

BLLAST



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH



WAGENINGEN UR METEOROLOGY AND AIR QUALITY



UNIVERSITETET I BERGEN

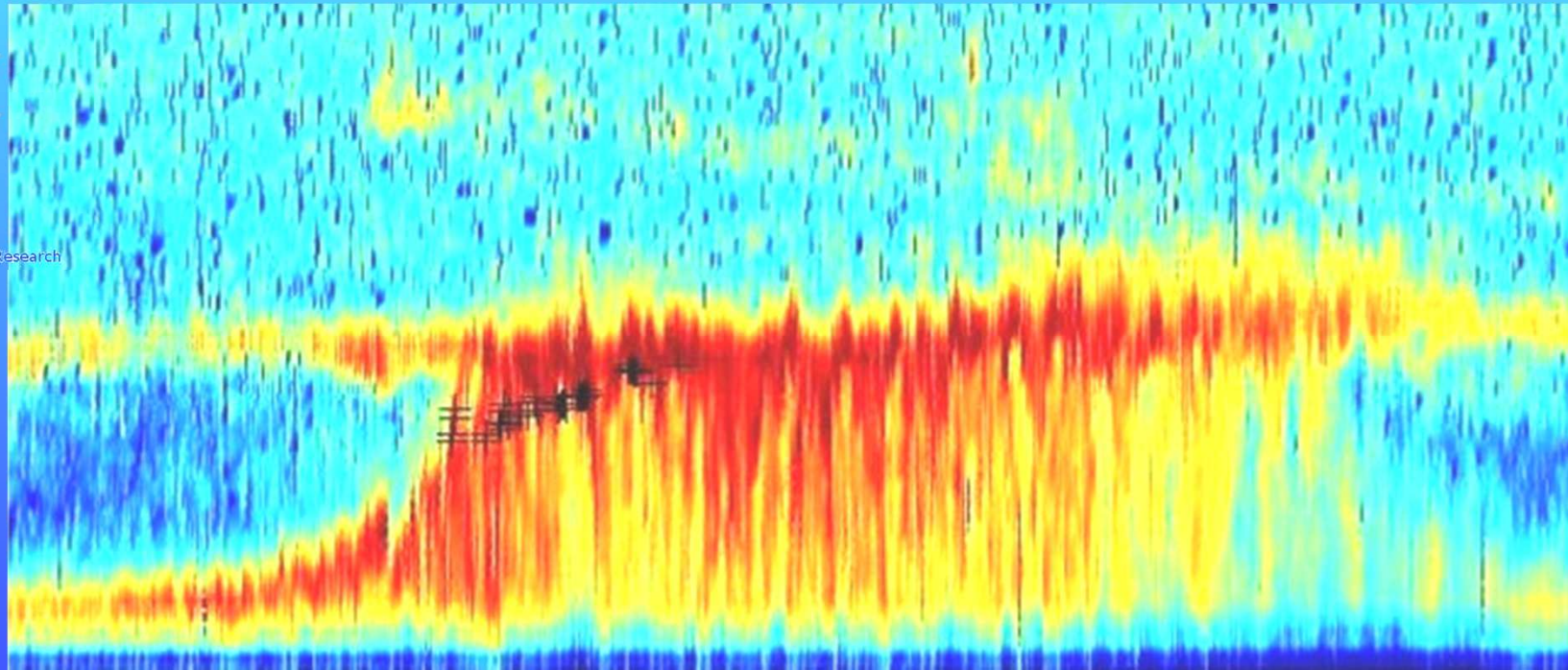


Universitat de les Illes Balears



Boundary Layer Late Afternoon and Sunset Turbulence

M. Lothon, Laboratoire d'Aérodologie, Toulouse, Université Paul Sabatier - CNRS



INSU

COST ES 0802

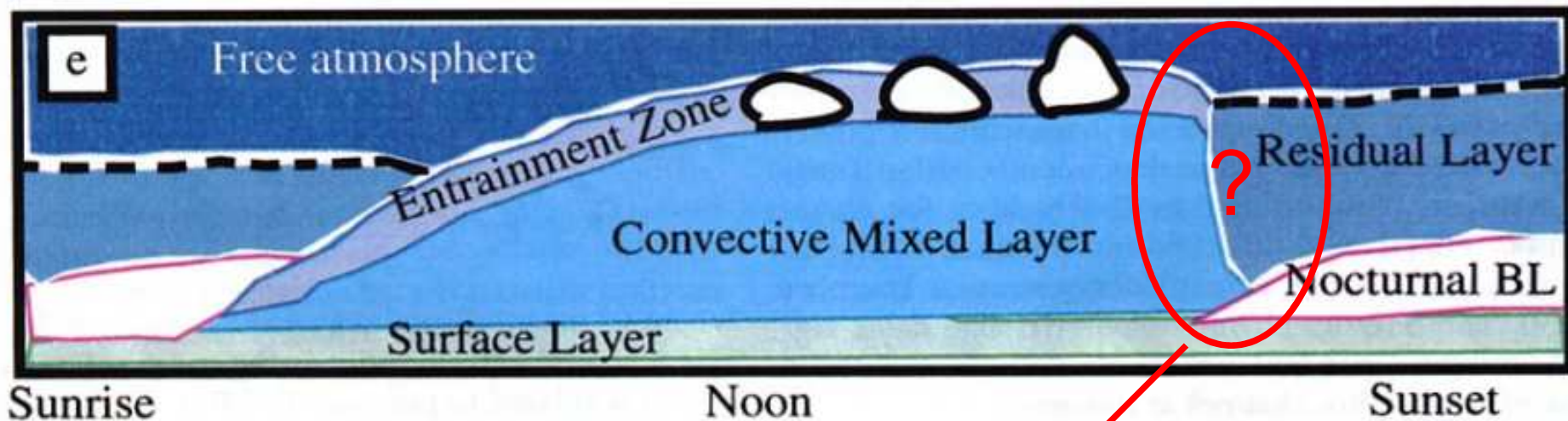
Unmanned Aerial Systems In Atmospheric Research



Lothon M, D. Legain, P. Augustin, J. Barrié, Y. Bézombes, F. Couvreur, C. Darbieu, T. Douffet, P. Durand, F. Gibert, F. Lohou, E. Moulin, B. Piguet, O. Traullé, D. Tzanos, et nombreux co-auteurs internationaux participant au projet (O. Hartogensis, B. Gioli, J. Reuder, J. Vila Guerau de A., E. Pardyjak, D. Pino, S. Martin, A. van de Kroonenberg, etc...)

La campagne de mesures BLLAST: quelles avancées instrumentales ?

1. Questions scientifiques et objectifs
2. La campagne de mesures d'été 2011
3. Avancées instrumentales
4. Résultats préliminaires



Stull, 1988 - concept

Quelques études numériques, très peu d'observations...

Transition de fin d'après-midi:

- Arrêt progressif du chauffage de la surface
- Stabilisation du profil de la température en surface
- Transition d'une turbulence thermique vers une turbulence dynamique

Défis: - La "décroissance" de la couche convective est encore mal comprise et difficilement représentée

- Aspects transitoires
- Compétition de forçages faibles
- Limite de validité des lois de normalisation et des définitions



Définitions & caractérisations

Des différentes couches

(couche de surface, couche mélangée, couche résiduelle,...)

Compréhension

- de l'évolution de l'intensité de la turbulence et de ses échelles
- du rôle des différents processus de couche limite (entraînement, turbulence dynamique, convection, advection...)
- du rôle de l'hétérogénéité de la surface

Impact

- Transport d'espèces en trace et de scalaires
- Représentation du cycle diurne dans les modèles météorologiques
- Evaluation des modèles de prévision

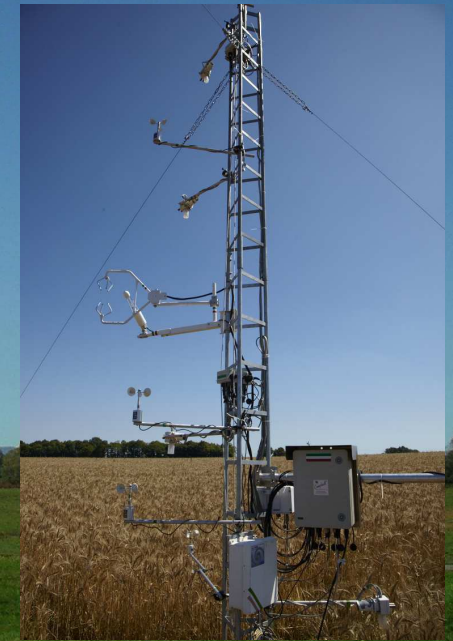
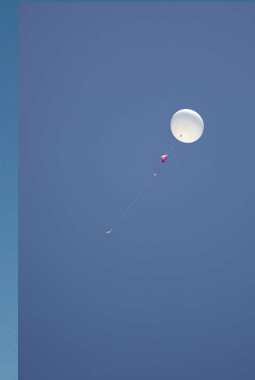
Approche:

Observations & Simulations numériques

(modèles 1D couche mélangée, « Large Eddy Simulation », Modèle méso-échelles, modèles de prévision)

La campagne

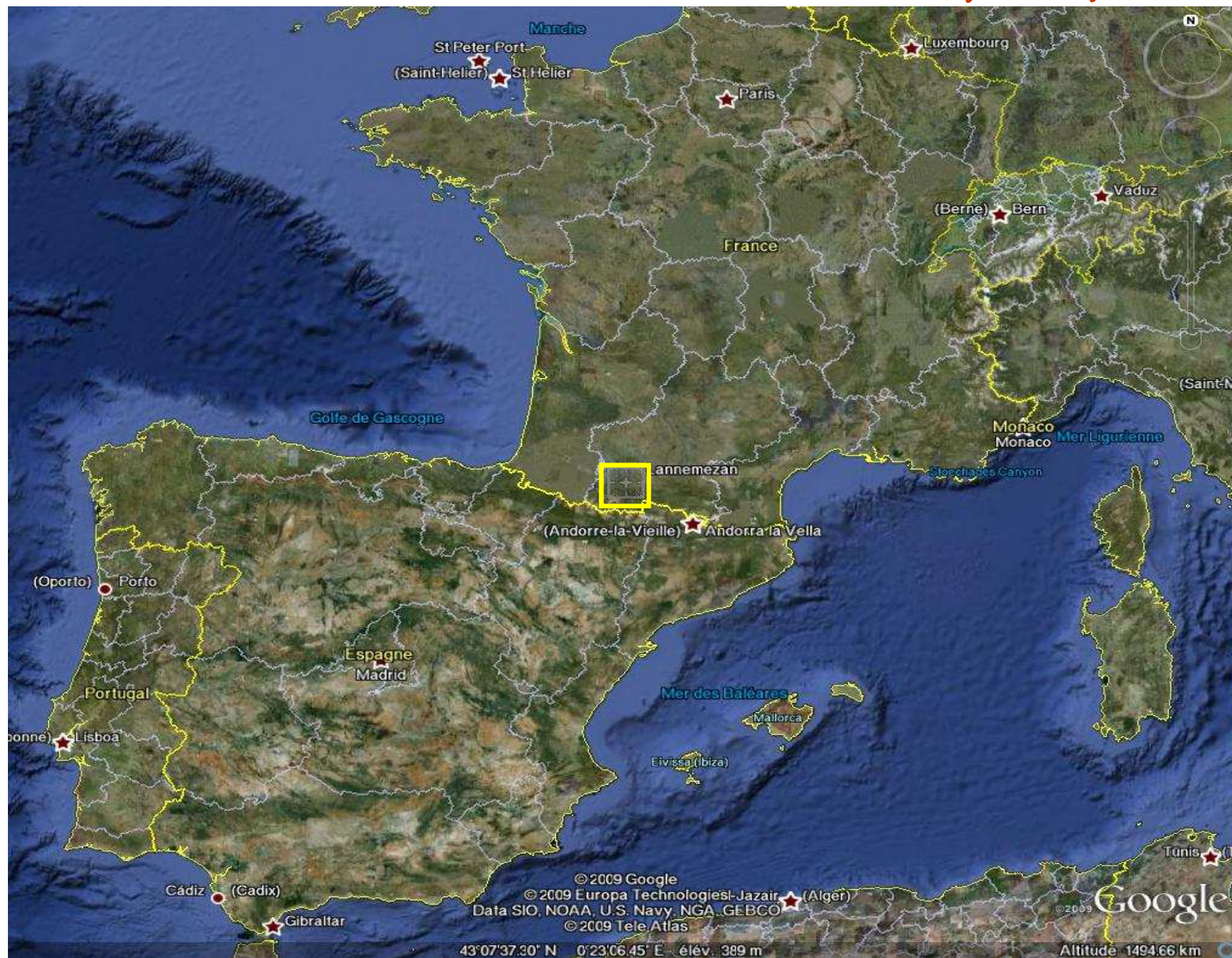
14 juin - 8 juillet /2011 Site instrumenté du Laboratoire d'Aérodologie
Lannemezan (Centre de Recherches Atmosphériques)



Mâts instrumentés
Ballons captifs, ballons sondes
Avions et drones
Téledétection: UHF, sodar, lidar
Scintillomètres

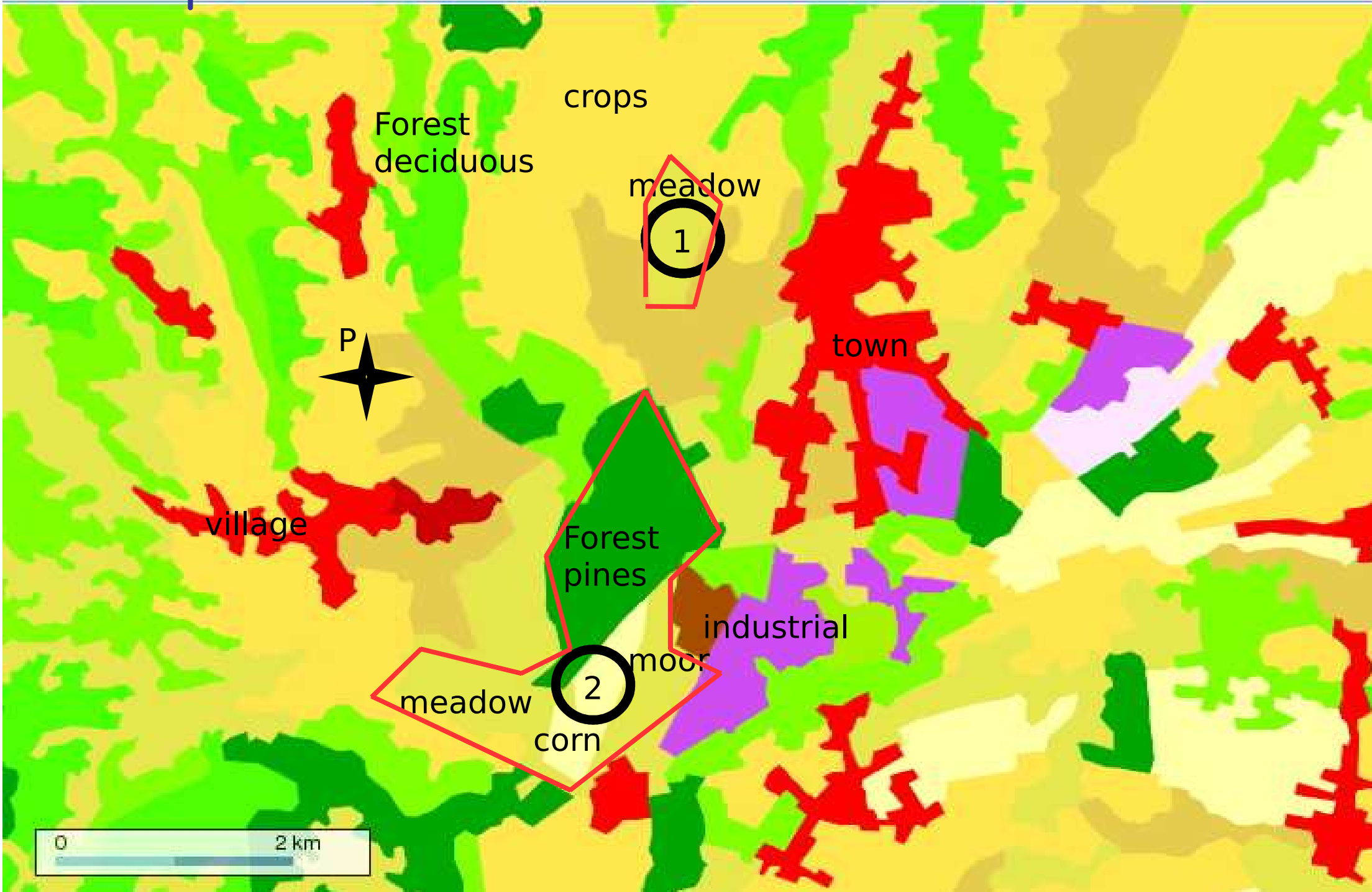
La campagne

14 juin - 8 juillet / Site instrumenté du Laboratoire d'Aérodologie
Lannemezan (Centre de Recherches Atmosphériques)

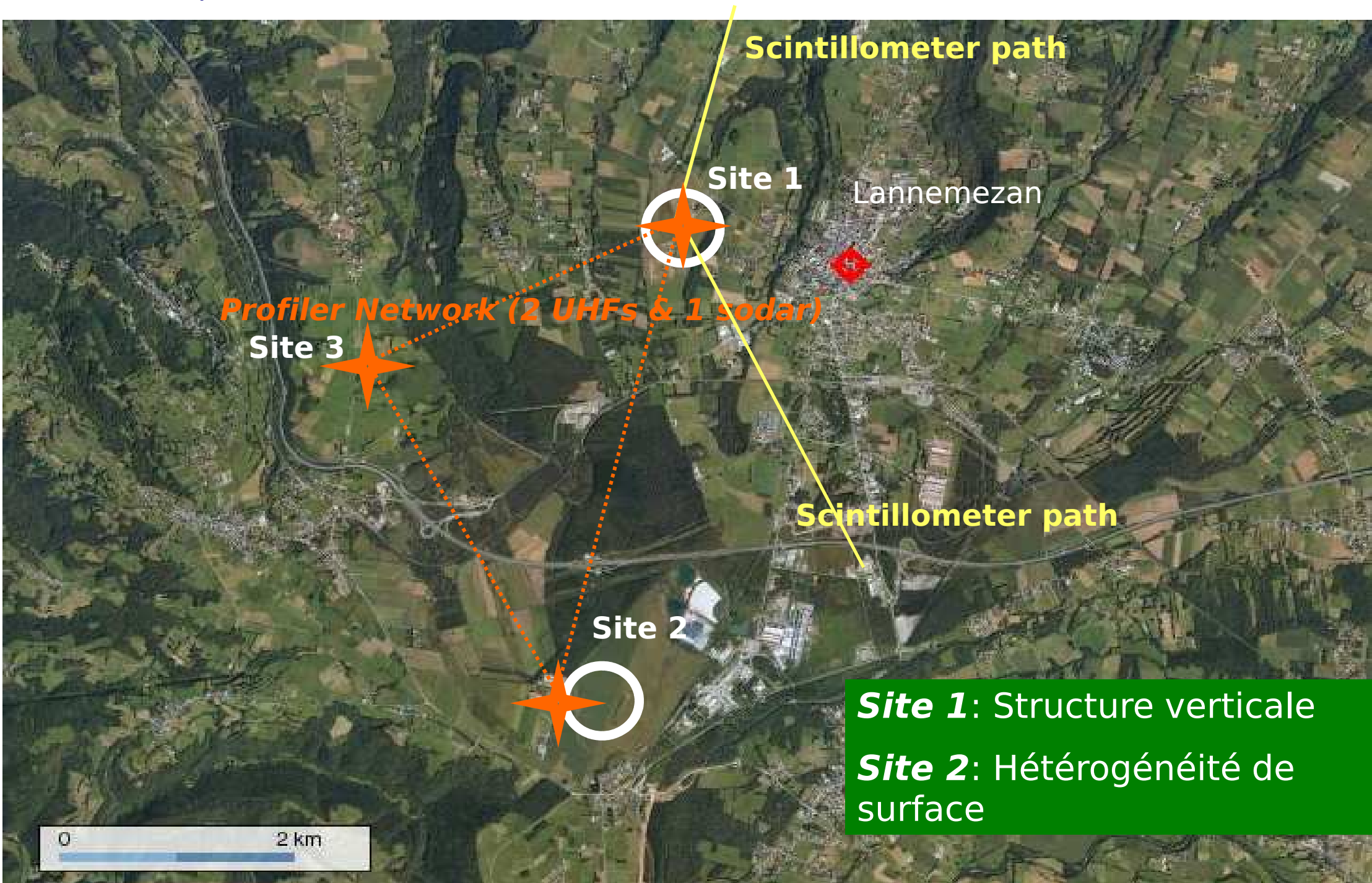


- **Structure verticale de la couche limite**
multi-couches, cisaillement, entraînement, stabilité
- **Hétérogénéité spatiale de la couche de surface**
Hétérogénéité de la couverture végétale, humidité du sol, stockage de chaleur, décalages des bilans d'énergie en surface
- **Divergence du rayonnement**
- **Advection, subsidence de grande échelle, baroclinicité**
- **Ondes de gravité**

Occupation des sols



Le déploiement instrumental au sol



3. Innovations instrumentales

- *Combinaison avions/drones*
- *Radiosondages fréquents*
- *Sonde turbulente emportée sous ballon captif*

Avions et drones



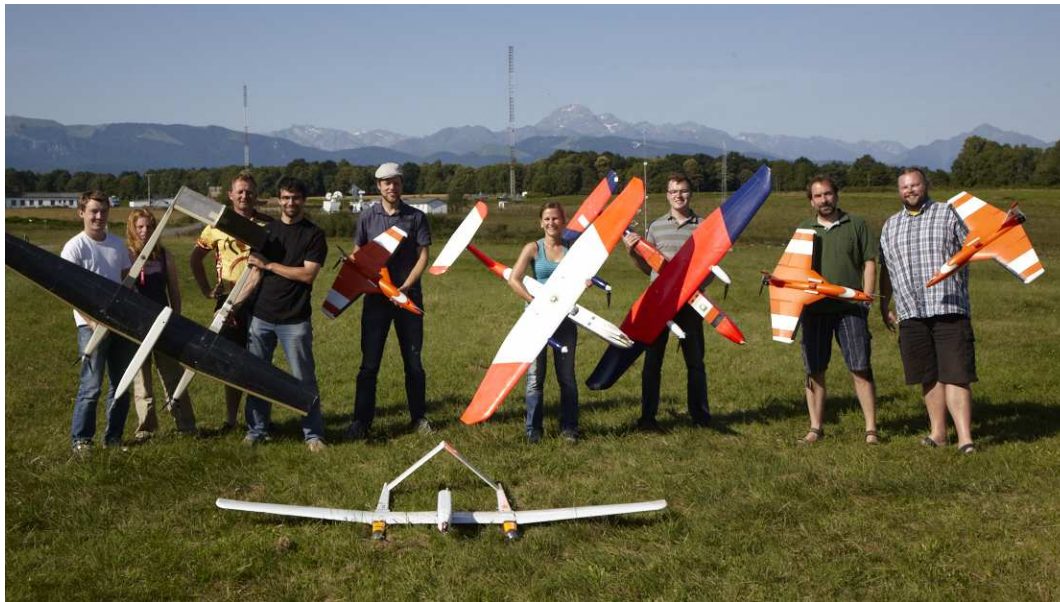
Piper Aztec, SAFIRE



Sky Arrow, IBIMET, CNR



SUMO, Univ. Bergen



M2AV, Univ. Tübingen

Avions et Drones

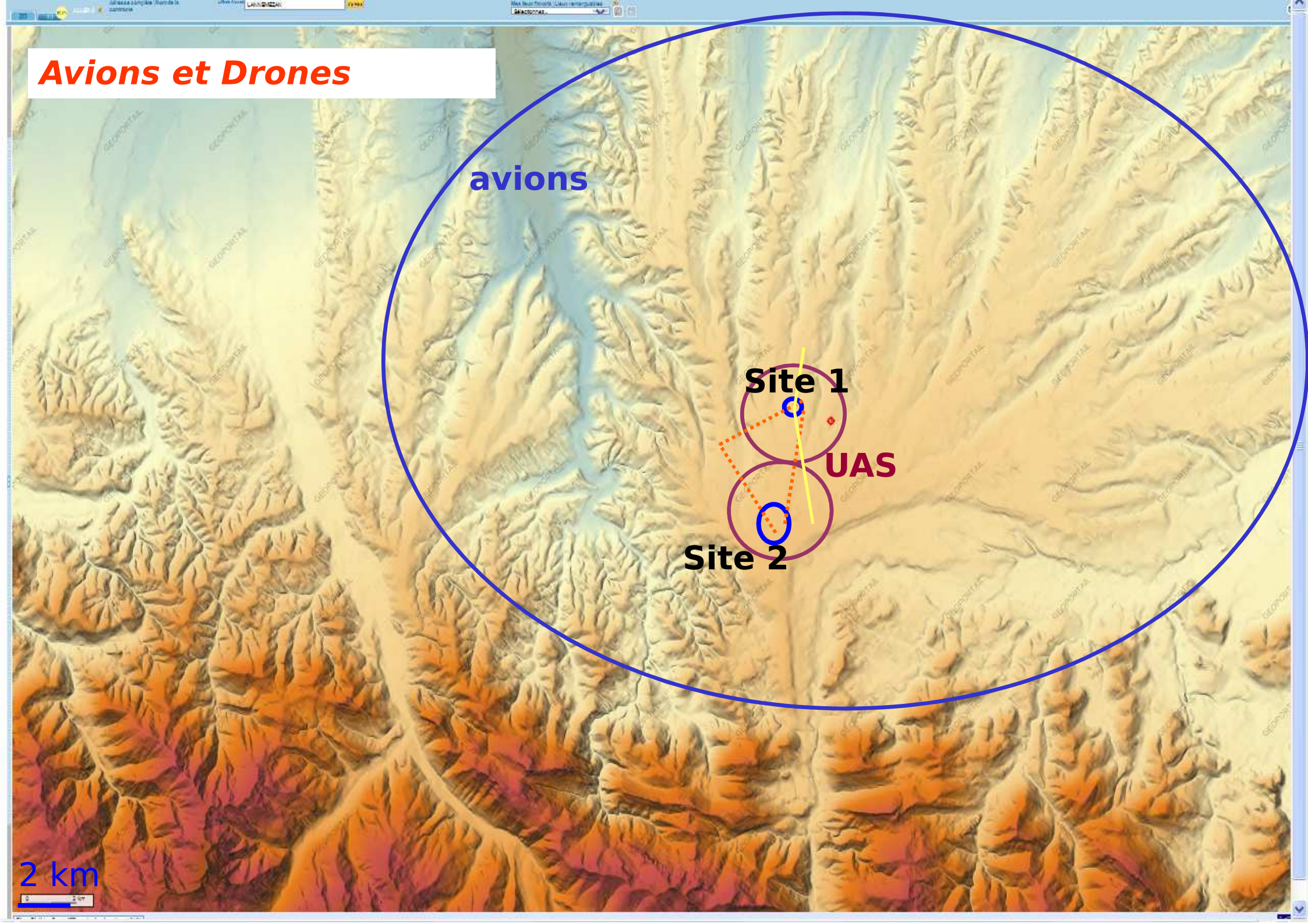
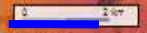
avions

Site 1

UAS

Site 2

2 km



Avions de recherche impliqués

group	airframe	Sci flight hours	flight days
SAFIRE	Piper Aztec	41	10
CNR-Ibimet	Sky Arrow	27	7

Drones participants

group	airframe	Sci flights	flight days
Bergen	3 SUMOs	299	23
Braunschweig	2 M ² AV	13	4
Tübingen	2 MASC	6	4
Oswestfalen-Lippe	Quadcopter	47	6
Bremen	2 FunJet 1 Busca	20	4
Karlsruhe	Sirius	5	3

Une expérience « multi-drones »



- Validation des capteurs, des plate-formes, des stratégies
- Etude de processus avec la combinaison avions/drones

Système de radiosondages fréquents

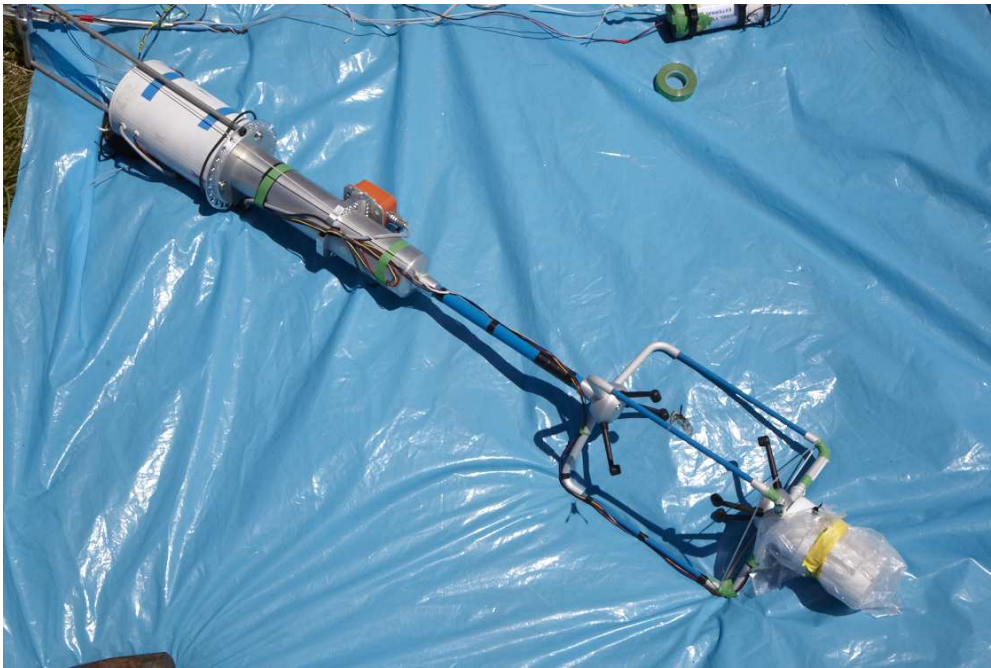
- Sondages fréquents de la basse troposphère
 - Permet de ré-utiliser les sondes
- Taux de récupération de 80+%,
65 sondages effectués avec 20 probes



D. Legain, D. Tzanos, et al, Météo-France

Sonde turbulente sous ballon-captif

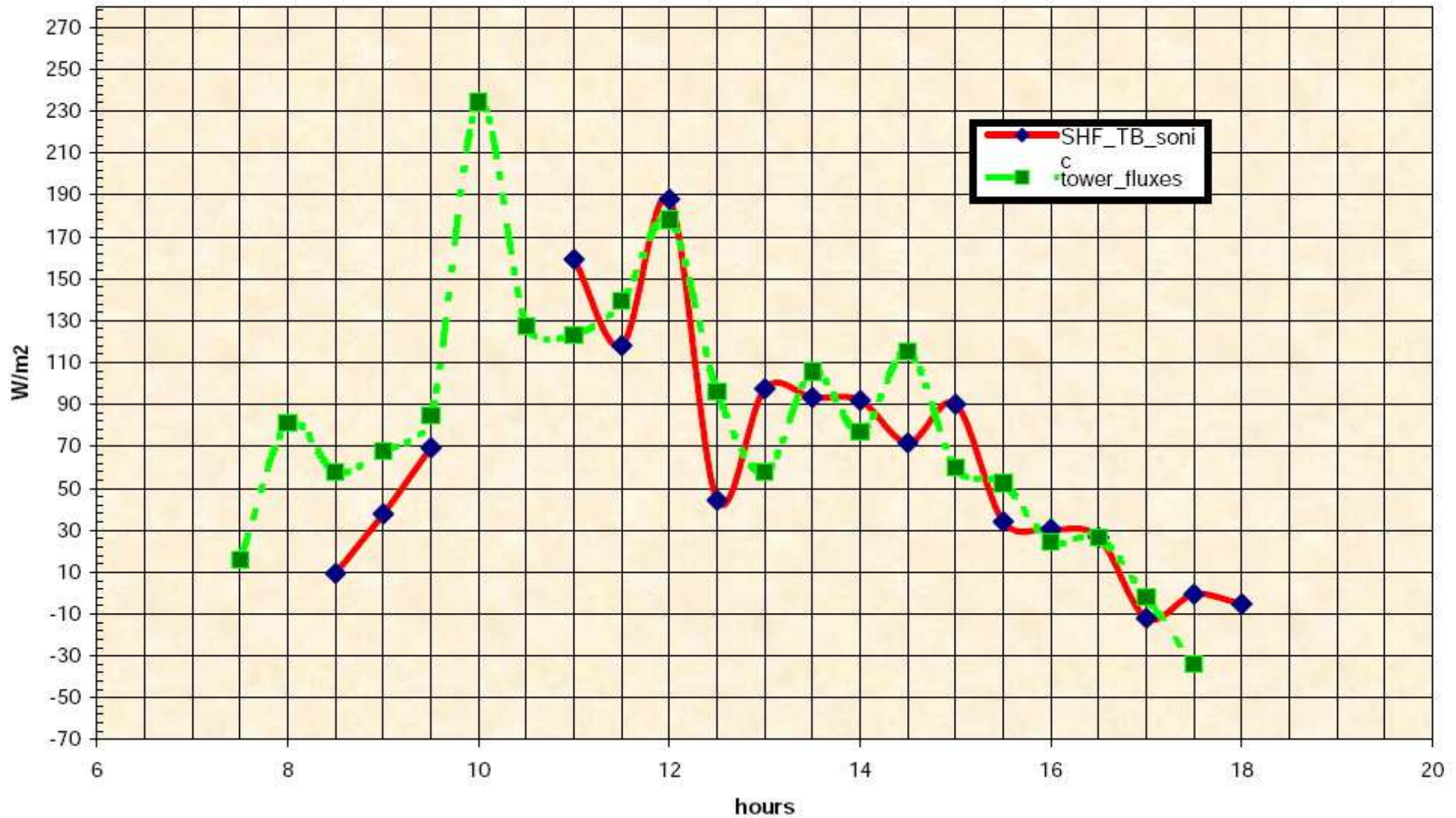
- INS miniaturisée
 - Anémomètre sonique
 - Sonde TTS classique
- ~ 80 heures d'observations



D. Legain, E. Moulin, B. Piguet, O. Traullé, et al, Météo-France



PRE-BLLAST CAMPAIGN Aug. 2010 Sensible Heat Flux
Tethered Balloon Sonic anemometer (TK2 processing) vs 60 meters tower measurements (ECM-LA)



- **Une ZRT active pendant toute la période**

Zone Règlementaire Temporaire qui exclut tout aéronef non impliqué dans BLLAST

Partage de la ZRT avions/autres aéronefs

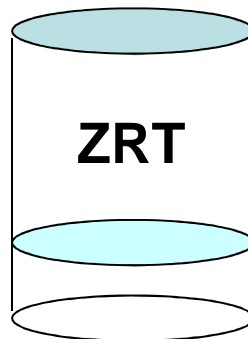
- **Communication fréquence aviation**

- Entre les avions

- En écoute sur tout poste drone, ballon, sondages et coordinateur.

- **Communication radio**

Au sein des équipes ballons, drones,... pour la synchronisation des opérations



Avions et Drones

avions

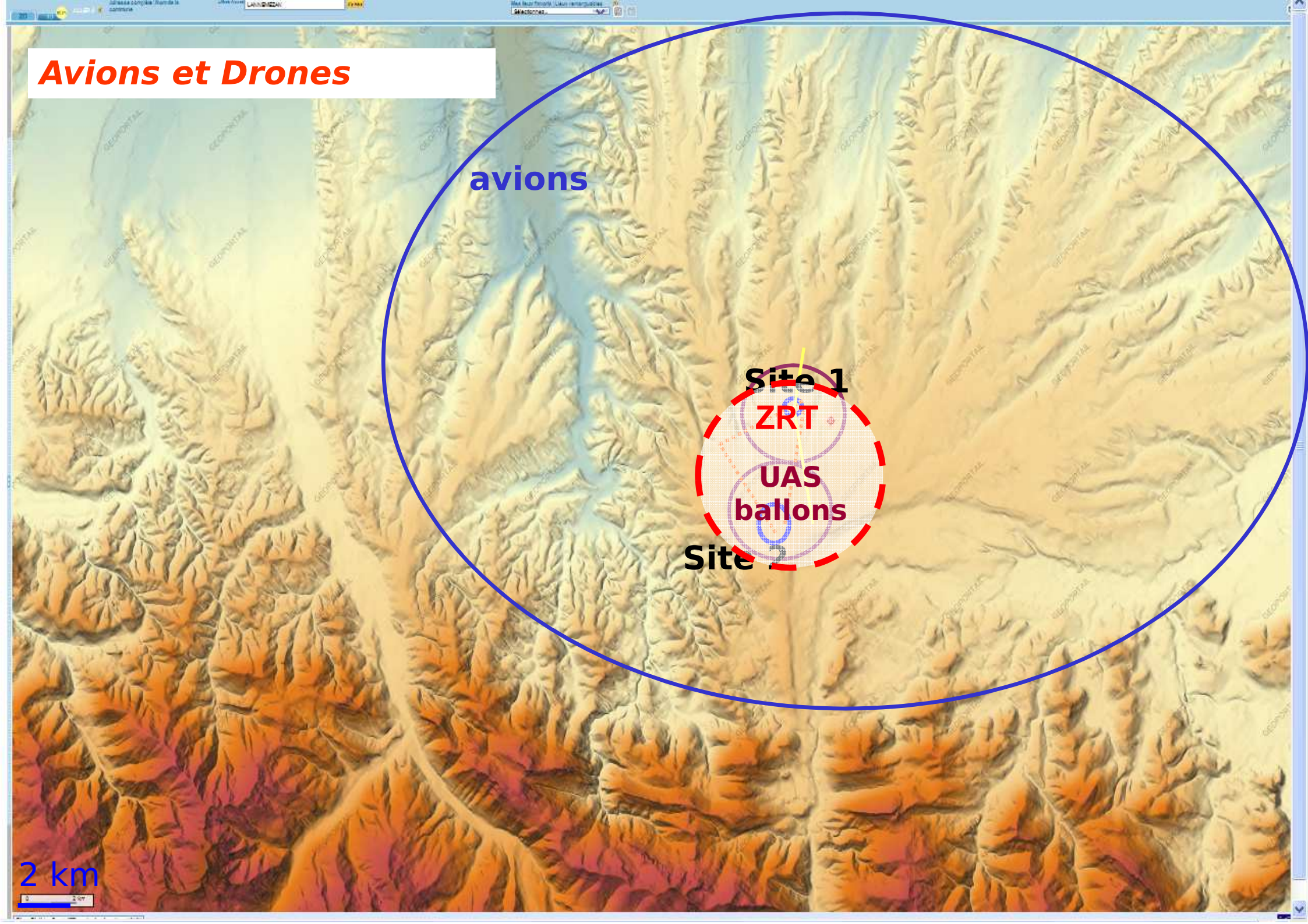
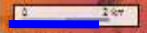
Site 1

ZRT

UAS
ballons

Site 2

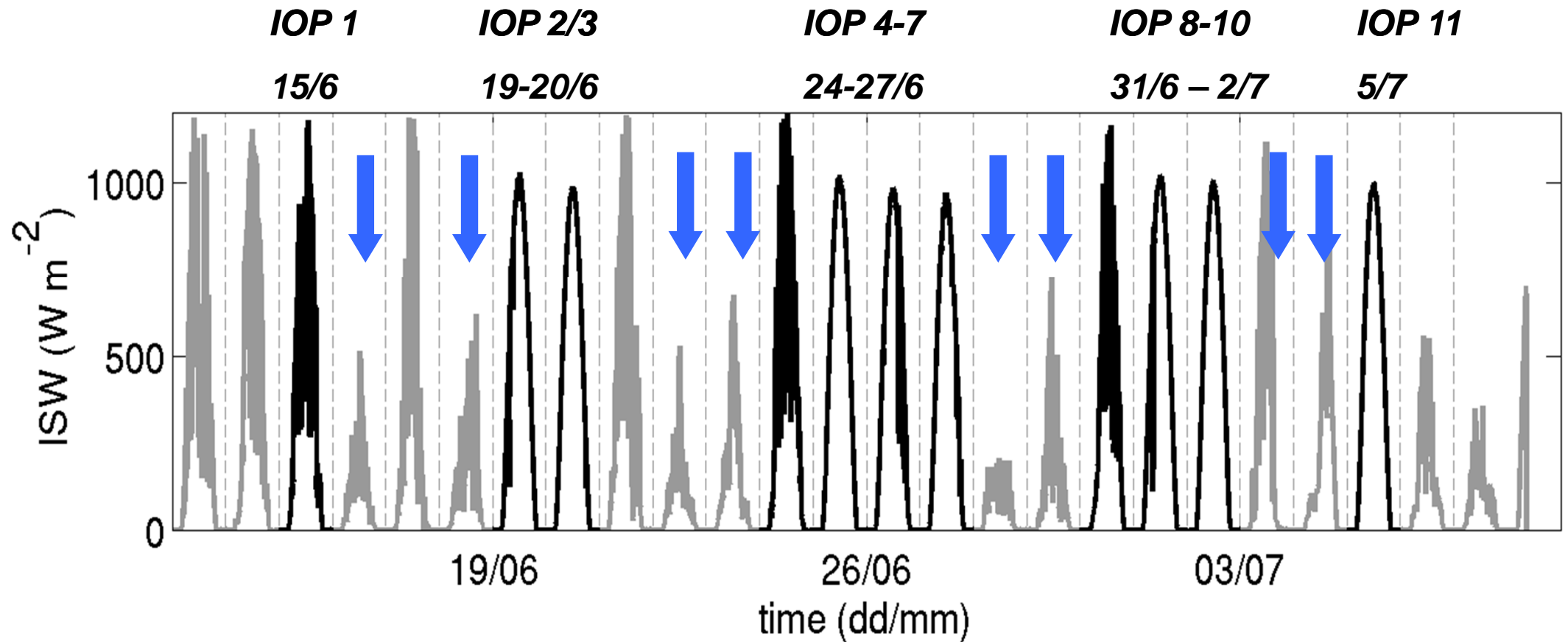
2 km



4. Résultats préliminaires

- *Décroissance de la turbulence*
- *Structure verticale*
- *Hétérogénéité de la surface*

Conditions météorologiques - POIs



Résumé des POIS



		AIRCRAFT				SUMO UAS			RADIO SOUNDINGS		
		Sky Arrow		Piper Aztec		PROF	SURV	TURB	Site 1	Site 2	Site 3
IOP 00	14/06/11	2 FL	2h				1	2	8	1	
IOP 01	15/06/11	2 FL	4h	2FL	3,0h		2	19	7	6	
IOP 02	19/06/11	2 FL	4h	2FL	3,9h	12	13	3	4	8	
IOP 03	20/06/11	3 FL	5h	2FL	4,2h	11	10	2	4	7	
IOP 04	24/06/11	2 FL	4h			10	2		4		
IOP 05	25/06/11	3 FL	4h	3FL	5,2h	11	6	2	4	8	
IOP 06	26/06/11	2 FL	4h	2FL	4,1h	11	8	4	6	6	1
IOP 07	27/06/11			2 FL	2,0h	12	12	11	6	2	2
IOP 08	30/06/11			2 FL	4,5h	12	5		3		
IOP 09	01/07/11			2 FL	4,5h	6	5		7	8	
IOP 10	02/07/11			2 FL	3,6h	9	3		6	8	
IOP 11	05/07/11			3 FL	5,9h	13	1		8	8	3
TOTAL		27		41		107	68	43	67	62	6
TOTAL		68 h				218 FL			135 RS		

Tethered balloon in site 1 (turbulence probe):

~80 hours total

Tethered balloons in site 2 :

~50 hours total for each

M2AV UAS:

9 test flights

15 science flights in second period

MASC:

10 test flights

6 science flights in second period

IOP 0-1 : Post-front conditions – north-westerly flow

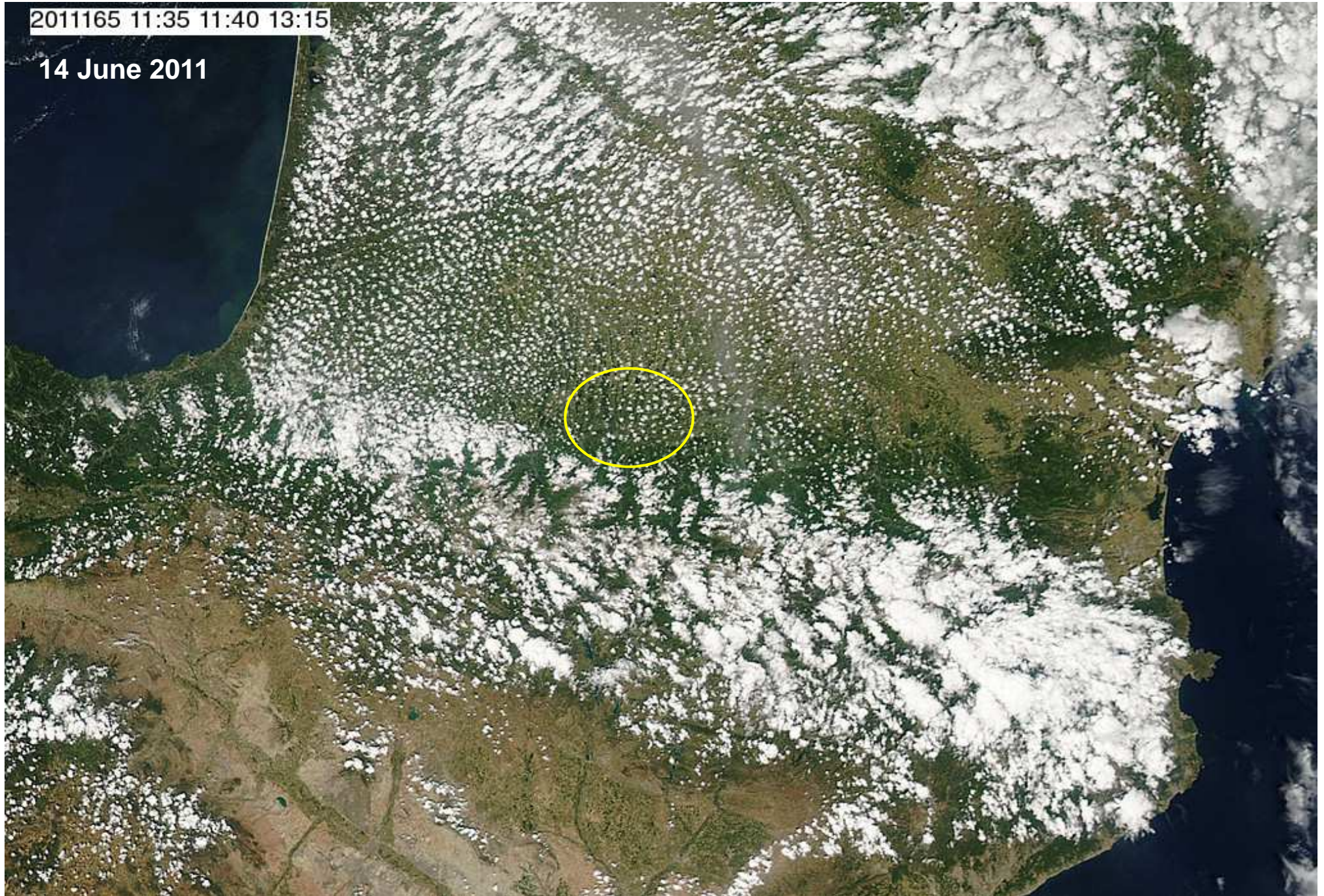
IOP 2-3 : No significant synoptic surface pressure gradient

IOP 4-7 : Drying surface episode with easterly flow over the area – heat wave on IOPs 6-7

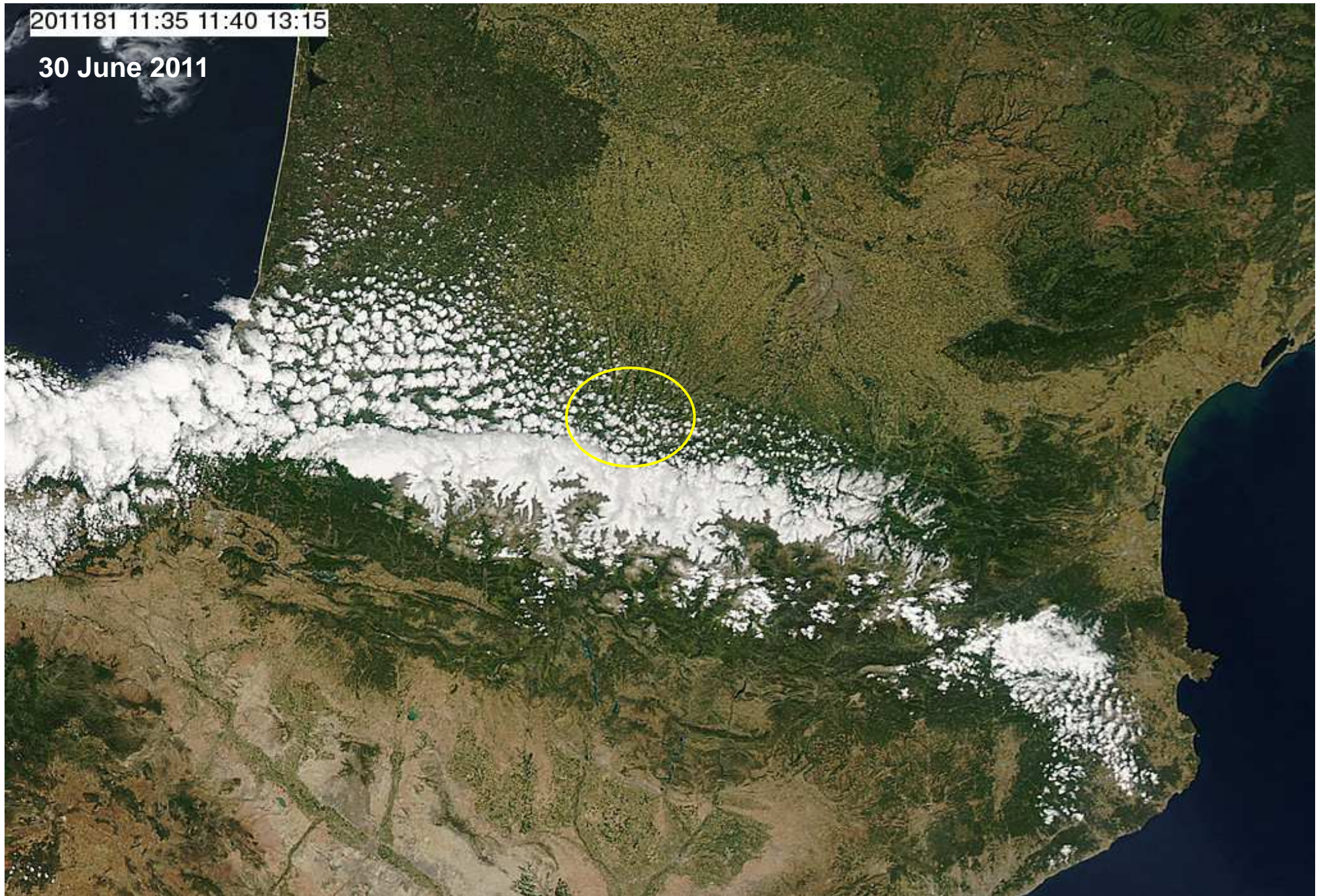
IOP 8-10 : Drying surface episode with synoptic NE at low level

IOP 11 : Weak north synoptic wind – plain-mountain breeze regime

Conditions météorologiques



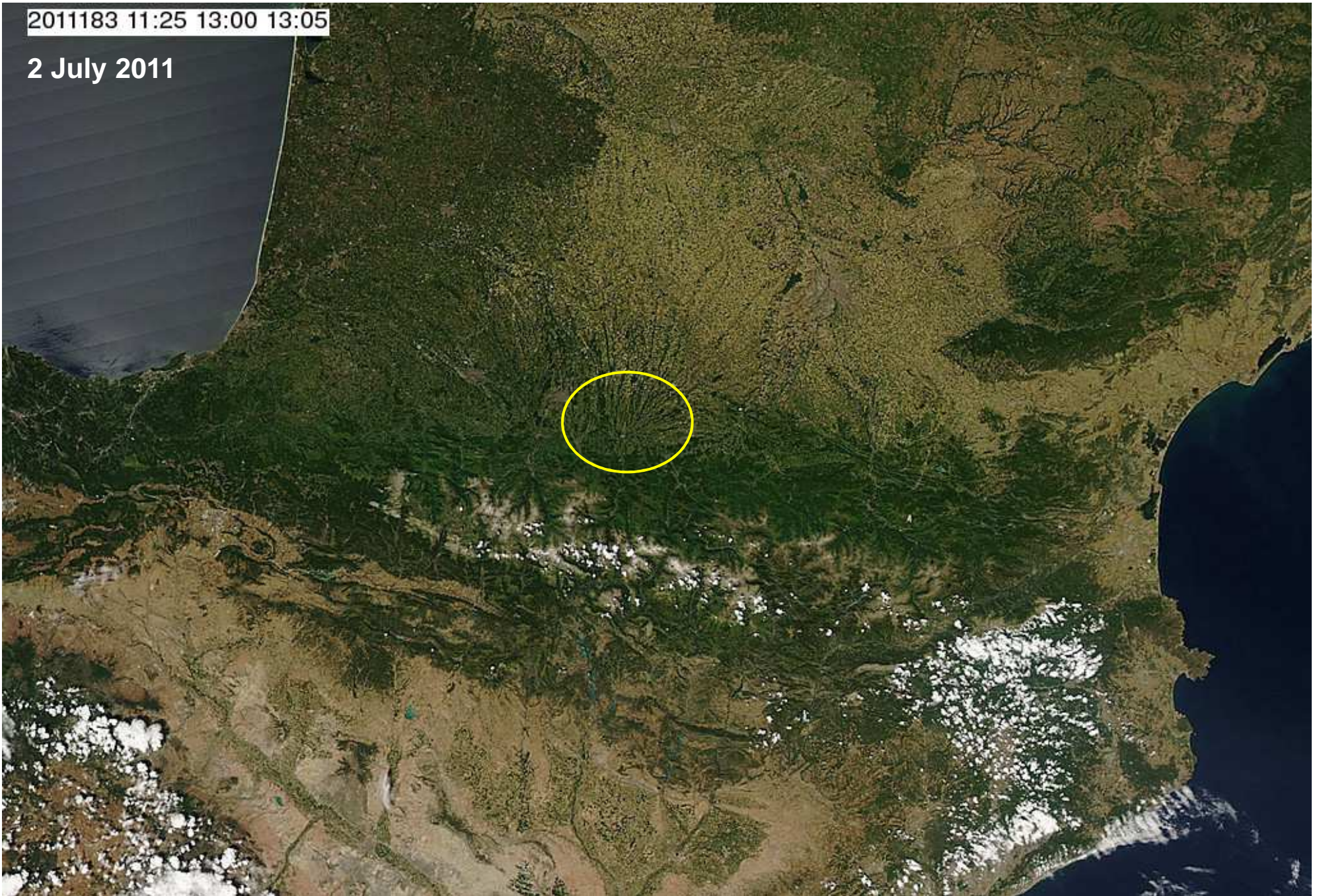
Conditions météorologiques



Conditions météorologiques

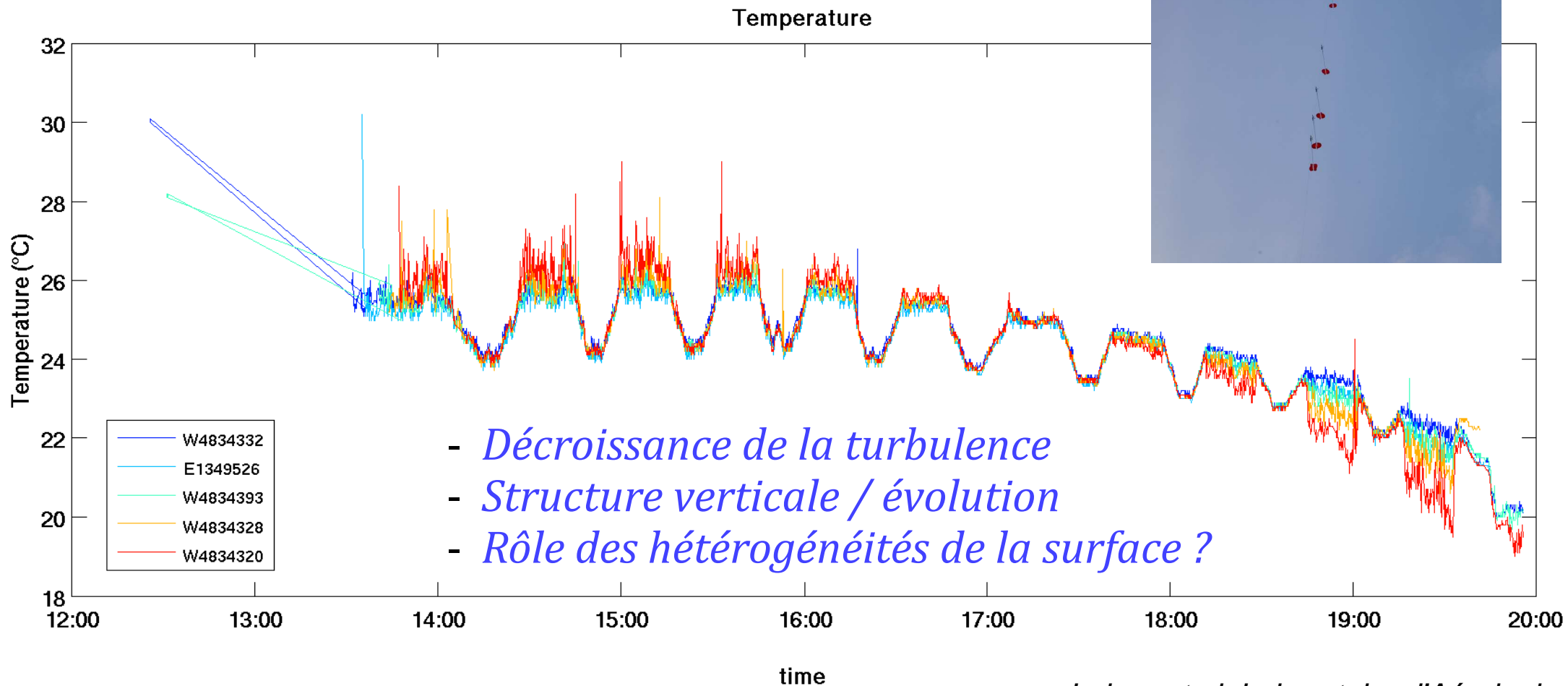
2011183 11:25 13:00 13:05

2 July 2011



Exemples d'observations:

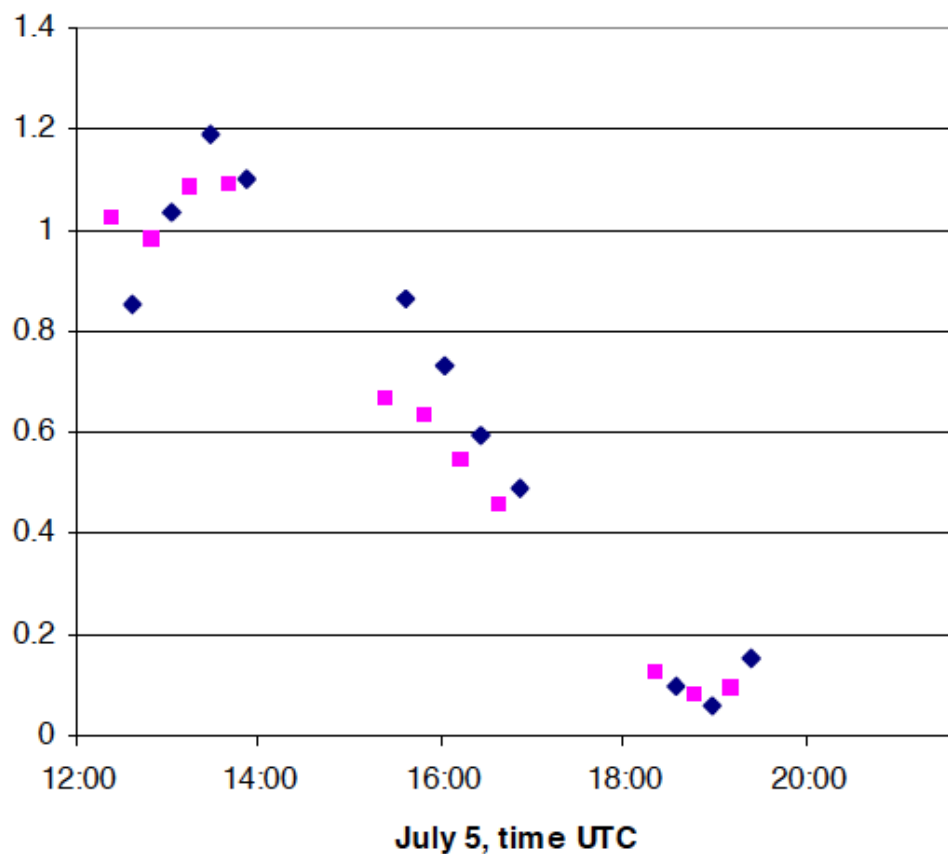
La transition du point de vue des mesures des ballons captifs



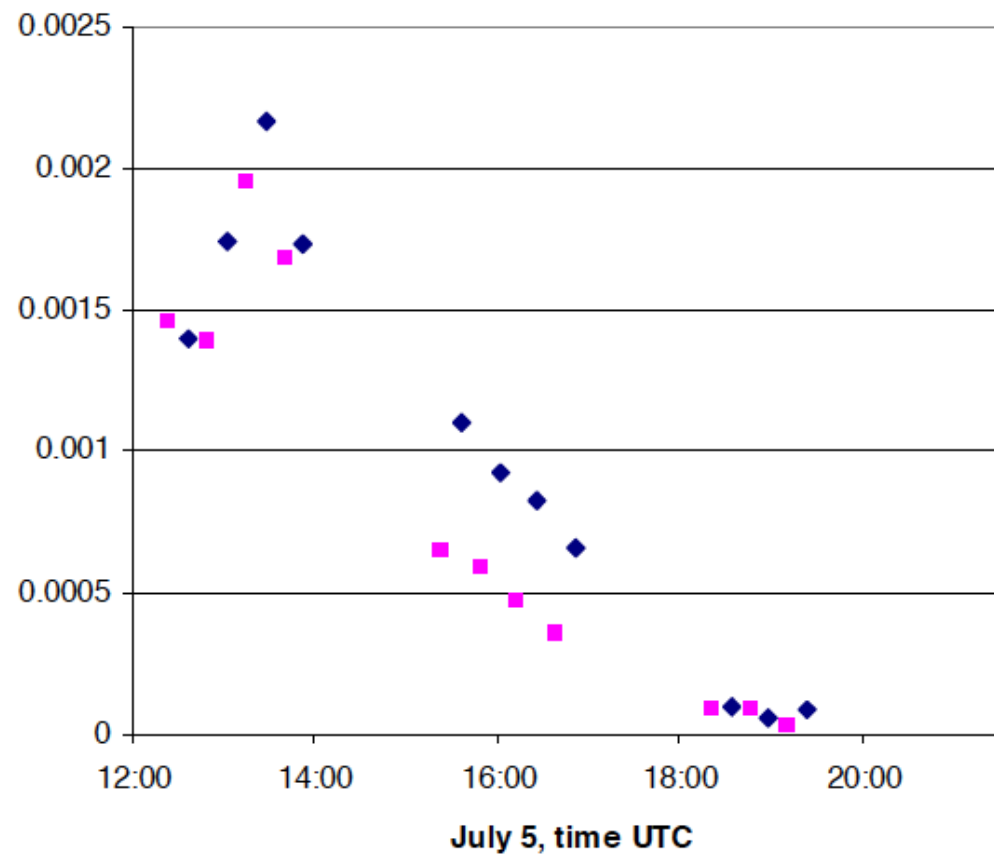
Décroissance de la turbulence

Décroissance de la turbulence 5 juillet 2011, IOP 11

TKE (m^2s^{-2} , blue=lower runs, pink=upper runs)

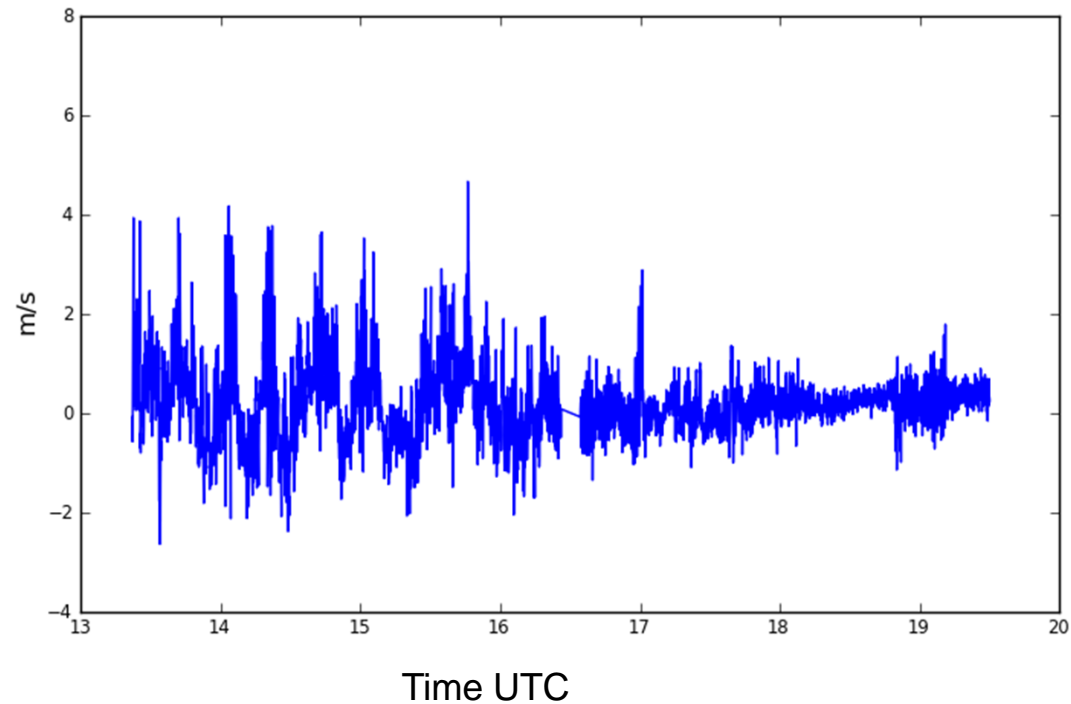


TKE diss. rate (m^2s^{-3} , blue=lower runs, pink=upper runs)

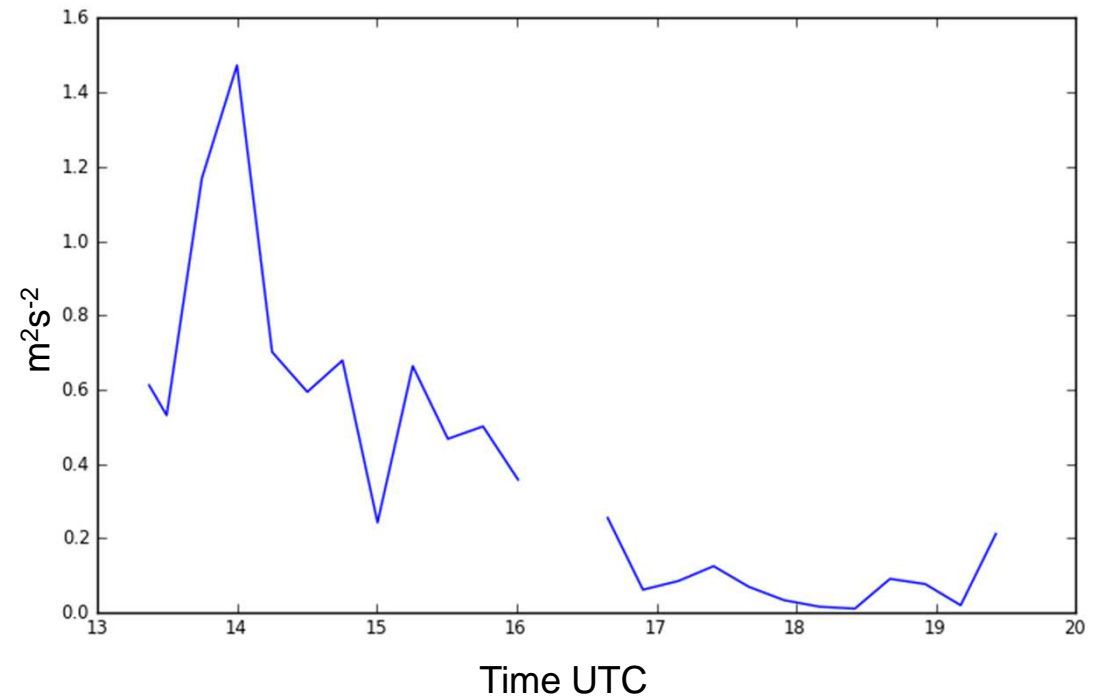


Décroissance de la turbulence
5 juillet 2011, IOP 11
Ballon à 250 m agl

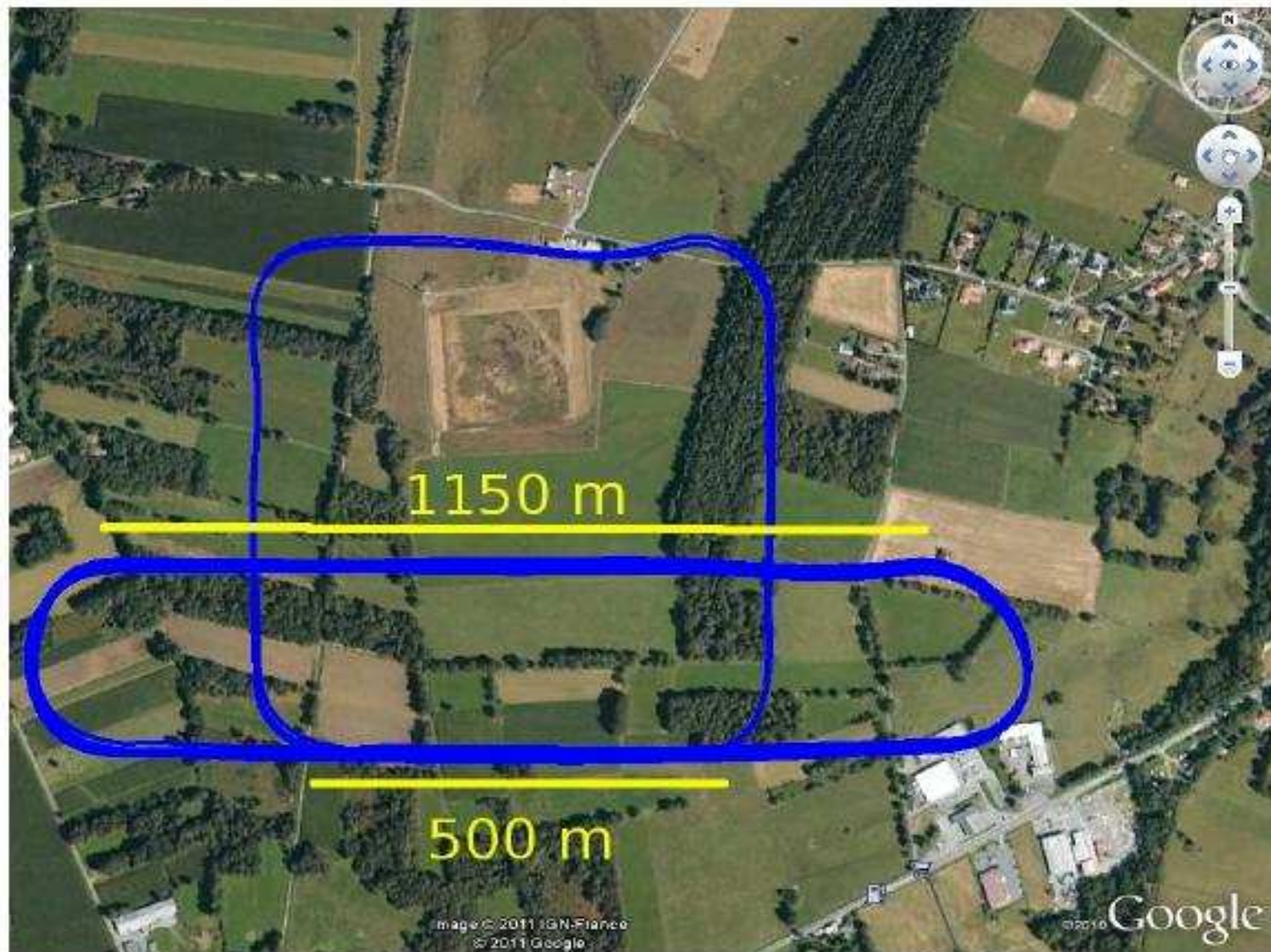
Vitesse verticale de l'air



Variance de la vitesse verticale



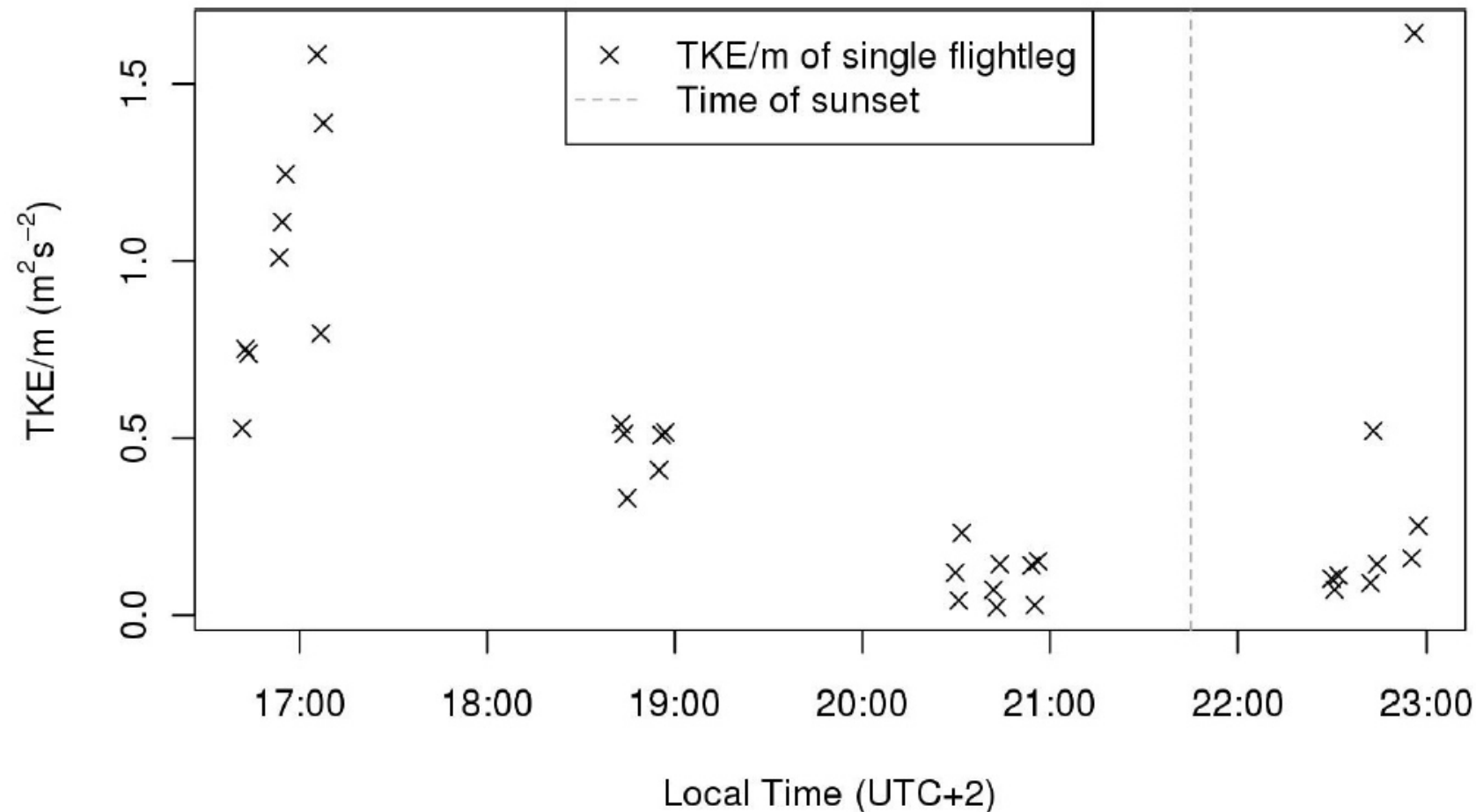
M2AV flight patterns



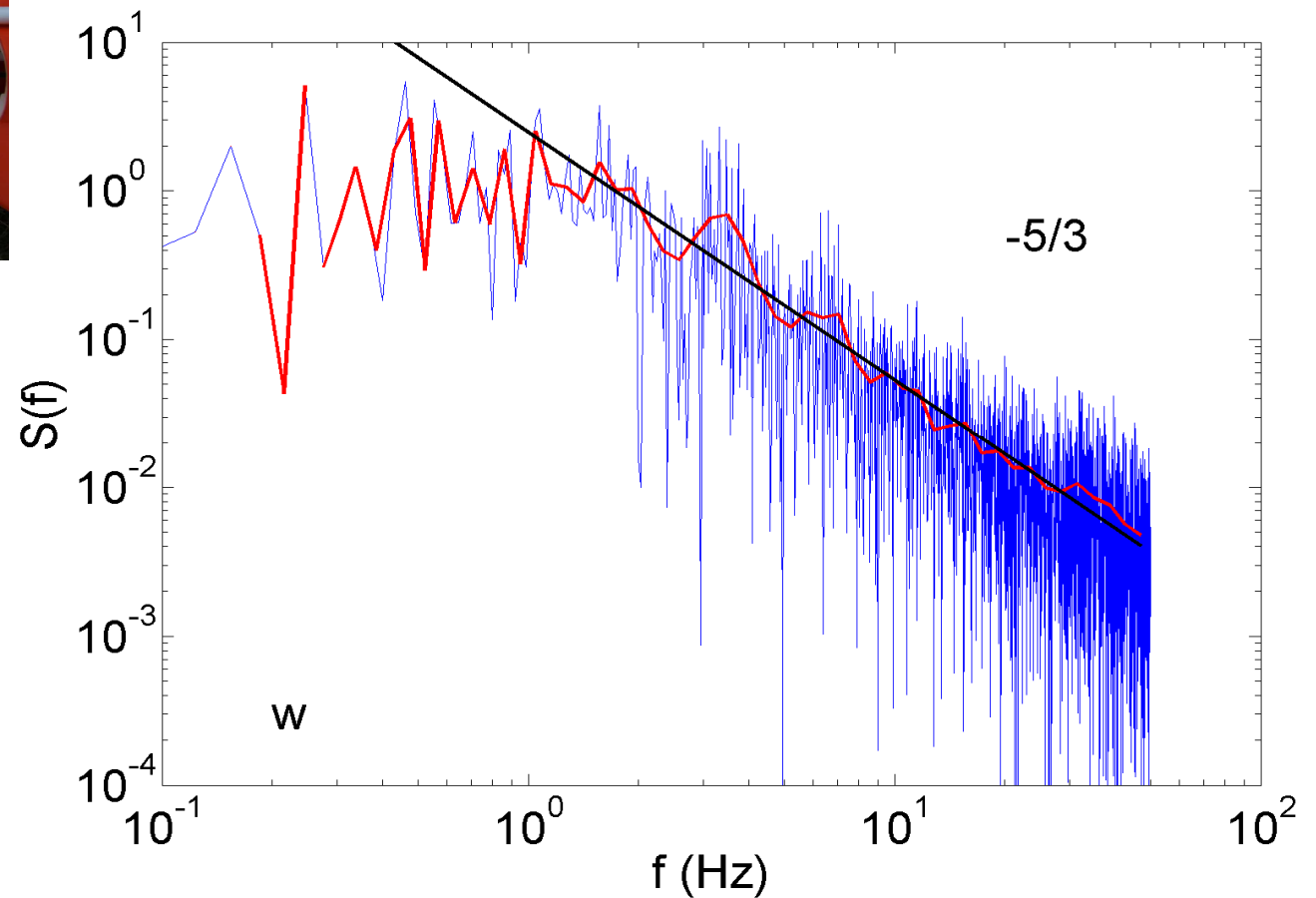
Décroissance de l'énergie cinétique turbulente

2 juillet 2011

Palier à 250 m – 1 km de long



Spectre d'énergie de la vitesse verticale



Structure verticale

Tous les sondages par ballon



	IOP0	IOP1	IOP2	IOP3		IOP4	IOP5	IOP6	IOP7	IOP8	IOP9	IOP10		IOP11			
	14/06/11	15/06/11	19/06/11	20/06/11	21/06/11	24/06/11	25/06/11	26/06/11	27/06/11	30/06/11	01/07/11	02/07/11	03/07/11	04/07/11	05/07/11	06/07/11	
S T A N D A R D	SITE 1:	4h15 5h15 6h15 7h15 8h15 9h30 10h30 11h15	8h15	5h21	5h15	5h09		05h00	5h00	5h03		1h24 7h31	1h54 5h01 4h47		0h21 4h48 7h38	1h16	
			11h15 12h55 14h15	11h15	11h15		11h01	11h00-11h00	11h00	11h01	11h00	11h00	10h57		10h53 13h00*		
			17h15 20h15 23h15	17h50	17h16		17h00 20h18 23h21	17h00	17h00*	17h00*	17h00	16h58 20h01 22h54	16h55 20h27 23h08		15h01* 17h01*	21h07	23h01
				23h16	23h15			23h00	23h00	23h00	23h13	22h54	23h08				
														73 launched on site 1			
	S T A N D A R D	SITE 3:															
										14h00*						13h00* 15h00* 17h00*	
									17h00*	17h00*					6 launched on site 3		
	H F	SITE 2:	14:40	12:55 14:10 15:22	13:00 13:58 14:58 16:16 17:14 18:00 18:58 20:00	12:56 14:02 15:01 16:05 17:09 18:01 19:01			13:00 14:10 15:02 16:00 17:08 18:00 19:00 20:00	12:30 14:08 15:30	14:00* 17:00*		13:00 14:00 15:00 16:28 17:00 18:00 18:59 20:00	12:59 13:59 15:00 16:00 17:00 18:00 19:00 19:57		13:00* 13:58 15:00* 15:57 16:59* 17:59 19:01 19:57	
															62 launched on site 2		

MODEM-LA : 42 soundings
GRAW-UC Davis : 22 soundings
GRAW-Bonn : 15 soundings
VAISALA-GAME : 62 soundings

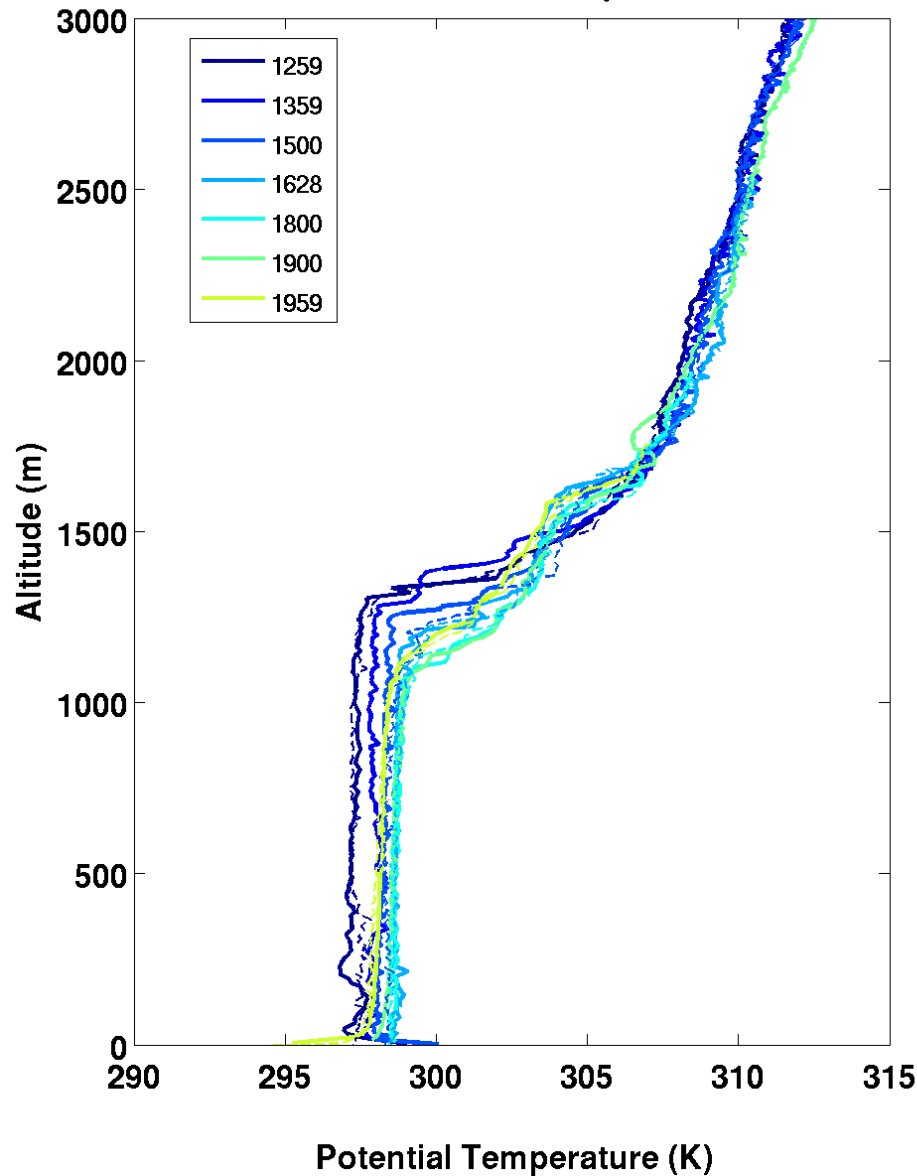
Time indicated is launching time

* three simultaneous launches on sites 1, 2, 3

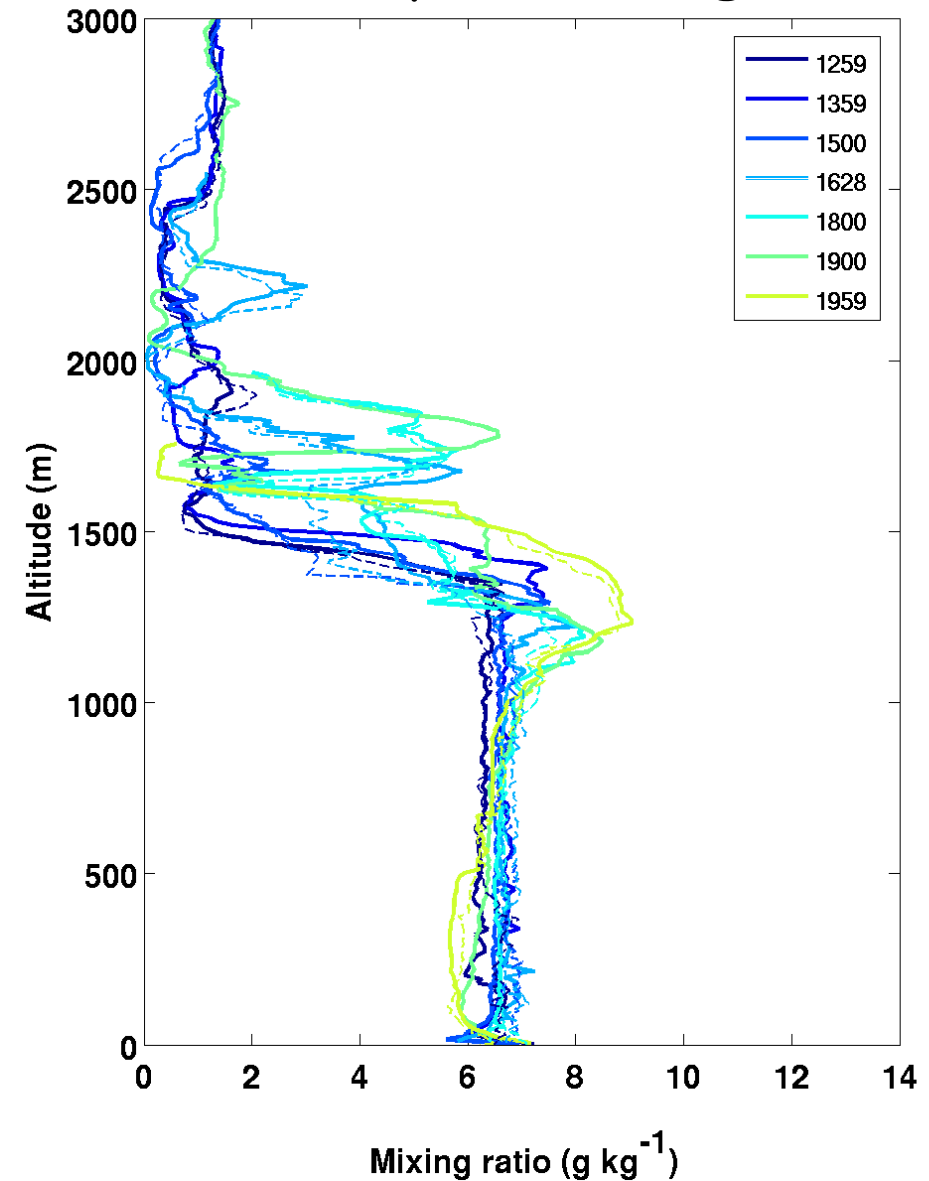
Sondages de la basse troposphère

Cas de la POI 9 - 01.07.2011 / radiosondages fréquents

Potential temperature

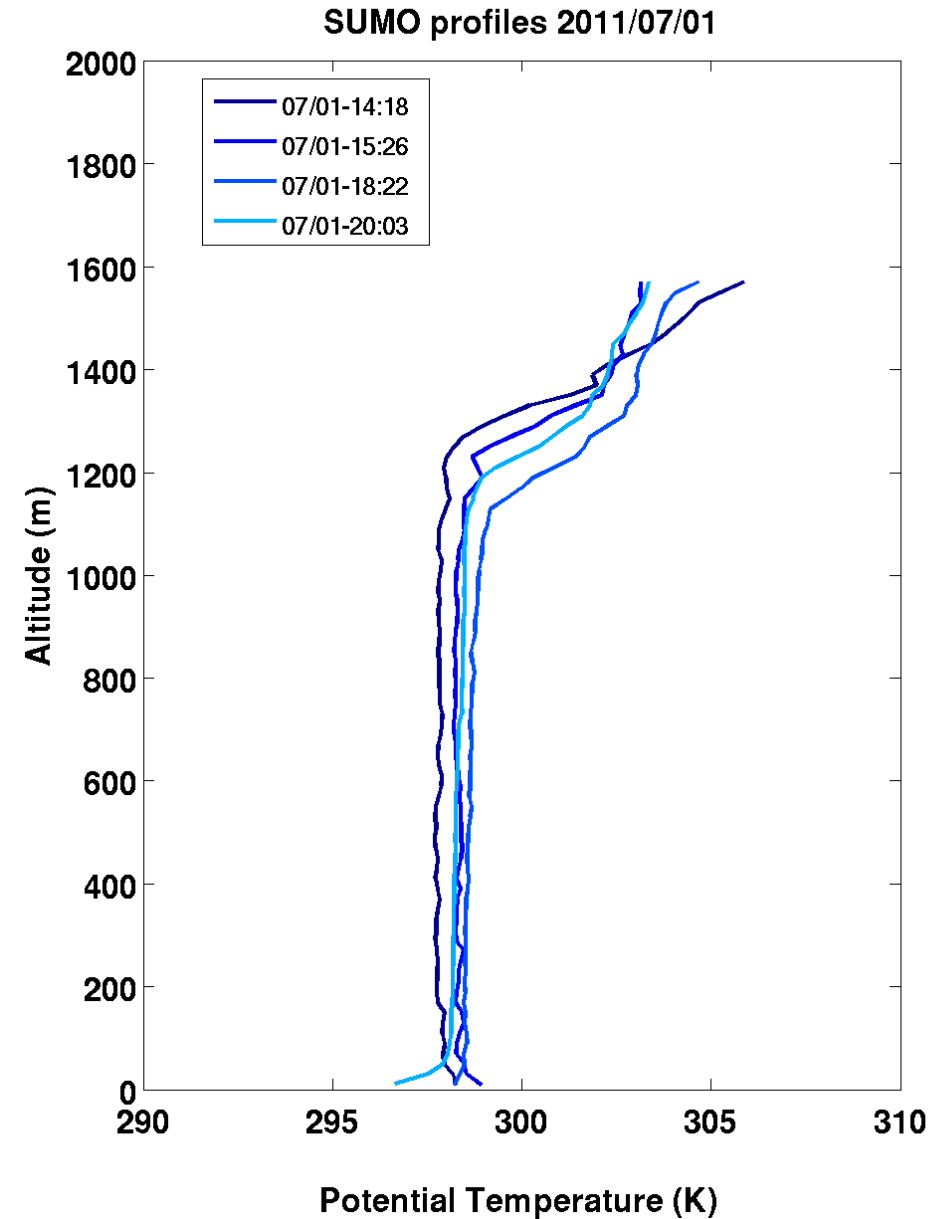
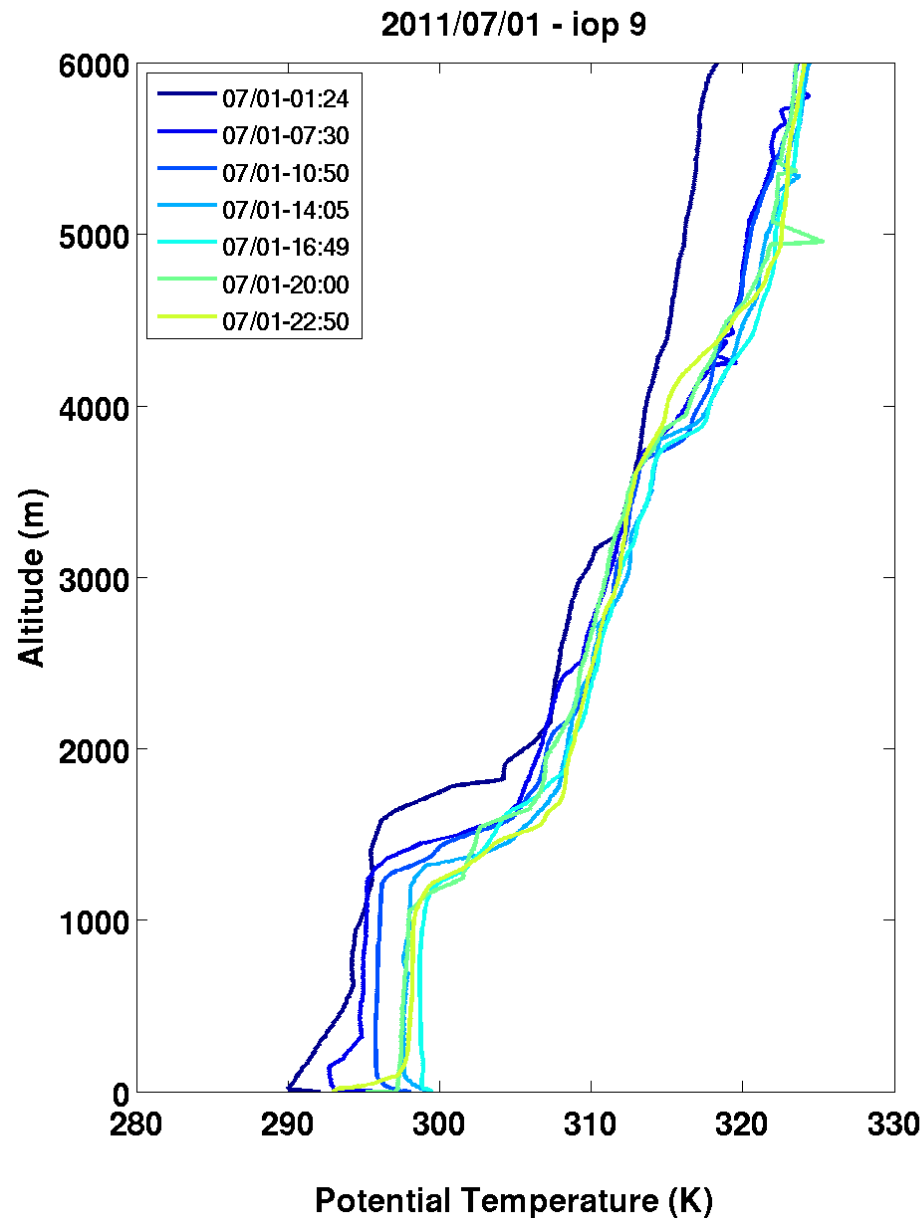


Water vapour mixing ratio



Sondages de la basse troposphère

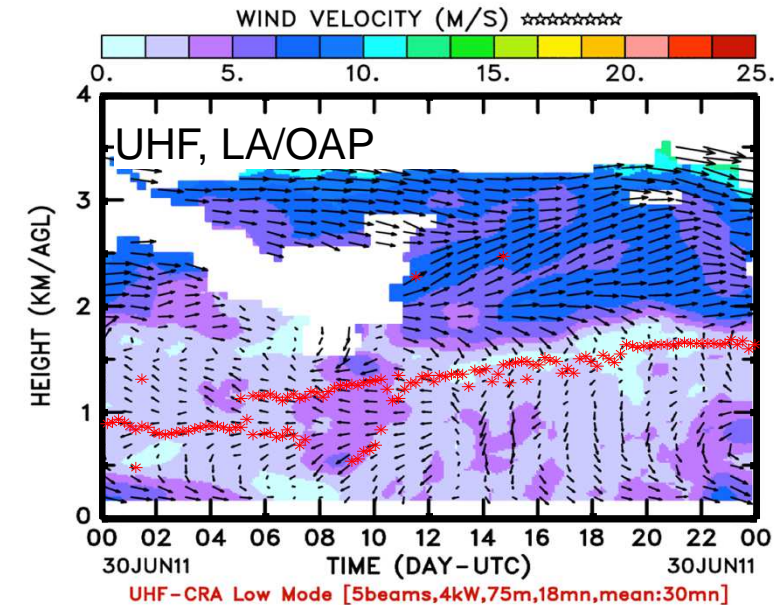
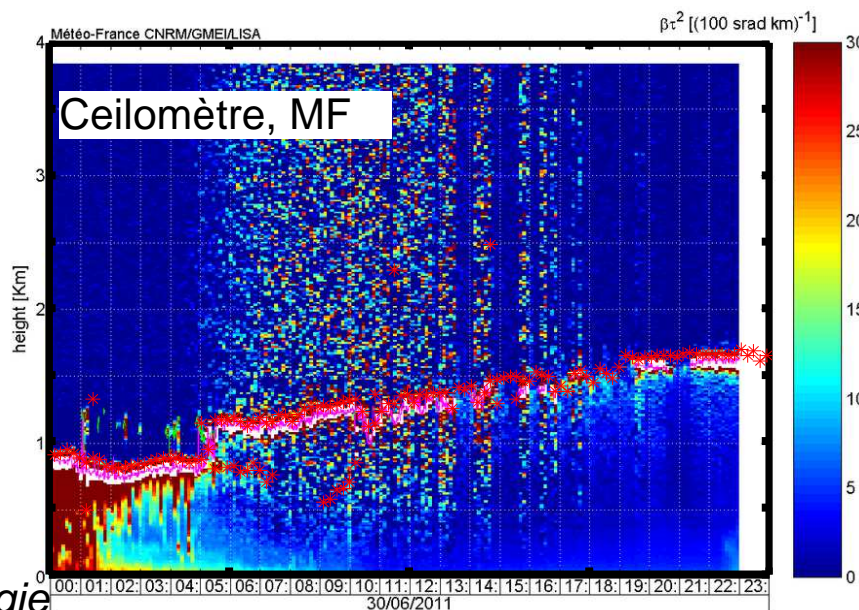
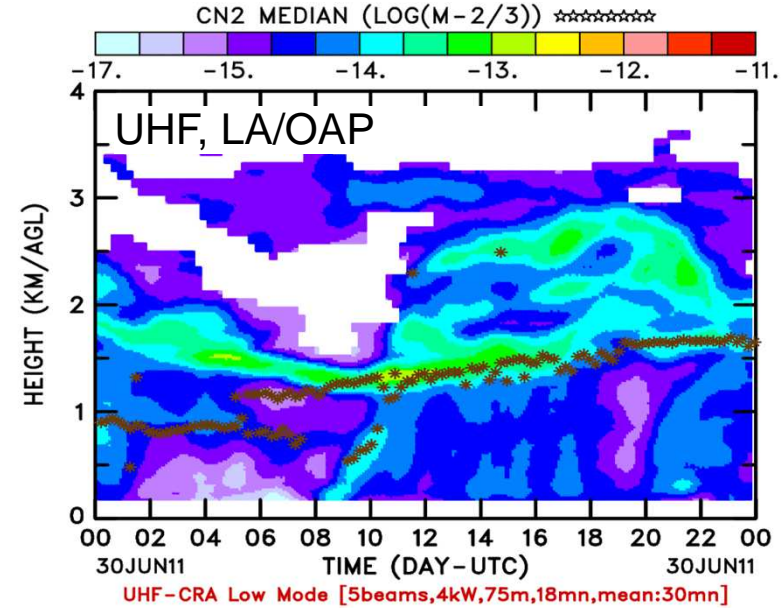
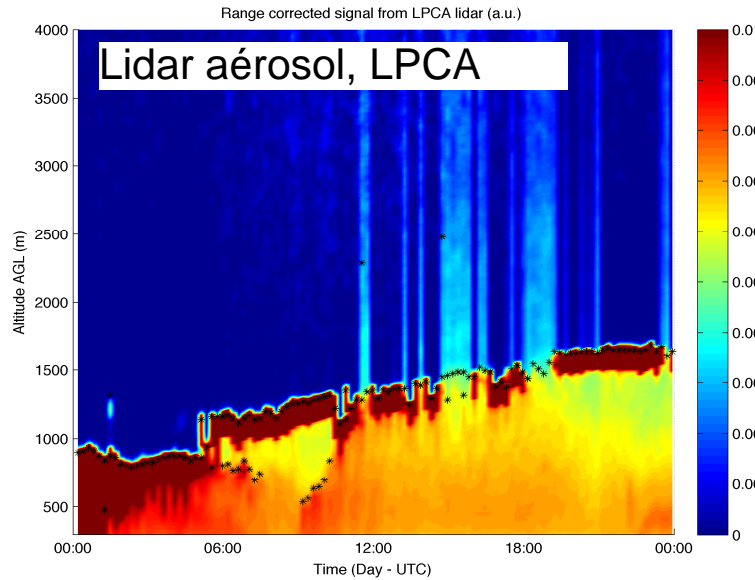
Cas de la POI 9 - 01.07.2011 / RS standard et SUMO



Combinaison des moyens

de télédétection

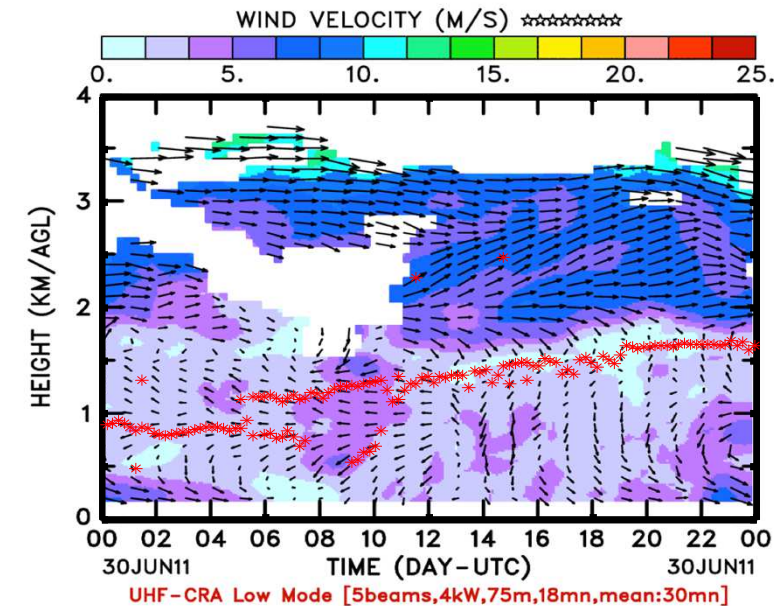
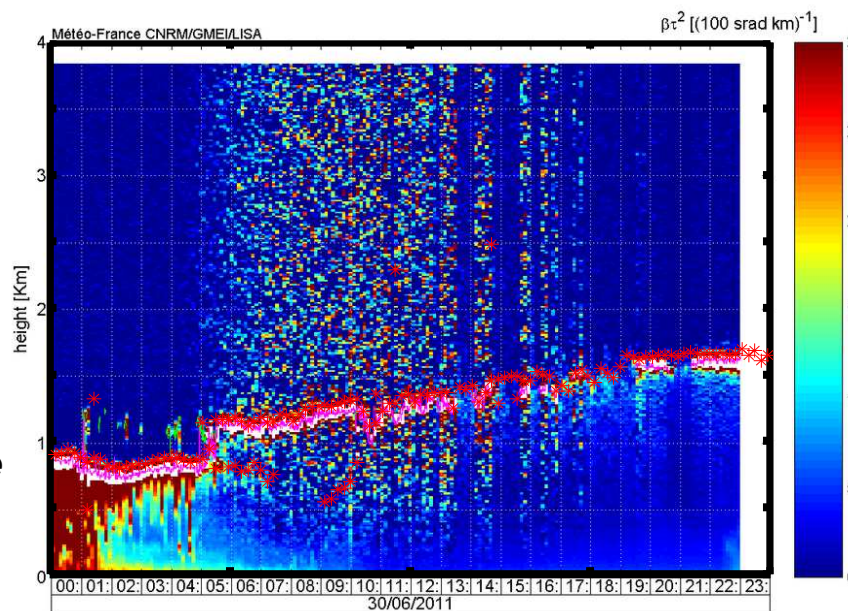
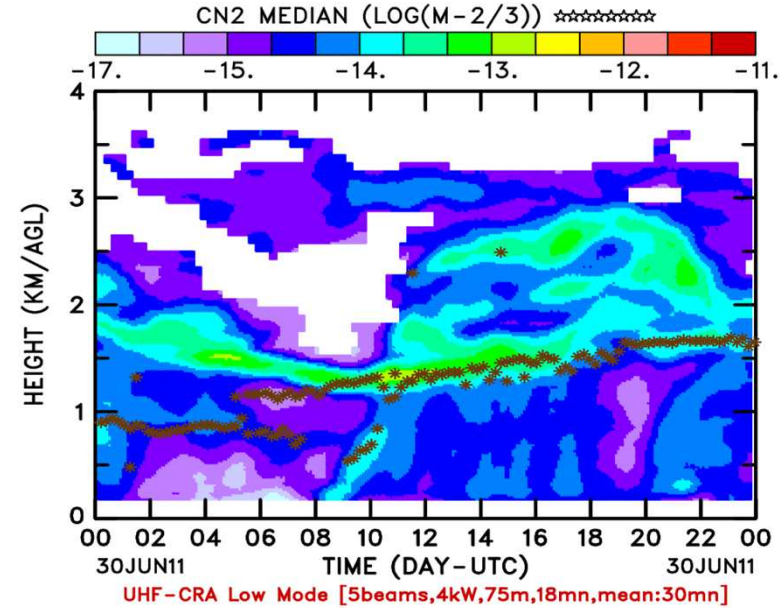
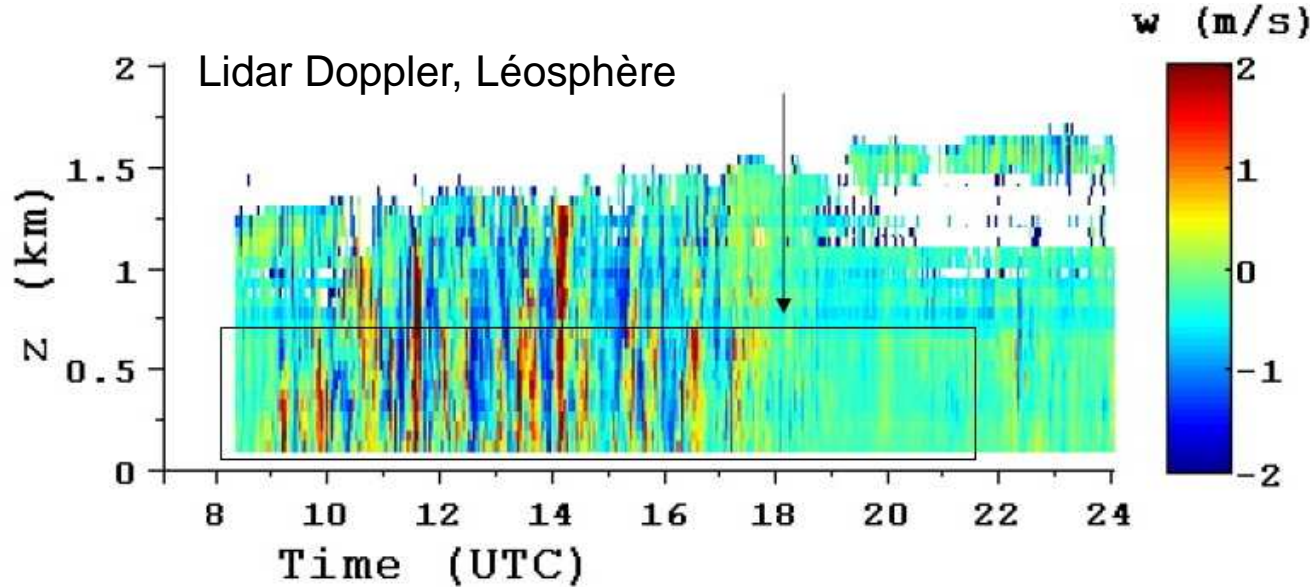
POI 8, 30/06/2011



Combinaison des moyens

de télédétection

POI 8, 30/06/2011

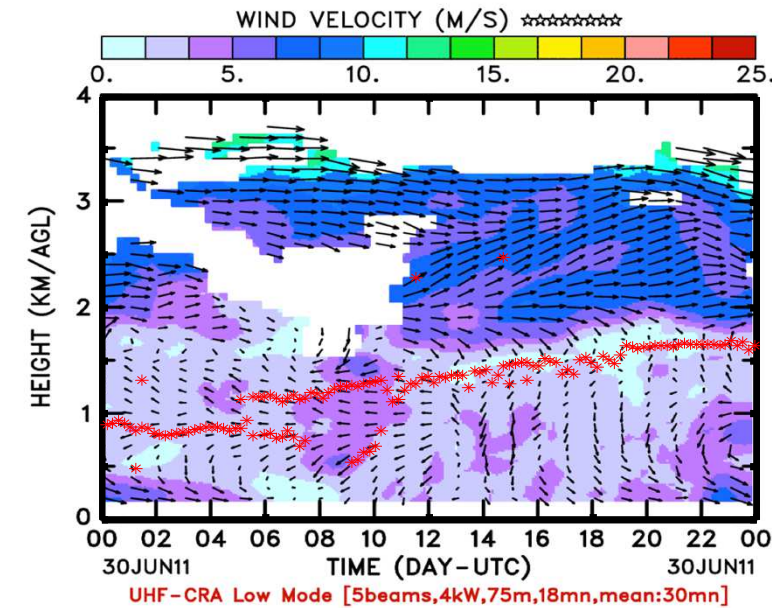
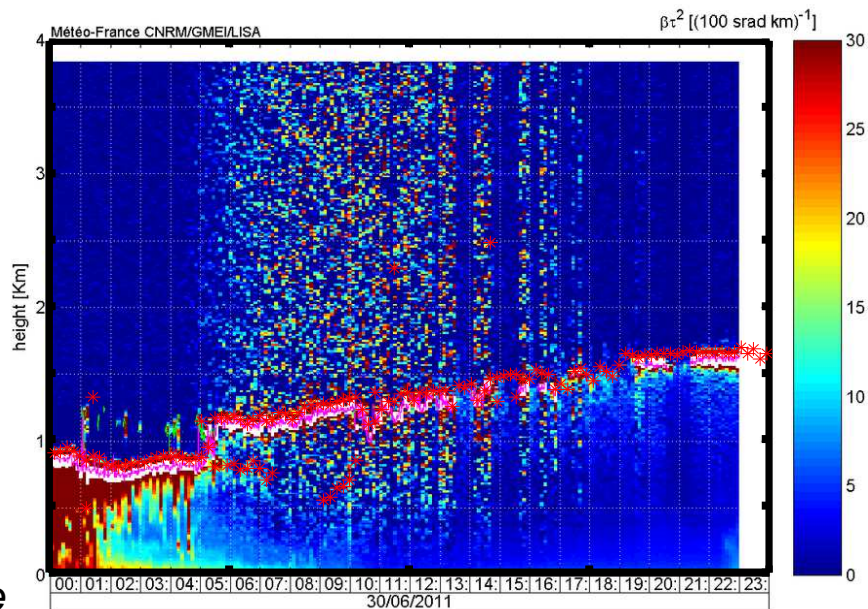
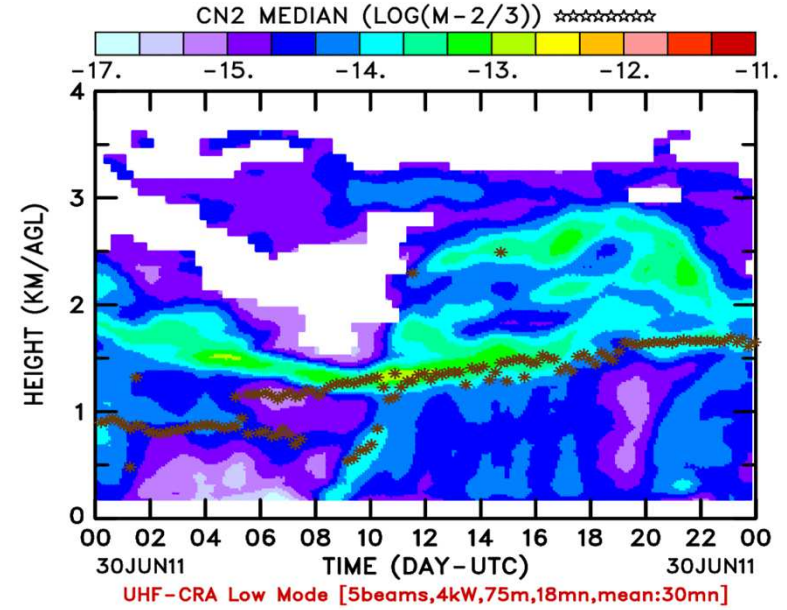
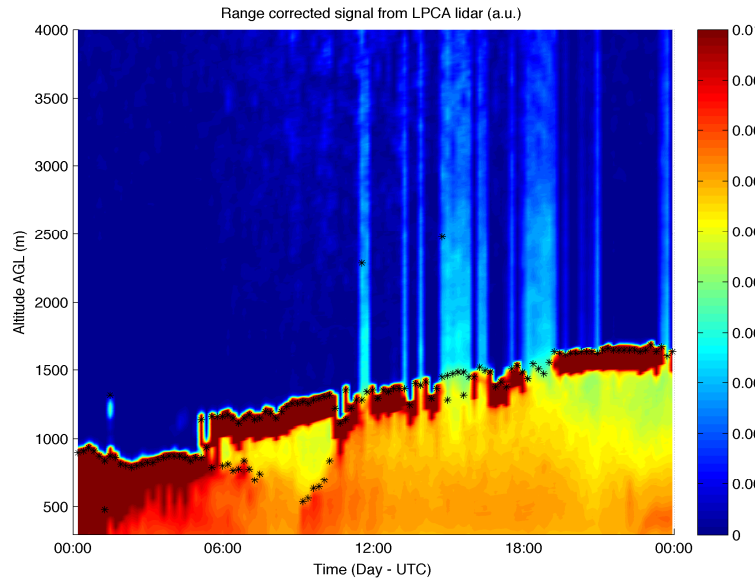
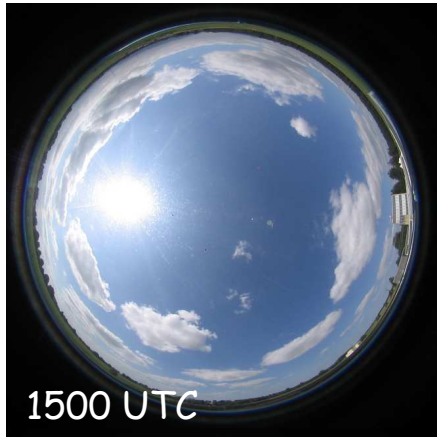


Augustin et al , LPCA
Saïd, Laboratoire d'Aérodynamique
Thobois, Léosphère
Gibert, LMD

Combinaison des moyens

de télédétection

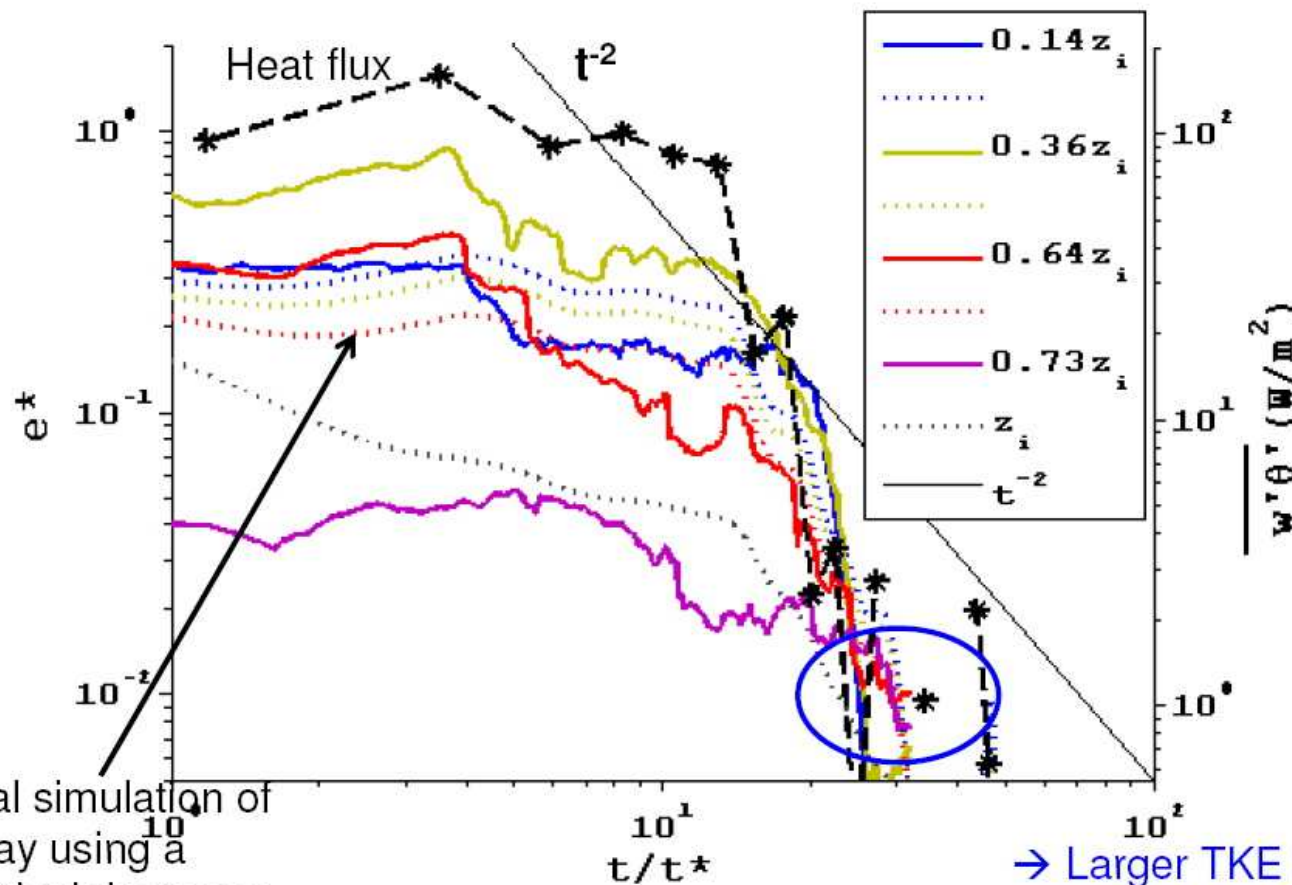
POI 8, 30/06/2011



Décroissance de l'énergie cinétique turbulente

TKE decay – July 02

$z_i=1100\text{m}$, $w^*_0=1.44\text{ m/s}$, $t^*=0.21\text{h}$, $t_0=13\text{h}$ (UTC)

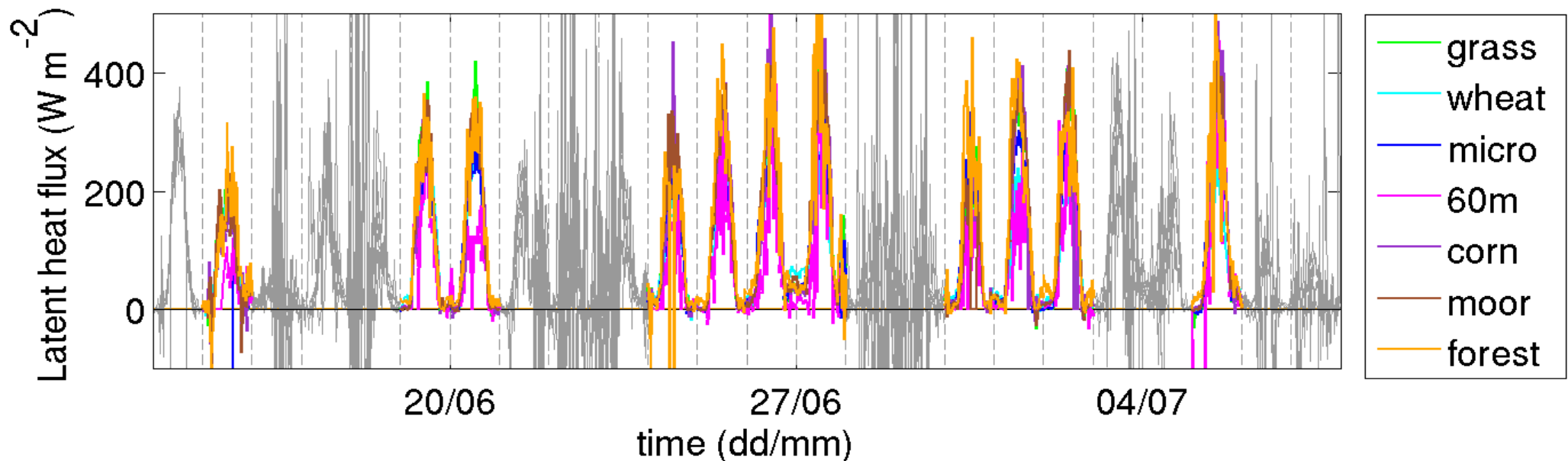
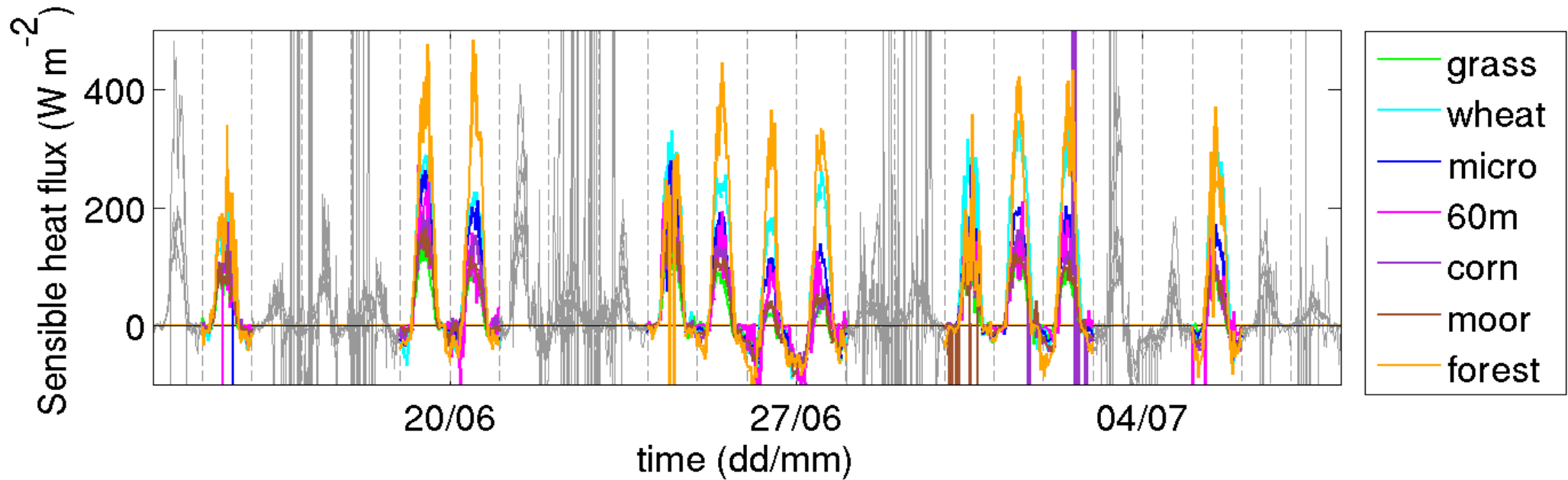


Numerical simulation of TKE decay using a linear vertical decrease of surface heat flux

→ Larger TKE in the middle of the CBL than at the bottom

Rôle de l'hétérogénéité de la surface

Stations de turbulence au sol



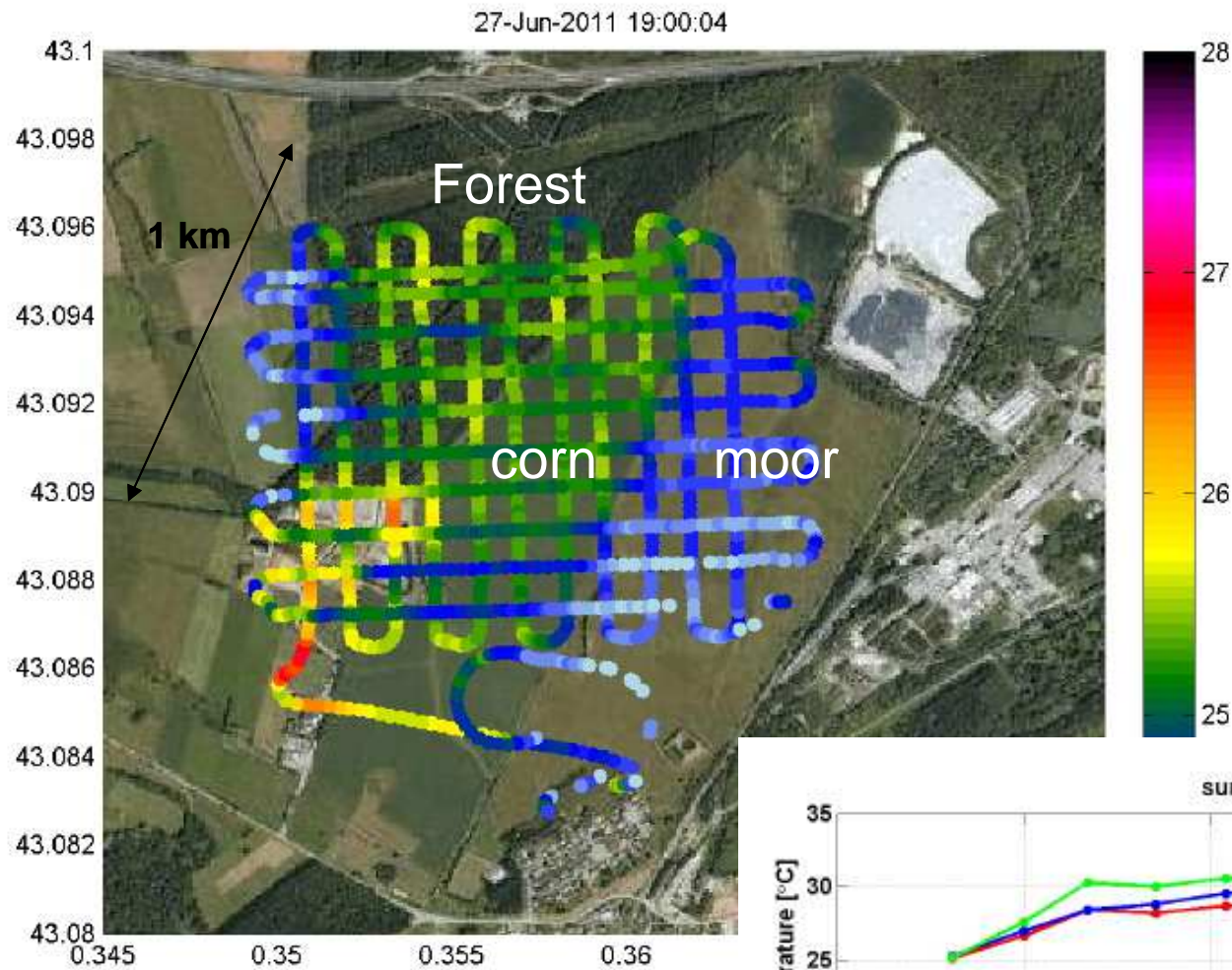
SIRIUS – images haute résolution



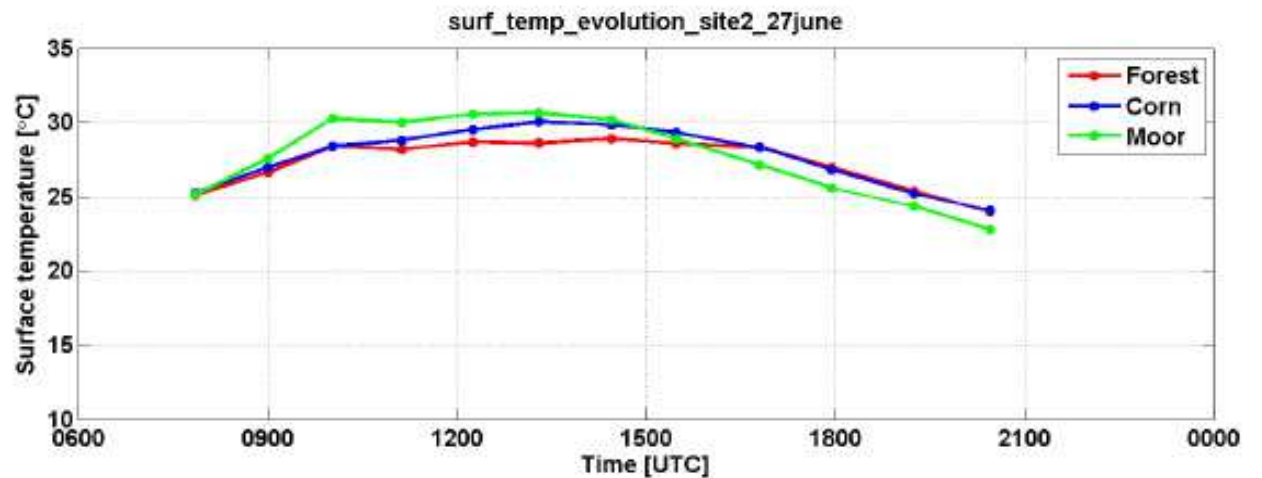
Site 2



Exploration de la température de surface

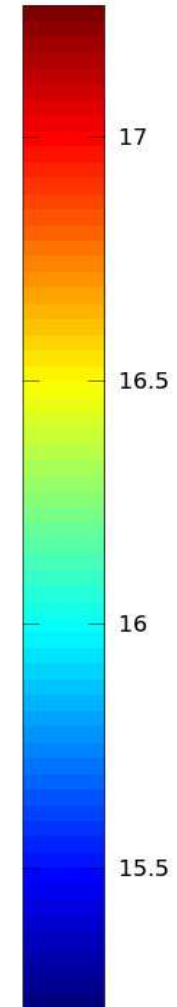


Drone SUMO

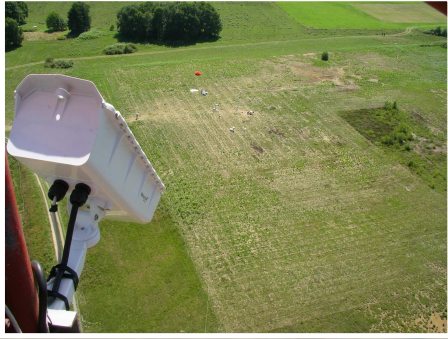


Petites échelles – drone Octocoptère

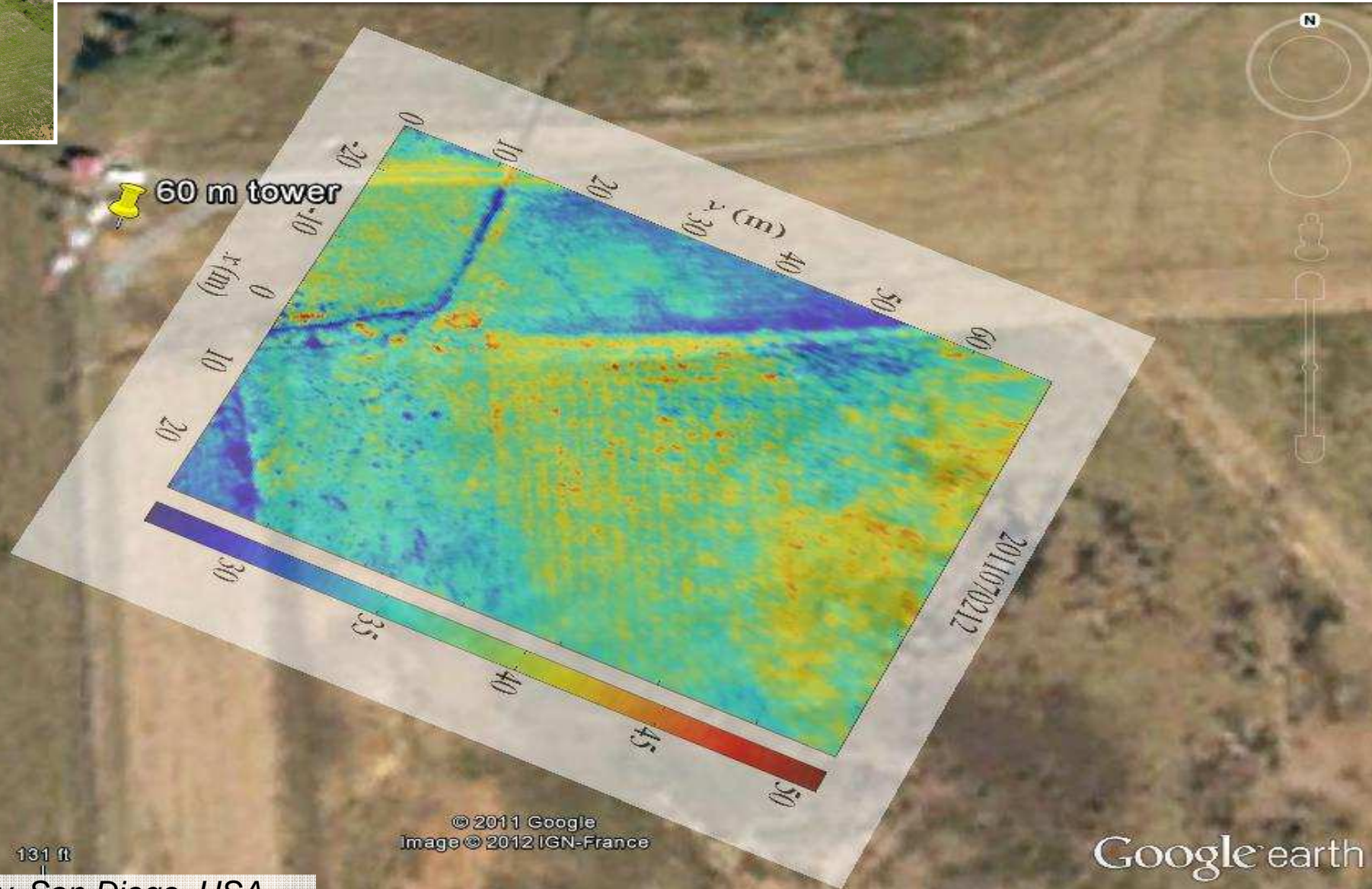
Surface Temperature [°C] 03/07/2011 06:40 UTC



Exploration de la température de surface



Petites échelles – Camera IR



131 ft

Garai and Kleissl, Univ. San Diego, USA

Imagery Date: 12/31/2005 2006

43°07'25.84" N 0°21'47.68" E elev 1976 ft

Eye alt 2573 ft

<http://blast.sedoo.fr>



Merci pour votre attention!

Sirius – Karlsruhe site 1

