



PEATWARM

Effects of simulated climatic warming on C sink function
of a temperate *Sphagnum*-peatland

VMCS-2007 (2008 - 2011)

<http://peatwarm.cnrs-orleans.fr>

Coord. : Fatima LAGGOUN-DÉFARGE - fatima.laggoun-defarge@univ-orleans.fr
ISTO (Institut des Sciences de la Terre d'Orléans) / OSUC
INSU-CNRS / Université d'Orléans / BRGM

Partenaires / coordinateurs des WPs :

1. **ISTO** - CNRS /Univ Orléans / BRGM – F. LAGGOUN-DEFARGE et coll.
2. **Chrono-Envir.**- CNRS/ Univ. Franche-Comté, Besançon – D. GILBERT
3. **EEF** - INRA /Univ Nancy – D. EPRON et coll.
4. **ECOBIO** - CNRS / Univ Rennes - André-Jean FRANCEZ
5. **LPC2E** - CNRS/Univ Orléans – C. GUIMBAUD et coll.
6. **Synth & Réact Susbt Nat.** CNRS/Univ Poitiers – L. GRASSET
7. **EPFL/WSL**, Lausanne – A. BUTTLER et coll.

Labellisation par le pôle de compétitivité *DREAM Eau & Milieux*



Autres collaborations :

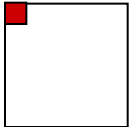
- BioEmco, Paris VI
- Univ. de Neuchâtel (Suisse)
- Univ de Ferrara (Italie)



Rappel du contexte et des enjeux

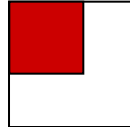
Un stockage important de C à l'échelle globale...

Surface des
tourbières (~3%)



Surface continentale

Stock de C dans les
tourbières (~33%)



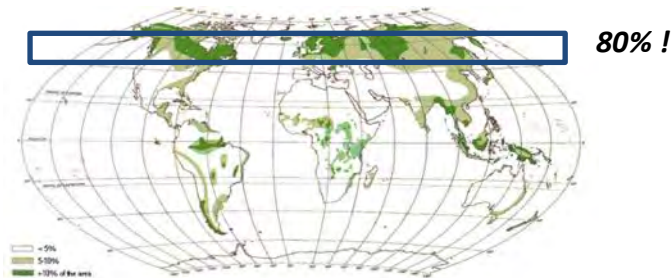
C des sols mondiaux
(1400 Gt)



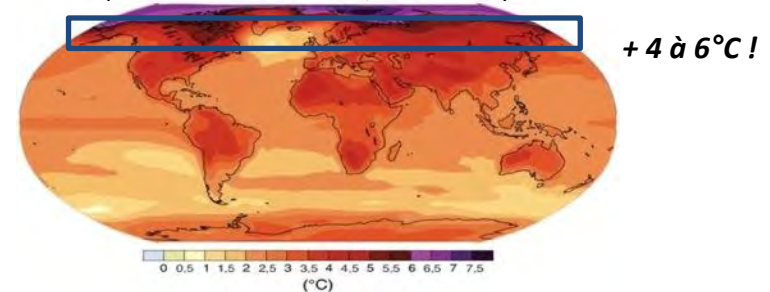
Rôle important dans la
régulation du cycle global du C

Forte vulnérabilité au CC... de par la distribution géographique

Distribution mondiale des tourbières



T°C moy. de surface prévue pour la fin du XXIe siècle
(scénario A1B du SRES, GIEC 2007)

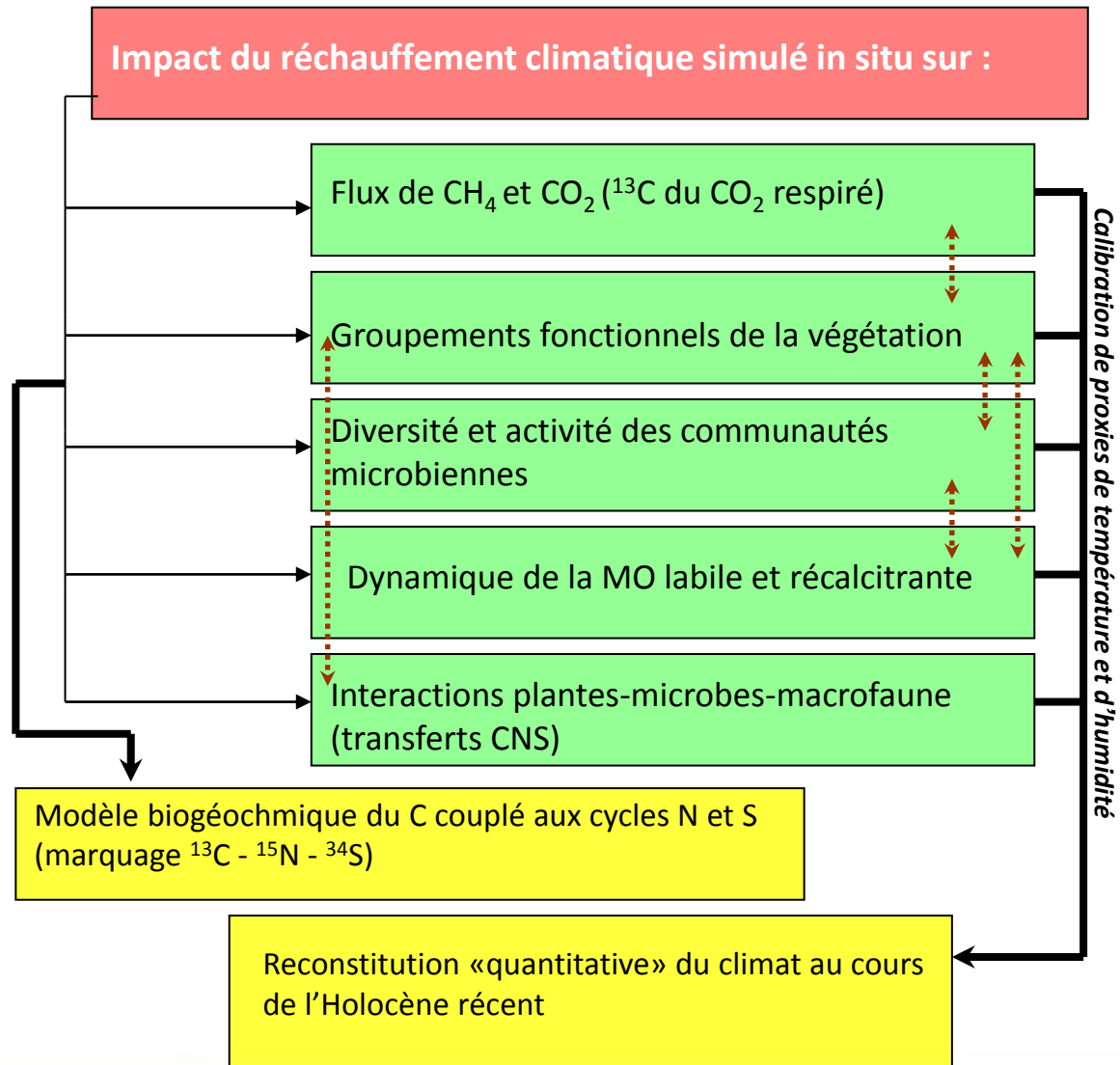


Identifier les rétroactions (>0 ou <0) 'climat et les tourbières' :
non prise en compte dans les modèles climatiques globaux !

⇒ Quel est l'impact du bilan de C des tourbières sur les CC ?

⇒ Quels sont les effets des CC (réchauffement) sur la dynamique du C des tourbières ?

Objectifs du projet



Approche et acquis du projet

Expérimentation

- in situ
- en labo

Observation /Suivi in situ

- évolution de la T°C
- facteurs de réponse

Analyse

- microbiol
- biogéochim.

Modélisation

- réseaux trophiques
- C couplé N

Acquis majeurs :

- ⇒ **Innovation technique** : développement de chambres automatiques avec analyseur IR (mesure en continu du CO₂) et SPIRIT *Spectromètre IR in situ Troposphérique* développé par le LPC2E (brevet) : mesure en temps réel du CH₄ et N₂O à Hte fréquence, avec une Gde sensibilité et précision (Gogo et al., 2011, JSS ; Guimbaud et al., 2011, MST)
- ⇒ **Instrumentation du site de Frasne (25)** : essaimage du dispositif expérimental dans d'autres sites (Pologne, Sibérie) + BDD (facteurs forçants et variables de réponse) en cours
- ⇒ Effet du réchauffement sur les **interactions « sphaignes – micro-organismes – C labile »** : compartiments-clé de l'écosystème (Etude in situ)
- ⇒ Impact du rehaussement de la T°C (12 vs 15°C) sur les **interactions biotiques et le couplage CNS** en conditions contrôlées (chambres climatiques)
- ⇒ **Modèles** 'C – réseaux trophiques' et 'couplage cycles du C et N'
- ⇒ Calibration de **proxies de température** et paléoenvironnement de l'Holocène à partir d'une carotte (4m, 7400 ans cal. BP)

Instrumentation du site et dispositifs expérimentaux

Simulation in situ de la hausse de T°C

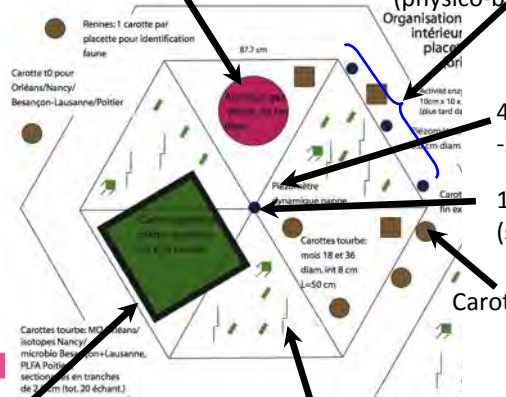
OPEN TOP CHAMBERS protocole standardisé ITEX



OTC installés en mai 2008

Scénario climatique envisagé :
 ↑ T°C 1-3°C selon les modèles de prévision clim. région. (IPCC, 2007)

Anneaux gaz (mesures CO₂ & CH₄)



Cadre de végétation (suivi des groupements fonctionnels)

Cranked wire (Monitoring densité & croissance des sphaignes)

Piézo à -15, -25, -40cm (physico-bio-chimie de l'eau)

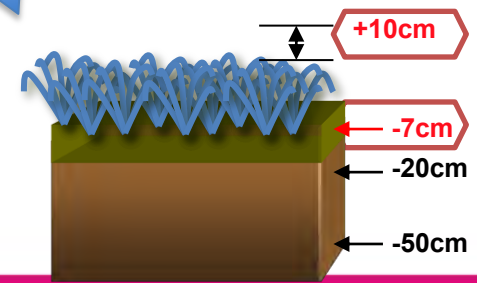
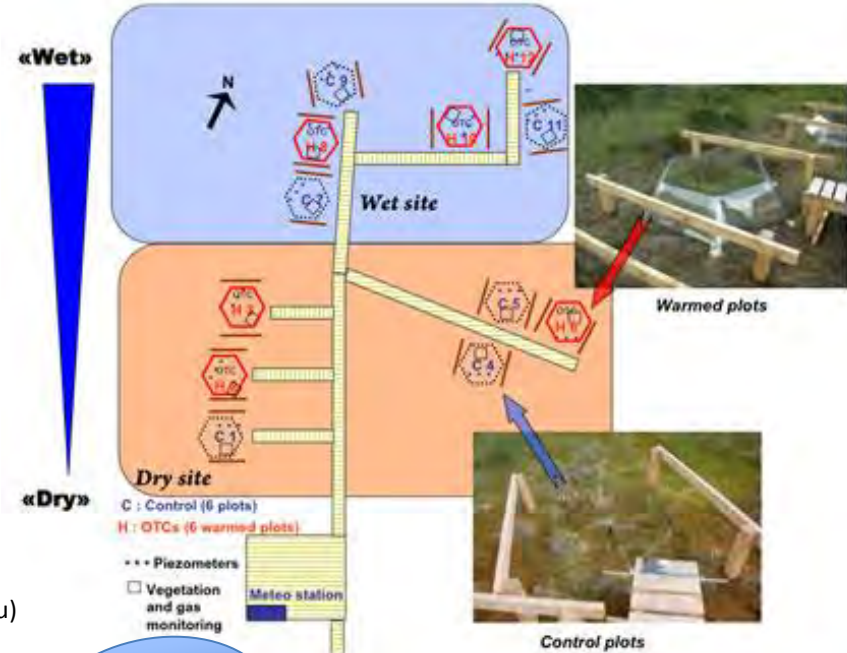
48 thermocouples (+10, -7, -20 et -50 cm)

12 capteurs de pression (suivi niveau nappe d'eau)

Carottage de tourbe

Tourbière de Frasne (25, jura)

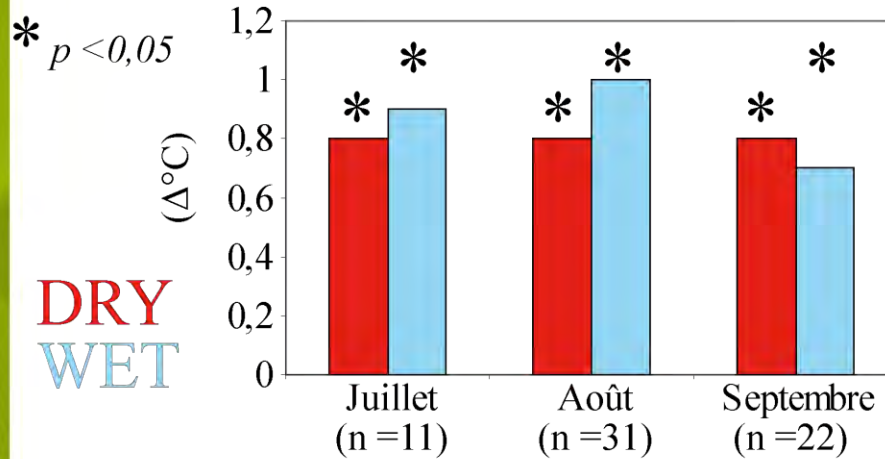
Gradient d'humidité : WET => DRY



Effet OTC sur le température de l'air et du sol

Température de l'air (à +10cm)

Δ température moy. entre OTC et Contrôle (Dry et Wet)

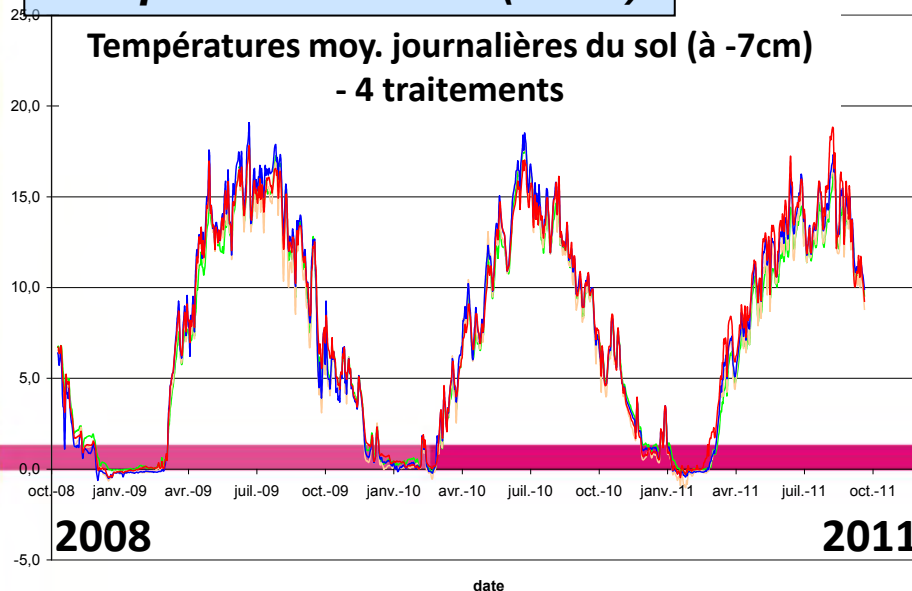


2009 - 2011 : Réchauffement de l'air de $\approx 1^\circ\text{C}$ (temp. Moy.) dans les OTCs vs CTL

Δ Temp. max $\approx 3^\circ\text{C}$

Température du sol (-7cm)

Variation des températures moyennes journalières à -7cm.



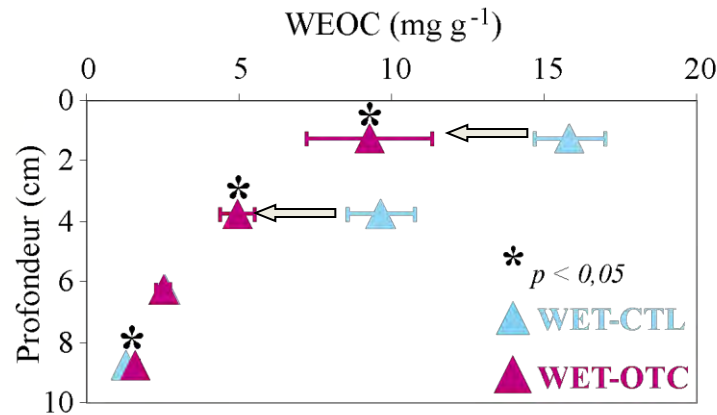
• Réponse OTC f(Humidité du sol)

• Tendance au réchauffement en DRY et l'inverse dans le WET

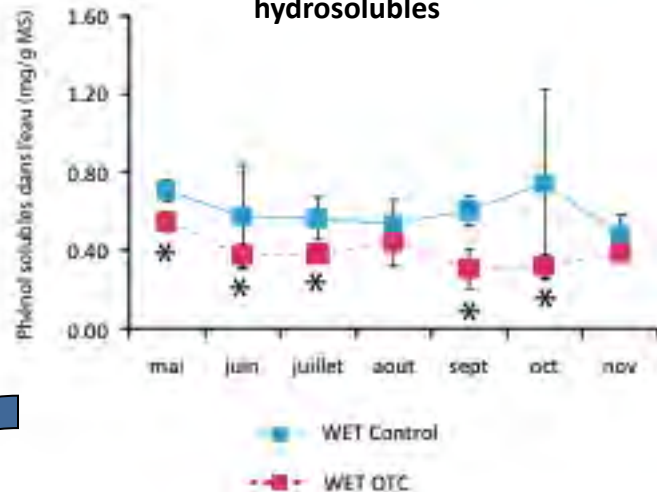


Nécessité d'un suivi en continu de l'humidité du sol

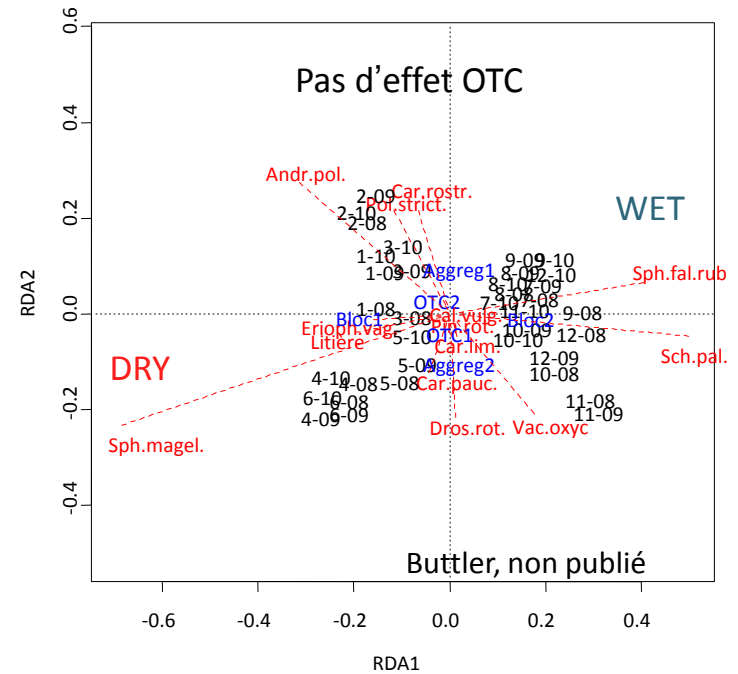
Comparaison OTCs - Contrôles, juin 2009



Suivi mensuel (en 2009) des teneurs des phénols hydrosolubles



Analyse de redondance (RDA) des relevés de végétation de juillet 2008, juillet 2009 et juillet 2010



☐ Changement de composition des plantes

☐ Décomposition + importante

Diminution de l'effet inhibiteur sur les activités enzymatiques, notamment les peroxydases

Jassey et al., 2012 (SBB)

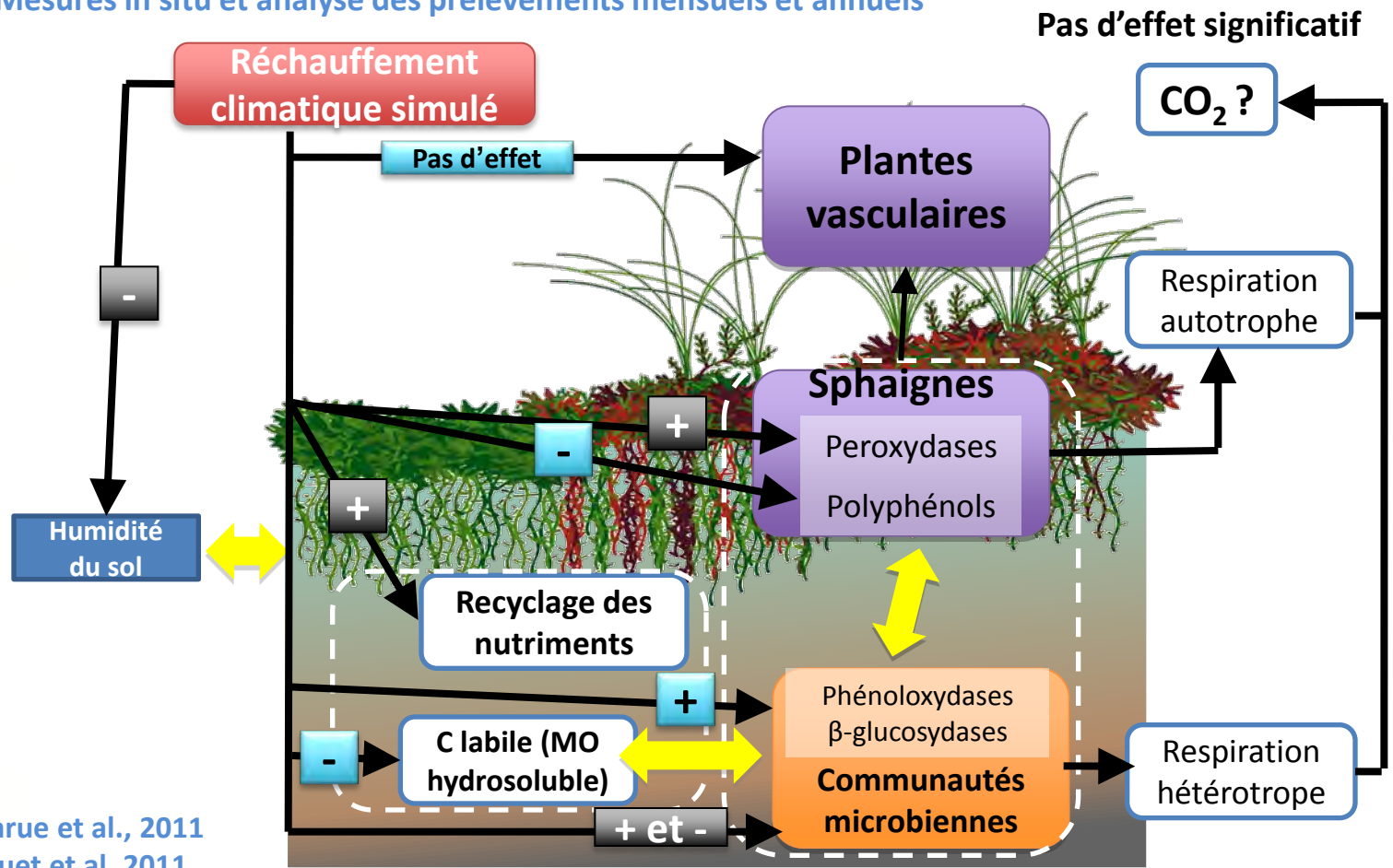
Delarue et al., 2011, OG
Jassey et al., 2011, GCB

Prélèvements de juin 2008, 2009, 2010



Impact des OTCs sur les interactions 'sphaignes-microorganismes-C labile'

Mesures in situ et analyse des prélèvements mensuels et annuels



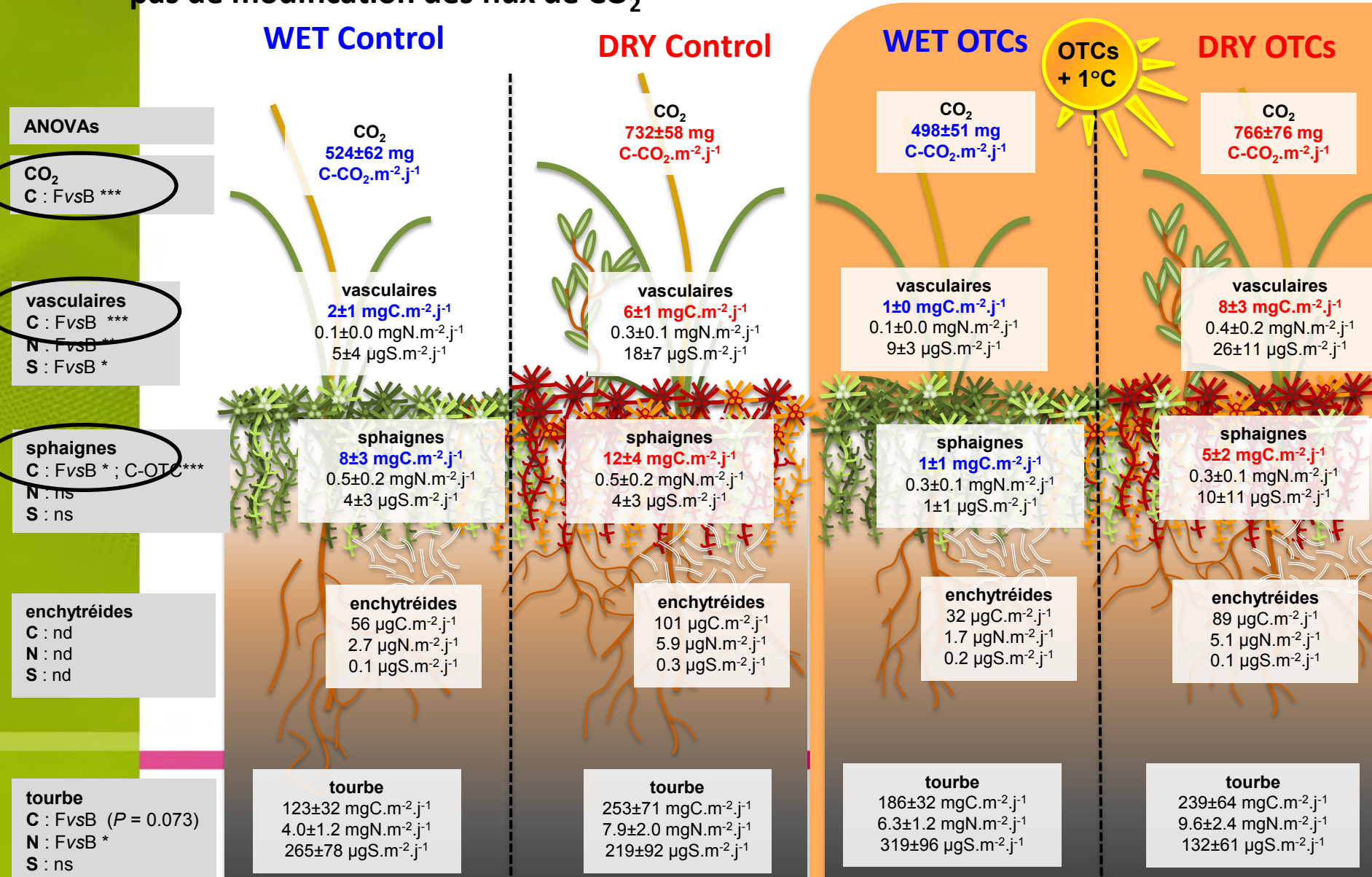
Delarue et al., 2011
Huguet et al., 2011
Jassey et al., 2011
Jassey et al., soumis

Réponse + rapide des interactions 'sphaignes-microorganismes-C labile' que les émissions de gaz

Flux et turnover C-N-S analysés par traçage isotopique sur des échantillons récoltés après 28 mois de traitement OTCs :

- flux C sphaignes significativement affectés par la hausse de T°C
- pas de modification des flux de CO₂

Gicquel, 2012, thèse



ANOVAs

CO₂
C : FvsB ***

vasculaires
C : FvsB ***
N : FvsB **
S : FvsB *

sphaignes
C : FvsB * ; C-OTC***
N : ns
S : ns

enchytréides
C : nd
N : nd
S : nd

tourbe
C : FvsB (P = 0.073)
N : FvsB *
S : ns

Conclusions et perspectives

Le réchauffement climatique induit par les OTCs conduit à :

- Modification significative des **interactions « sphaignes – micro-organismes – C labile »** *via* une accélération potentielle du recyclage des nutriments.
- Modification des flux d'éléments (**turnover du C**) dans les Sphaignes, espèce ingénieur de l'édification des tourbières.
- Réponses différentes selon le **degré d'humidité du sol** (« bas-marais, humide vs haut-marais, sec » => habitats des tourbières ne répondraient pas d'une manière similaire aux forçages climatiques.
 - => **Monitoring de l'humidité du sol**
 - => **Manipulation du niveau de la nappe d'eau : projets CLIMPEAT et INTERACT**
- Instrumentation du site
 - => **Service d'Observation « Tourbières »** labellisé par l'INSU en 2011
 - => **Projet ClimMireSiber (Pologne – Sibérie)**

CliMireSiber "Functioning of Siberian mire ecosystems and their response to climate changes"

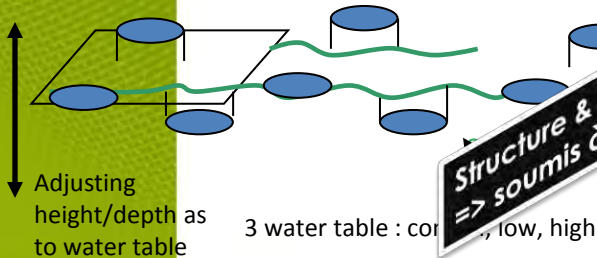
- Analyser l'influence des forçages climatiques sur les flux et bilans de C par l'utilisation de 2 approches complémentaires : des simulations expérimentales et un gradient climatique naturel

2 facteurs climatiques simulés

Manipulation de la température

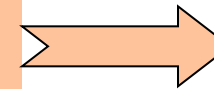


Manipulation du niveau de la nappe d'eau

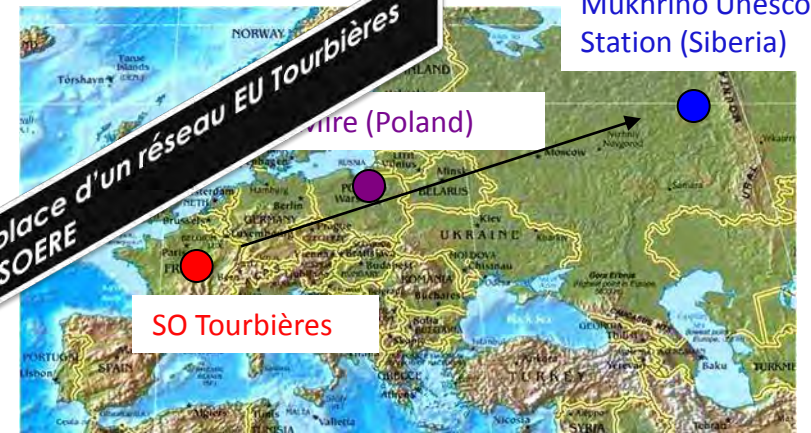


Structure & dispositif pérennes : Mise en place d'un réseau EU Tourbières => soumis à AllEnvi pour labellisation en SOERE

tempéré - océanique



sub-arctique - continental



Projet CLIMIRESIBER



- Vers un Centre franco-sibérien de Formation et de Recherche (DERCI CNRS & MESR)
- Programme ANR « Sibérie » ?

- ISTO (Coord.)
- LPC2E (Orléans), ECOBIO (Rennes), Chrono-Envir. (Besançon)
- WSL / EPFL Lausanne & Neuchâtel (Switzerland)
- University of Poznan (Poland)
- Yugra State University (Khanty-Mansiysk, Siberia)

Valorisation des résultats

| | | Publications multipartenaires | Publications monopartenaires | TOTAL |
|----------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------|--------------------|
| Production scientifique | Revue à comité de lecture | 9 (+ 2 soumises) | 6 | 15 + 2 soumises |
| | Ouvrages ou chapitres d'ouvrage | 1 | 2 | 3 |
| | Communications (conférence) | 31 | 26 | 57 |
| | TOTAL | | | |
| Actions de diffusion | Articles vulgarisation | 5 | | |
| | Conférences vulgarisation | 8 | | |
| | Autres | 3 articles de presse et 2 émissions radio | | |

- 3 thèses soutenues :

=> F. Delarue : ISTO, Orléans, nov. 2010 – en postdoc à l'ISTO sur ANR Archaemat

=> V. Jassey : Chrono-Environnement, Besançon, nov 2011 – en postdoc à EPFL sur projet CLIMPEAT (Suisse, Pologne, France)

=> A. Gicquel : ECOBIO, Rennes, juin 2012 – en postdoc à l'ISTO sur projet CARBIODIV ?

Merci de votre attention

Merci à...

- **ISTO, Orléans** : F. Delarue, S. Gogo, J.R. Disnar, C. Défarge, S. Binet, P. Gautret, P. Albéric, N. Lottier, M. Hatton, C. Le Milbeau
- **ECOBIO, Rennes** : A.J. Francez, A. Gicquel, F. Binet, D. Jusselme, F. Binet, N. Josselin, C. Wolf
- **EPFL, Lausanne** : A. Buttler, L. Bragazza
- **Lab. Soil Biol., Neuchâtel** : E. Mitchell
- **Chrono-Envir., Besançon** : D. Gilbert, V. Jassey, P. Binet, G. Chiapusio, ML Toussaint, N. Bernard
- **BioEmco, Paris** : A. Huguet, S. Derenne
- **LSRSN, Poitiers** : L. Grasset
- **EEF, Nancy** : D. Epron, P. Priault, C. Plain
- **LPC2E, Orléans** : C. Guimbaud, V. Catoire, C. Robert, S. Chevrier, G. Chalumeau, M. Chartier, L. Pomathiod
- **GEOHYD** : D. Pierre, L. Thomas, V. Essayan

