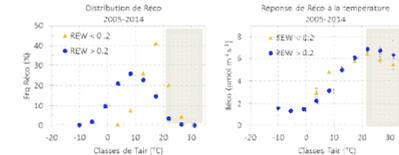
- Financement: ADEME, appel à projet REACTIF
- Ensemble des partenaires du projet pour leur mise à disposition des longues séries de mesures



## 6- Analyse de Réco et des tendances à long terme

- Etude de la respiration de l'écosystème

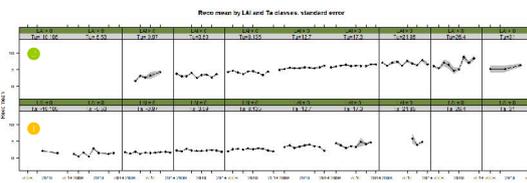
- Augmentation de Réco avec la T° sauf au dessus de 20°C
- Influence du stress édaphique: REW = Relative Extractable Water



Distribution de Réco par classe de température de l'air (gauche) et réponse de Réco à la température, pour différentes conditions d'humidité du sol (droite).

- En surface pas d'influence de la sécheresse édaphique (REW<0.2) sur la réponse de Réco à la température (Pairwise t-test (Bonferroni): P-value > 0.05 aux fortes températures). Résultats identiques pour REW<0.4

- Distinction des périodes feuillées et non feuillées



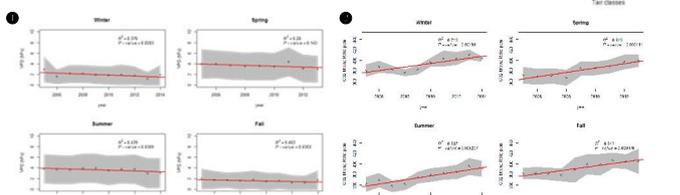
Evolution annuelle de la moyenne de Réco par classe de température et de LAI (●: LAI=0, ○: LAI>0)

Ajustement du modèle non linéaire de la réponse de Réco à Ta (●: LAI=0, ○: LAI>0)

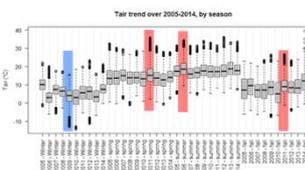
- Par classe de T° et de LAI: peu de variations interannuelles
- Exceptions pour les classes de T° 12.7, 17.3 et 26.4: tendances significatives mais très faible
- Données des différentes années agrégées pour courbes de réponses de Réco à la T° pour chaque classe de LAI

- Ajustement d'un modèle non linéaire pour chaque classe de LAI. Le modèle Réco sera réutilisé pour le calcul final de GPP

- Tendances à long terme des variables explicatives



Moyenne par saison et par année des variables explicatives (●) VPD (hPa), et (○) CO<sub>2</sub> (ppm). La zone grisée représente l'écart type et la courbe rouge la tendance observée (modèle linéaire).



Représentation de la médiane de la température de l'air par saison et par année avec la dispersion des données en gris (0.25<IC<0.75) et les valeurs extrêmes (points noirs).

- Analyse statistique par saison pour la période 2005-2014

- Pas de tendance significative observée sur l'évolution des variables suivantes: Tair, albédo, PAR, et température de surface
- Tendances significatives de l'évolution des variables suivantes:
  - ❖ Le rapport de mélange en CO<sub>2</sub>, augmentation générale quelque soit la saison: 2 périodes distinctes:
    - 2005-2008: stagnation
    - 2009-2014: augmentation accrue
  - ❖ Le Deficit de Pression de Vapeur (VPD), diminution en été et à l'automne.

- Repérage et définition d'évènements extrêmes

## 7- CONCLUSION

- Avancée significative sur le site forestier de Barbeau:
  - Filtres appliqués qui permettent de conserver en moyenne 40% des données représentatives de toutes les conditions environnementales sur la période 2005-2014.
  - Mise en évidence d'une limitation de la respiration de l'écosystème à haute température, indépendamment des conditions de stress édaphique.
  - Mise en évidence d'une réponse de Réco à la température significativement différente en période feuillée et non feuillée mais identique pour les différentes années
  - Mise en évidence de tendance significative sur l'évolution du rapport de mélange en CO<sub>2</sub> et du VPD en particulier en été et à l'automne entre 2005 et 2014.
- Perspectives:
  - Procédure de traitement similaire qui permettra à terme de comparer les variations temporelles des fluctuations turbulentes et leur réponse aux variables environnementales (naturelles et anthropiques) pour tous les sites.
  - Traduction des tendances observées en forçage radiatif.
  - Analyse comparative de l'approche statistique multifactorielle rendant compte des effets individuels des paramètres environnementaux et approche de modélisation tenant compte des co-variations de ces variables.

## REFERENCES

[1] Baldocchi, 2008. *Austr. J. of Botany* 56(1): 1-26.  
 [2] Teuling et al. 2010. *Nature Geoscience*, 10, 722-727.  
 [3] Davi et al., 2006. *AFM*, 141, 35-56.  
 [4] Ceschia et al., 2010. *Agri., Ecosys. & Envi.*, 139, 363-383.  
 [5] Delpierre et al., 2009. *Glob. Change. Biol.*, 15, 1455-1474.  
 [6] Kowalski et al. 2003. *Glob. Change. Biol.* 9:1051-1065.  
 [7] Dufrène et al. 2005. *Ecological Modelling*, 185, 407-436  
 [8] Porté 1999. Ph.D. Thesis, Univ. Paris XI, Orsay, France. 160p.  
 [9] Riedo et al. 1998. *Ecol. Mod.*, 105, 141-183.