

LES PLÉNIÈRES 2006 DU LCPC

Sciences et techniques
du **Génie Civil**

JOURNÉES ACOUSTIQUE

SAINT-BRIEUC - 8 ET 9 JUIN 2006

Classification des paramètres physiques affectant les conditions de propagation à grande distance : Campagne expérimentale de Lannemezan 2005



Laboratoire Central
des Ponts et Chaussées

L'esprit de recherche au cœur des réseaux



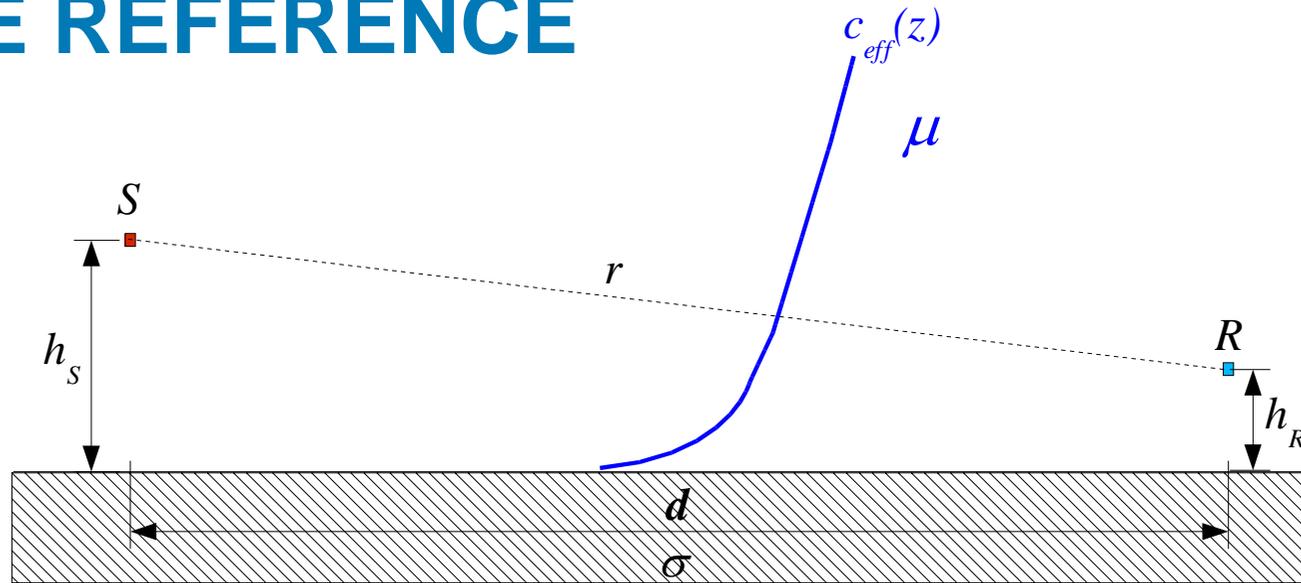
DIRECTION DE L'INNOVATION
ET DE LA RECHERCHE



INTRODUCTION

- Opération de Recherche LCPC 11M041 « Propagation acoustique en milieu complexe »
- Projet en réponse à l'APR "Bruit et Nuisances" du MEDD/PREDIT
 - Étude de la sensibilité des paramètres influents (sol+météo)
 - Fourniture de résultats de référence utilisables par l'ingénierie et les groupes de travail AFNOR/CEN/ISO
- Approche numérique et expérimentale
- Collaborations
 - Partenaires : EDF R&D, LCPC, SNCF, ECL
 - Laboratoires associés : RST (LRPC Blois, Clermont-Ferrand, Lille, Strasbourg) + AEF + EDF Météo
- Fin : Septembre 2006
- Communications : Forum Acusticum 2005, Internoise 2005, CFA06, Euronoise 2006, Internoise 2006, etc.

CAS DE REFERENCE



>> Influence de l'impédance de sol et des conditions micrométéorologiques

$$0.05 \text{ m} < h_S < 50 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} < h_R < 10 \text{ m}$$

$$10 \text{ m} < d < 1000 \text{ m}$$

$$100 \text{ kNsm}^{-4} < \sigma < 30000 \text{ kNsm}^{-4}$$

- Spectres de sources types (BBSG, Corail, etc.)
- Critère : +/- 1 dB(A)

AVANCEMENT DU PROJET

- Volet “Calculs”
 - Discrétisation des paramètres géométriques, de l'impédance de sol. Adaptation du domaine fréquentiel
 - Discrétisation des paramètres météorologiques (réfraction et turbulence) : travail important encore en cours
- Volet “Expérimental” : Lannemezan 2005
 - Préparation et réalisation de la campagne (Juin-Août 2005)
 - Traitement et validation des données acoustiques et météorologiques avant recomposition en périodes de 15 minutes
 - Analyse des données expérimentales et validation des modèles numériques (en cours)



Paris

Mun

Milano

Lannemezan
Htes.-Pyrénées (65)

Lannemezan



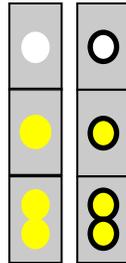
Image © 2005 MDA EarthSat
© 2005 National Geographic Society
Megaflyover Images © 2005 J. Michael Fay

© 2005 Google



Mesures acoustiques

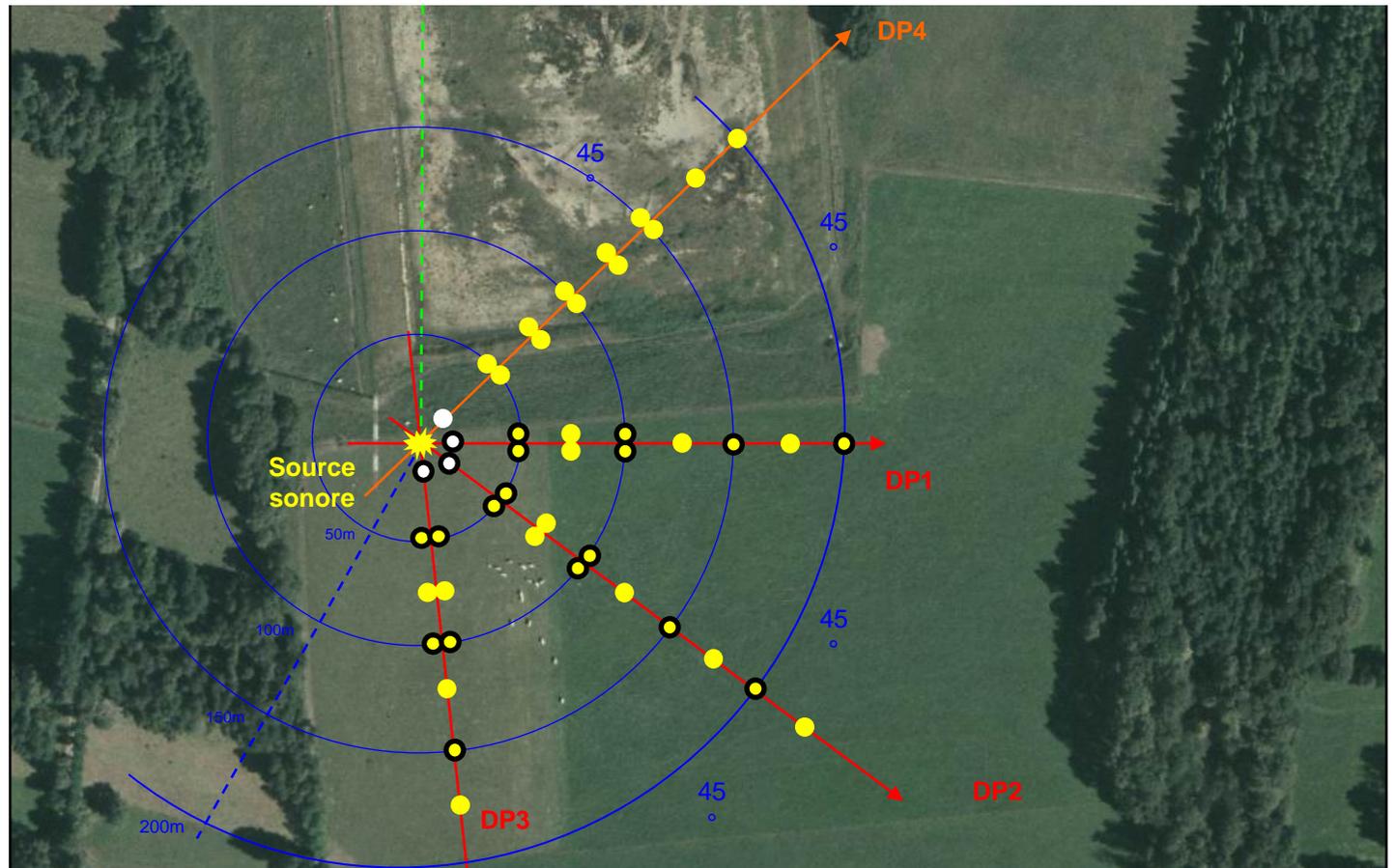
3 sem.
3 mois



Points de mesure acoustique de référence (1 voie \equiv 1 hauteur = 2m)

Points de mesure acoustique (1 voie \equiv 1 hauteur = 2m)

Points de mesure acoustique (2 voies \equiv 2 hauteur = 2/4m)



MESURES ACOUSTIQUES

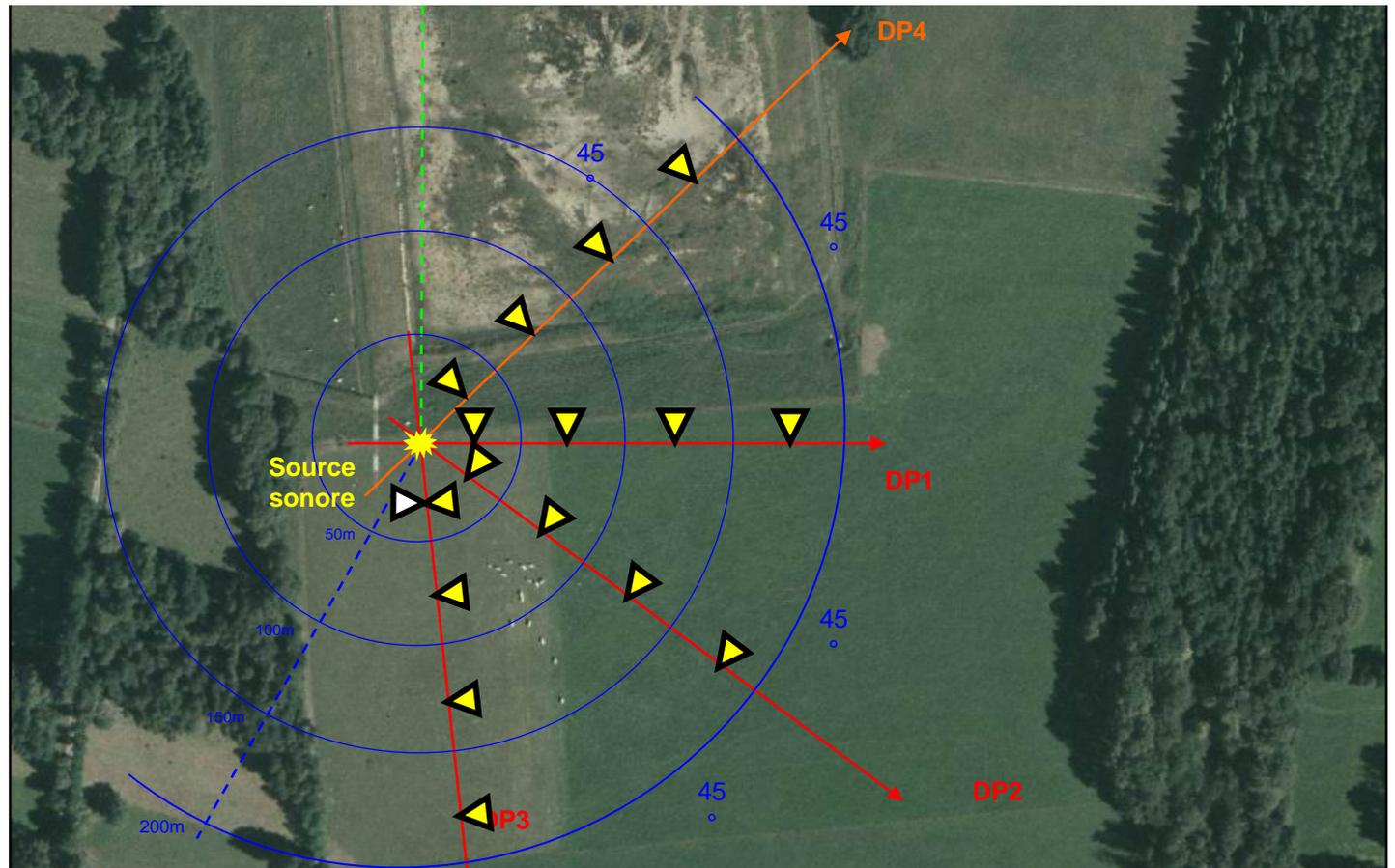
- L_{eq} 1 seconde – 1/3 Octave (50 Hz/5000Hz)
- Surveillance audio continue (sur seuil) en 1 point
- Matériel
 - Source(s) : B&K omnidirectionnelle ($L_w=108$ dB(A))
 - Microphones : B&K, 01dB
 - Systèmes d'acquisition : SALTO, PULSE (19 voies), SYMPHONIE, PAK (16 voies), SIP95TR, 2260, 2250

Mesures d'impédance



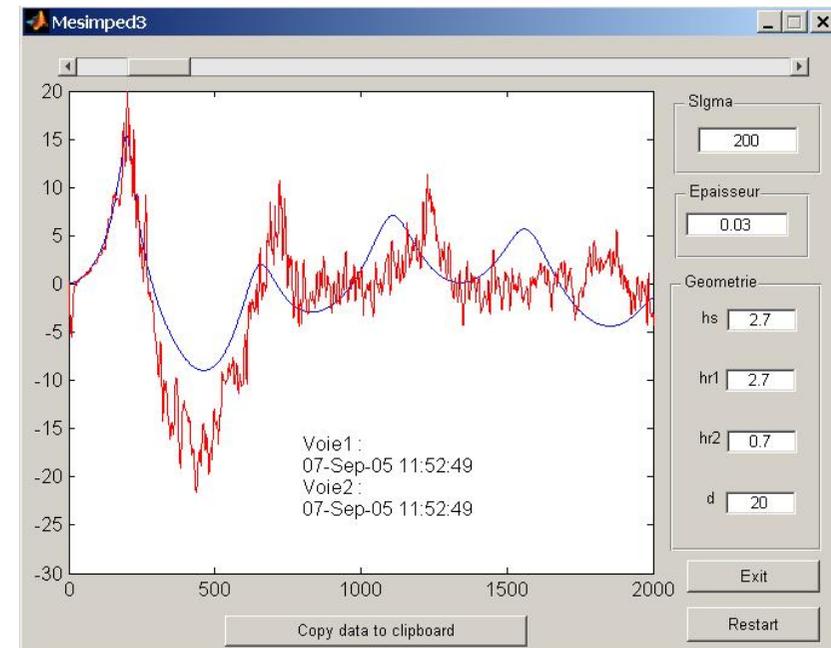
1 Point fixe de mesure impédance (suivi temporel)

Points de mesure impédance mobiles (suivi spatial)



MESURES D'IMPEDANCE

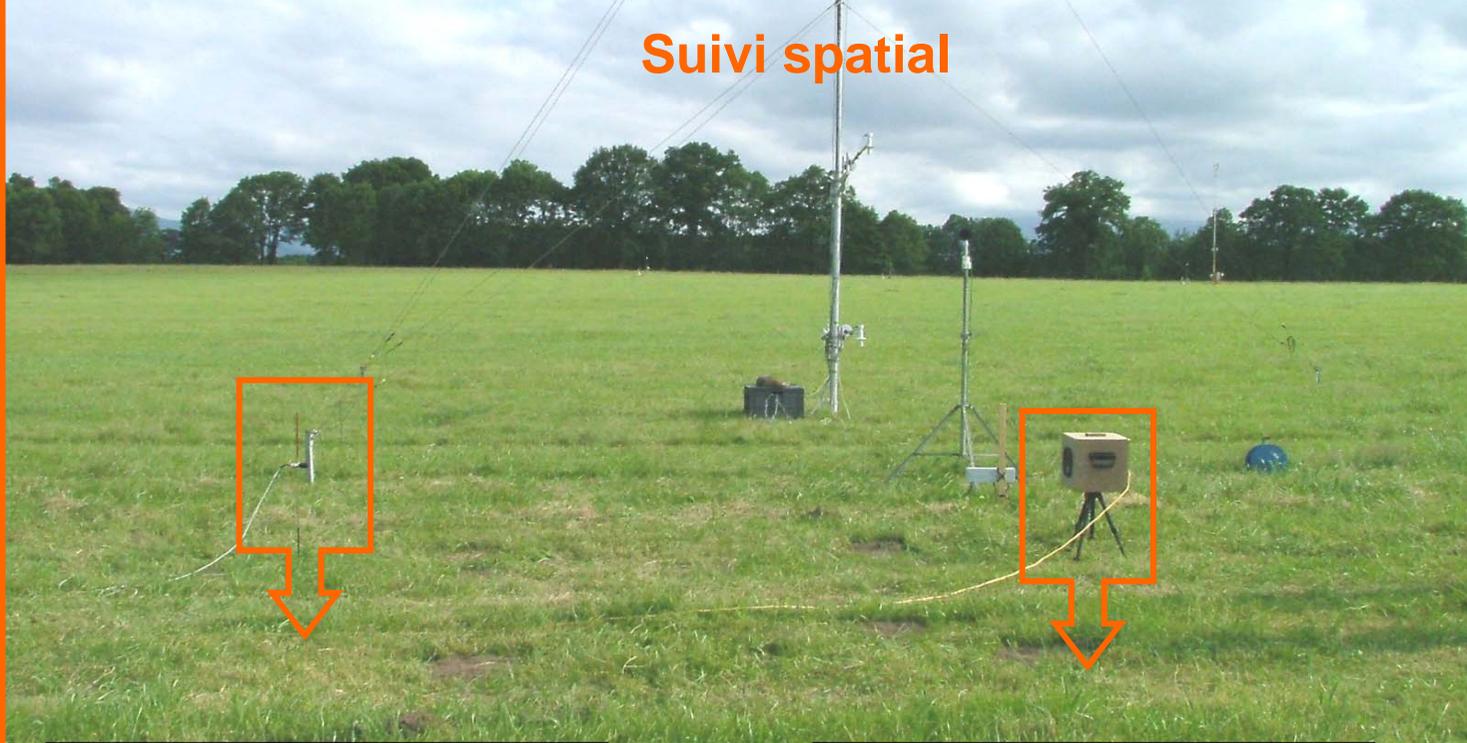
- Deux méthodes de mesure
 - Enregistrement audio 2 voies toutes les 4 heures (point fixe)
 - Mesures avec source dédiée + 2 micros (mesures en différents points réalisées fréquemment)
- Principe : trouver la valeur de la résistance spécifique au passage de l'air σ qui permet d'ajuster « au mieux » la différence de niveau entre les deux microphones



Suivi temporel



Suivi spatial



Mesures météo

3 mois



Mât T/DV/VV (1, 3, 10m)

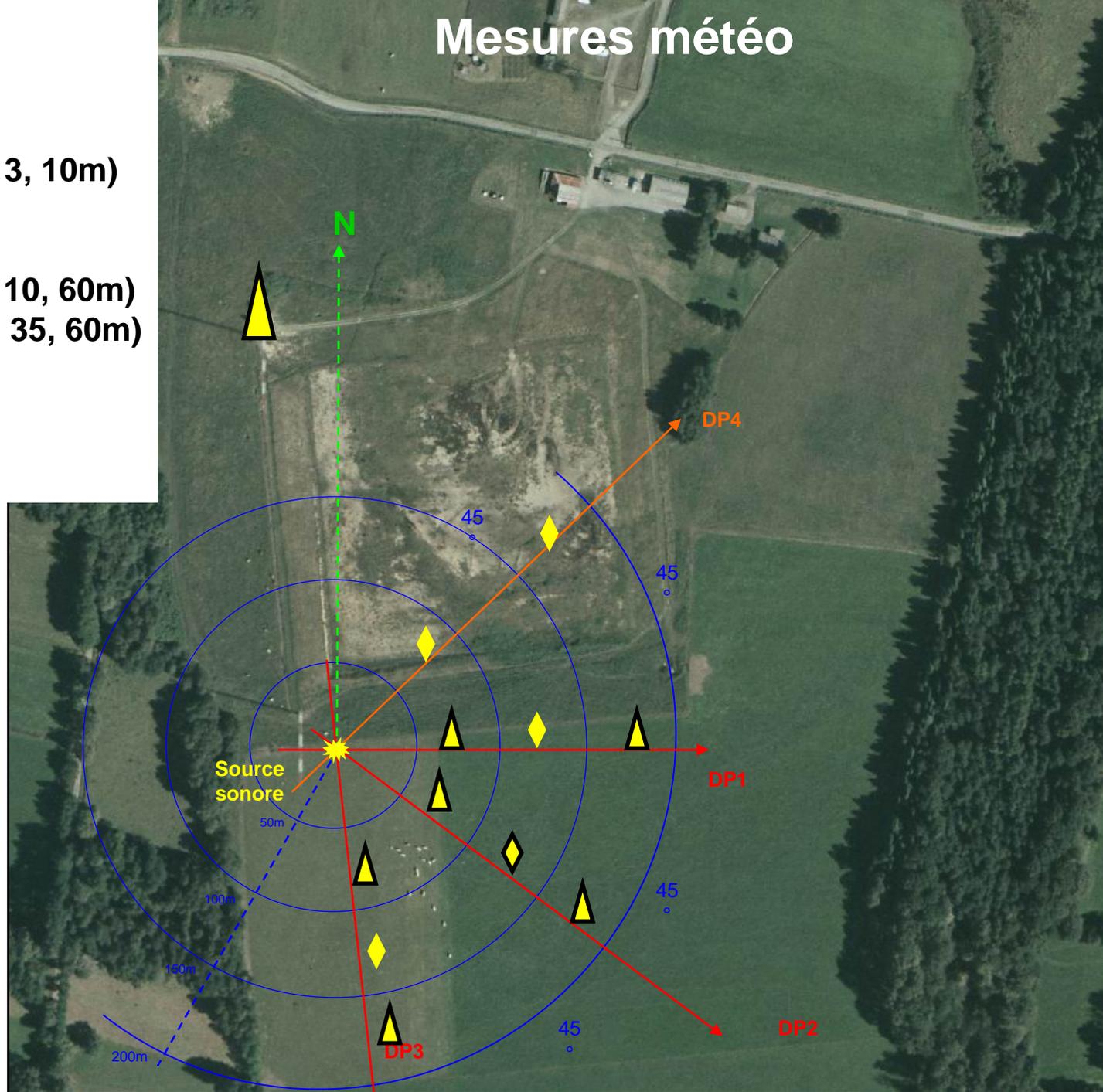
3 sem.



Mât T/DV/VV (2, 10, 60m)
+ sonics (10, 35, 60m)



Sonic 3D (3m)



MESURES MICROMETEOROLOGIQUES

- Profils moyens de célérité

- Capteurs « lents » : mâts météo équipés
 - T, VV et DV à 3 hauteurs
 - Procédure « best fit » >> profils moyens : **dc/dz (fit)**
 - Procédure « Monin-Obukhov » >> profils moyens : **dc/dz (MO)**
- Anémomètres soniques 3D
 - U^* , H et $1/L_{MO}$ (1 hauteur) >> loi de similitude de M-O : **dc/dz (turb)**
 - Mesure directe de la célérité du son à 3 hauteurs >> profils moyens : **dc/dz (dir)**

- Grandeurs turbulentes

- Anémomètres soniques 3D
 - Variances T, VV et DV (échantillonnage 20Hz) >> intensité turbulente
 - Valeurs moyennes sur la durée d'échantillons (1 à 15 min) >> spectre (échelle) de turbulence



QUELQUES CHIFFRES...

- 83 jours d'acquisition
- Jusqu'à 49 voies micros
- Jusqu'à 70 capteurs météo
- 22 personnes présentes sur le site à l'installation et une grande majorité durant 3 semaines (journal, événements sonores parasites)
- Suivi hebdomadaire sur place + à distance durant 3 mois
- Des km de câbles et des km² de coups de soleil...



POST-TRAITEMENT DES DONNEES

• Données acoustiques

- Filtrage des périodes de pluie, de vent fort et de non fonctionnement de la source
- Calcul des bruits de fond pour chaque voie (arrêt de la source 5 min. toutes les 4 heures)
- Calcul des histogrammes pour l'ensemble des voies (pour accéder aux indices fractiles)
- Filtrage des données par comparaison au bruit de fond et aux indicateurs statistiques
- Recomposition 15 min (jusqu'à 6500 échantillons valides suivant les voies)

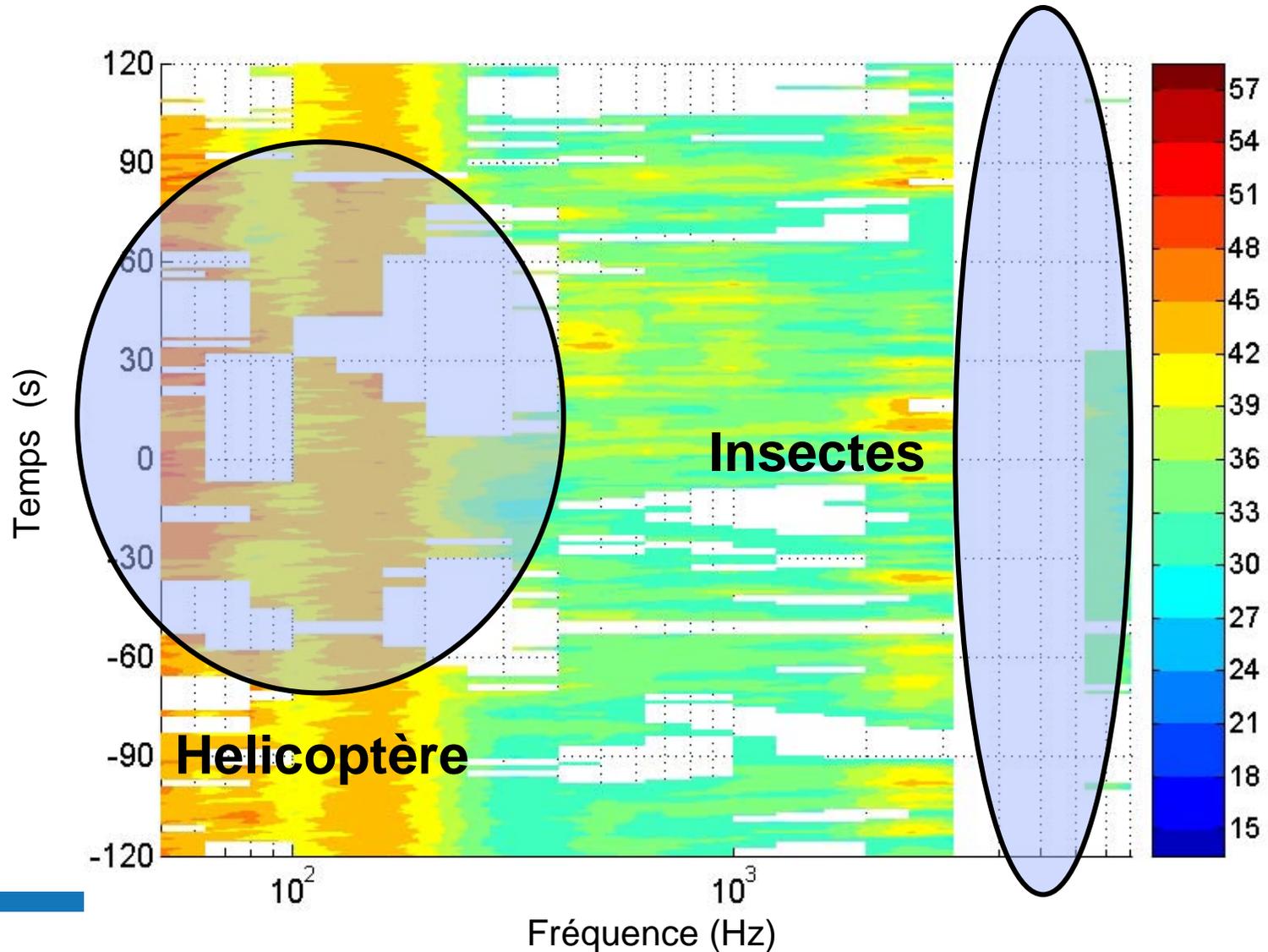
• Données d'impédance

- Recalage du modèle et obtention des valeurs de σ et e
- Étude de l'influence de l'opérateur et de la zone de mesure
- Détermination d'une tendance pour l'évolution temporelle et spatiale sur l'ensemble du site

• Données micrométéorologiques

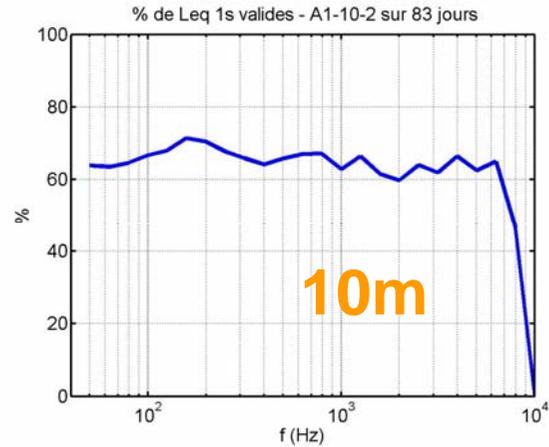
- Vérification et (in)validation des données brutes
- Calculs des moyennes 15min (∇ mâts/sonics) à partir des données brutes (échantillonnages 20Hz, 1s, 10s)
- Calculs des gradients verticaux de célérité ∇ mâts (gradV, gradT) et ∇ sonics (U^* , H) \gg dc/dz (fit et turb)
- Calculs des valeurs U^* et H à partir des capteurs « lents » (mâts) : routine INRA \gg dc/dz (MO)
- Nouvelles vérifications croisées (inter-grandeurs, inter-hauteurs, inter-capteurs) et (in)validation des données

FILTRAGE TEMPOREL ET FREQUENTIEL

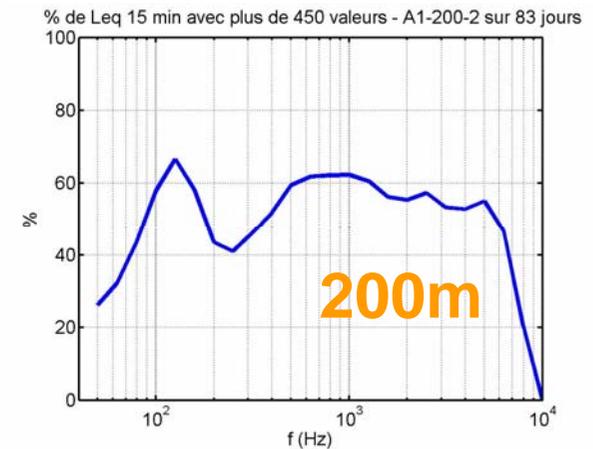
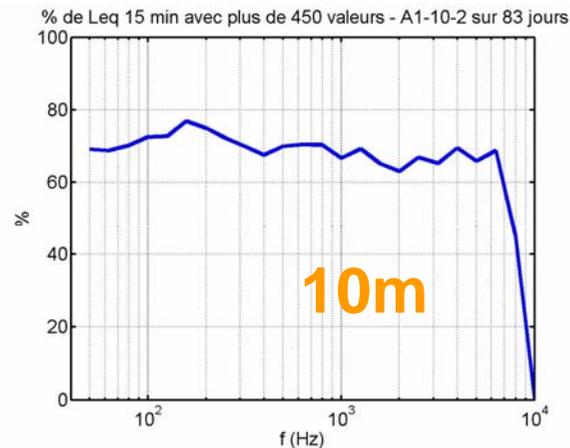


FILTRAGE + RECOMPOSITION

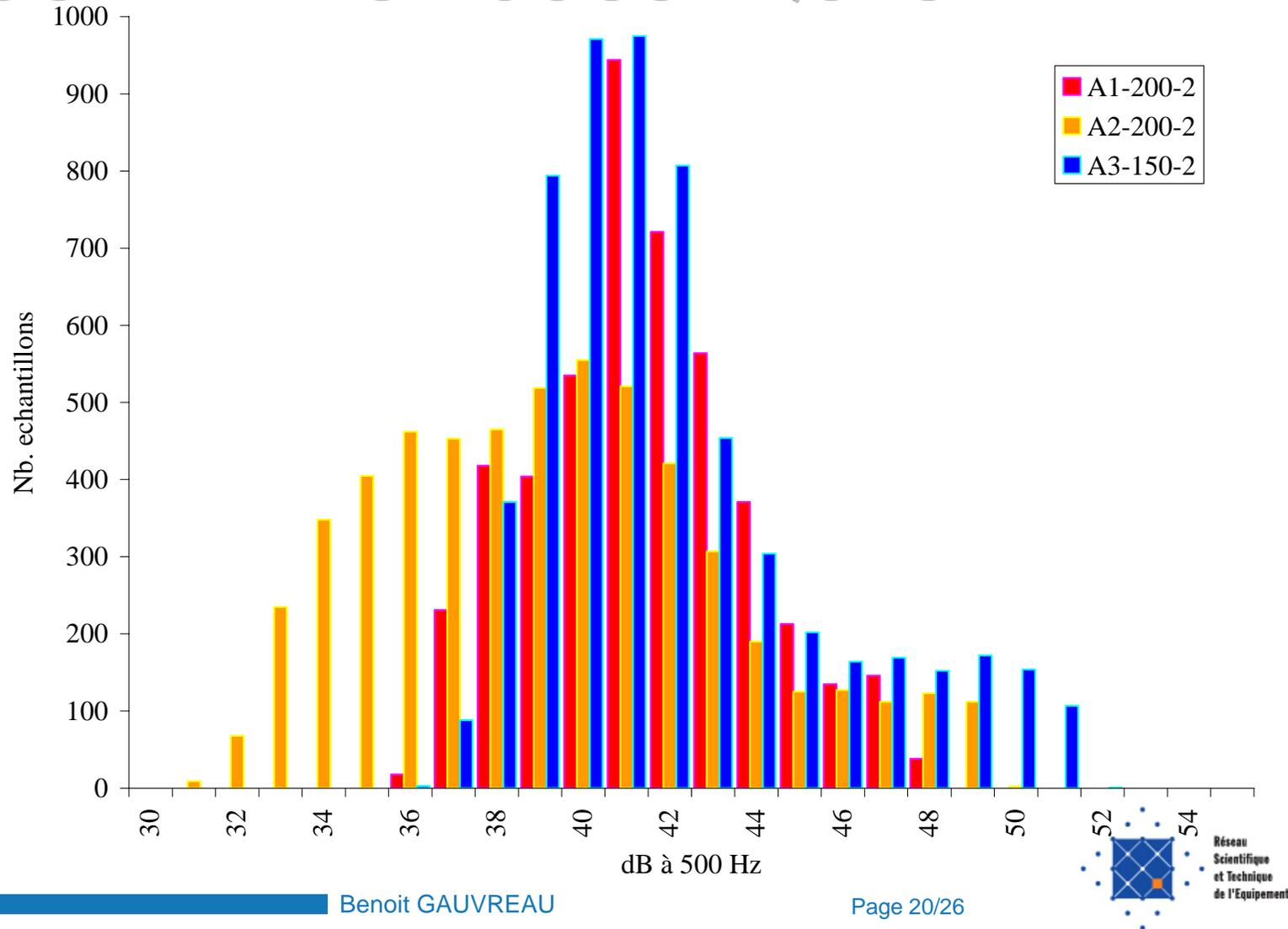
L_{eq} 1s



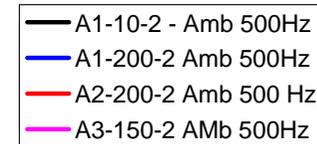
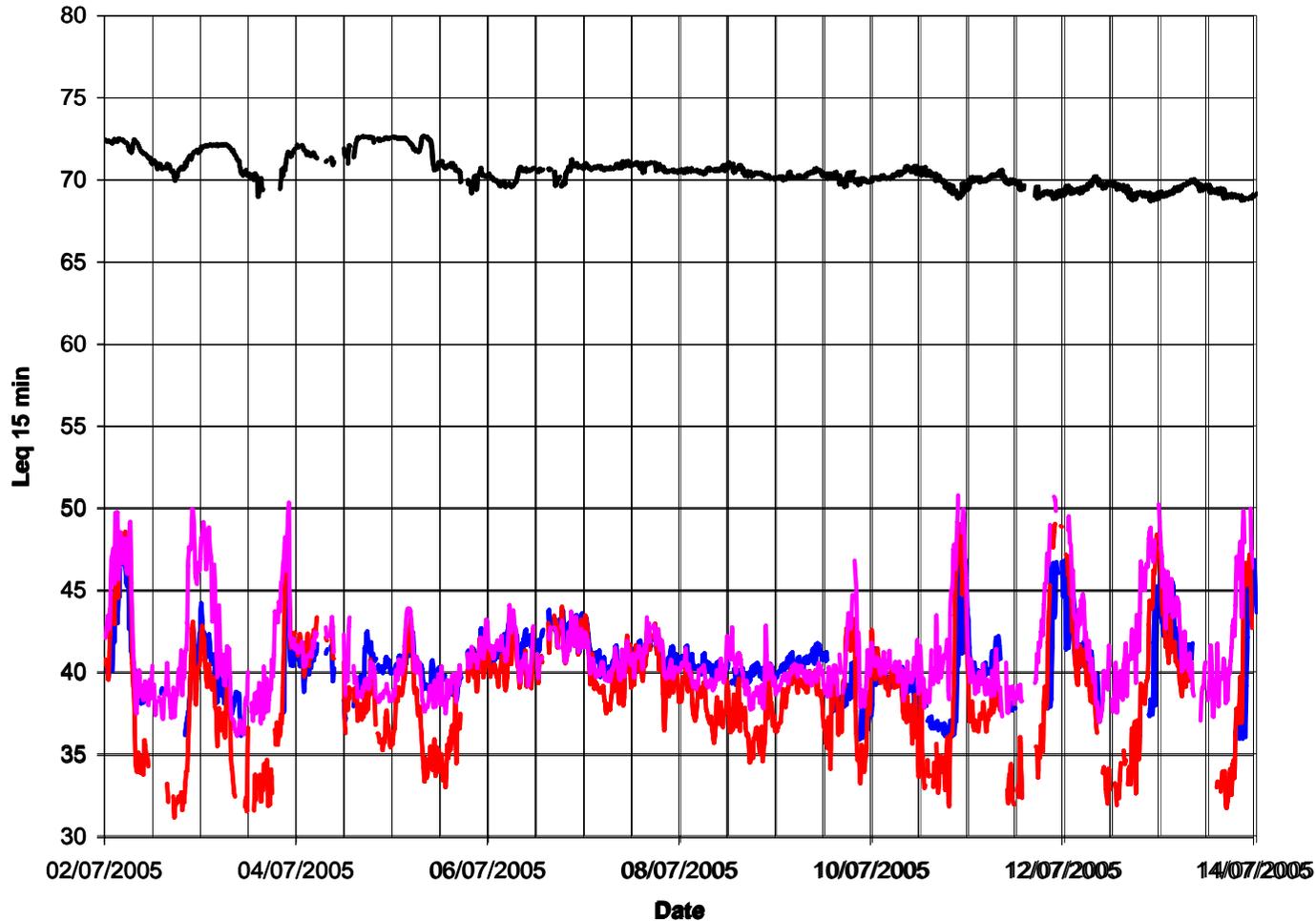
L_{eq} 15min



HISTOGRAMMES ACOUSTIQUES

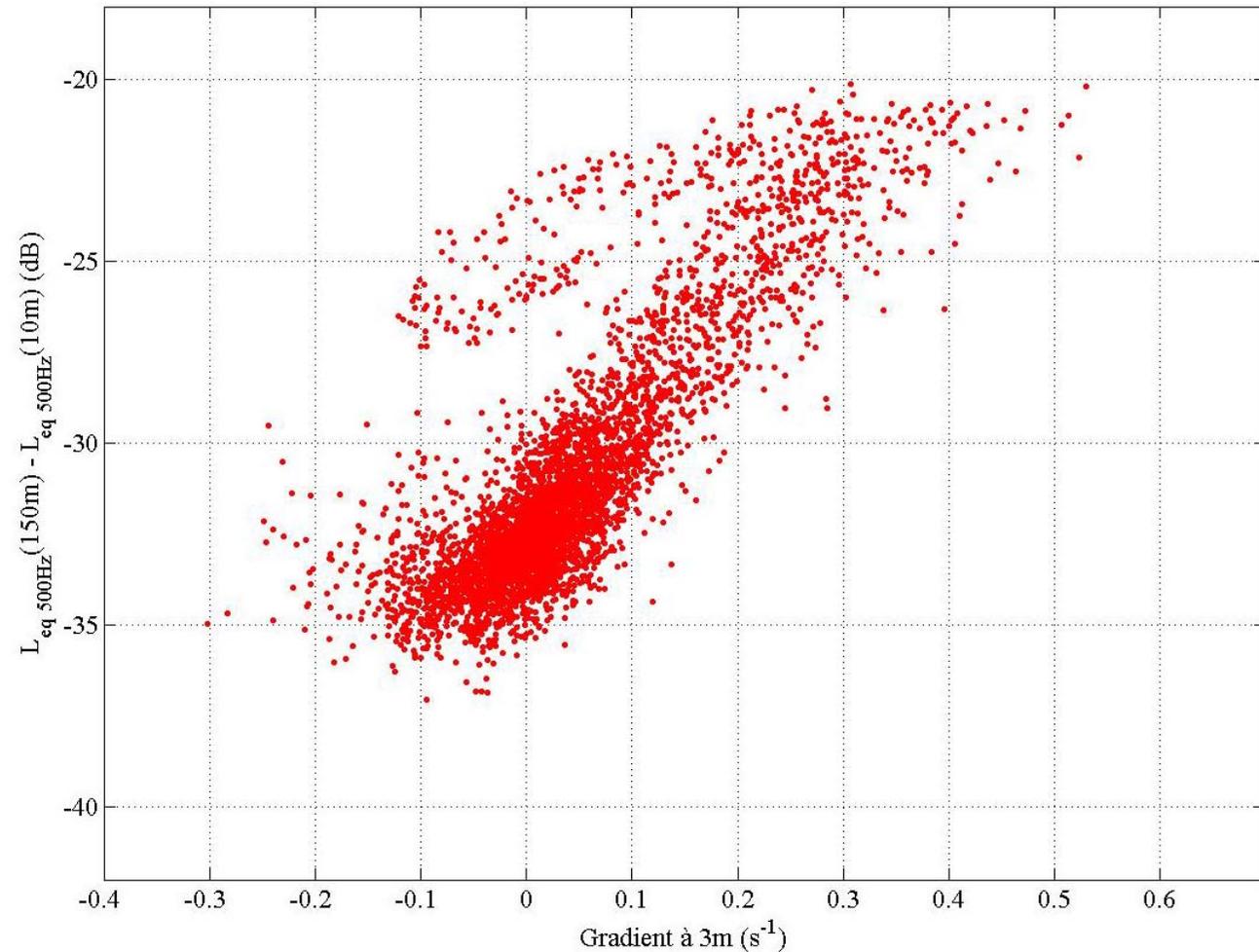


EVOLUTIONS TEMPORELLES



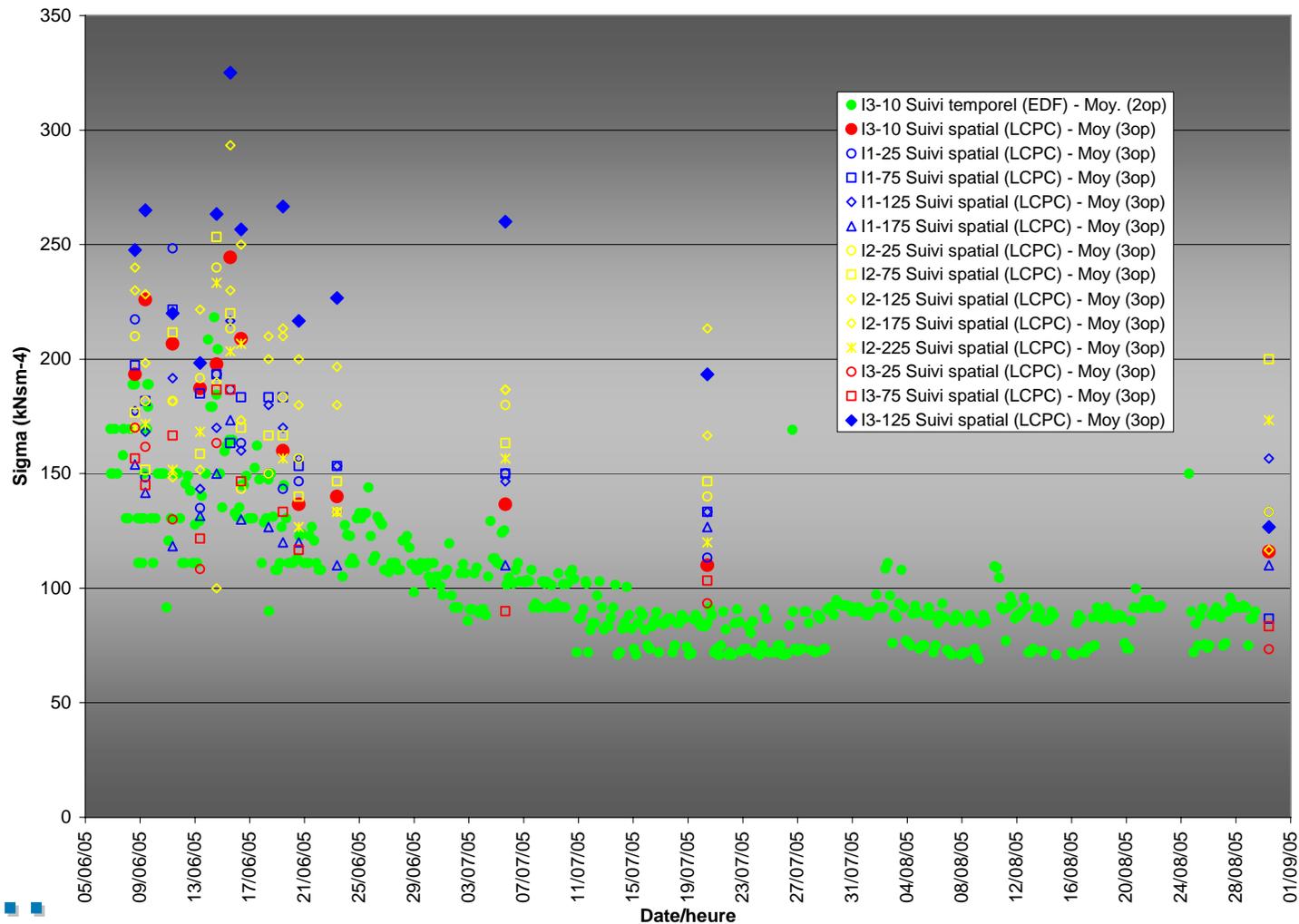
CORRELATION Acoustique // Météo

A3-150-2



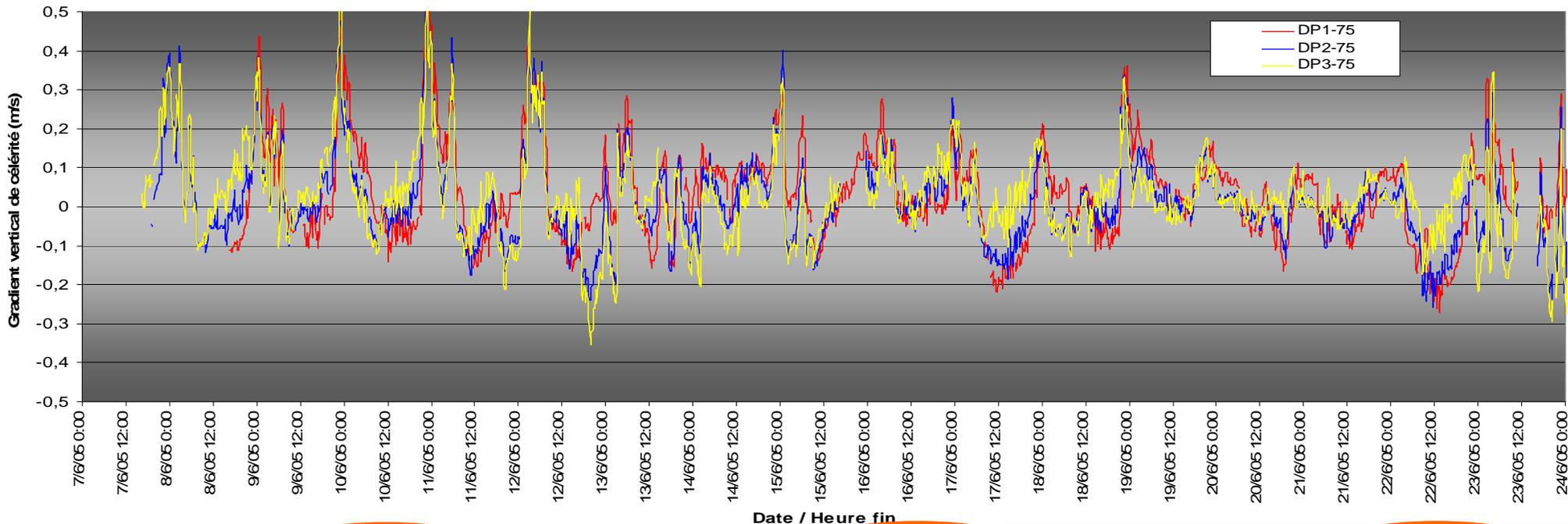
IMPEDANCE...

Evolution temporelle de la résistance spécifique au passage de l'air - Comparaison des données EDF (suivi temporel) et LCPC (suivi spatial)



... et METEO...

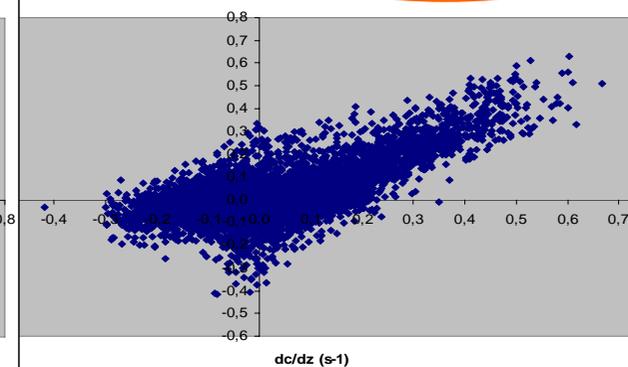
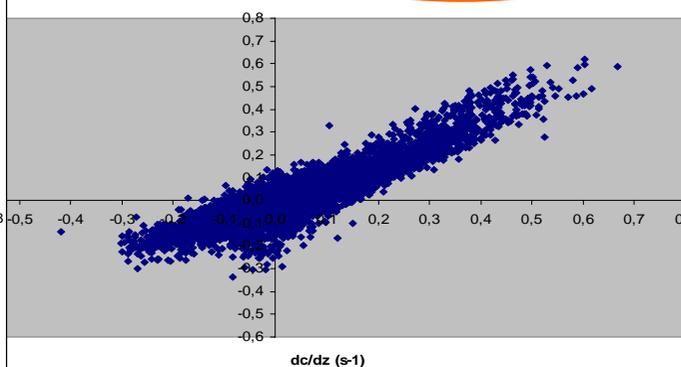
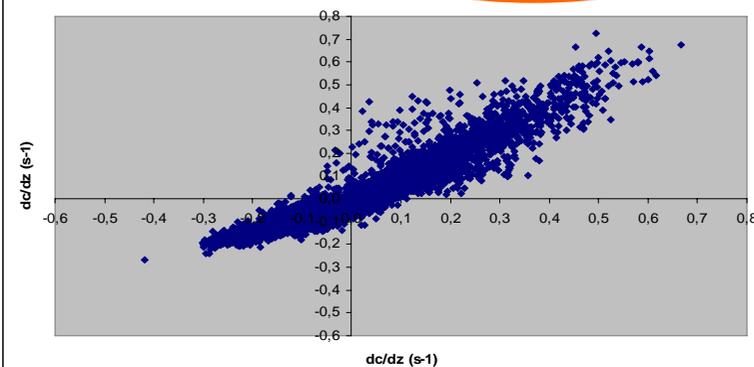
Lannemezan 2005 - Evolution temp. des gradients verticaux de célérité - CC (15min) - DP1+DP2+DP3 (mâts à 75m)



Lannemezan 2005 - CC & CL - 15min - **Corrélation DP1-75 / DP1-75**

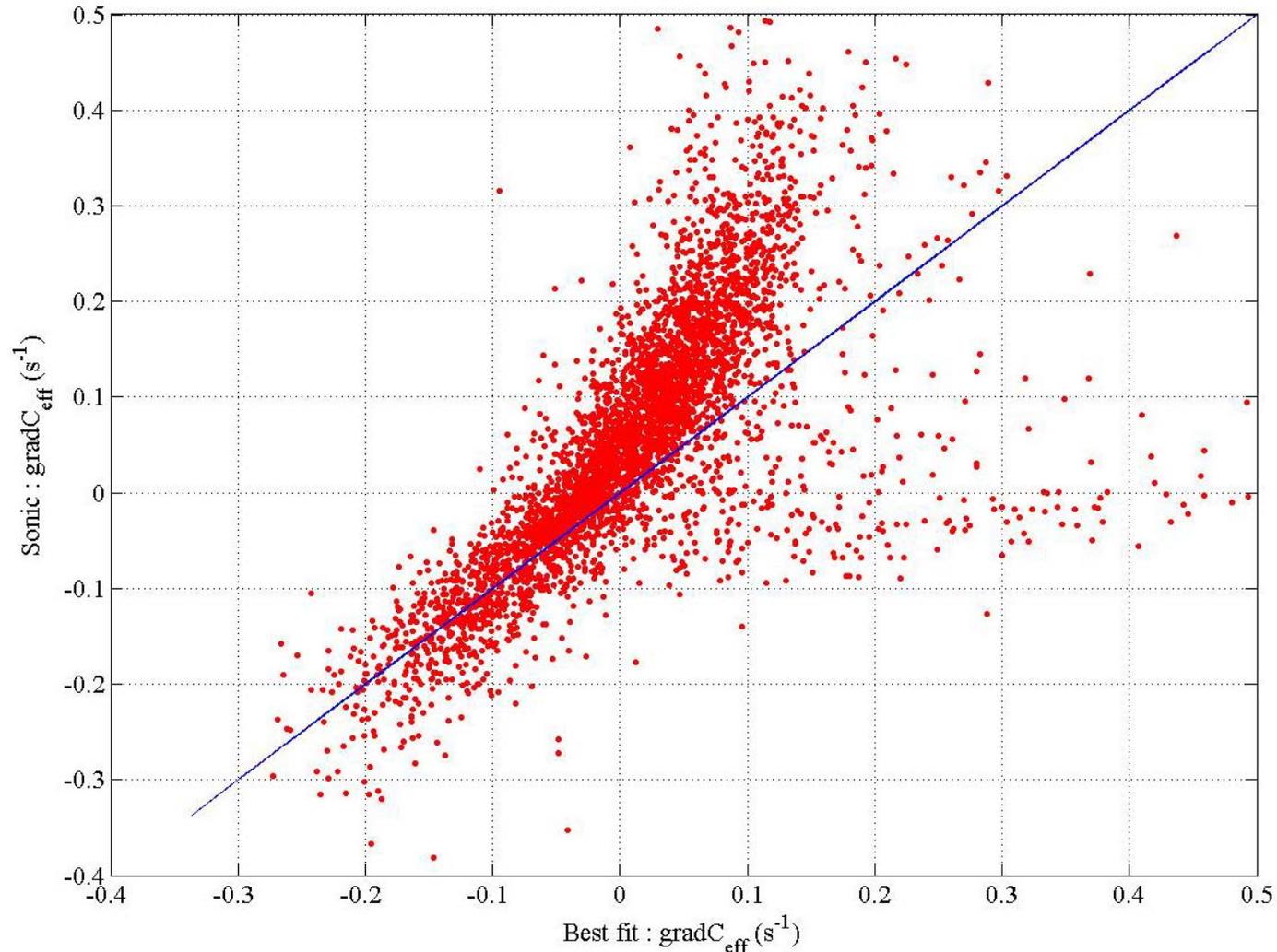
Lannemezan 2005 - CC & CL - 15min - **Corrélation DP1-75 / DP2-75**

Lannemezan 2005 - CC & CL - 15min - **Corrélation DP1-75 / DP3-75**



GRADIENTS VERTICAUX DE CELERITE

DP2



CONCLUSION

- **Travaux en cours**
 - Analyses statistiques exploratoires (structure des données)
 - Étude des corrélations acoustique/météo/impédance
 - Comparaison des données expérimentales et numériques
 - Étude numérique pour la discrétisation des profils moyens de célérité (+ turbulence)
 - Classification des situations acoustiques/météo/impédance et dispersion associée
- **Perspectives**
 - Sensibilité aux paramètres physiques (météo/impédance)
 - Objectivation et raffinement de la « grille UiTi » : f° distance, H&U*
 - Caractérisation expérimentale des paramètres : quelle précision ?
- **Interactions avec la thèse d'O. Baume (LCPC/EDF)**
- **Applications potentielles aux données de la Station de Long Terme (SLT)**
- **Rapport final >> Sept. 2006**
- **Suite >> Projet ANR 2007 ?**