

Dédié à la recherche sur les aérosols, la vapeur d'eau et les nuages

C. Pietras, F. Lapouge, MC. Gonthier, C. Boitel, MA Drouin, J-C. Dupont, M. Haeffelin, A. Fauchoux, M. Martic, J. Porteneuve, G. Georgoussis, C. Laqui

Contacts: christophe.pietras@lmd.polytechnique.fr

1. Contexte Régional du Projet et stratégie

Communauté de recherche francilienne sur le Climat et l'environnement a besoin de jeux de données plus précis pour

- avancer dans la compréhension des processus
- mieux modéliser, mieux prévoir situations extrêmes et évolutions
- identifier et quantifier les adaptations possibles

Communauté s'appuie sur Observatoire de Recherche Atmosphérique de l'IPSL (SIRTA)

- Infrastructure régionale mutualisée pour la Surveillance et l'Exploration de l'Atmosphère
- Plateforme d'observation fédératrice et ouverte à une large communauté scientifique francilienne, mais aussi nationale et internationale
- Plateforme centrale pour les enseignements et projets expérimentaux dans les formations en sciences de l'atmosphère

Le projet de nouveau Lidar Haute Performance est un outil stratégique

- Apporter des observations de qualité sur le long-terme:
 - Observations clés pour questions climatiques et environnementales
 - Exploitées par des scientifiques de haut niveau

Renforcer l'attractivité scientifique de la région Ile-de-France:

- outil haute performance, unique en Ile-de-France et en France
- intégré dans une infrastructure de rang international (SIRTA), augmentant son caractère fédérateur

Innové, mais rapidement:

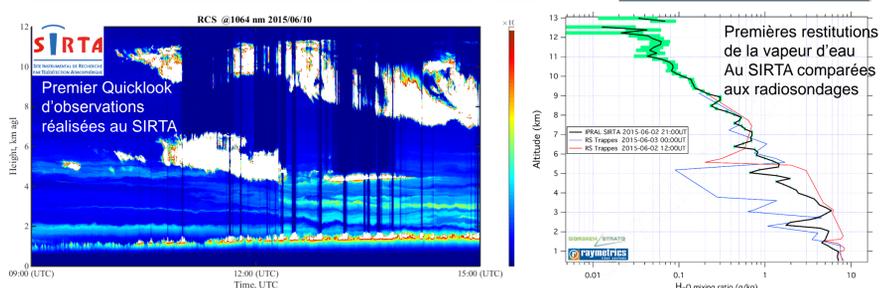
- le système sera construit à partir de solutions techniques existantes
- mais « sur mesure » pour répondre aux exigences scientifiques
- vitrine technologique pour entreprise francilienne (Gordien Strato)

3. Fonctionnement et Résultats



Programme LabView d'acquisition automatique des signaux.

- Configuration du système et des acquisitions par fichiers ini accessibles aux utilisateurs
- Enregistrement des profils dans des fichiers binaires
- Visualisation en temps réels des signaux.



2. IPRAL – Solutions techniques

Pourquoi un Lidar sophistiqué comme IPRAL?

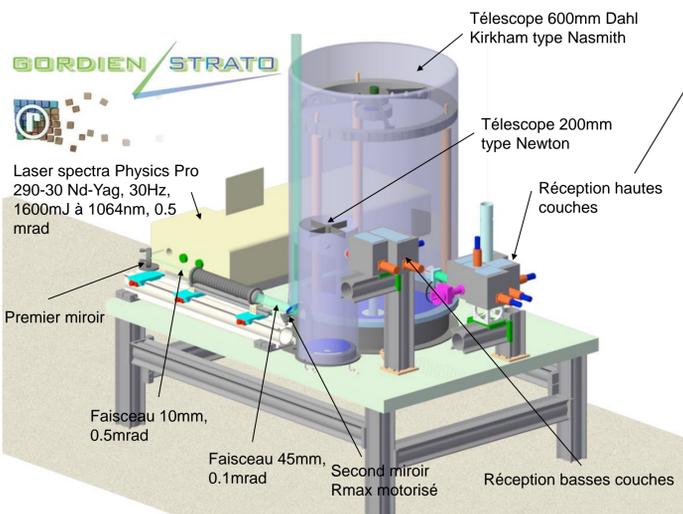
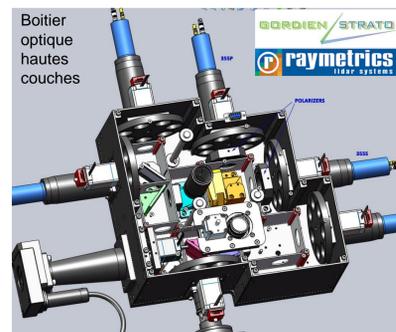
- Accéder aux propriétés de taille, forme, nature, diffusion des particules
- Utiliser diffusion moléculaire (N₂, H₂O), et particules
- Section de diffusion Raman plusieurs ordre de grandeur inférieure à celle de la diffusion élastique

Caractéristiques :

- Emission et réception de haute puissance pour capturer des diffusions ténues
- Performances optiques et électroniques de haute qualité: précision de mesure
- Adaptation autonome du fonctionnement aux conditions atmosphériques pour limiter le coût en opérateur
- Pilotage à distance et systèmes de sécurité automatiques

Conception, réalisation, automatisation et optimisation:

- Partenariat Gordien Strato (France) et Raymetrics (Grèce)



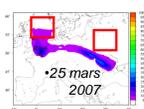
| λ | Far Range | | Near Range | |
|----------------|-----------|-------|------------|-------|
| | Day | Night | Day | Night |
| RETRODIFFUSION | | | | |
| 1064 | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ |
| 355 | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ |
| 355P | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ |
| 355S | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ |
| 532 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 532P | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| 532S | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| RAMAN | | | | |
| 408 | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ |
| 387 | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ |
| 607 | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ |

4. IPRAL – Enjeux scientifiques

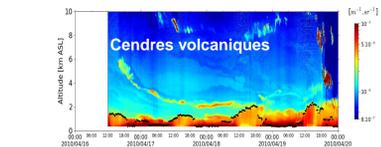
Propriétés et impacts des aérosols transportés à longue distance (dust, biomasse, cendres) sur qualité de l'air

Impact du transport aérosol sur QA avéré

- Introduits à 2-10km d'altitude et transportés sur de longues distances
- Contribuent à 10-20% de masse particules inhalées
- Enjeux: identifier et caractériser ces sources pour améliorer la prévision (par ex. CHIMERE)



Identifier par Lidar aérosols transportés
Incertitude: Facteur 100 sur concentration



Mesurer des concentrations de particules en surface: +30 µg m⁻³
Colette et al. 2010
Ansmann et al. 2010
Hosteller et al. 2007

Soulèvement de poussières en Ukraine (terres noires)
Bessagnet et al. JGR 2008

- Restituer des profils de diffusion avec une incertitude de 0.01 km⁻¹
- Estimer des profils de taille des aérosols à partir de plusieurs longueurs d'onde
- Spéciation des aérosols (nature, taille) par rapport Lidar, rapport de couleur, rapport dépolarisation: **nécessaire pour améliorer la prévision**
- Estimer les concentrations massiques (incertitude facteur 2): **indispensable pour la sécurité aérienne**

Impacts des cirrus naturels et anthropiques sur le rayonnement et la température

Impact des cirrus sur le climat avéré

- Les cirrus (nuages de glace) sont présents entre 25 et 75% du temps selon localisation
- Les cirrus diminuent l'amplitude thermique diurne
- Enjeux de mieux comprendre les propriétés des cirrus, et maîtriser les cirrus d'origine anthropique

Aujourd'hui

Identifier par Lidar présence et altitude des cirrus.

- 3 jours sans cirrus: anomalie d'amplitude de température +1° C Travis et al. Nature 2002

- Mesure impact radiatif en surface

Cirrus, 2 effets: Chauffage solaire jour ↓

Refroidissement nuit ↓

Dupont et al. 2008

- Rapport mélange vapeur d'eau, (Hoareau et al., AMTD, 2011)

- Contenu en glace en fonction de la température (Heymsfield et al., 2010)



Avec le Lidar IPRAL

- Mieux comprendre les conditions de formation et persistance des cirrus anthropiques (mesures de vapeur d'eau)

Adaptation pour diminuer cirrus anthropiques

- Distinguer cirrus naturels et anthropiques: propriétés microphysiques particulières (taille, forme)
- Quantifier propriétés de diffusion des cirrus

Mieux comprendre leurs impacts sur le climat

5. IPRAL – Projets et réseaux

| PROJET/PROGRAMME | CONTRIBUTION |
|-----------------------------|---|
| I3 ACTRIS et ACTRIS 2 (FP7) | Etude transport aérosol Europe |
| Réseau Lidar Météo-France | Système de référence pour spéciation des aérosols |
| Mission EARTHCARE | Préparation de la mission (lancement 2015) |
| SOERE ORAURE | Thème propriétés aérosols |
| SOERE ROSEA | Thème cirrus-vap. eau |

Intérêt régional du projet

- Renforcer moyens techniques d'une infrastructure mutualisée (SIRTA) pour la recherche francilienne
- Augmenter l'attractivité nationale (v-à-v Météo-France, INERIS) et internationale (accès transnational FP7; Masters européens) d'un moyen de recherche francilien
- Vitrine technologique pour une entreprise francilienne (Gordien Strato), avec marché potentiel



6. IPRAL – Financements

1. REGION IDF DIM R2DS : 340 k€
3. IPSL + LMD : 170k€

2. ECOLE POLYTECHNIQUE : 120 k€
4. CNES + CNRS/INSU : 140 k€