

Campagne LNG-HRS 2014

(couplée OSIRIS avec LOA)

D. Bruneau, J. Pelon, F. Blouzon
LATMOS/DT-INSU/SAFIRE

LNG-HRS (interféromètre de Mach-Zehnder)

- Utilisation optimale des photons rétrodiffusés (3 systèmes aéroportés LHRS, IMZ unique)
- Le contraste et la phase des interférences sont obtenus sans ambiguïté à partir de 4 signaux en quadrature de phase.
- La mesure est effectuée en différentiel entre le signal reçu et un signal de référence issu du laser.
- La mesure du contraste permet de séparer les composantes particulaires et moléculaires.
- La mesure absolue de la rétrodiffusion particulaire est obtenue à partir du contraste et du coefficient de rétrodiffusion moléculaire (calculé à partir de p et T sur le profil). Information finale identique à celle fournie par LHRS « classique ».
- Le coefficient d'extinction particulaire est obtenu à partir de la pente du signal moléculaire. Information finale identique à celle fournie par LHRS « classique ».
- Les valeurs de rétrodiffusion et extinction sont corrigées de la dépolarisation (mesurée indépendamment).
- Restitution simultanée de l'information Doppler sur la diffusion particulaire

Produits LNG

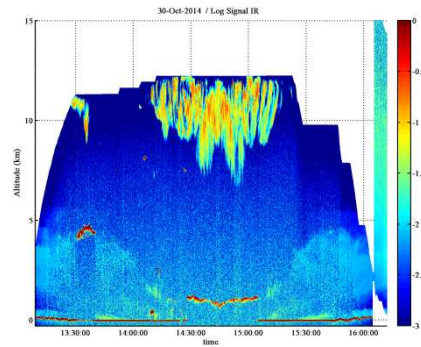
- Mode rétrodiffusion
 - Signal à 1064 nm : $K_i \beta_i T_i^2$ (non polarisé)
 - Signal à 532 nm : $K_v \beta_v T_v^2$ (non polarisé)
 - Signaux à 355 nm :
 - Polarisation parallèle : $K_{u//} \beta_{u//} T_u^2$
 - Polarisation croisée : $K_{u+} \beta_{u+} T_u^2$
 - Restitution de la dépolarisation : $\beta_{u+}/\beta_{u//}$ (corrigée de $K_{u+}/K_{u//}$)
- Mode HRS
 - Mêmes produits que pour le mode normal plus, à 355 nm:
 - Signal particulaire parallèle: $K_{u//} \beta_{pu//} T_u^2$
 - Signal moléculaire parallèle: $K_{u//} \beta_{mu//} T_u^2$
 - Restitution de :
 - valeur absolue du coefficient de rétrodiffusion particulaire $\beta_{pu} = \beta_{pu//} + \beta_{pu+}$
 - Valeur absolue du coefficient d'extinction particulaire α_{pu}
 - Rapport lidar α_{pu} / β_{pu} , caractéristique des particules diffusantes
 - Vent radial (composante dans la direction de visée) mesuré sur les particules

Déroulement de la campagne 20-30 octobre 2014 Toulouse

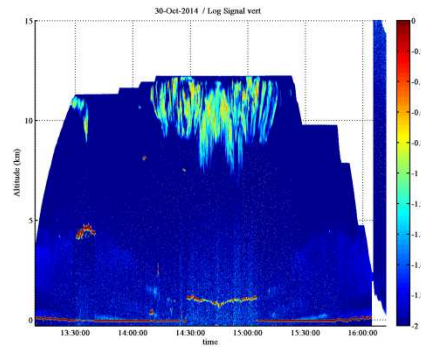
- 4 vols avec des conditions de cirrus et aérosols désertiques (couplage lidar-imageur pol.)
 - Vol 40 (21/10), Méditerranée (Corse, SW Sardaigne)
 - Vol 42 (24/10), Atlantique (Gascogne)
 - Vol 43 (28/10), Atlantique, trace Calipso
 - Vol 44 (30/10), Atlantique (NW Brest)

QL_Vol 44

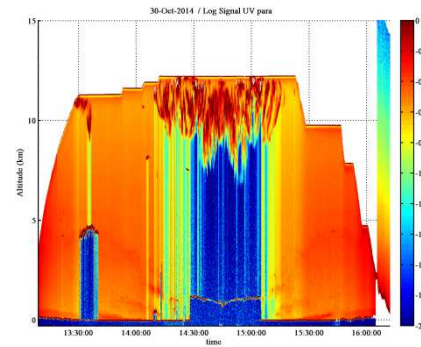
Signal 1064 nm



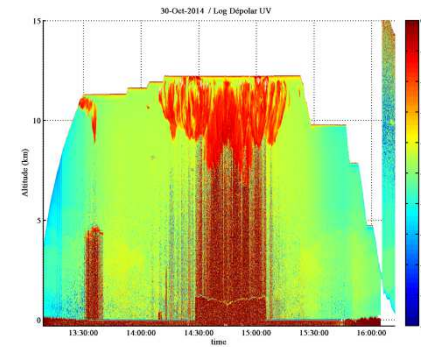
Signal 532 nm



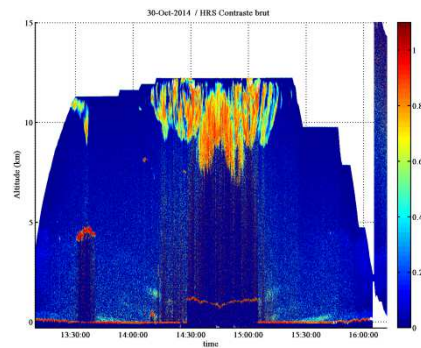
Signal 355 nm



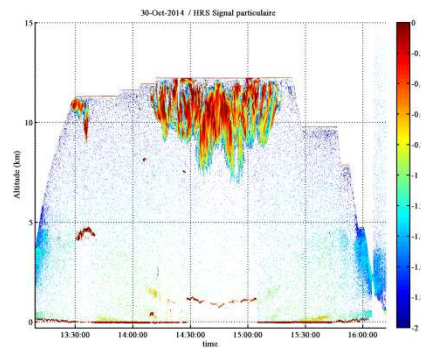
Dépolarisation



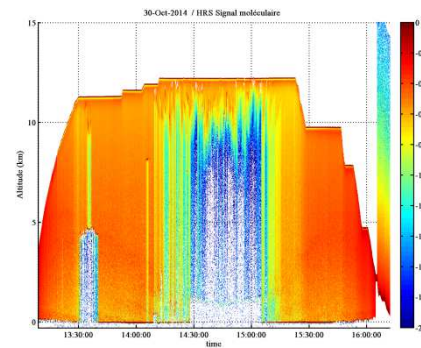
Contraste HRS



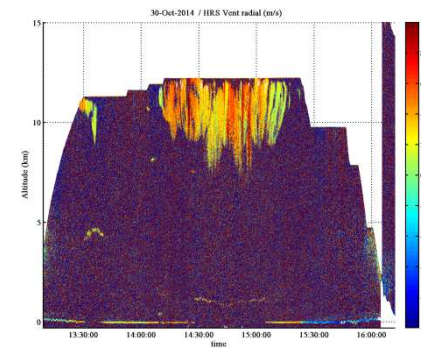
Signal particulaire



Signal moléculaire



Vent radial

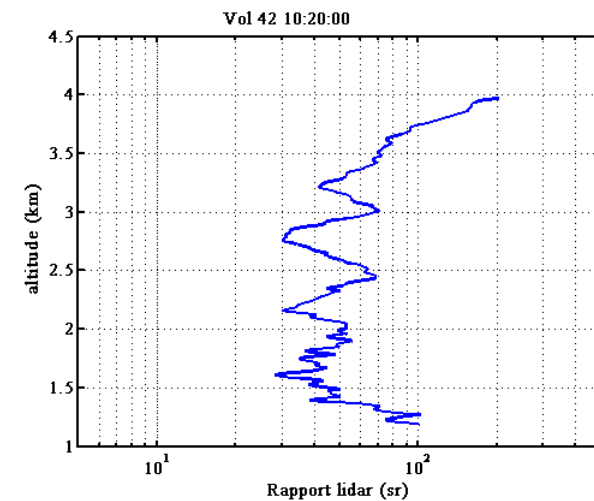
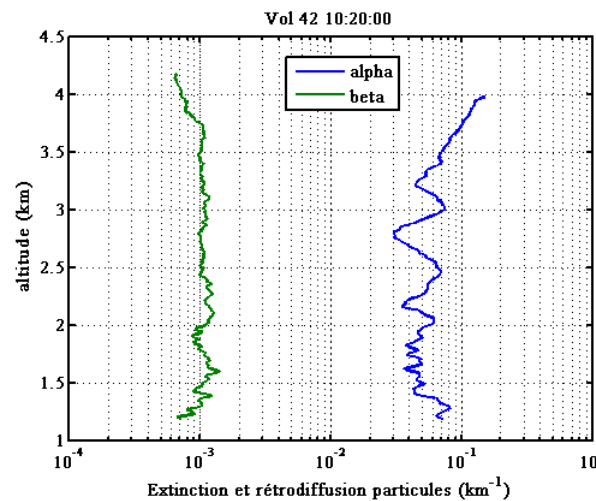
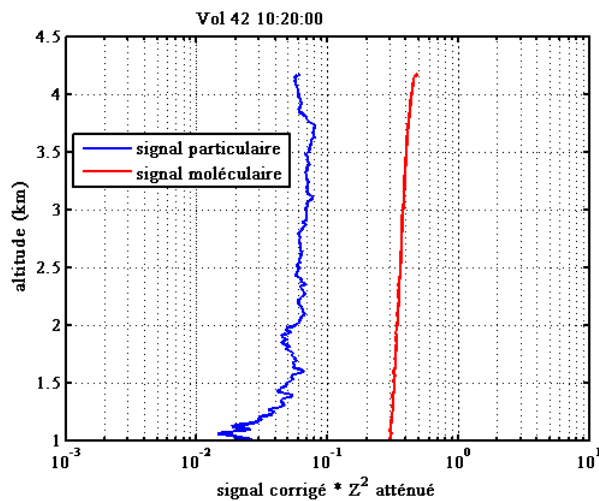


Profils HRS vol 42 aérosols désertiques (1 - 4 km) Golfe de Gascogne

Signal particulaire et signal
moléculaire à 355 nm,
corrigés de la dépolarisation

Profils de rétrodiffusion
particulaire par steradian
(β_p) et d'extinction (α_p)

Rapport lidar:
 α_p/β_p
en steradians

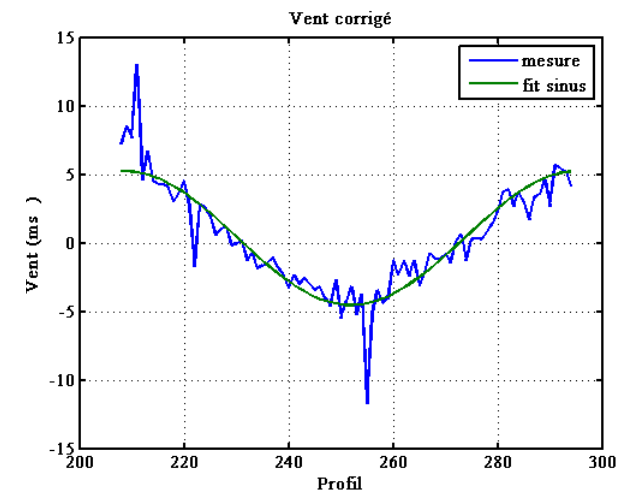
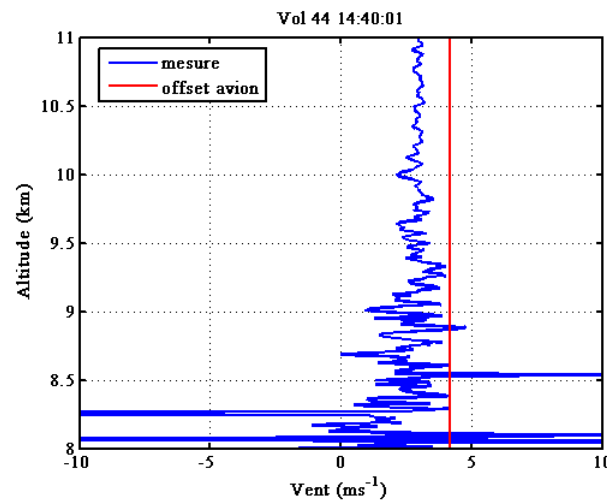
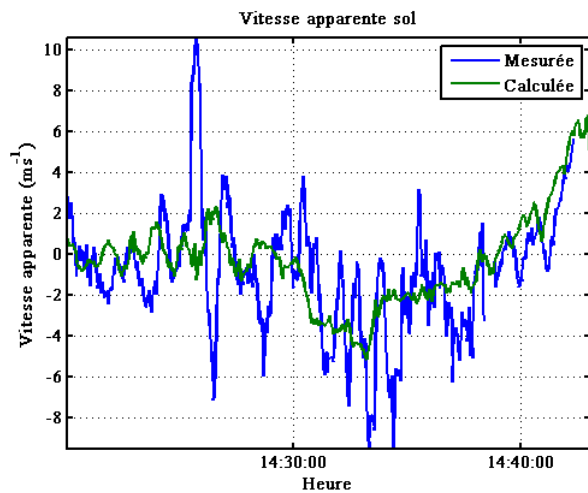


Mesures Doppler

Comparaison entre la vitesse radiale mesurée sur l'écho de sol et la vitesse radiale du sol calculée à partir des données avion (vitesse, attitude)

Profil vertical de vitesse radiale dans le cirrus dense, avion à vitesse et cap stabilisés

Mesure du vent radial entre 9 et 11 km et fit sinusoidal sur une série de profils lors d'une boucle sur 360° à roulis constant (27°)



Ecart mesure – calcul:
Biais = - 0,5 ms⁻¹
Ecart type = 2,5 ms⁻¹

Moyenne sur 1 minute
Vent radial uniforme dans le cirrus
Biais / avion: -1,2 ms⁻¹

L'amplitude de vent radial de 5 ms⁻¹ correspond à un vent horizontal de 11 ms⁻¹.
Radiosondage Cornouailles : 15 -20 ms⁻¹

Premier bilan de la campagne

- Bons cas de cirrus, altitude élevée (mesures zénith nécessaires par moments)
- Une grande partie des défauts constatés lors des campagnes précédentes ont été corrigés, notamment:
 - la variation de contraste et de vitesse dans le temps (il reste quelques variations rapides)
 - le bruit de détection à basse fréquence
- La transmission du signal et le rapport signal à bruit ont été améliorés (nouveau mélangeur de modes, détecteurs rendement quantique élevé).
- Les performances HRS sont satisfaisantes:
 - Rapport signal à bruit suffisant pour des mesures dans les cirrus, les aérosols et la couche limite (vol à plus basse altitude néanmoins)
 - Bonne stabilité de l'émission laser monomode et de l'IMZ au cours des vols
 - Valeurs de α_p , β_p et rapport lidar conformes à la littérature
 - Démonstration des premières mesures Doppler:
 - Biais (- 0,5 à -1 ms^{-1}), angles à vérifier
 - Possibilité de sondage du vent en virage sur 360°
- Des précautions dans la préparation et des conditions de vol raisonnablement stables (température et pression cabine) sont nécessaires à un bon fonctionnement.

Evolution, améliorations possibles et perspectives

- Installation d'un nouvel injecteur laser (l'ancien n'est plus maintenu par le constructeur) – en cours-
- Optimisation des performances en améliorant le contraste instrumental (65% actuellement) et recherche/correction des sources résiduelles de variation rapide –en cours-
- Amélioration du dégivrage du hublot (un givre, même léger, fausse les mesures de dépolarisation) –en cours à SAFIRE-
- Amélioration des réglages d'alignement (dérèglement fréquemment observé en montée) –en cours-
- Poursuite des analyses, intégration RALI , mesures au sol (avec J.Delanöe)
- Tests aéroportés (si possible vols à l'automne 2015)
- Participation à la Campagne de Validation ADM-AEOLUS été (?) 2016