



**HAL**  
open science

# Interface surface- atmosphère haute résolution : bilans d'énergie, évaporation, transferts, effet de la canopée et couplage sol/plante/atmosphère

Yves Brunet, Jérôme Ogée, Catherine Ottle

## ► To cite this version:

Yves Brunet, Jérôme Ogée, Catherine Ottle. Interface surface- atmosphère haute résolution : bilans d'énergie, évaporation, transferts, effet de la canopée et couplage sol/plante/atmosphère. Colloque de restitution de la 3e prospective nationale de recherche 2013/2017 en Surfaces et Interfaces Continentales, May 2013, Paris, France. hal-02809212

**HAL Id: hal-02809212**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02809212>**

Submitted on 6 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.

## *Nouvelles interfaces et frontières*



**Interface surface-atmosphère à haute résolution :**  
bilan d'énergie, évaporation, transferts, effet de la canopée,  
couplage sol-plante-atmosphère...

Yves Brunet, Jérôme Ogée, Catherine Ottlé

# Une nouvelle interface ?

Plus de 50 ans de travaux sur l'interface surface-atmosphère à toutes les échelles

- évaporation des surfaces continentales
- microclimats (gel, sécheresse...)
- fonctionnement des écosystèmes
- simulation climatique
- interprétation des données de télédétection

A une échelle donnée, on cherche à gommer la variabilité spatiale : interface homogène, agrégation de paramètres, comportement moyen, etc.

# Une nouvelle interface ?

Un besoin de travailler à des échelles fines (feuille – paysage par opposition à continental – global)

Une tendance forte : la prise en compte des hétérogénéités

- territoires complexes : urbain, côtier, zones de relief, mosaïque du paysage...
- mélanges d'espèces (niches de biodiversité, limites d'aires de répartition, l'agroforesterie, etc.)
- 1D → 3D
- à toutes les échelles : feuille, canopée, écosystème, paysage, région, etc.
- rendue possible par les progrès de la modélisation et de l'observation à haute résolution

# Hétérogénéités de température foliaire

Leuzinger & Körner (2007)

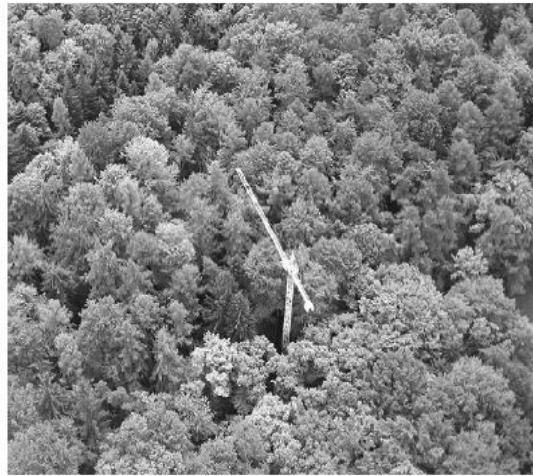
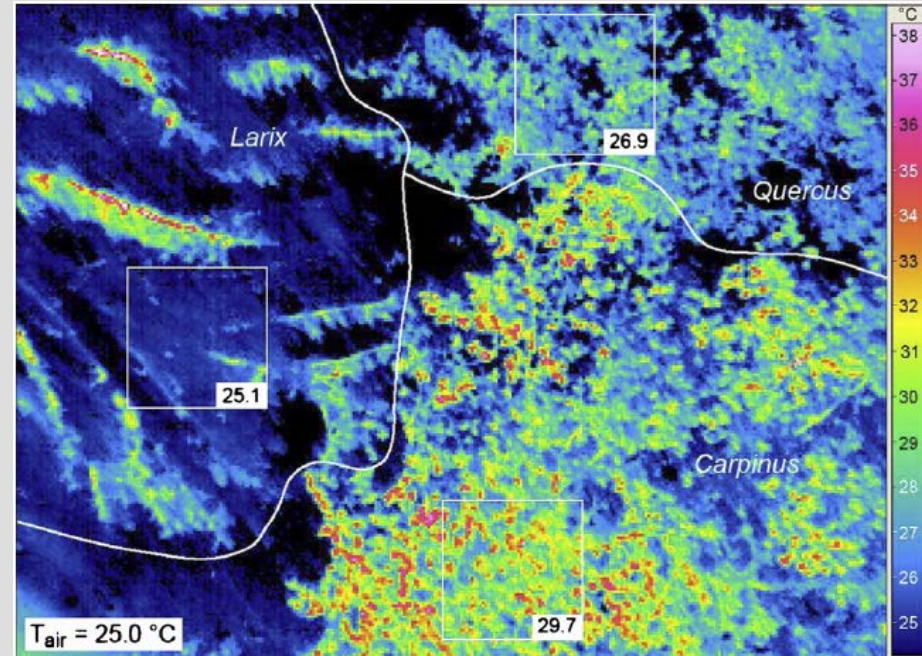


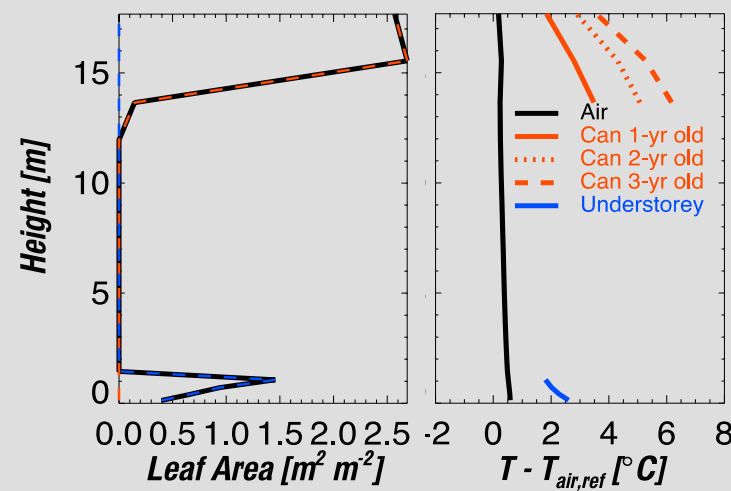
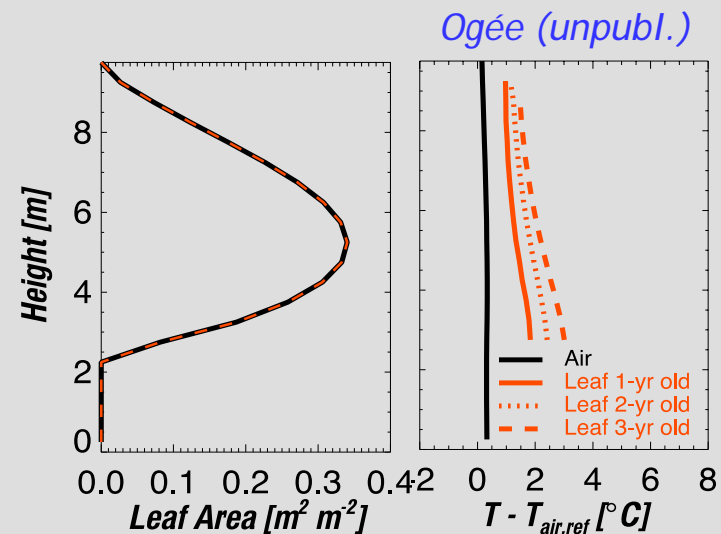
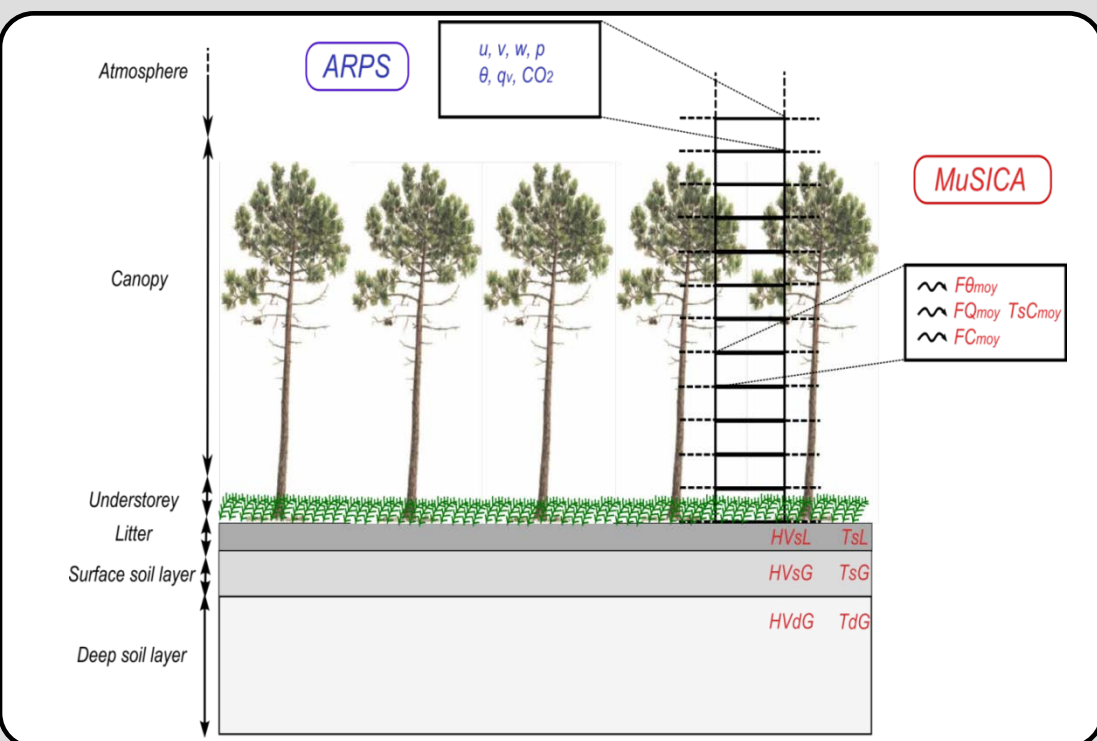
Fig. 1. Aerial photograph of the Swiss Canopy Crane site in Hofstetten, near Basel, Switzerland. The dominating species are *Fagus sylvatica* and *Quercus petraea*, with *Carpinus betulus*, *Tilia platyphyllos*, *Acer campestre*, *Prunus avium*, *Abies alba*, *Larix decidua*, *Picea abies* and *Pinus sylvestris* as companion species. The canopy height is approximately 30 m with the tallest individuals up to 38 m.



« Leaf temperatures in forest canopies (...) vary enormously over short distances, calling for statistical temperature models (frequency distribution) rather than the use of means in any flux calculations. »

# Hétérogénéités de température foliaire

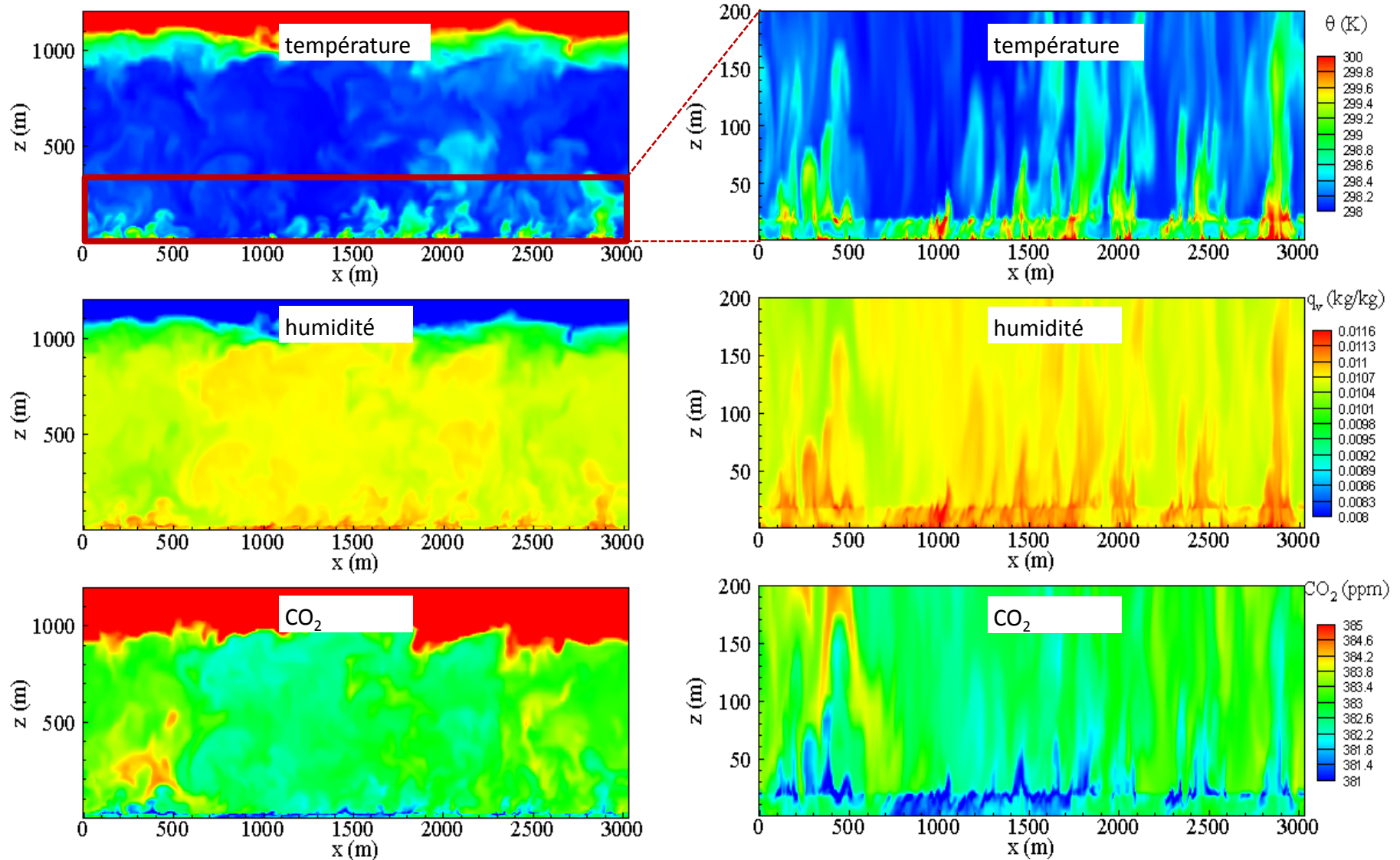
Même pour une seule espèce, de fortes différences peuvent exister entre couches de végétation ou cohortes foliaires. Exemple de simulations MuSICA at Yatir (top) and LeBray (bottom) forests.



# Impact sur la couche limite et le fonctionnement

## Exemple d'une couche limite convective au-dessus d'une forêt de pins maritimes

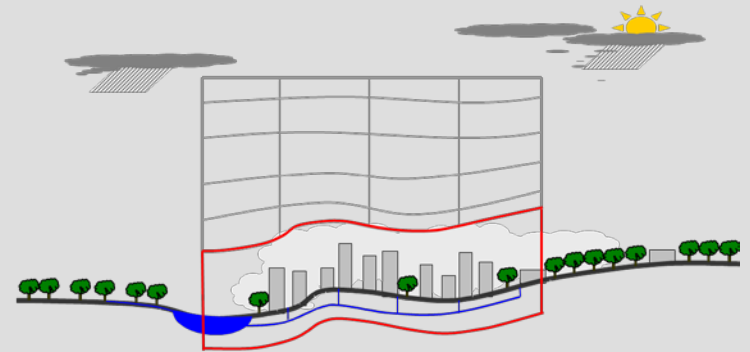
Dupont et al. (unpubl.)



# Modélisation de l'atmosphère à haute résolution

Modélisation atmosphérique LES (Large-Eddy Simulation, ou simulation des grandes échelles)

- calcul explicite de la turbulence (taille > maille)
- paramétrisation des échelles les plus fines
- 3D, instationnaire
- végétation ~ porosité
- résolution / domaine



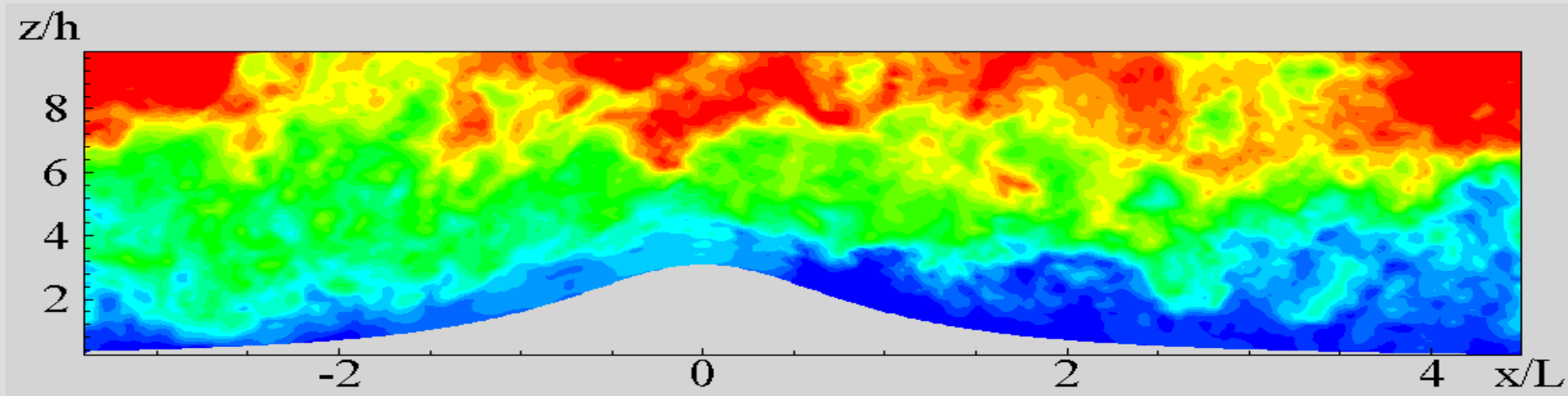
Quelques équipes en France (résolution métrique) :

- Avec végétation : EPHYSE, LHEEA, CNRM
- Sans végétation : LTHE, LEGI

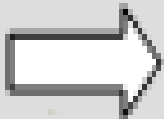


# Simulations LES : relief

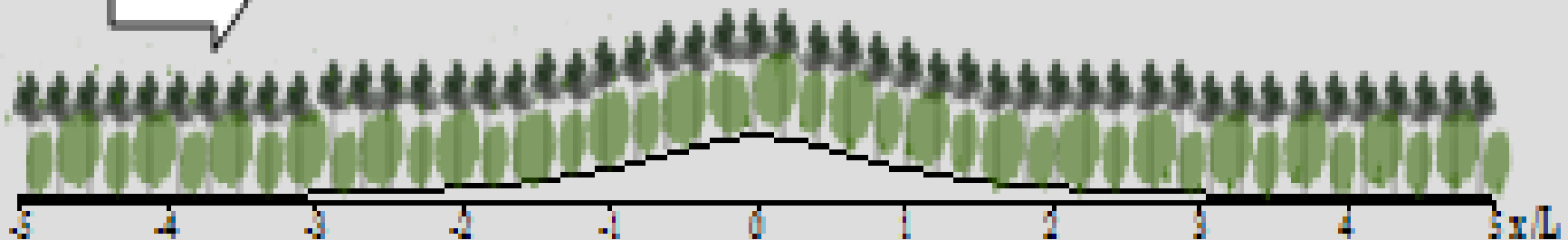
Simulation de l'écoulement atmosphérique à haute résolution (métrique) par la technique LES



*wind*



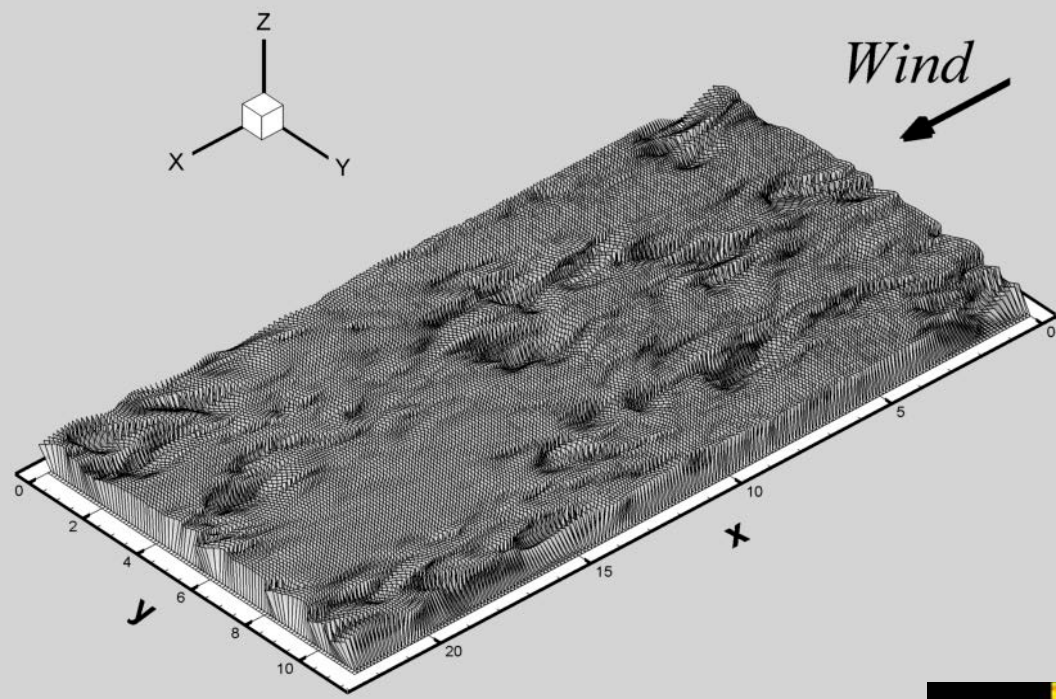
*Dupont et Brunet (unpubl.)*



# Simulations LES : couplage dynamique végét.- atm.

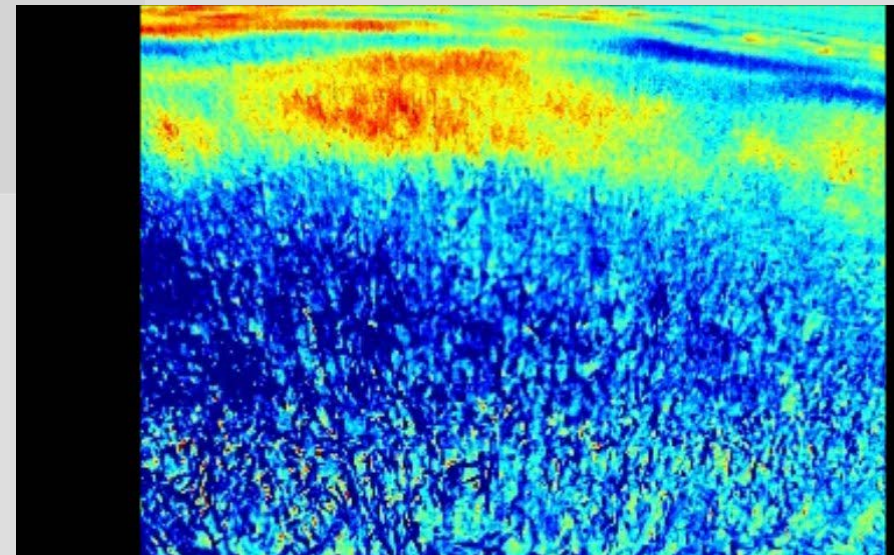
## Modélisation LES

*Dupont et al. (2010)*



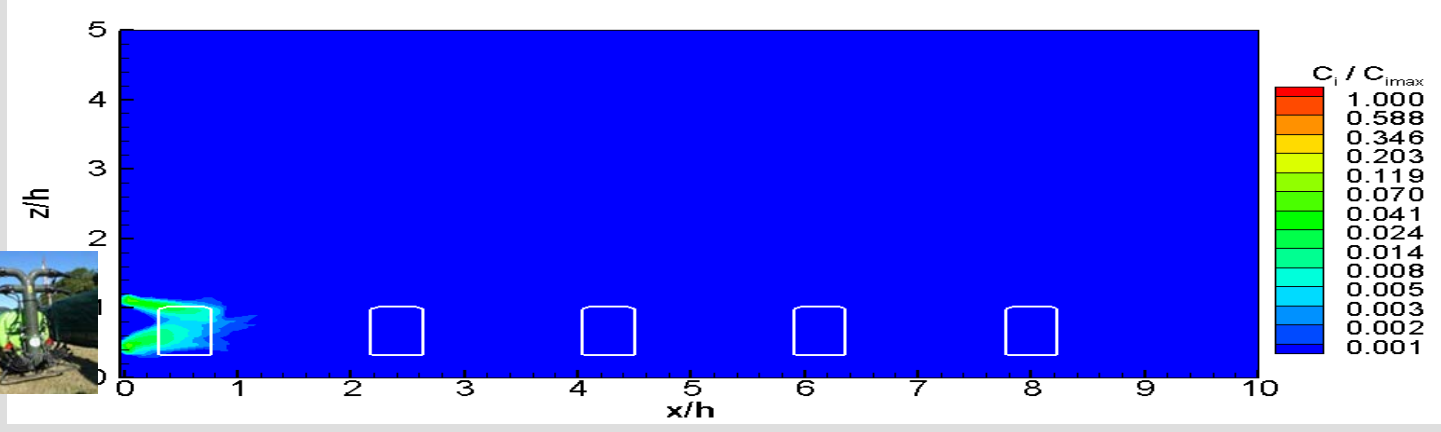
## Mesures IRT

*Lagouarde (unpubl.)*

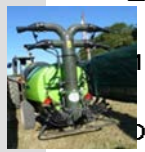


# Simulations LES : dispersion turbulente

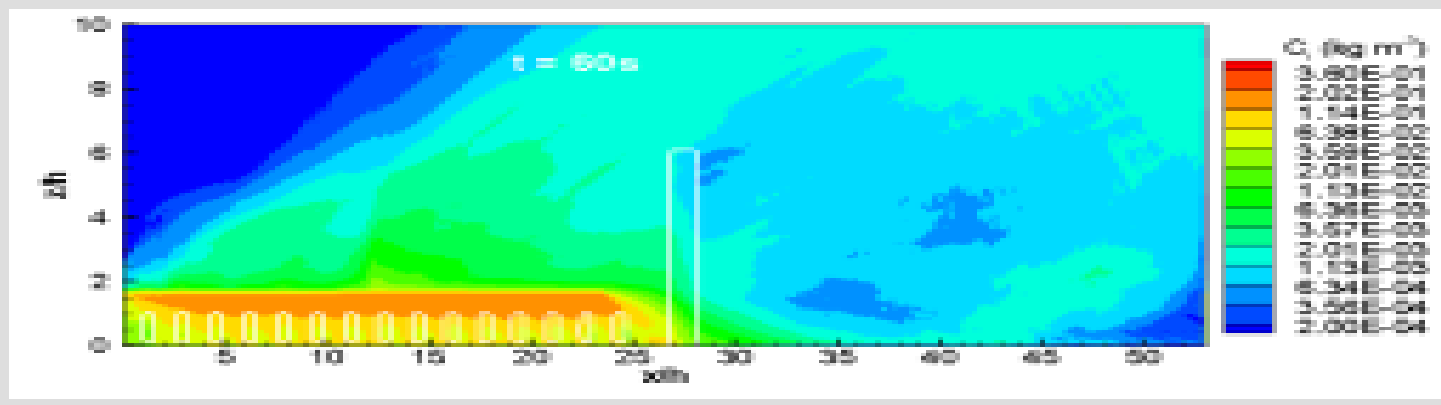
ECHELLE



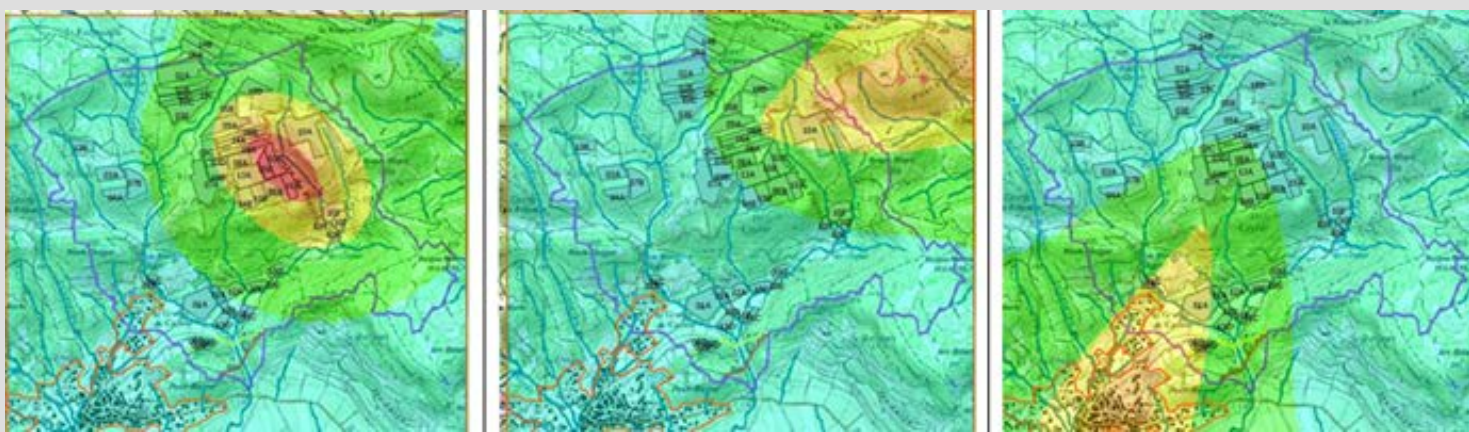
Quelques rangs



Parcelle



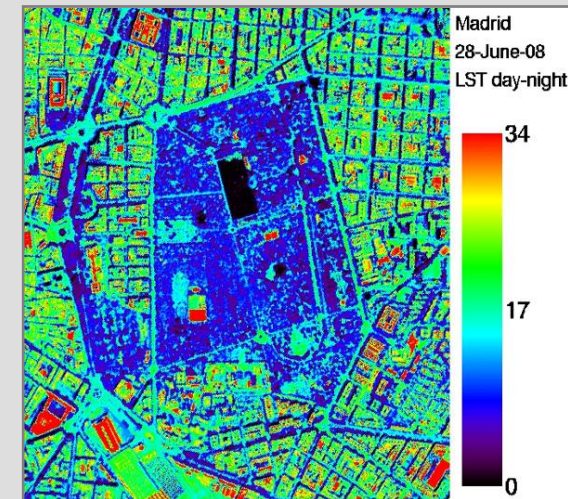
Paysage



# Les échelles : l'exemple urbain



*Sobrino et al. (2009)*

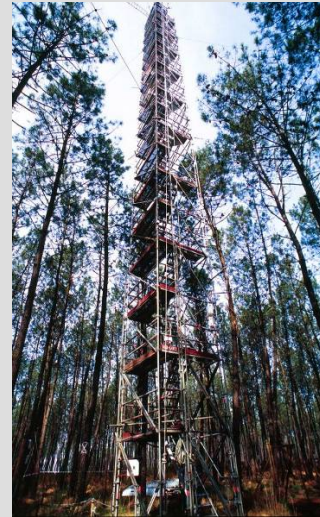


Différence de température  
jour-nuit sur Madrid à  
partir de données AHS

# Les observations à haute résolution

## Au sol

- Réseau Fluxnet (500 sites, tours à flux)
- Sites dispersés



## Missions spatiales en cours ou projetées : vers une meilleure résolution

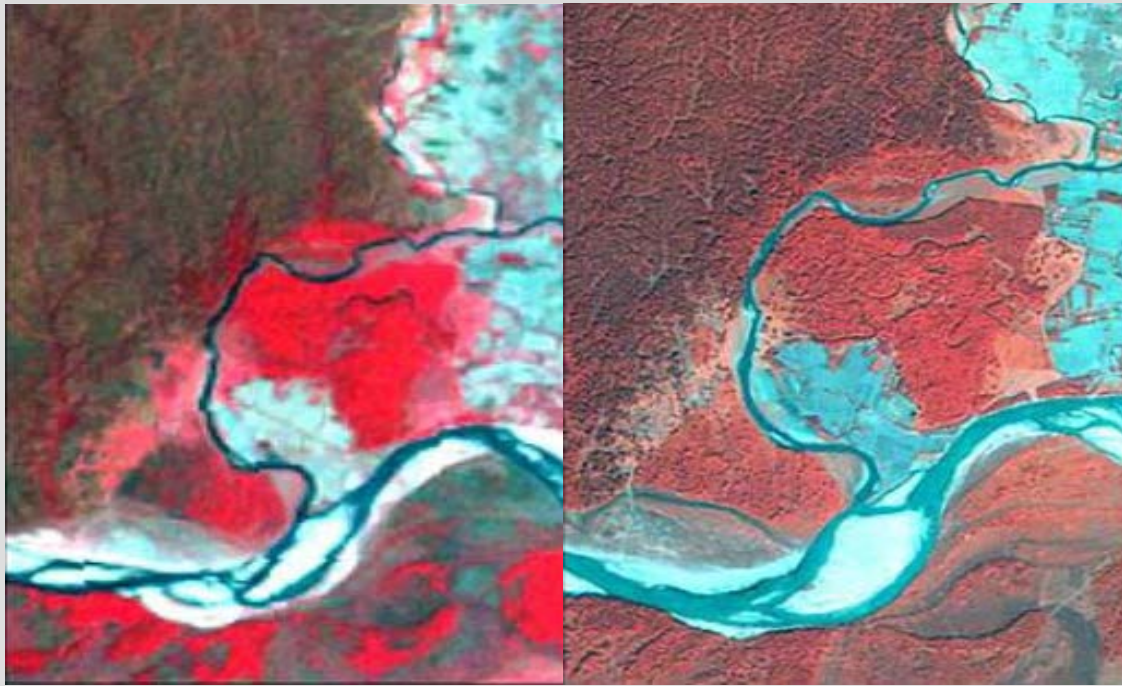
- Optique : Venus, Sentinel2...
- Thermique : Mistigri/Thirsty...
- Lidar...



# Observations à haute résolution

Landsat ETM+

IKONOS

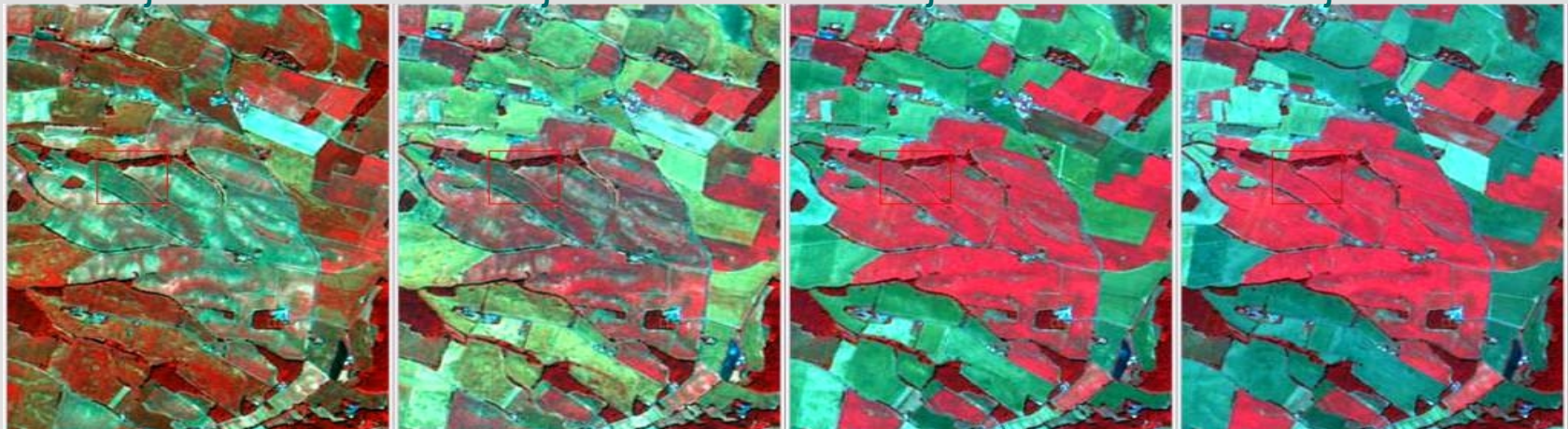


5 juin 2006

14 juin 2006

23 juin 2006

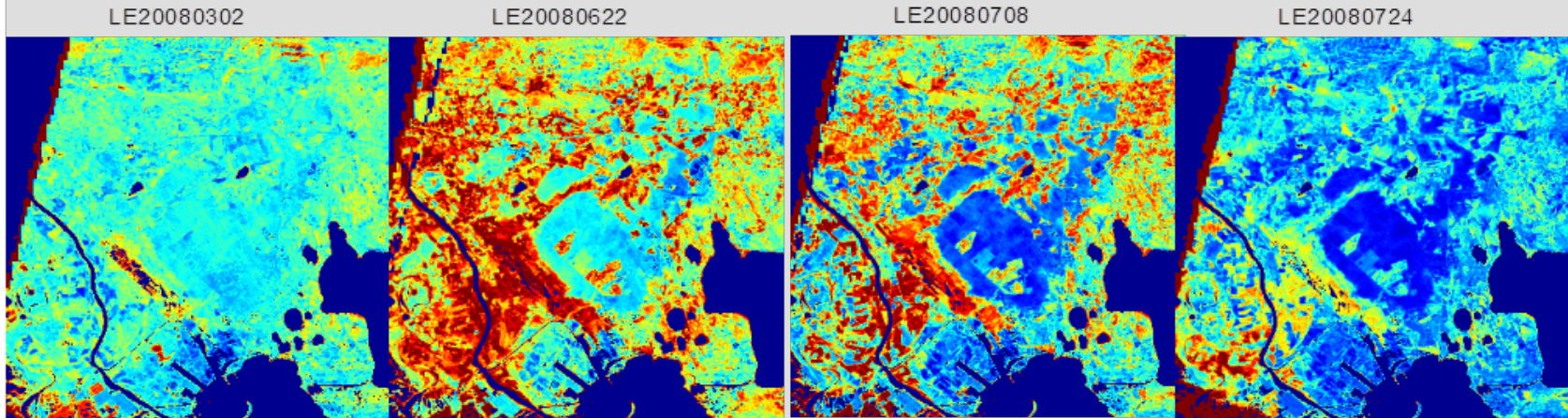
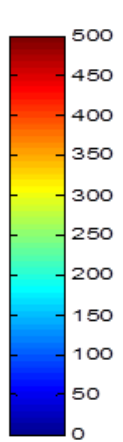
29 juin 2006



Occupation du sol, données Formosat-2 (OSR, Cesbio)

# Flux à haute résolution

*Courault & Olioso (unpubl.)*

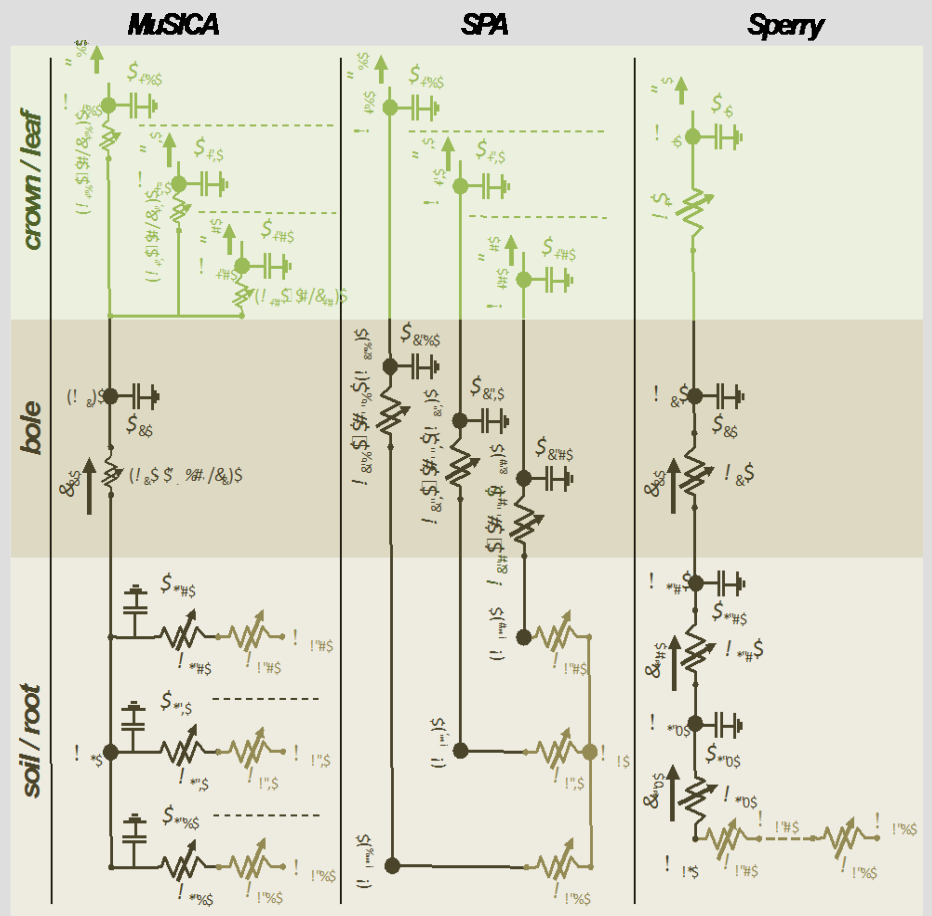
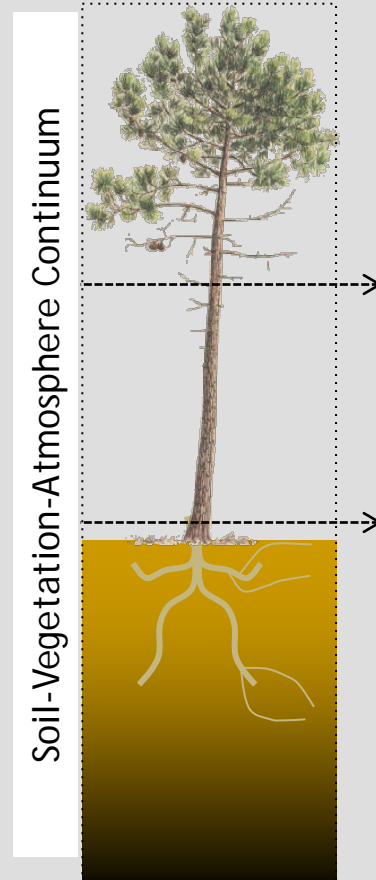


Cartes d'évaporation à 10:20 UT ( $\text{W/m}^2$ ) par combinaison du modèle S-SEBI avec des données LANDSAT7 de 2008 (02/03, 22/06, 08/07 et 24/07), sur la région Crau-Camargue.

# La représentation de la végétation

La description des transferts hydriques dans la plante reste largement absente des modèles de surface et les DGVMs.

$$\text{Transpiration} = f(\text{demande évaporatoire}) \times f(\text{eau zone racinaire})$$



Modélisation empirique

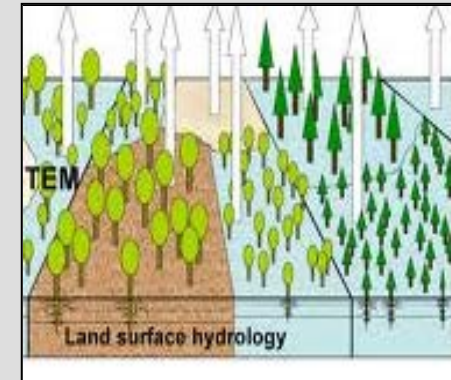
Modélisation plus mécaniste



# Les besoins de la simulation climatique

## Perspectives autour de la représentation des SIC dans les modèles de climat

Travaux en cours pour une meilleure prise en compte de la variabilité sous-maille et une meilleure représentation des échanges verticaux

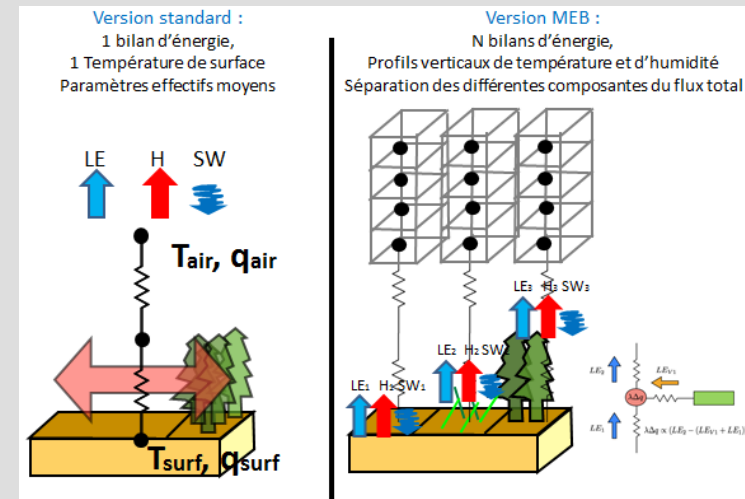


Développements de schémas multi-bilan d'énergie :

- ISBA-MEB (Boone et al., 2011)
- ORCHIDEE-MEB (Ryder et al., 2013)

Avantages :

- meilleure représentation de chaque patch de végétation/sol
- meilleure représentation des échanges dans le couvert et des flux
- possibilité de simuler des couverts mixtes et des couverts superposés
- meilleure représentation de la neige et des interactions avec la végétation



Merci



*Collab. Ephyse Bordeaux - Inria Grenoble*