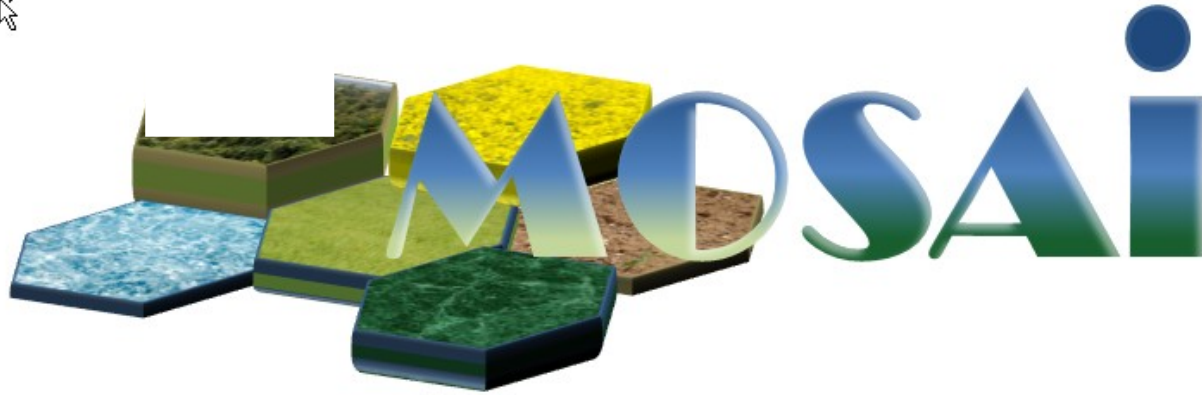


# Atelier MOSAI – EOP-SOP P20A





# Campagnes de mesure EOP-SOP P20A



## Objectif principal :

Caractériser et documenter les mesures pérennes réalisées sur le site de P20A-CRA prises comme référence pour l'évaluation des modèles sur la représentation des interactions surface/atmosphère

- mieux connaître l'incertitude de la mesure
- déterminer la représentativité de ces mesures par rapport à l'hétérogénéité du paysage dans lequel elles s'insèrent
- approfondir la documentation de l'impact de l'hétérogénéité de surface sur l'atmosphère, d'un point de vue de la structure verticale

# Campagnes de mesure EOP-SOP P20A

## Questions pour l'atelier :

- Affiner les objectifs. Qu'attendons-nous ? Quels diagnostics/paramètres/variables importants pour les modèles ?
- Quel calendrier ?

### EOP

- Quelles surfaces à instrumenter ?
- Quelle stratégie pour le réseau de stations météo pour l'estimation des flux par réseau de neurones (ANN) ?
- Quels autres instruments en long terme ?

### SOP

- Quel déploiement instrumental ?
- Quelle stratégie SOP ?

# EOP versus SOP Calendrier

EOP :

Mesures de longue durée en surface, permettant de couvrir la variabilité saisonnière

SOP :

Intensifier les observations pour mieux connaître l'impact de l'hétérogénéité de surface sur la couche de surface et la couche limite. Construction d'un cas d'étude.



# Mesures pérennes de la P20A



↑ Un mât de 60 m,  
 « Station flux »  
 Qui intègre le paysage  
 Série 2010-aujourd'hui  
 Archive 1996-2001



Un mât de 2 m, station flux,  
 Représentative d'une prairie pacagée

Une fosse dans le sol depuis 2018  
 Profileurs de vent UHF-VHF  
 Caméra ciel entier + ceilomètre



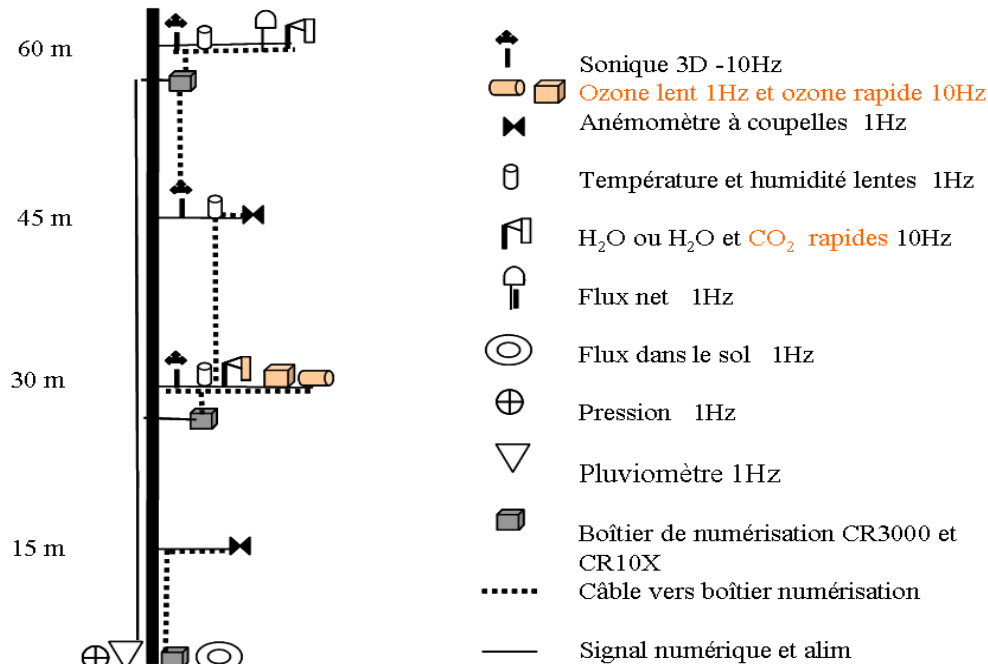
## Dispositif depuis 2010

### Mât 60m :

- 5 niveaux MTO
- 2-3 niveaux flux turbulents 30, 45, 60 m
- Rayonnement – 4 composantes
- Précipitation
- Flux de chaleur dans le sol (3 FP)

Une station supplémentaire de turbulence à 2 m (« PMP »)

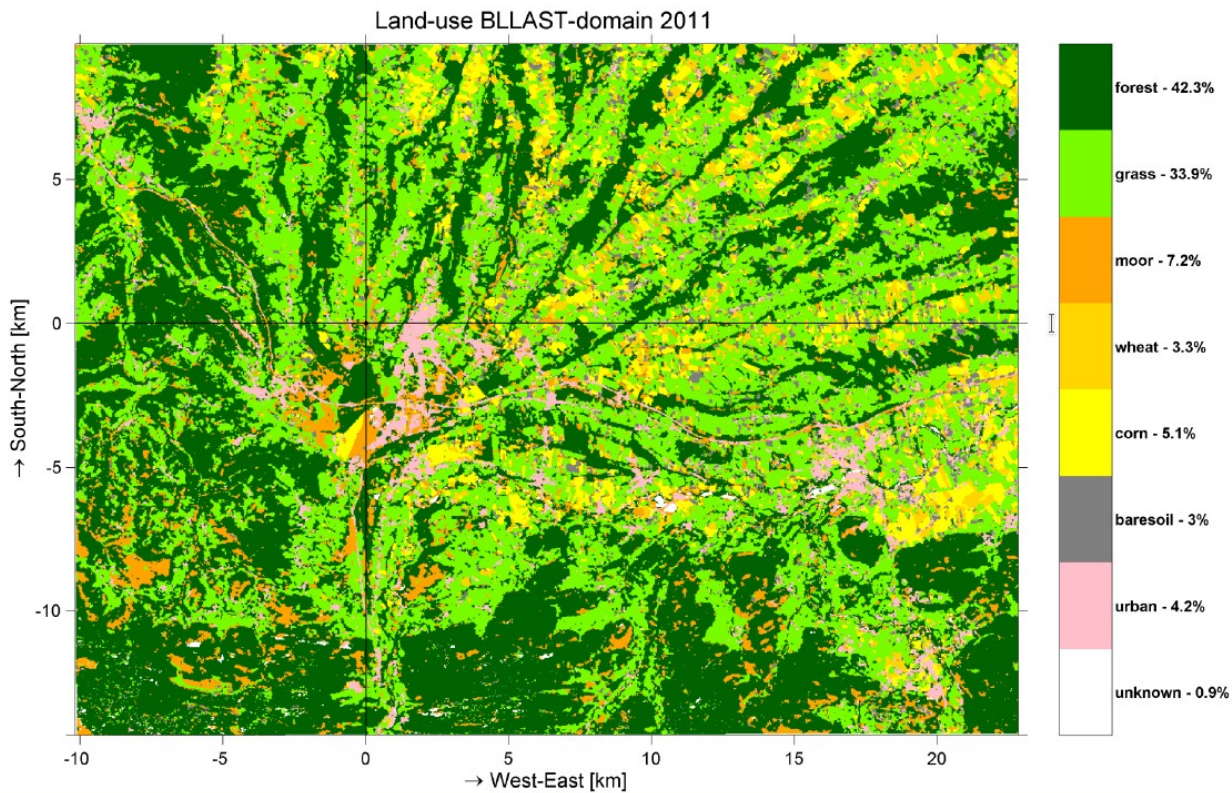
Une fosse instrumentée à 6 niveaux  
5, 10, 20, 30, 60, 120 cm  
Température, Humidité du sol

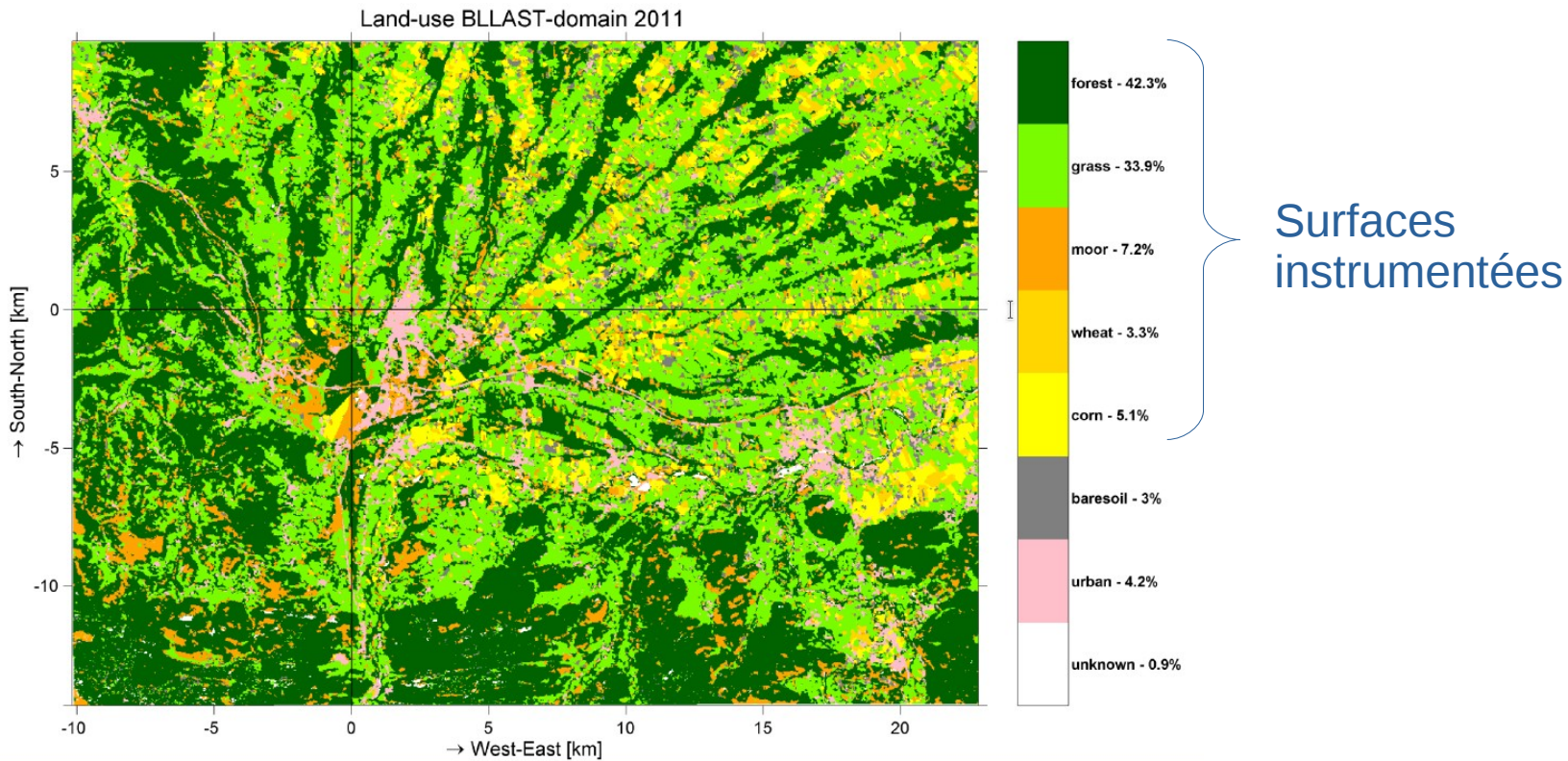


Solène Derrien  
Antoine Vial  
Hugo Raynal  
Eric Pique  
Fabienne Lohou

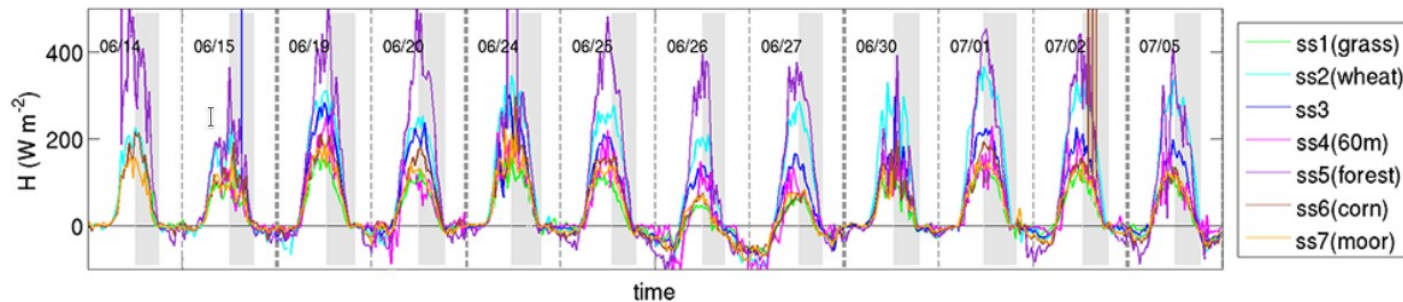


# P20A-CRA Hétérogénéité de surface



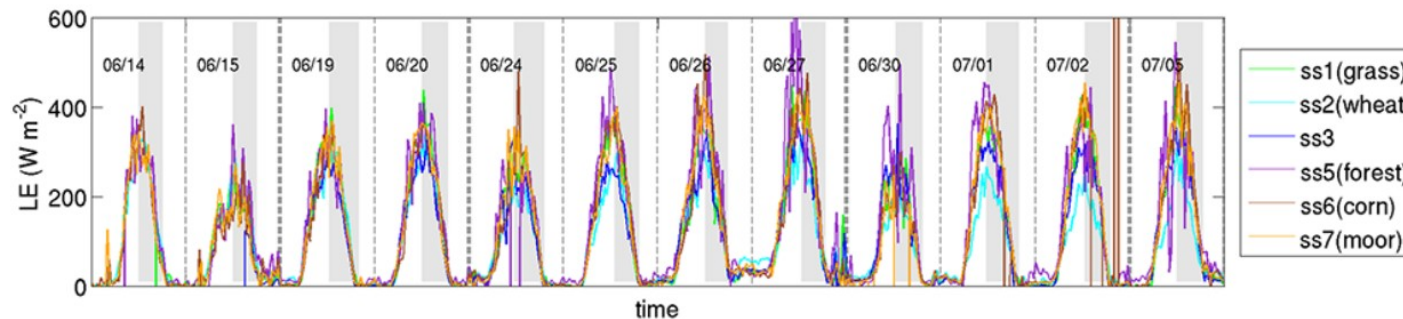






Forêt :

- Flux forts
- Conifères seulement
- question de la hauteur de la mesure

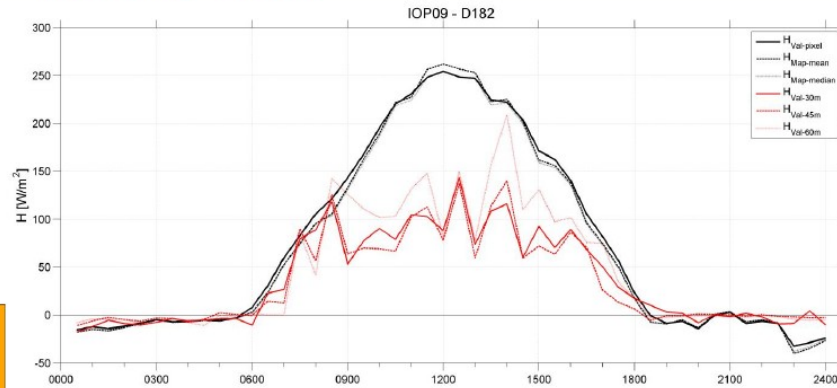


Prairie / Landes :

- flux très proches

Blé : flux relativement fort surtout à maturité

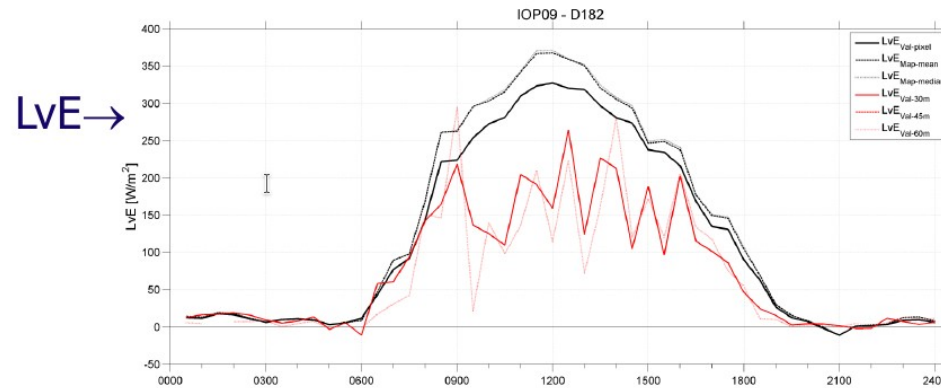
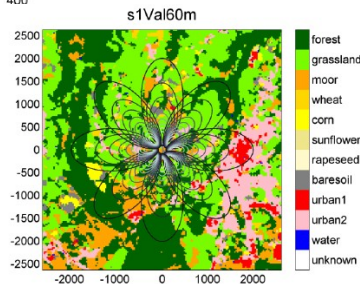
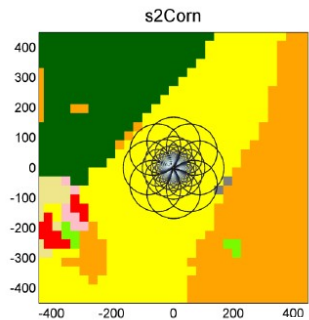
## Upscaling - Result



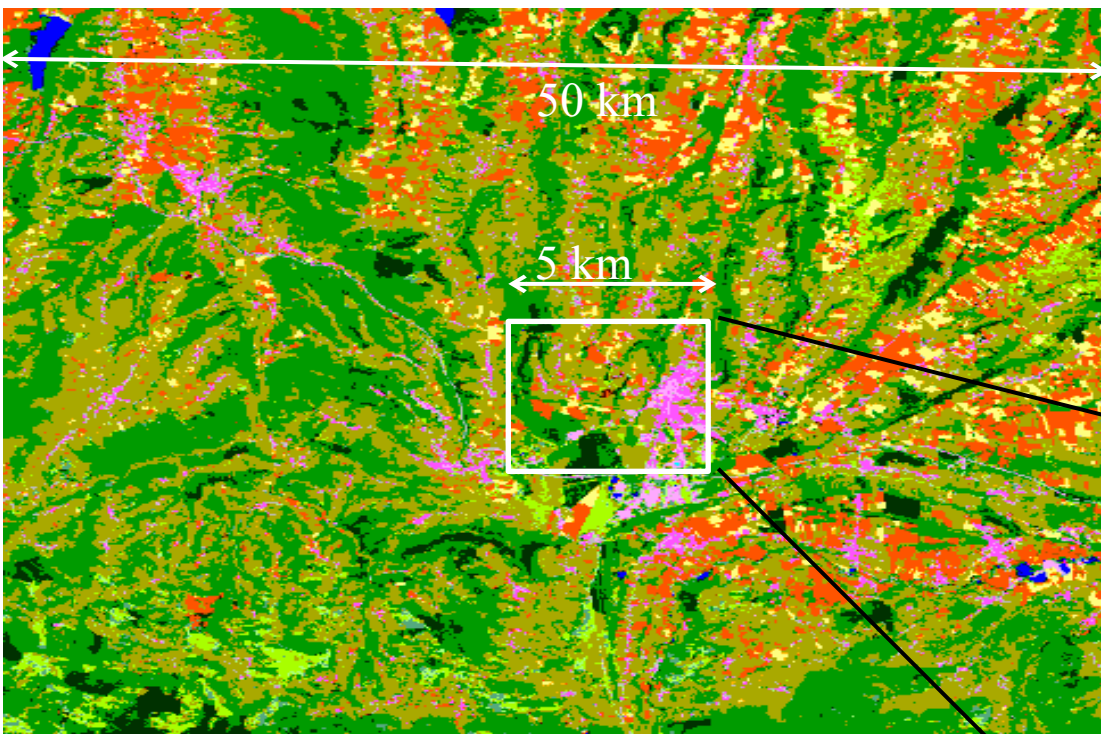
→ H Restitution du flux à 60 m à partir des flux mesurés sur les végétations contribuant au footprint

Hypothèses sur surfaces « ville » et « sol nu »  
→ sur-estimation ?

Forêt : pas de distinction feuillus/conifères



LvE →



## Maille 50 km x 50 km

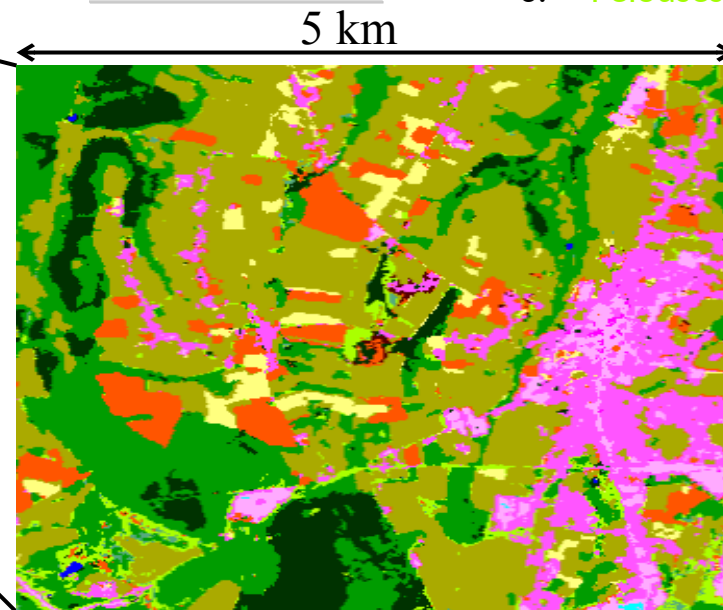
Principales surfaces (> 5%):

1. Forêts feuillus 30%
2. Prairies 26%
3. Cultures d'été 13%
4. Pelouses 10%
5. Forêts conifères 8%
6. Cultures d'hiver 6%

## Maille 5 km x 5 km

Principales surfaces (> 5%):

1. Prairies 40%
2. Forêts feuillus 25%
3. Urbain diffus 8%
4. Cultures d'été 8%
5. Forêts conifères 6%
6. Pelouses 6%

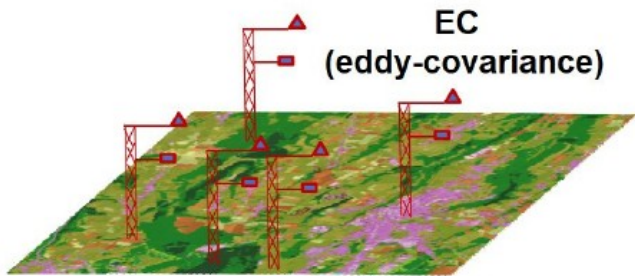


### Proposition de déploiement de stations flux (4 ? +...) :

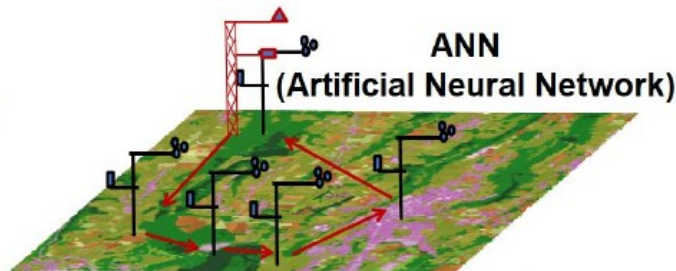
- Forêt feuillus
- Prairies ~ « pelouse » → PMP P20A-CRA ?
- Cultures d'été – (maïs)
- Urbain « diffus » - ville Lannemezan → Toit ?
- Cultures d'hiver ? (blé)
- Forêt conifères ?



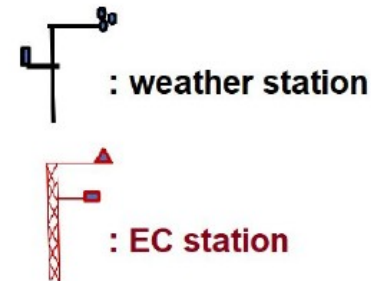
# Déploiement des station mto-ANN



$n$  sampled surfaces =  $n \times 50k€$



$n$  sampled surfaces =  $n \times 4k€ + 50k€$

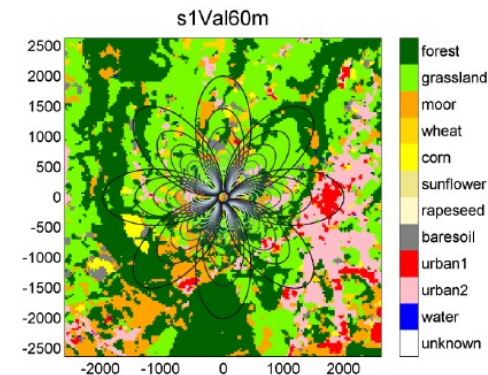


5 stations météorologiques standard dont on pourra extraire une estimation des flux  
Par apprentissage d'un réseau ANN

- Proposition installation dans les surfaces du footprint du mât de 60m
- Lesquelles ?
- Ou autre approche ?

Apprentissage du réseau ANN auprès de chacune des stations flux  
Rotation sur 3 semaines ?

Comment bien prendre en compte l'évolution saisonnière de la végétation ?





# Autre instrumentation EOP ?

Quels diagnostics/paramètres/variables importants pour les modèles, qui nous amènent à compléter les stations de flux sur les différentes surfaces ?  
(cf discussion couplage surface/atmosphère dans les modèles)

Scintillométrie ?

Quels objectifs ? Quelles surfaces ? Quelle échelle de paysage ?

Mesures de GNSS sur le mât ?

(humidité du sol à l'échelle du paysage)

DTS ?

Petit lidar V2 ?

Lidar Doppler

Visées obliques et scan pour étudier l'hétérogénéité de basse couche au-dessus du paysage hétérogène, ou à une transition entre surface ?

→ Lidar Doppler : Validation avec UHF/mât pour mesures de turbulence et vent moyen.

# Instruments et stratégie SOP

Part-on sur 2 SOP ?

Quelle durée des SOP ? ~ 15 jours ?

Combien de journées documentées par période ? ~5 jours ?

Quelle période de la journée ?

**Radiosondages fréquents / standards** → profil ~ 2km P,T,U,V moyen

Pour des jours IOP choisis : Profils à  $\Delta t = 2h$  ?

Le premier (matin tôt) : standard (profil complet) ? → conditions initiales, initiation LES

Structure moyenne couche limite, Evolution sommet de couche limite Zi

Couche de surface près du mât 60 m

**Ballon captif avec sonde turbulente ?** → profil < 800m P,T,U,V haute fréquence

Echantillons à plusieurs niveaux pour profil de turbulence couche de surface/bas de couche limite\*

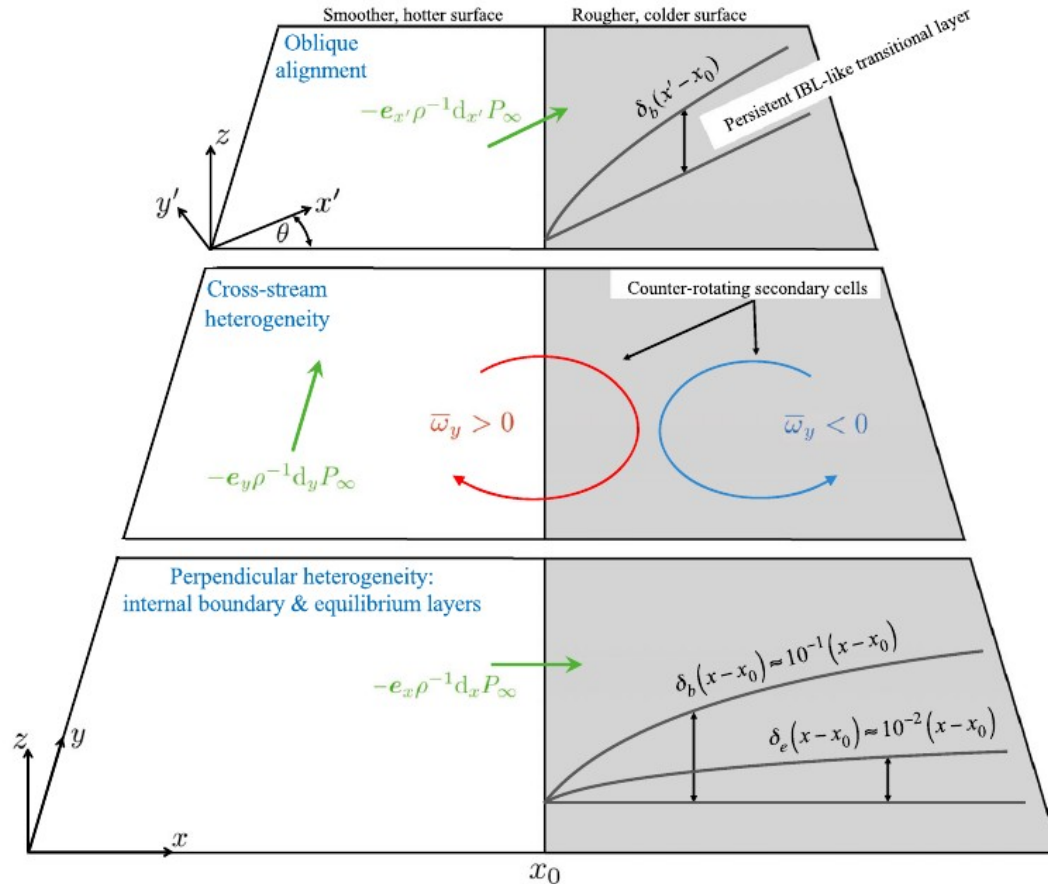
**Drone léger – mesure P,T,U,V haute fréquence**

Exploration horizontale de la turbulence

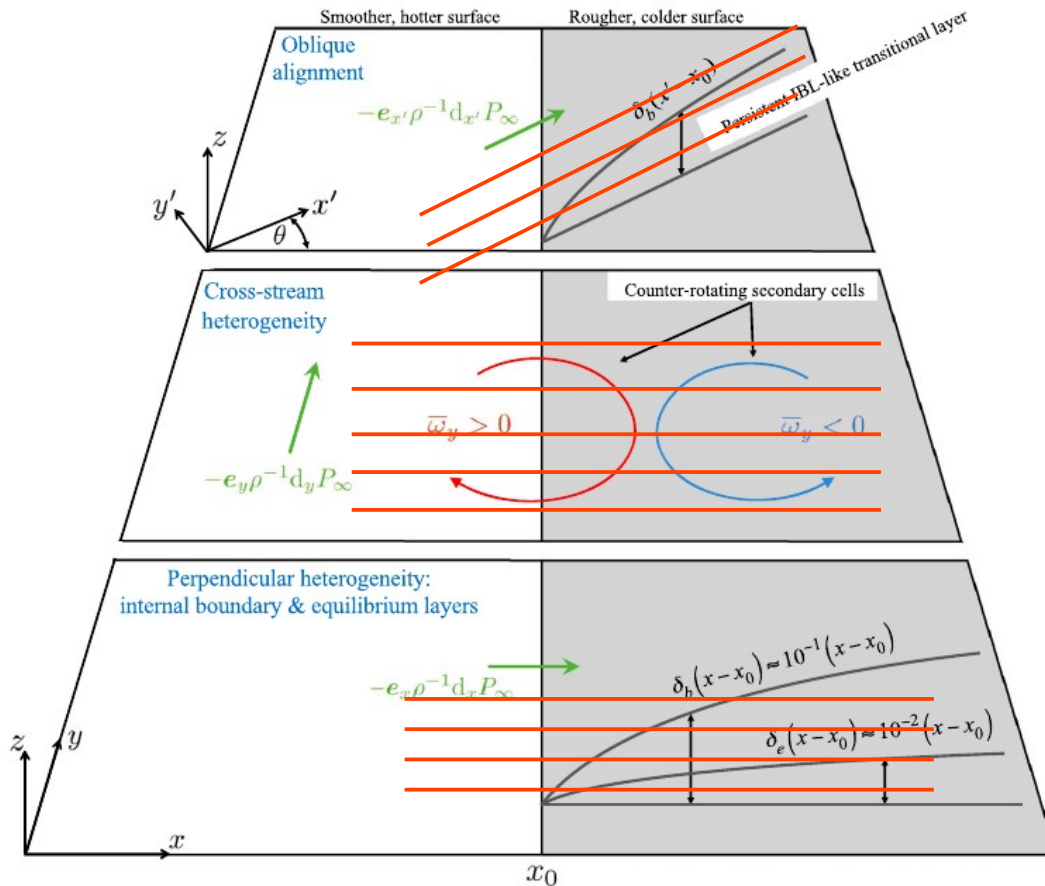
→ Au voisinage du mât 60m ?

→ Aux transitions entre 2 surfaces ? (couche d'équilibre / couche interne / « blending height »)

Bouzeid et al, 2020



Bouzeid et al, 2020





# Point financier

## Prévu financièrement :

### **EOP**

Etude du sol (prélèvements) 11 k€

Missions

### **SOP**

Sondages : 20 RS : 6 k€

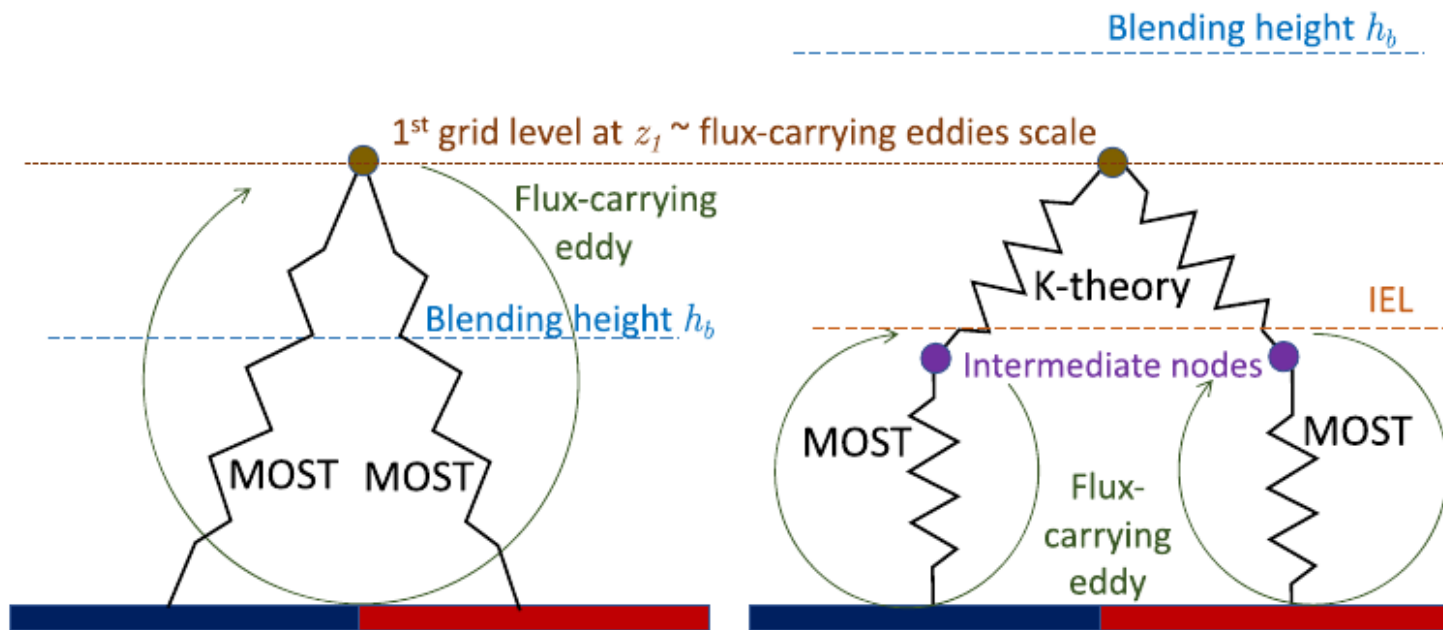
Missions / instrumentation UAV : 13 k€

Missions

# Couches limites hétérogènes

## Représentation dans les modèles

Bouzeid et al, 2020

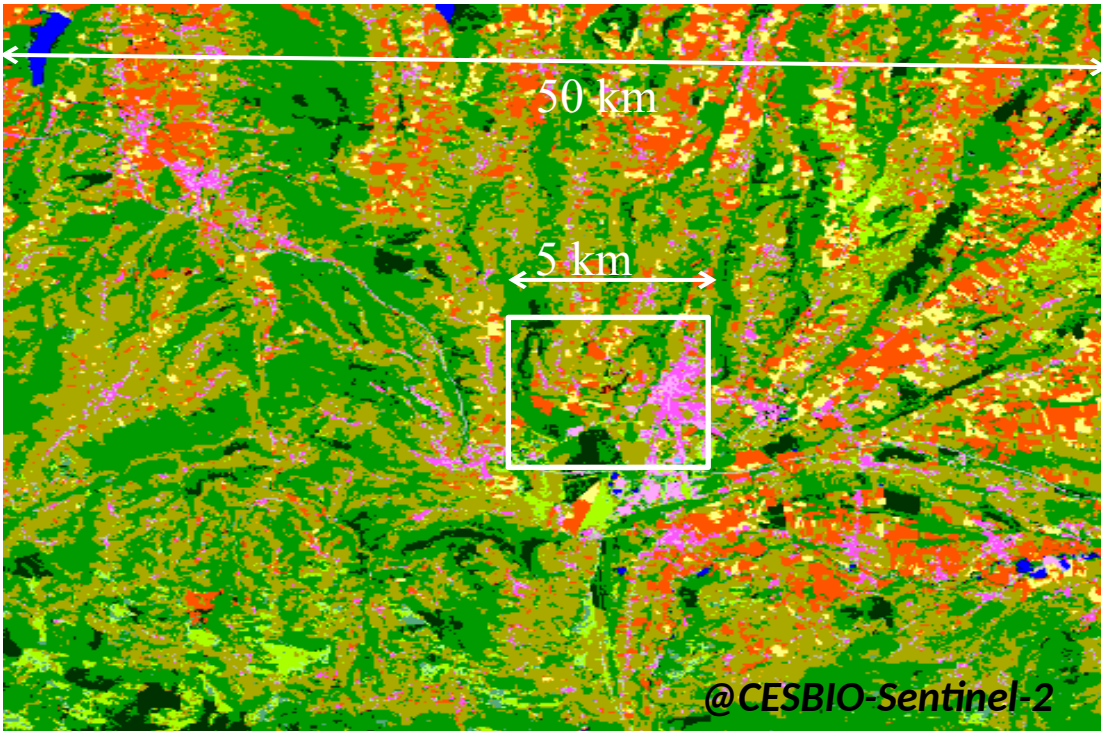




Extra slides

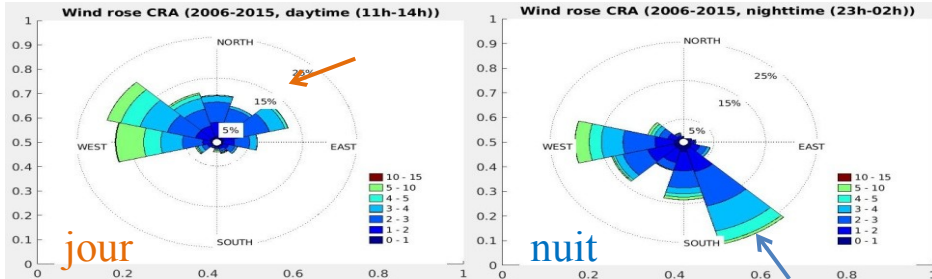
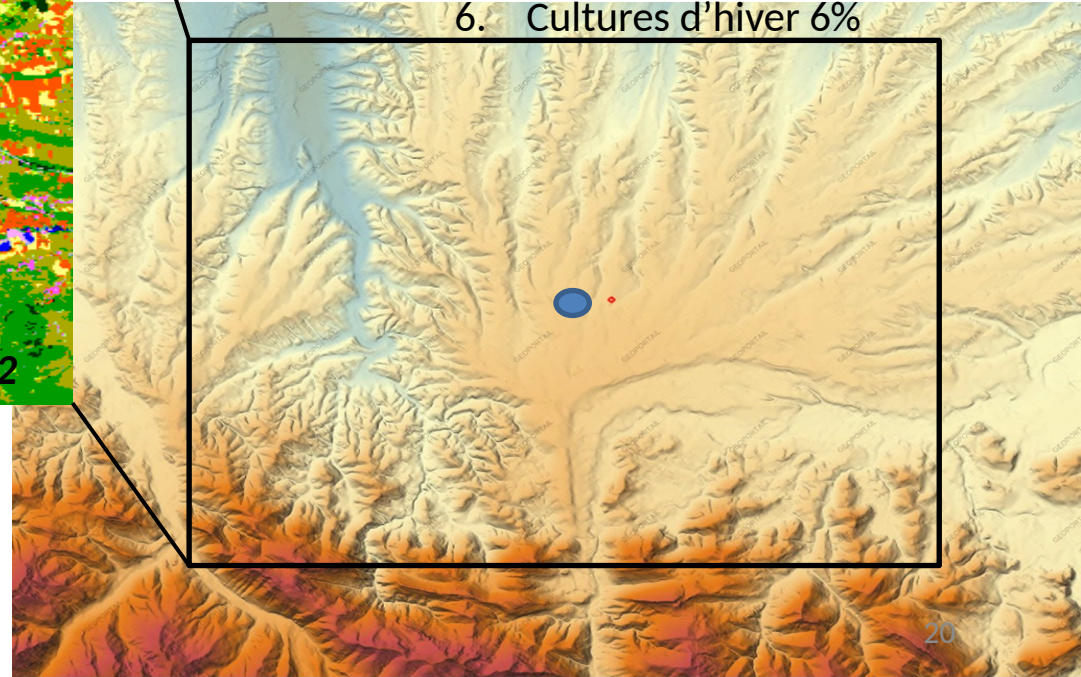
# P20A: site rural en piémont

Maille 50 km x 50 km



## Principales surfaces (> 5%):

1. Forêts feuillues 30%
2. Prairies 26%
3. Cultures d'été 13%
4. Pelouses 10%
5. Forêts conifères 8%
6. Cultures d'hiver 6%





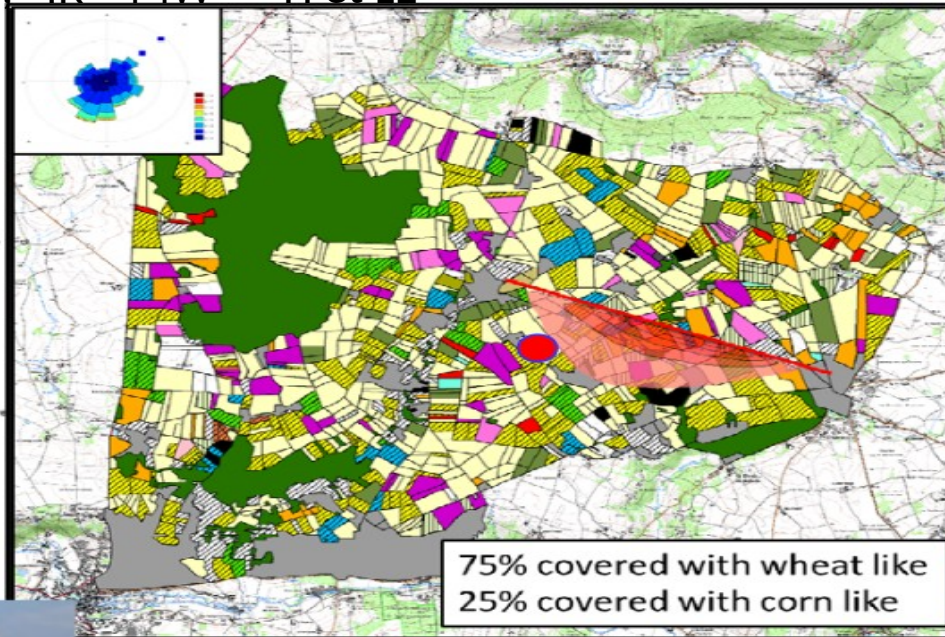
# Scintillométrie

## Une mesure des flux à l'échelle du paysage

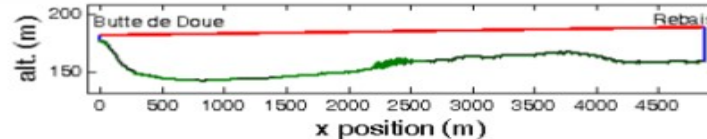
- Mesure moyenne
- Méthode indirecte mais capacité d'agrégation sur couvert hétérogène
- $IR \propto H$      $IR + MW \propto H$  et  $LE$



Boissy le Chatel  
60km from Paris



Station Eddy-Covariance de référence



Récuteurs des scintillomètres Infra-Rouge et Micro-Onde sur la butte de Doue



Jean-Martial Cohard

# Scintillométrie

## Une mesure des flux à l'échelle du paysage

