

RADIO-DÉTECTION DES MÉTÉORES

Association Astronomique de la Vallée (2012-06-19)

Jean-Jacques Maintoux

Sylvain Azarian

Frédéric Riblé



OBJECTIFS DE L'EXPÉRIMENTATION

- Apprendre en s'amusant !
 - Développer de nouvelles méthodes de détection pour
 - Enrichir les données expérimentales
 - Tenter de remonter à la trajectographie
 - Mettre en œuvre des techniques de diversité (émission ou réception)
 - Si possible, raccourcir les délais de traitement (aller vers la détection en temps réel)
-

PRINCIPE DE LA DÉTECTION

- Des signaux radio sont émis depuis des sites répartis à quelques centaines de km d'Orsay
- Un récepteur radio est positionné sur le site du Centaure
- Quand un bolide entre dans l'atmosphère, les ondes radio se réfléchissent sur le canal ionisé et sont reçus sur le site du Centaure
- Ce canal ionisé se déplace et, grâce à l'effet Doppler, les signaux réfléchis sont légèrement décalés en fréquence (quelques centaines de Hertz)
- La détection se fait par analyse des signaux issus du récepteur radio :
 - Traitement FFT de 8192 à 65536 points
 - Présentation sous forme de spectrogramme
 - Traitements additionnels pour corrélérer les signaux des différents canaux et antennes
- Les informations peuvent être enrichies par :
 - Plusieurs sites d'émission en simultané
 - Plusieurs antennes sur le site de réception
 - L'utilisation de signaux radio complexes comme ceux émis par les VOR

CONFIGURATION TYPIQUE

Echo sur le canal ionisé



Ordres de grandeur :

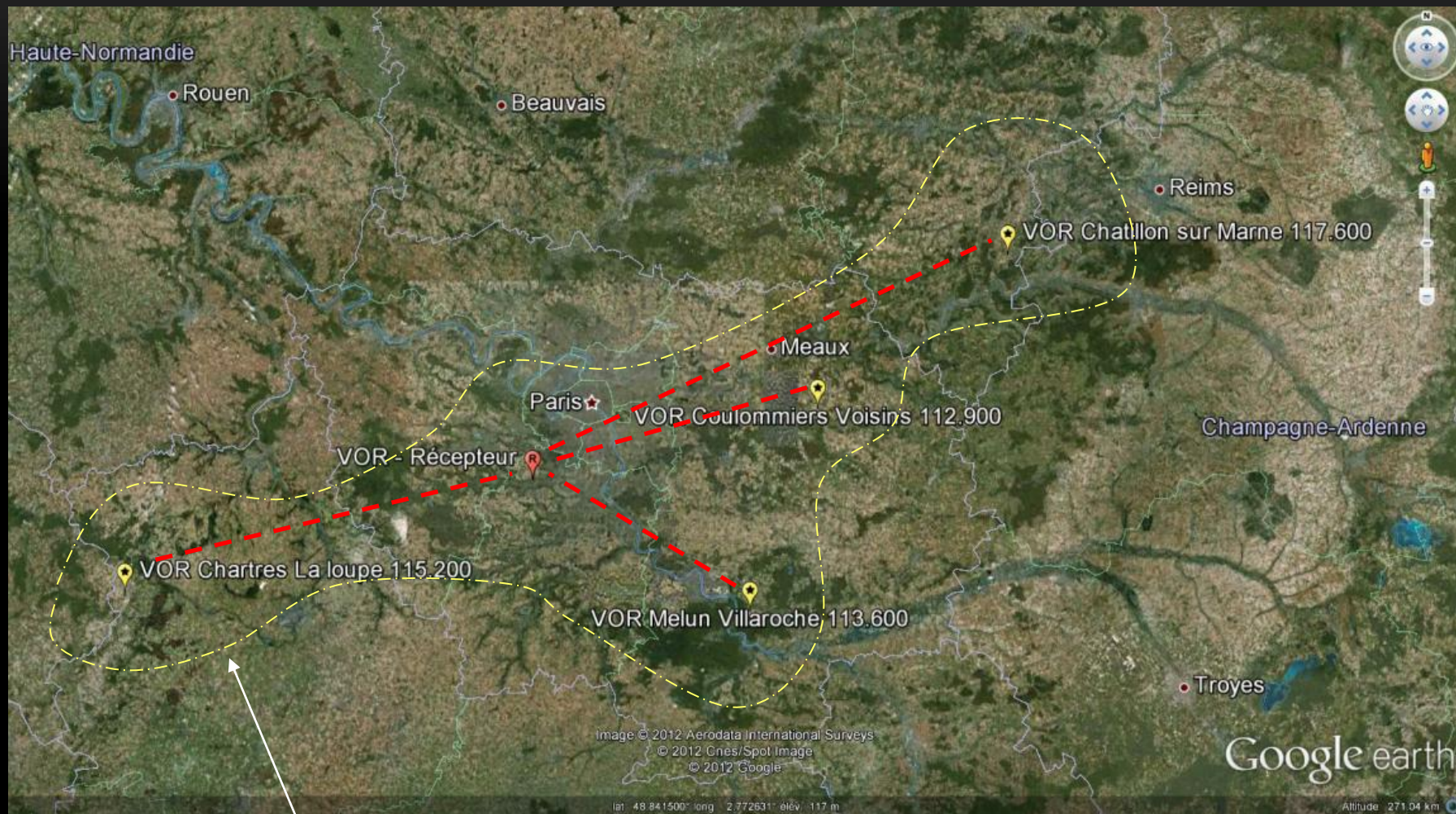
- Vitesse du “caillou” de plusieurs km/s
- Vitesse de la trainée 100 m/s environ (vents de haute altitude)
- Altitude de l'ordre de 100 km

CONFIGURATION EXPÉRIMENTALE

- Site primaire (Centaure)
 - Récepteur numérique
 - 8 canaux synchronisés
 - 2 voies
 - Bande VHF VOR (112-118 MHz)
 - Antennes Yagi croisées pointées vers le zénith
- Site secondaire
 - Récepteur numérique
 - 1 canal
 - Bande VHF 143 MHz
 - Antenne Yagi simple pointée vers le zénith
- Troisième site en préparation sur Rambouillet



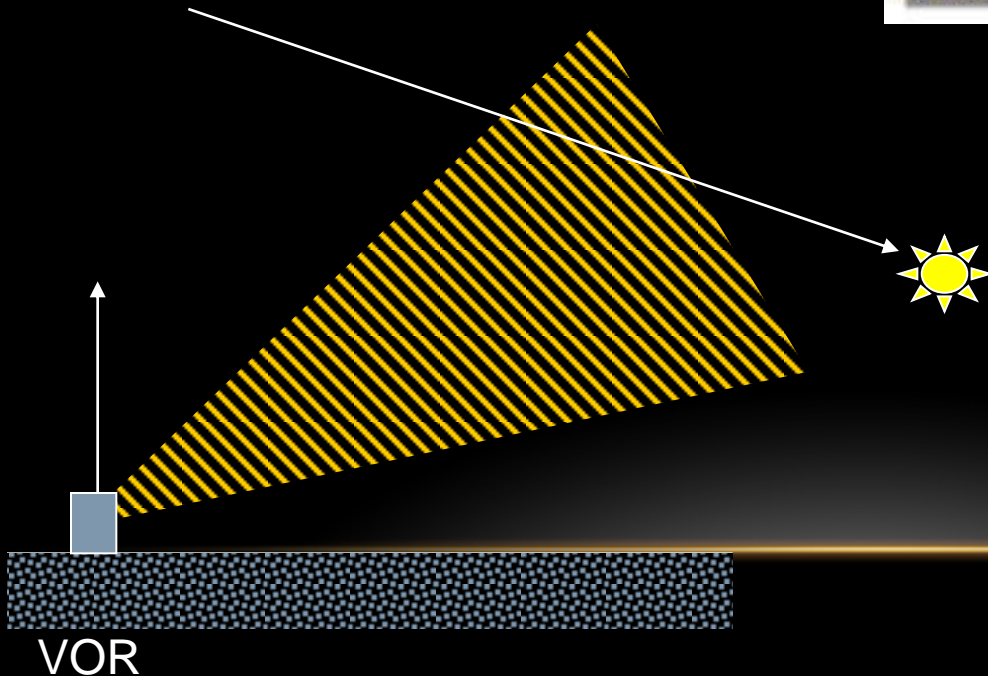
RÉPARTITION DES ÉMETTEURS VOR UTILISÉS



..... Zone de "détectabilité optimale" (meilleur rapport signal/bruit)

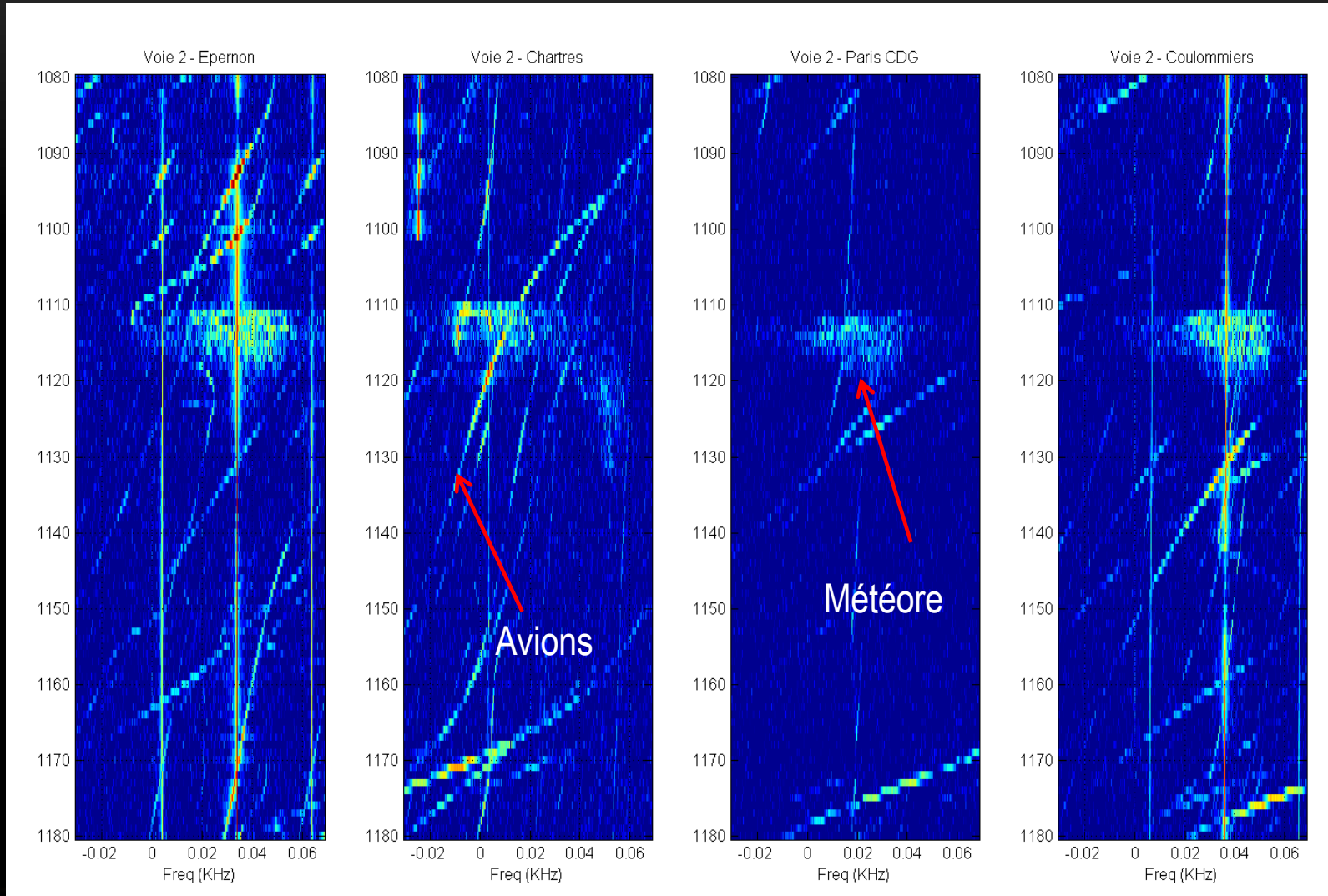
Les émetteurs VOR

- Installés dans toute la France,
- Utilisés par les avions pour la navigation
- Fonctionnent comme un “radio phare”



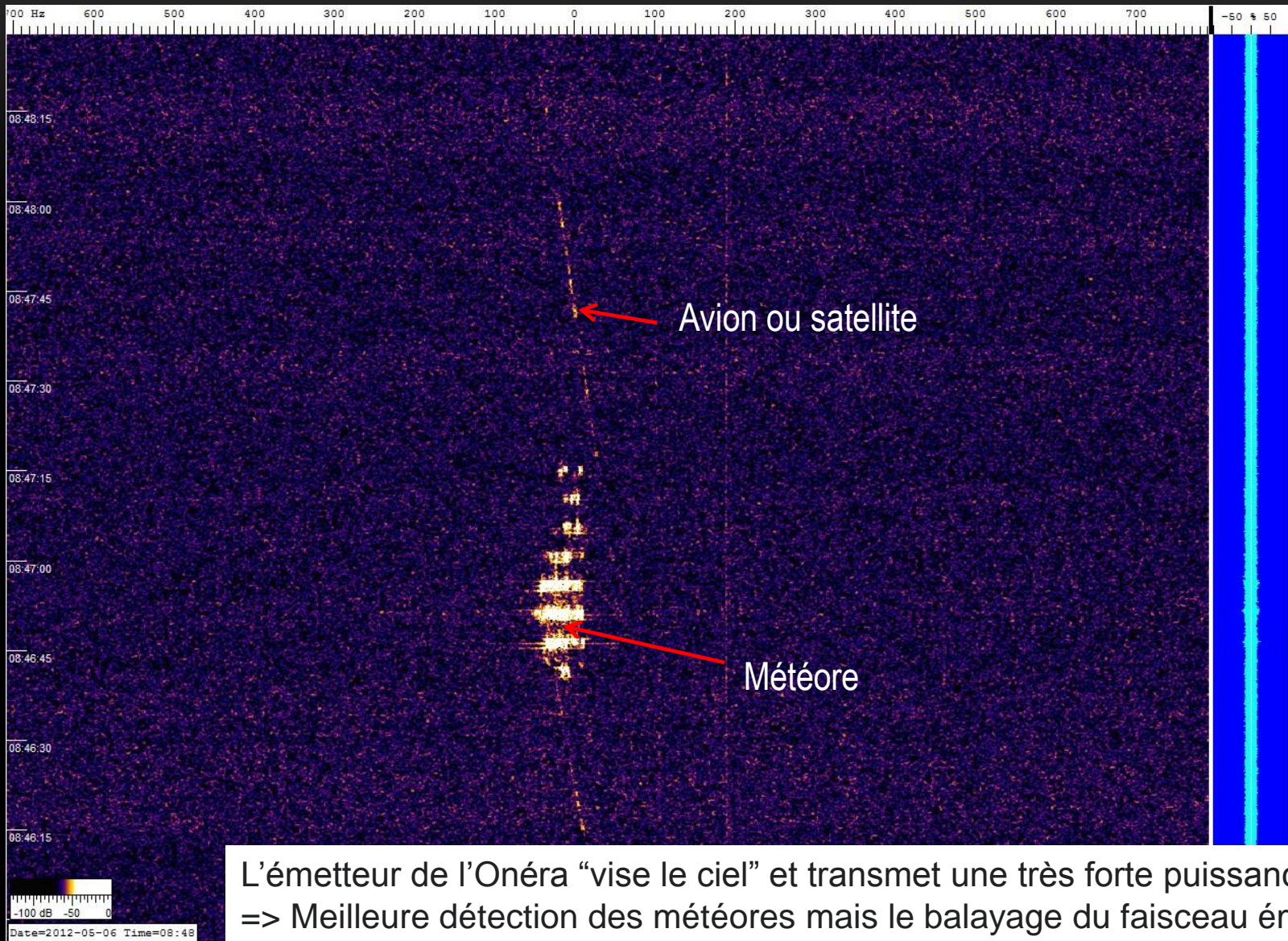
Inconvénient majeur :
Peu d'énergie rayonnée à
la verticale, “angle mort”
important

RÉSULTATS (VOR – bande VHF 118-128 MHz)



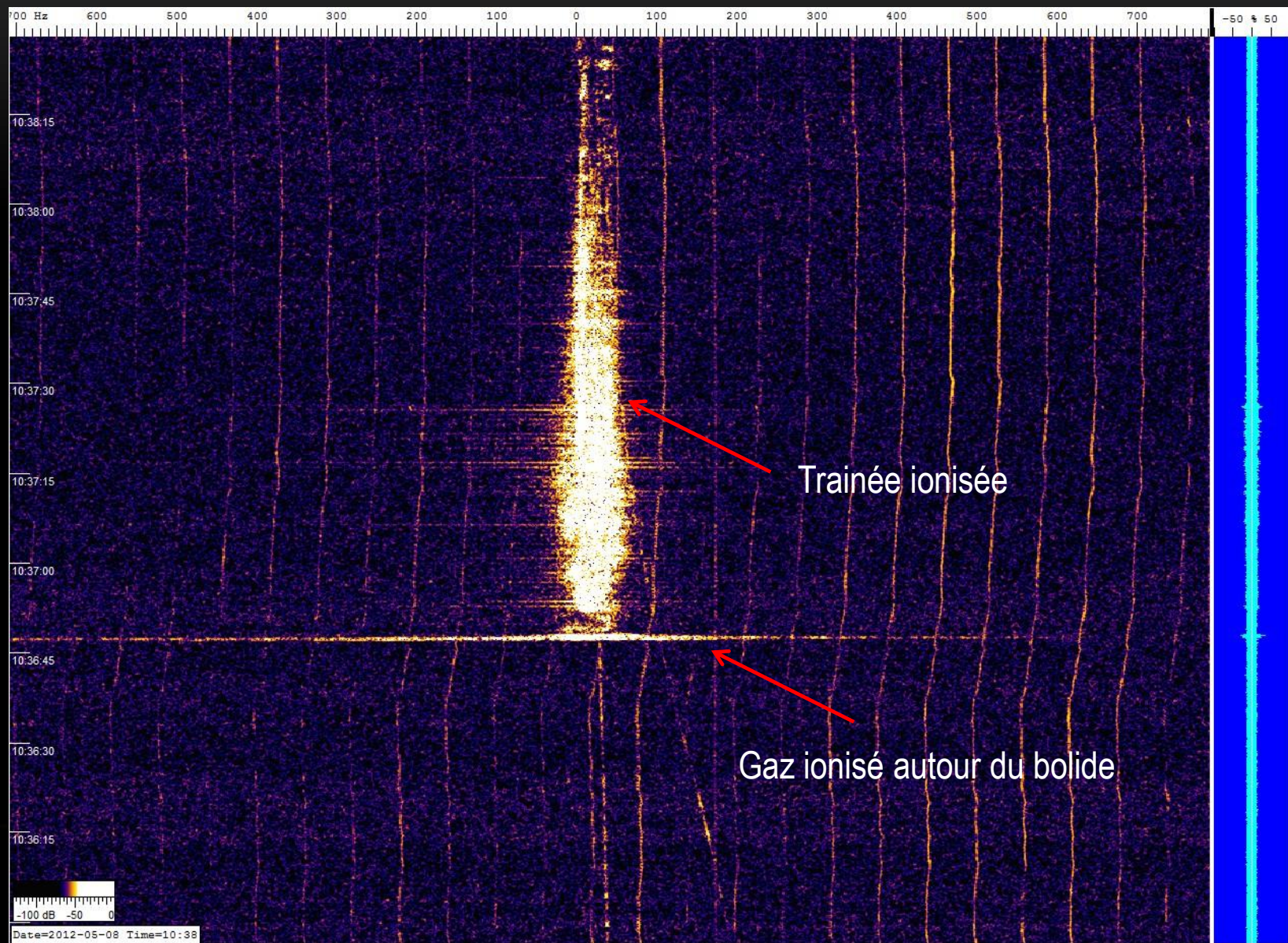
Détection simultanée du même “caillou” sur plusieurs émetteurs
=> Devrait permettre au moins la localisation, au mieux la trajectographie

RÉSULTATS (Emetteur Onéra – GRAVES – 143.050MHz)

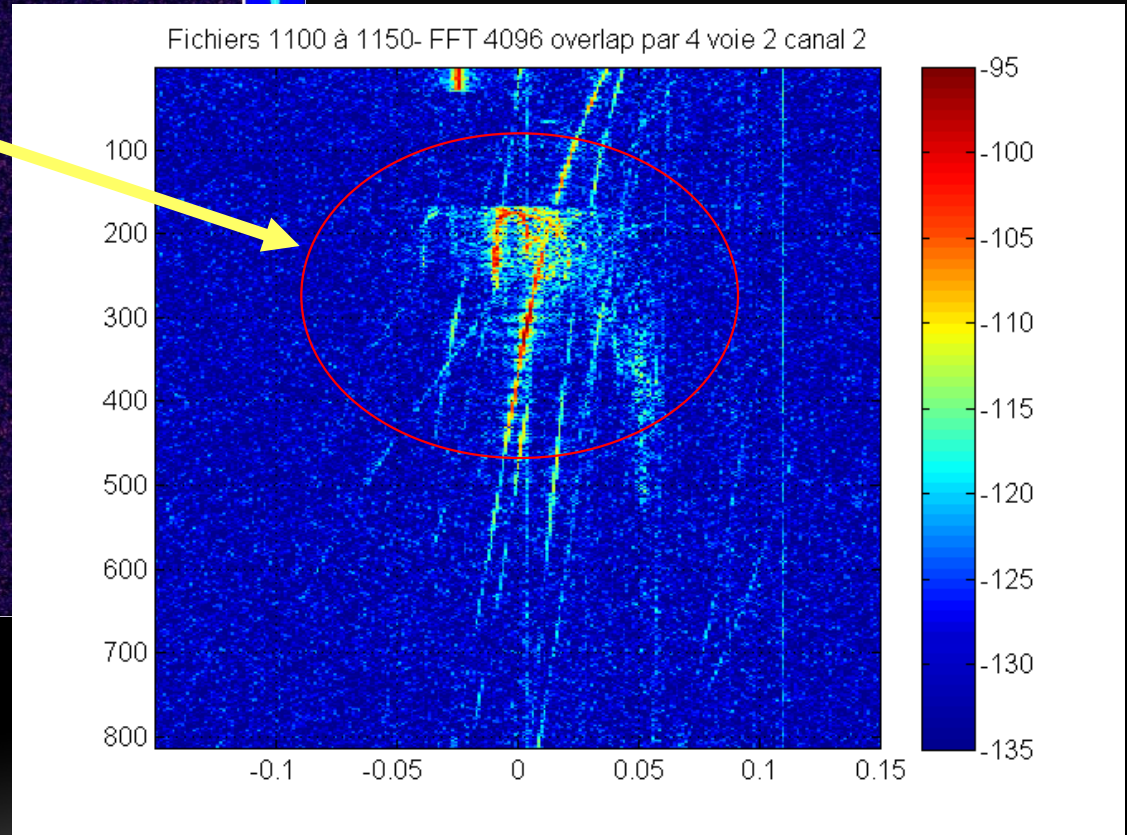
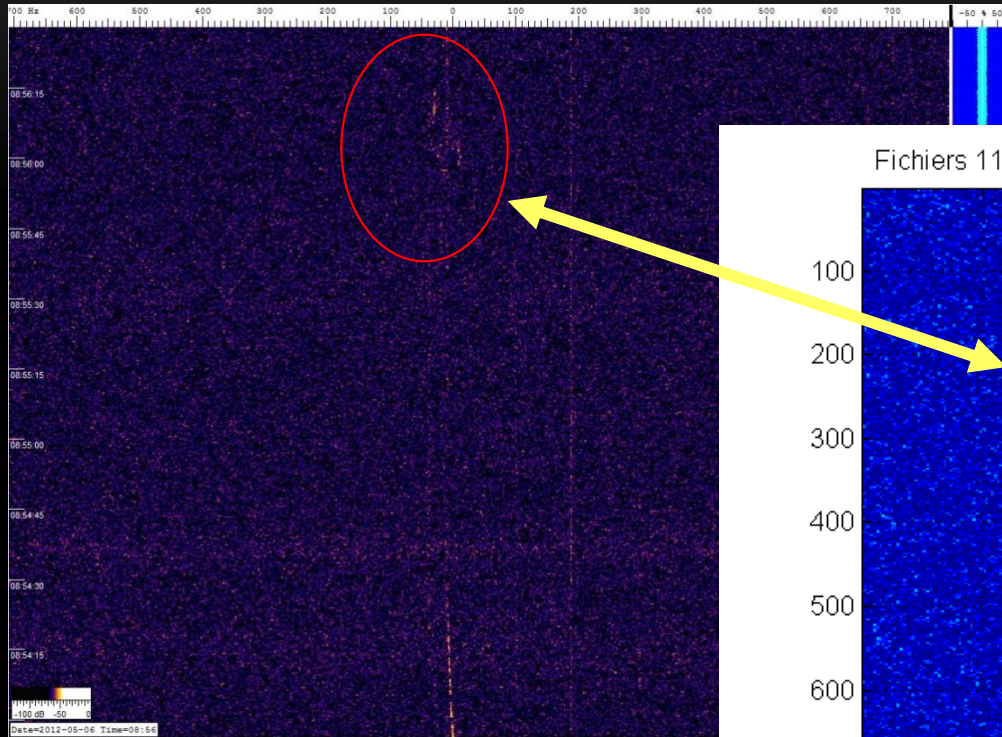


L'émetteur de l'Onéra "vise le ciel" et transmet une très forte puissance
=> Meilleure détection des météores mais le balayage du faisceau émis
se voit dans l'écho

RÉSULTATS (Emetteur Onéra – GRAVES – 143.050MHz)



COMPARAISON DES 2 SITES



On retrouve l'évènement à la même date.

SUITE DE L'EXPÉRIMENTATION

- Couplage de la détection radio avec les observations en optique
- Estimation de l'angle d'incidence des signaux par corrélation des antennes croisées
- Simulation de la trajectoire des météores et des signaux radio pour mettre au point les algos
- Développement d'un logiciel de détection automatique des signaux intéressants
- Exploitation de la modulation spatiale des signaux VOR
- Mise en réseau des différents sites de détection
-

Objectif à terme :

Permettre le déploiement à grande échelle d'un réseau de détection à faible coût, profitant de la grande densité sur le territoire national des stations VOR.

MERCI
