Projet de modélisation dans le cadre du Service National d'Observation *TOURBIÈRES*.

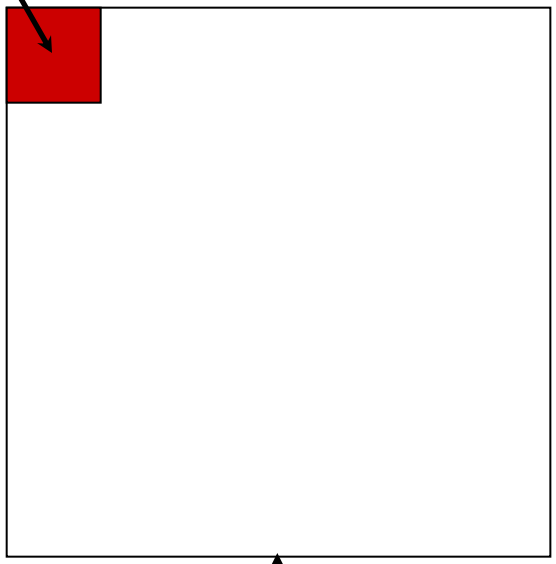
Sébastien Gogo
Physicien-adjoint – Observatoire des Sciences de l'Univers en région Centre

ResMO – Biarritz, Janvier 2013

Problématique du SNO « TOURBIÈRES »

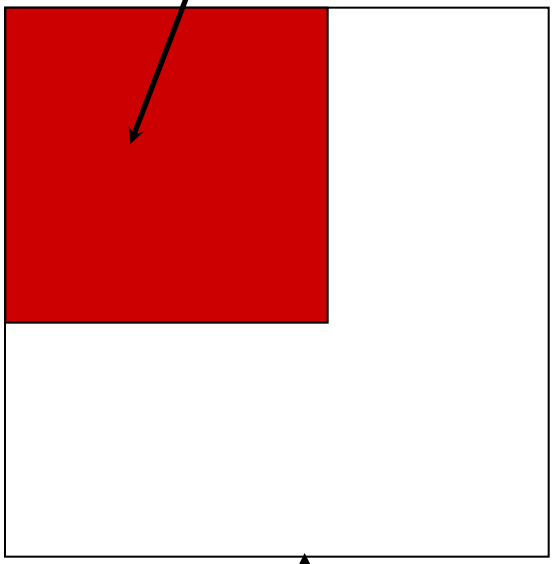
- Stock de C des tourbières à l'échelle globale

Surface des tourbières (~3%)



Surface continentale

Stock de Carbone dans les tourbières(~33%)

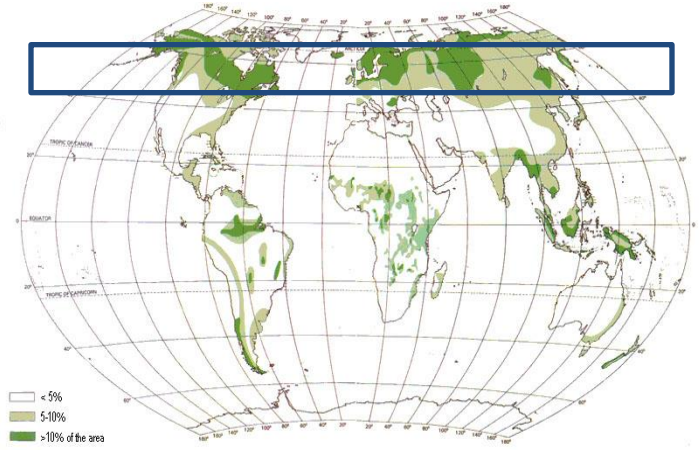


Carbone des sols mondiaux

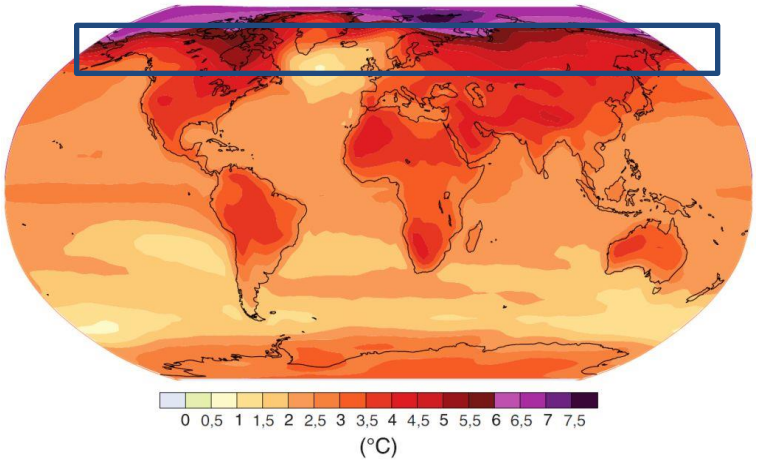
Problématique du SNO « TOURBIÈRES »

- Changements globaux

Distribution mondiale des tourbières



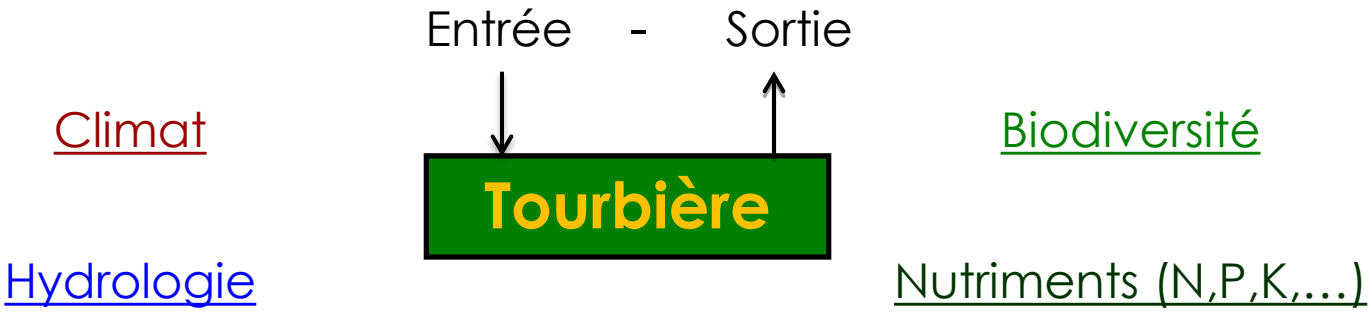
Évolution projetée de la température en surface pour la fin du XXIe siècle *selon le scénario A1B du SRES, GIEC 2007.*



Les modèles climatiques globaux ne prennent pas en compte le fonctionnement des écosystèmes terrestres.

But du du SNO « TOURBIÈRES » - 3 sites

Suivi long terme du bilan de C



Modélisation

-Incorporer les tourbières dans les modèles climatiques globaux

=> Modèles empiriques/déterministes, multiéchelles

=> Calibration/validation par observations et expérimentations

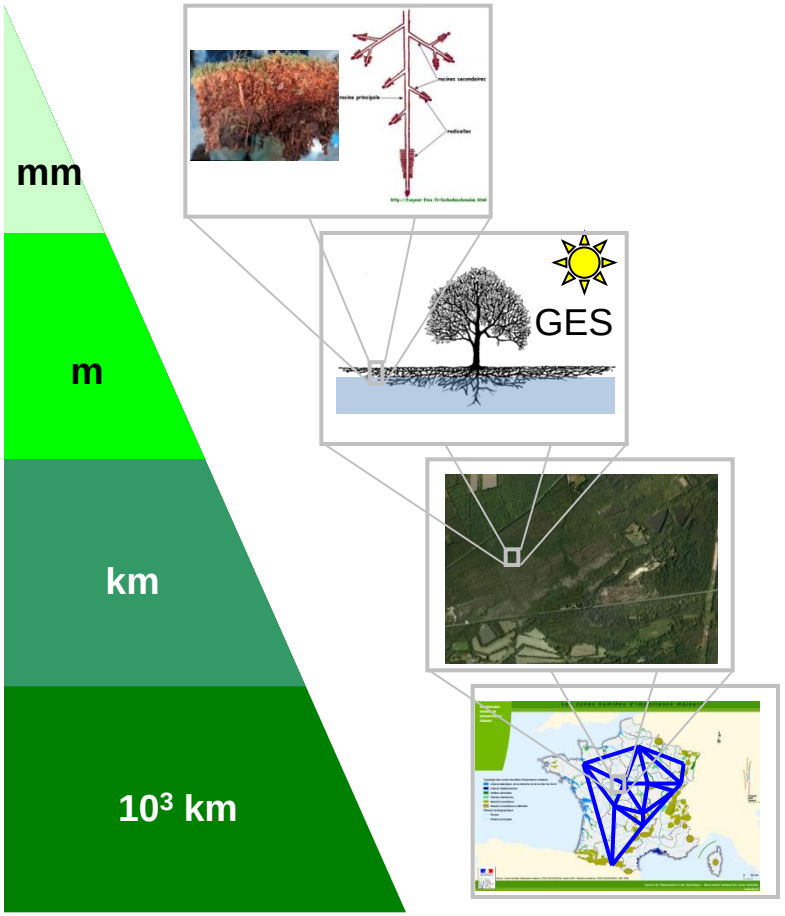
Projets de modélisation – approche multi-échelle

Dynamique de la matière organique

Flux de CO_2 - la colonne de tourbe

Bilan de CO_2 - écosystèmes

Modèle climatique



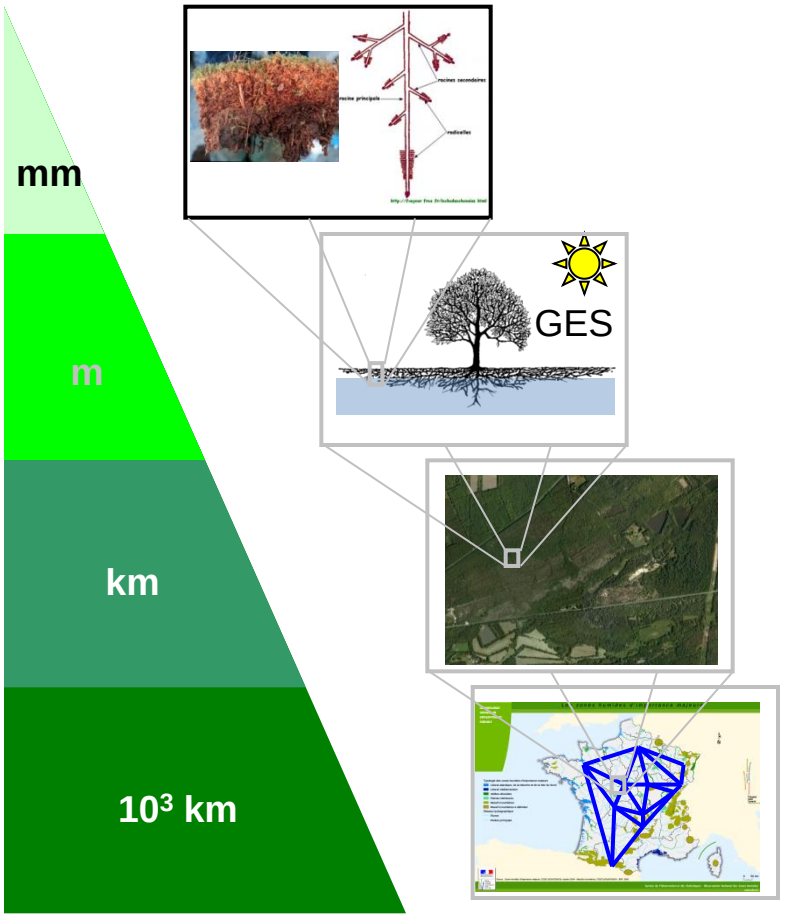
Projets de modélisation – approche multi-échelle

Dynamique de la matière organique

Flux de CO_2 - la colonne de tourbe

Bilan de CO_2 - écosystèmes

Modèle climatique



Dynamique de la matière organique

Schimel and Weintraub (2003)

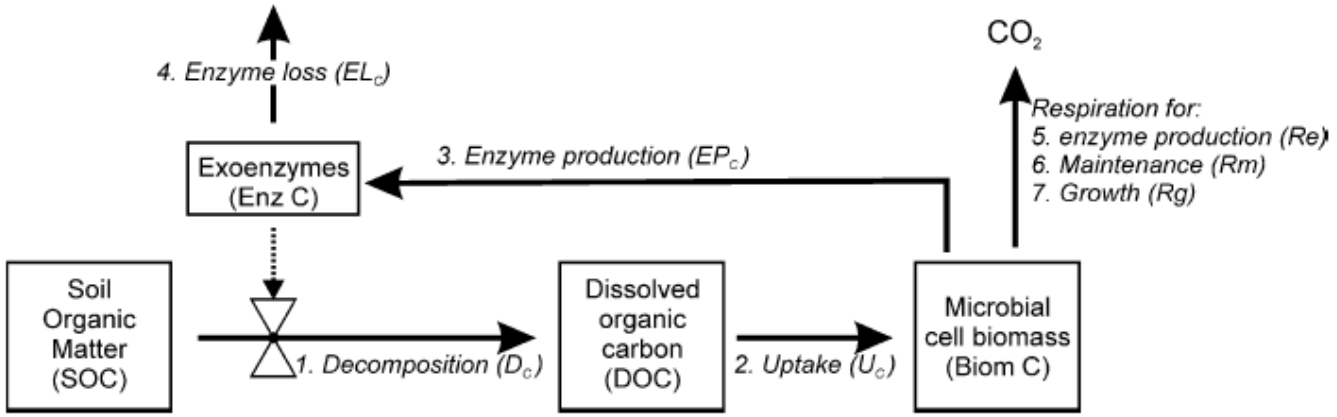


Fig. 1. Structure of the C-only model. Solid lines indicate flows of material, dashed lines connected to 'valves' indicate regulation points. Decomposition is a function of exoenzyme concentration and the fundamental $K_d^{\uparrow}$ constant, rather than of just SOM concentration. Microbes use all the available C. The number associated with each process is the equation number in the text.

\+

⇒Multiples processus

⇒Carbone organique Dissous

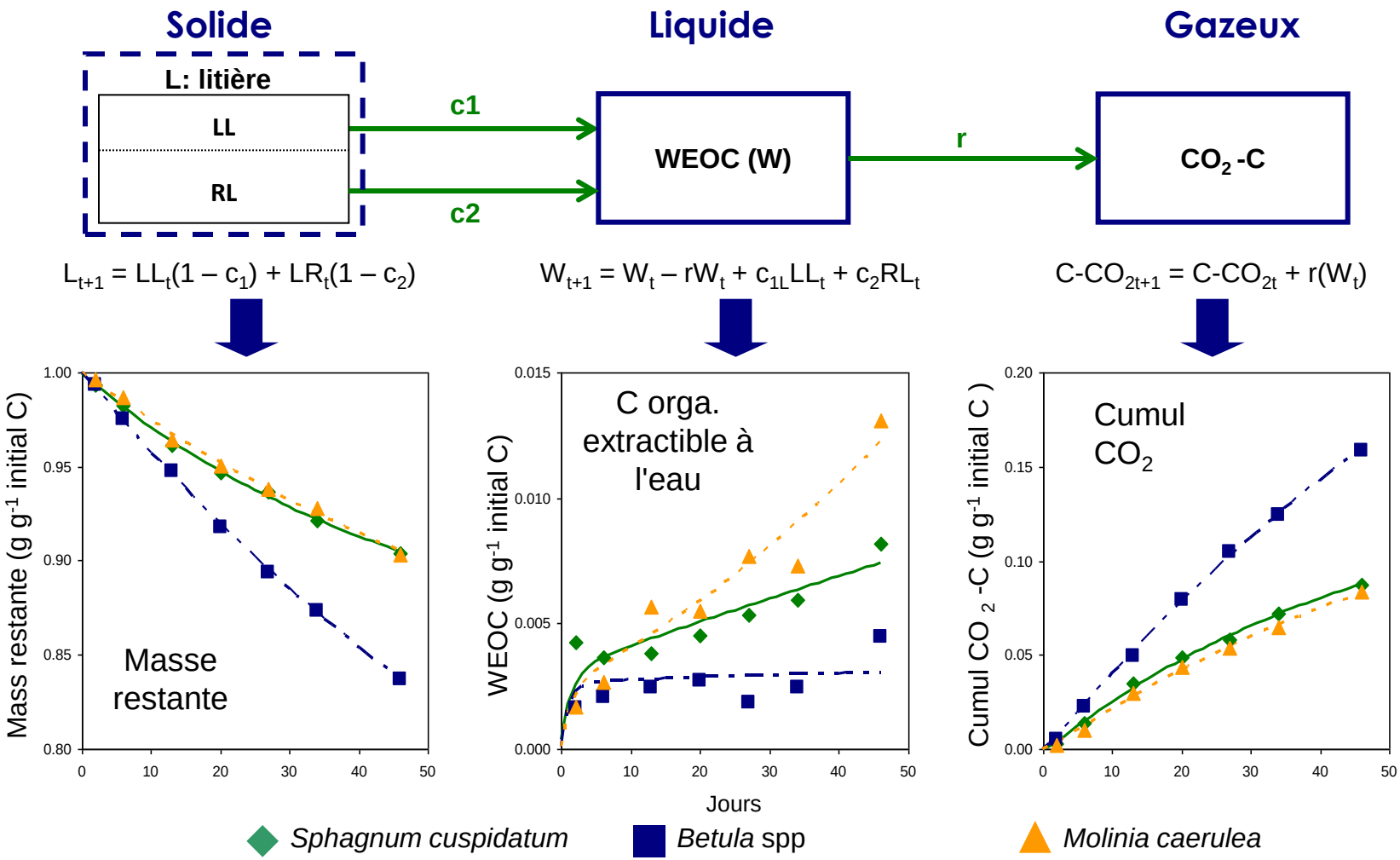
⇒Couplage avec N

\-

⇒Difficile mise en place expérimentale

Dynamique de la matière organique

Gogo et al (soumis à Ecosystems)



Dynamique de la matière organique

⇒Loi d'Arrhénius:

$$k = Ae^{(-Ea/R.T)}$$

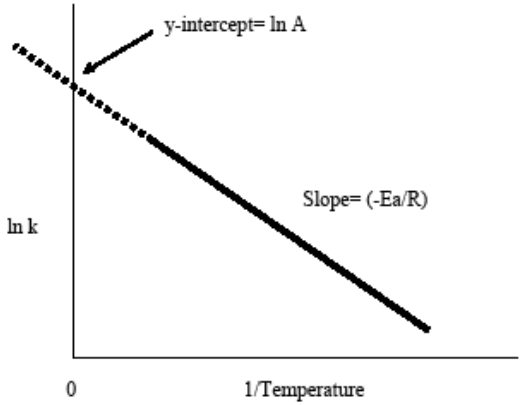
k : vitesse de réaction

A : facteur pré-exponentiel

Ea : énergie d'activation

R : constante des gaz parfait

T : température (°K)



⇒Cinétique enzymatique, Michaelis-Menten:

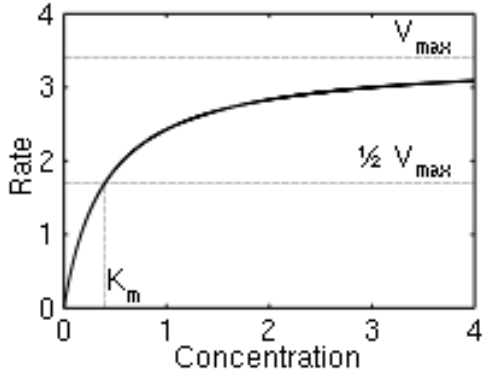
$$V = V_{max}\,[\,S\,]/(K_m + [\,S\,])$$

V : vitesse de réaction

V_{max} : vitesse maximale

[S] : concentration en substrat

K_m : constante de Michaelis



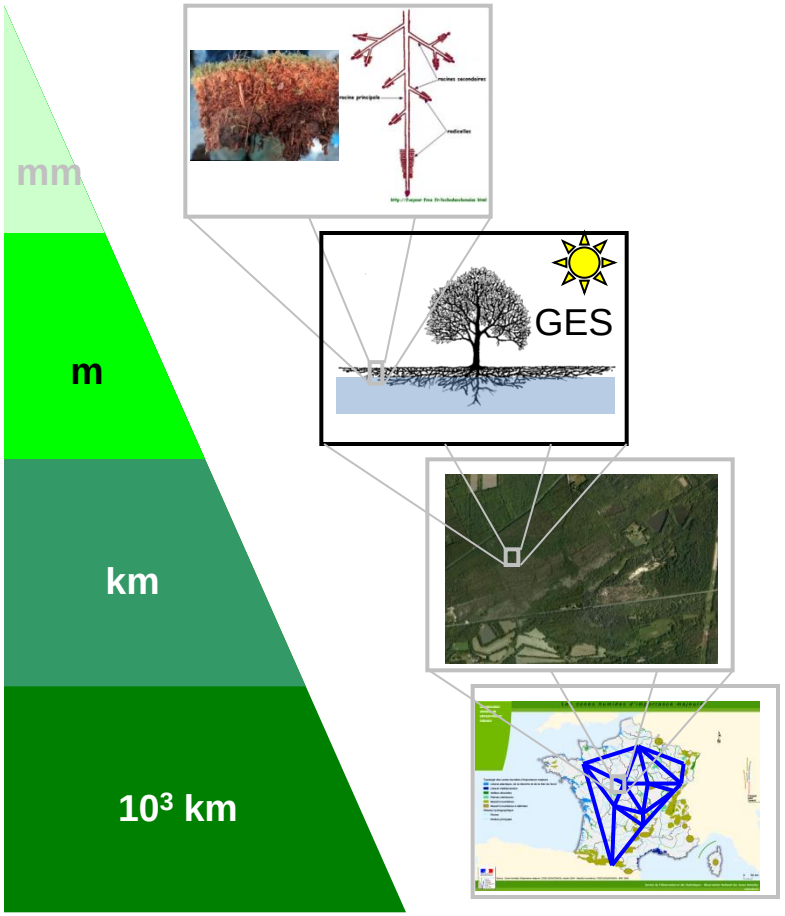
Projets de modélisation – approche multi-échelle

Dynamique de la matière organique

Flux de C - la colonne de tourbe

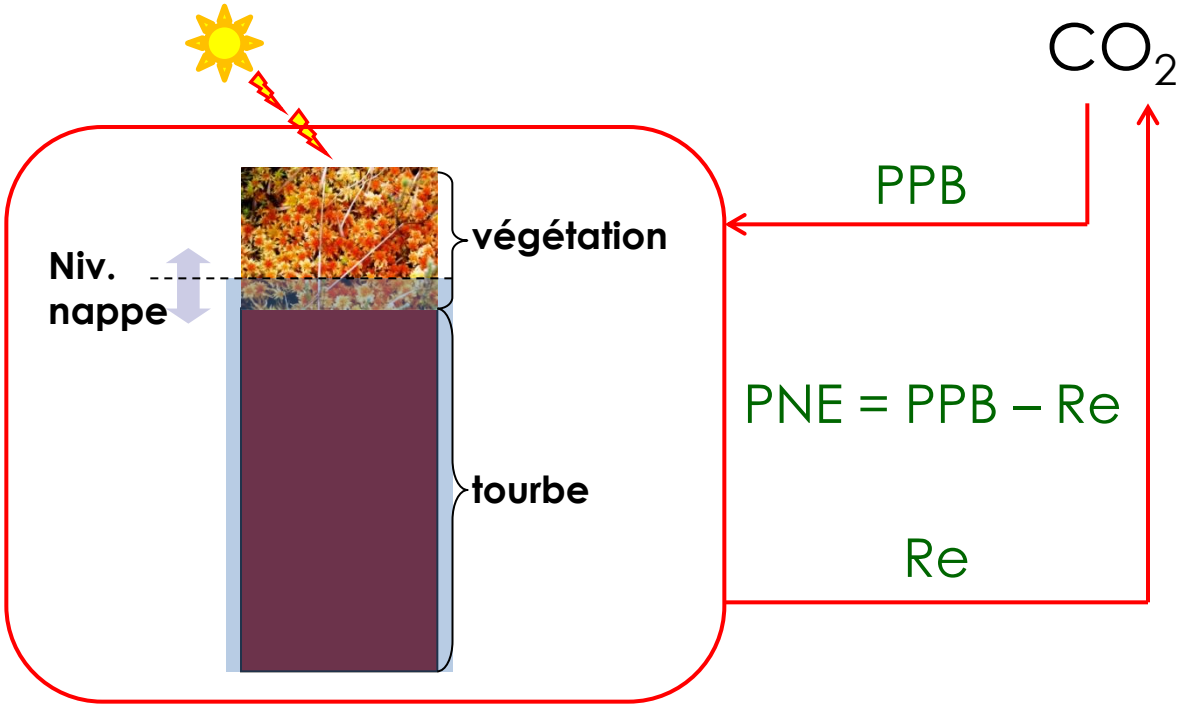
Bilan de C - écosystèmes

Modèle climatique



Flux de CO_2 à l'échelle de la colonne de tourbe

Méthode ponctuelle:
chambre d'accumulation



PPB : Production primaire Brute

Re : Respiration de l'écosystème

PNE : Production Nette de l'Ecosystème

} g C h^{-1} m^{-2}

PNE > 0 : système puits de CO_2

PNE < 0 : système source de CO_2

Flux de CO_2 à l'échelle de la colonne de tourbe

Modèle empirique

$$Re = \left[\left(d \times \frac{WT}{WT_{ref}}\right) + (e \times VI)\right] \times \left(\frac{(T_A - T_{min})}{(T_{ref} - T_{min})}\right)^b$$

Niveau nappe eau — *Végétation* — *Température*

$$PPB_{sat} = f \times VI \times e^{-\left(\frac{T_A - g}{h}\right)^2}$$

Flux de photons

$$PNE = \left(\frac{i \times PPFD \times PPB_{sat}}{PPB_{sat} + i \times PPFD}\right) - R_E$$

1- Mesures ponctuelles des flux Re, PPB_{sat}, PNE et des variables biotiques et abiotiques

2- Détermination des paramètres d, e, f, g, h, i par ajustement des modèles au données

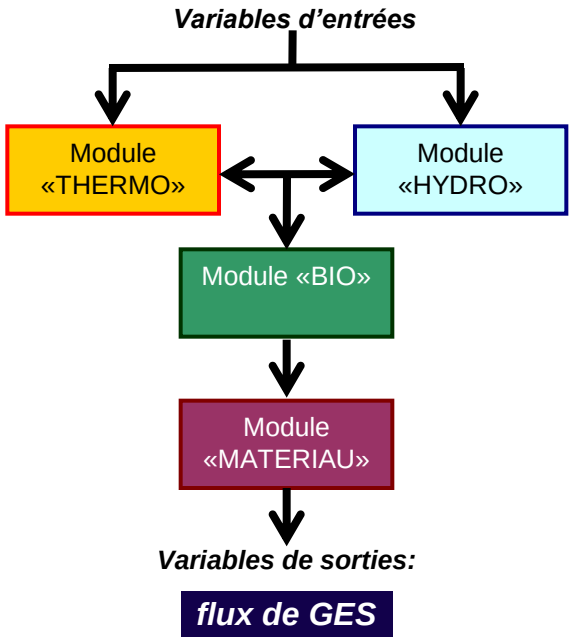
3- Enregistrement en continu de la température, du niveau de la nappe et du flux de photon

4- Estimation en continu des flux et calcul de bilan

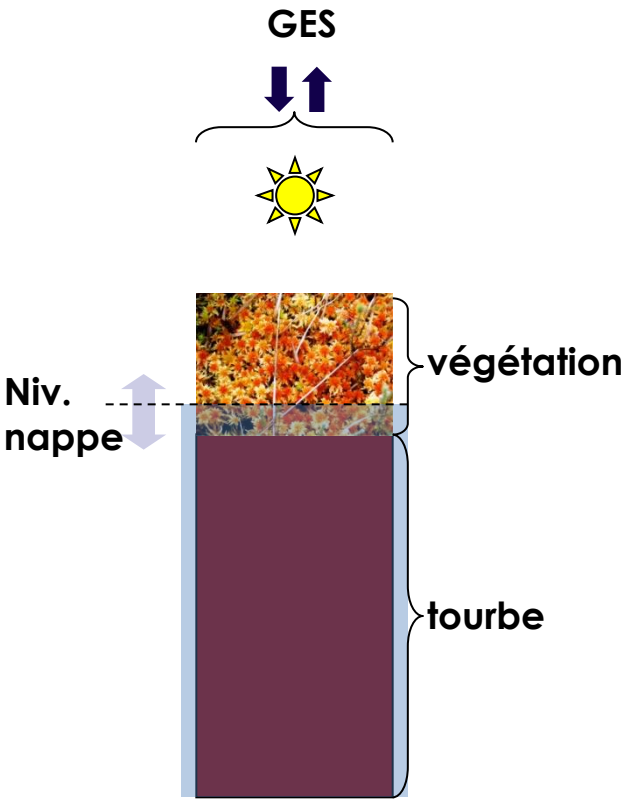
Bortoluzzi et al., 2006

Flux de CO_2 à l'échelle de la colonne de tourbe

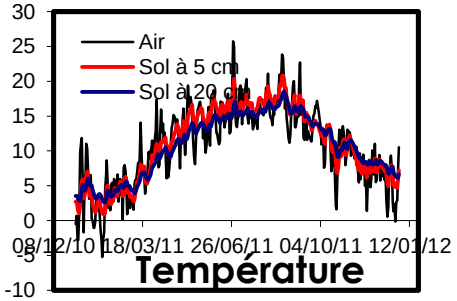
Modèle: couplage hydrologie, physique et biologie



Modèle déterministe



Monitoring in situ des valeurs d'entrées



Estimation de la température du sol « T », à la profondeur « z » au temps « t »

$$T(z,t)=Ta+A_0e^{-z/d}\sin\left[2\pi(t-t_0)/p - z/d - \pi/2\right]$$

Expérimentation sur la dynamique de la MO

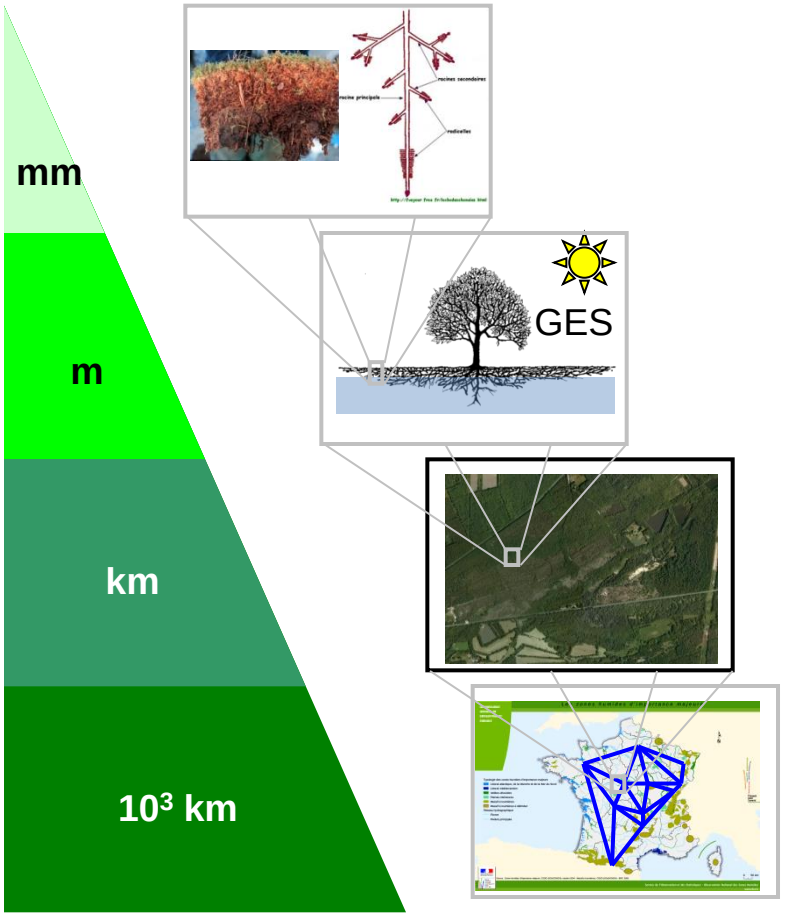
Projets de modélisation – approche multi-échelle

Dynamique de la matière organique

Flux de C - la colonne de tourbe

Bilan de C - écosystèmes

Modèle climatique



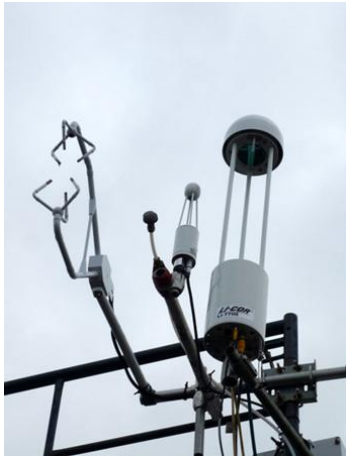
Bilan de CO_2 à l'échelle de l'écosystème

Saut d'échelle: spatialisation à partir de données ponctuelles

1) Spatialisation par méthode géostatistique, en fonction de facteurs environnementaux (température, hydrologie, végétation…)
2) Calibration, validation en utilisant différentes techniques de mesures:

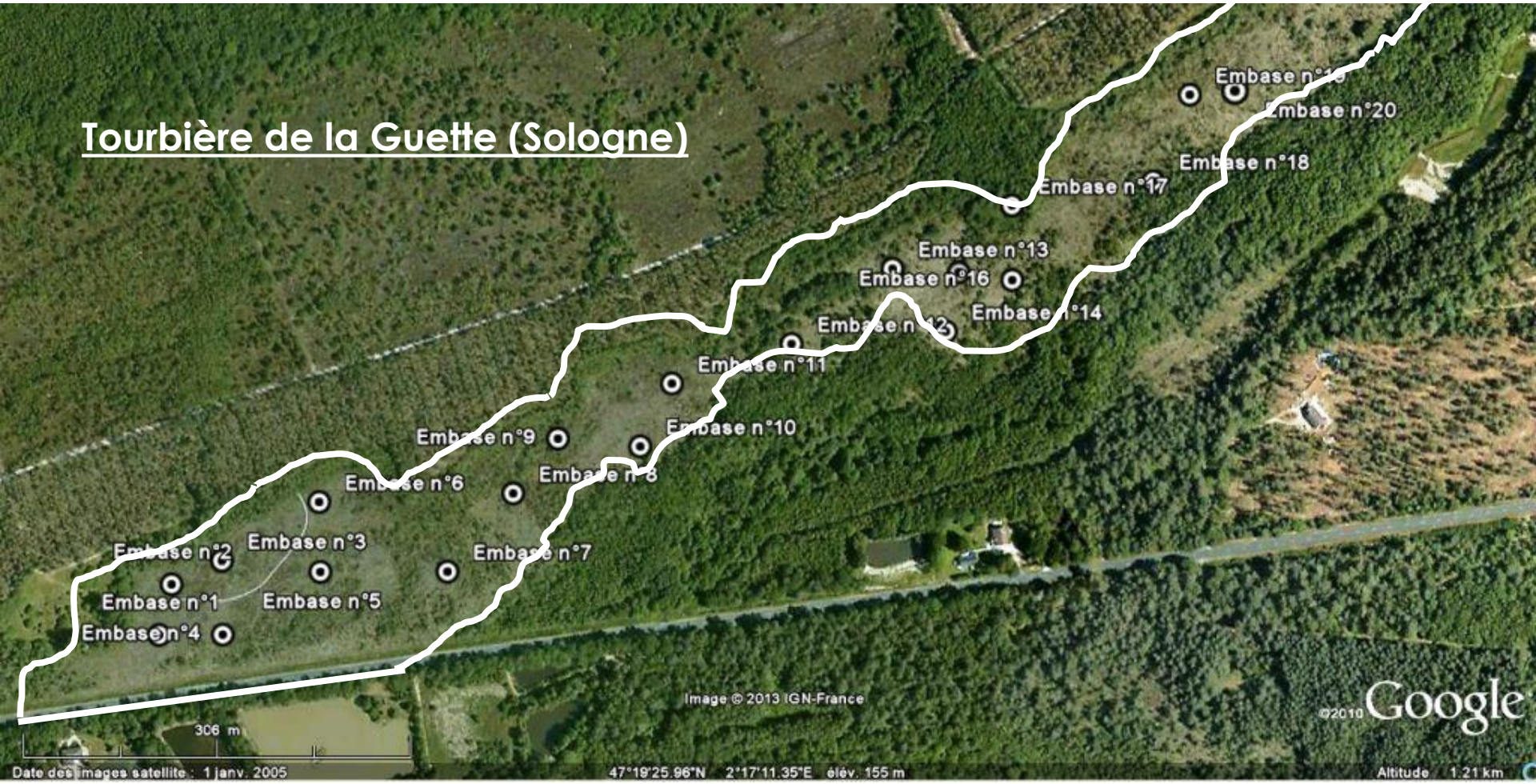
Méthode ponctuelle:
chambre d'accumulation

Méthode globale:
Eddy corrélation



Bilan de CO_2 à l'échelle de l'écosystème

Flux de CO_2 = f (T° air, pluviosité, luminosité…)



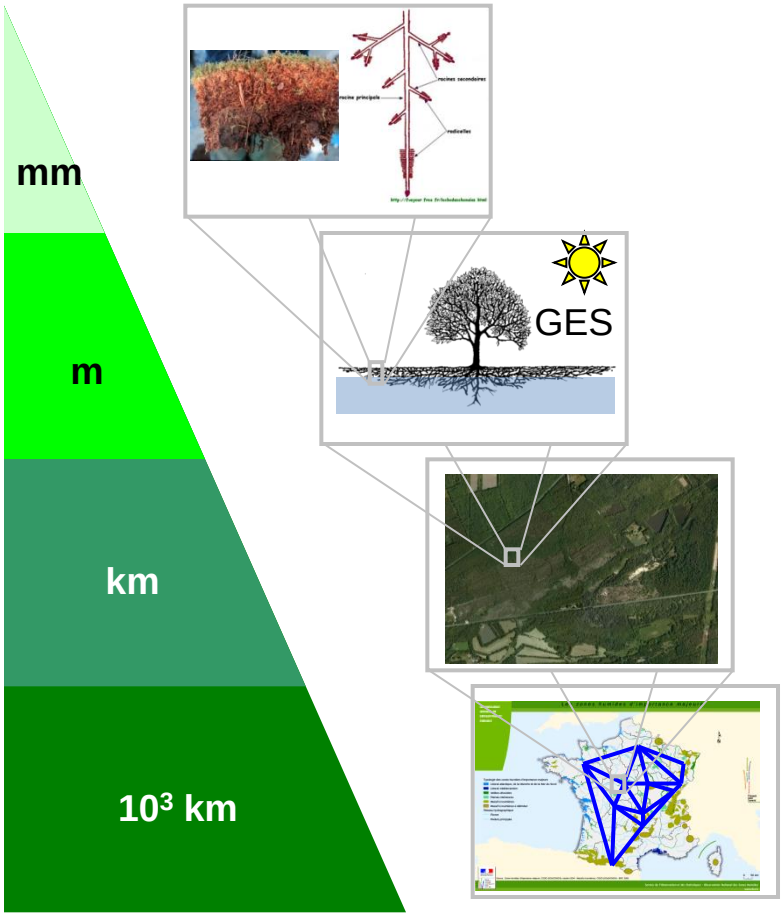
Projets de modélisation – approche multi-échelle

Dynamique de la matière organique

Flux de C - la colonne de tourbe

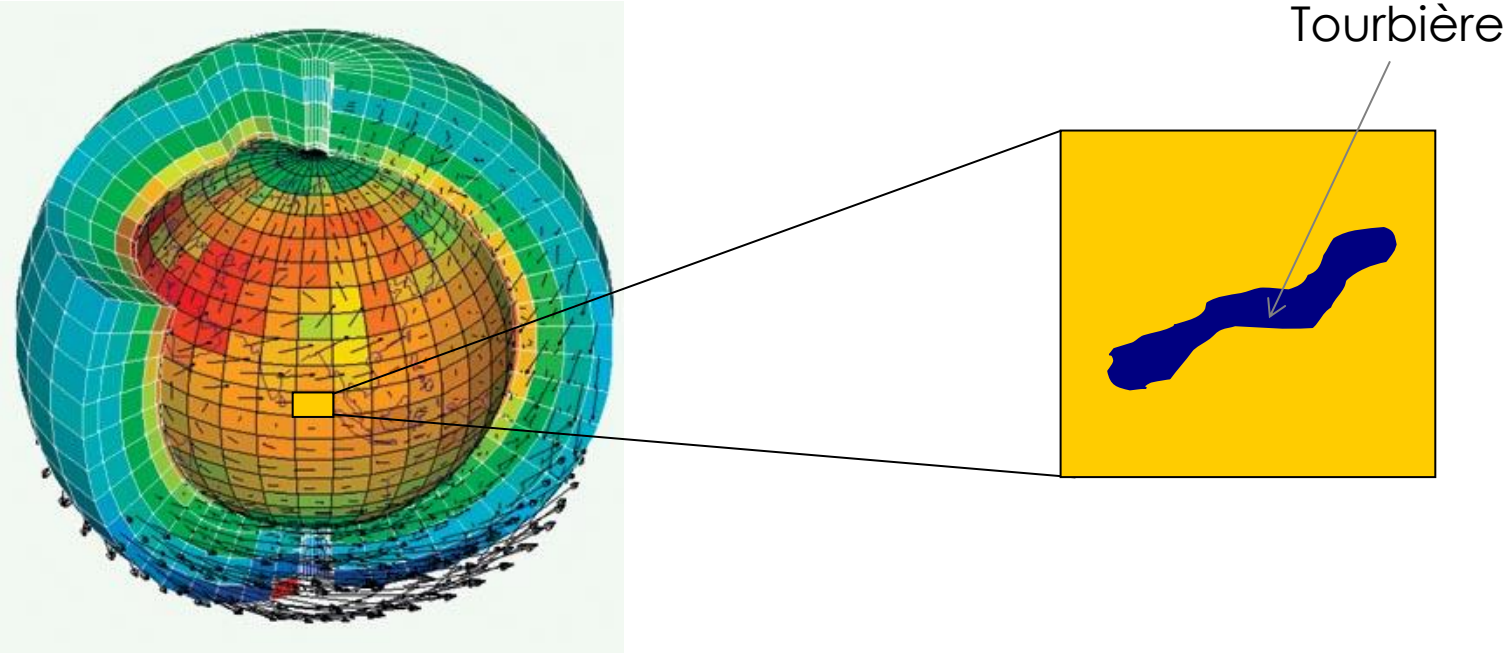
Bilan de C - écosystèmes

Modèle climatique



Intégration aux modèles climatiques

Modèle global : **LMDz - INCA**



La tourbière est un système *sous-maille*

⇒Le modèle « Tourbière » doit fournir au modèle global une seule valeur d'émission par maille

⇒Lien entre paramètres environnementaux et émissions de CO_2 obtenus par les études aux échelles inférieures

Intégration aux modèles climatiques

Modèle global : **LMDz - INCA**

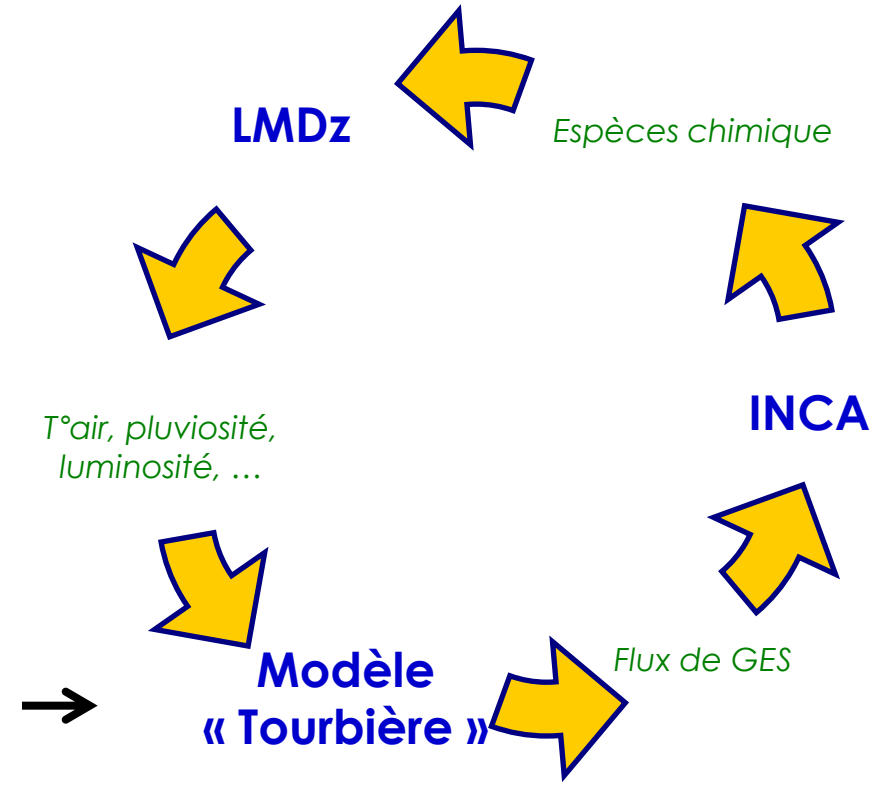
Monitoring terrain sur le long terme

↓

Modèles empirique - déterministe

↓

Flux de CO_2 = f (T° air, pluviosité, luminosité…)



⇒Le forçage radiatif des GES produit par les tourbières est inclue dans **LMDz - INCA**

⇒Comparaison avec et sans tourbières

⇒Effet augmentation CO_2 anthropique sur les tourbières

Intégration aux modèles climatiques

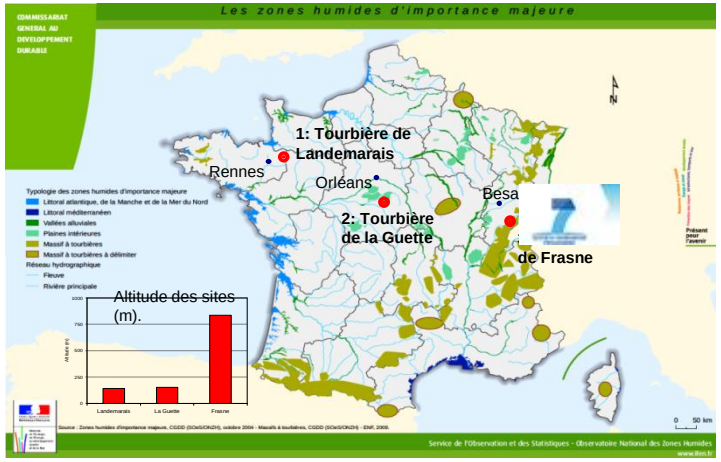
Modèle global : **LMDz - INCA**

Flux de CO_2 = f (T° air, pluviosité, luminosité…)

- Position géographique
- Type de tourbière

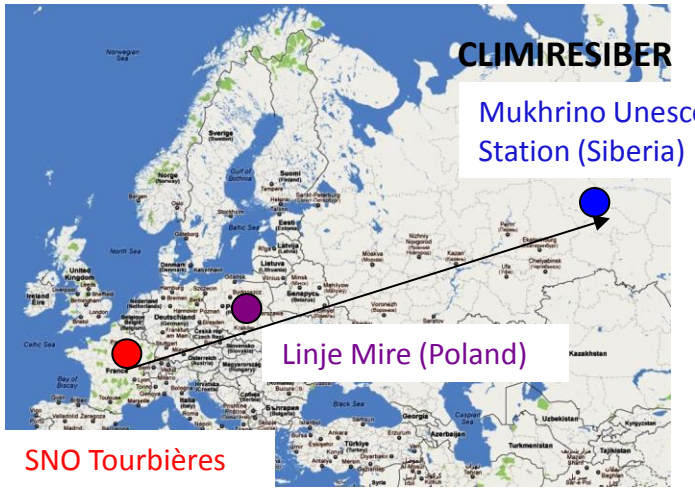
Réseau de sites le plus large possible

SNO TOURBIÈRES



GDRI - CARWETSIB

INTER ⇄ ACT



Projets supports

Passé:

- ***Peatwarm*** - *ANR*

Actuel:

- ***SNO Tourbières*** *– INSU*
- ***ClimMireSiber*** *– InterAct, UE*
- ***CarBioDiv*** *– région Centre*
- ***Labex VOLTAIRE***

Soumis:

- ***CARWETSIB*** *– GDRI INSU*