

# SOERE\* ROSEA :

## Réseau d'Observatoires pour la Surveillance de l'Eau Atmosphérique

M. Haeffelin, A. Colomb, S. Bastin, J.-L. Baray, R. Delmas, J.-C. Dupont, F. Gheusi, J. Jumelet, P. Keckhut, F. Lohou, M. Lothon, N. Montoux, V. Noël, M. Plu, F. Saïd, K. Sellegri, J. Van Baelen, F. Vimeux

Institut Pierre Simon Laplace  
Laboratoire de Météorologie Physique,  
Laboratoire de l'Atmosphère et des Cyclones,  
Laboratoire d'Aérodynamique,  
Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales  
Laboratoire de Météorologie Dynamique  
Laboratoire des Sciences du Climat et l'Environnement

**\*SOERE (systèmes d'observation et d'expérimentation pour  
la recherche en environnement)**



**INSU**  
Observer & comprendre

**AEI - Paris - Mars 2012**

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

# PLAN DE LA PRÉSENTATION

- 1. Trois thèmes de recherche sur l'eau atmosphérique : enjeux scientifiques et objectifs**
- 2. Objectifs du SOERE ROSEA**
- 3. Procédures d'opération standard**
- 4. Archivage, normalisation et mise à disposition des données**
- 5. Structuration autour de 5 observatoires atmosphériques**
- 6. Gouvernance et fonctionnement**

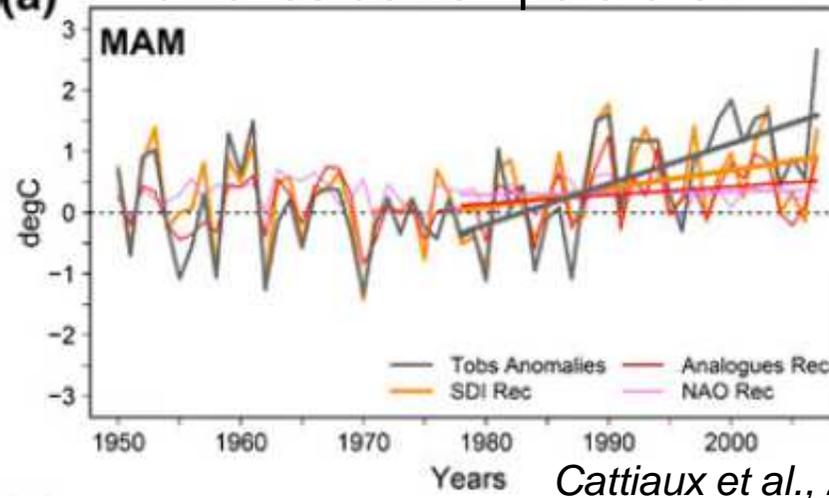
# THÈME 1 : NUAGES ET FLUX SURFACE-ATMOSPHÈRE DANS L'ÉTUDE DU CLIMAT

Enjeu scientifique : comprendre les variabilités décennales, interannuelles et intra-saisonnière (tendances et extrêmes) à l'échelle régionale des températures (et précipitations) dans le contexte de changement climatique global.

En particulier : Rôle de la dynamique de grande échelle VS processus physiques locaux (rétroactions nuageuses, interaction surface-atmosphère) pour expliquer variations récentes

**Fig. 3** Reconstructions (linear regressions) of the regionally averaged Tobs anomalies (*thick black line*) from the SDI index (*thick orange*), the circulation analogues (*thin red*) and the NAO index (*thin purple*), for each season of 1950–2007: **a** spring, **b** summer, **c** autumn and **d** winter. 1978–2007 linear trends are added in respective

**(a)** Anomalies de Température



*Cattiaux et al., 2010*

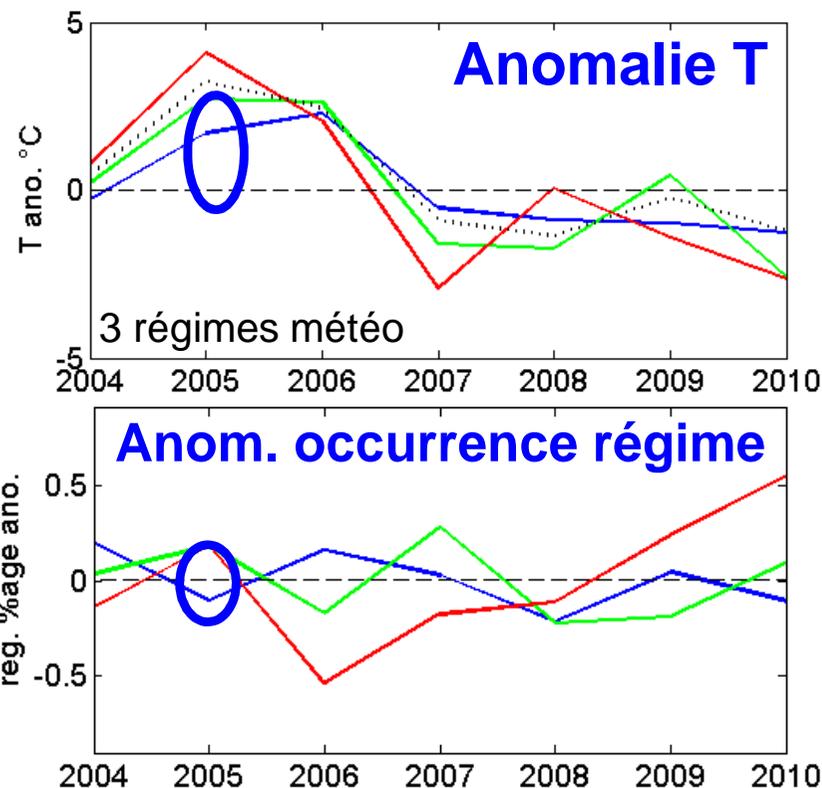
Dynamique de grande échelle contrôle au 1er ordre la variabilité interannuelle températures observées mais pas tendance observée ces 30 dernières années.

- Interactions différentes variables de la colonne atmosphérique dans un régime synoptique donné
- Identification d'évolutions dans ces relations et/ou de seuils pour expliquer différences entre températures analogues et observées.
- Problème d'outils : Nuages et impact radiatif associé mal représentés dans les modèles (IPCC, 2007).
- Besoin d'observations à long terme avec synergie instrumentale pour mesurer toutes les variables au même endroit au même moment

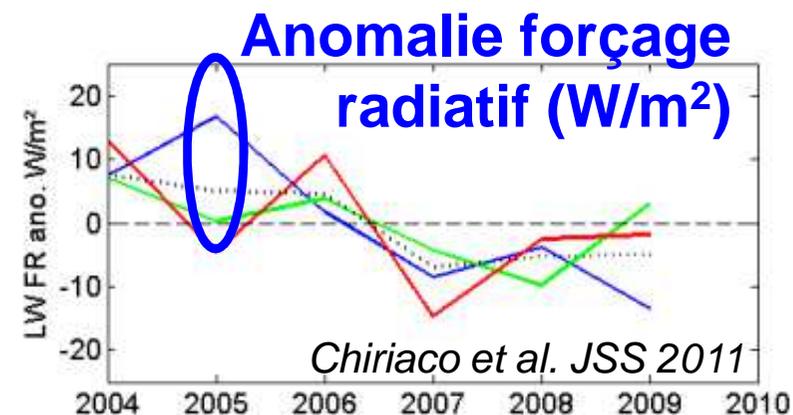
# THÈME 1 : NUAGES ET FLUX SURFACE-ATMOSPHÈRE DANS L'ÉTUDE DU CLIMAT

Objectif: Déterminer la variabilité, à l'échelle pluriannuelle, des nuages, du bilan d'énergie en surface et de la structure verticale de la couche limite. Comment leur interaction ressort-elle de cette variabilité ?

- Caractérisation des régimes météorologiques pour discriminer la variabilité climatique de grande échelle de la variabilité climatique locale
- Etude de la variabilité des processus nuageux et dynamiques et du couplage surface-atmosphère : tendances climatiques et anomalies des différentes variables de la colonne atmosphérique et de leurs liens, à régime fixé. Rôle des nuages dans les anomalies climatiques de température (exemple ci-contre) et étude des événements extrêmes.
- Evaluation des modèles météorologiques et climatiques et notamment des processus humides dans les simulations CMIP5 (LMDZ) et CORDEX (WRF)



Octobre 2005 : **anomalie positive en T** mais pas d'anomalie particulière dans fréquence des régimes. **Changement dans les propriétés radiatives des nuages ?**

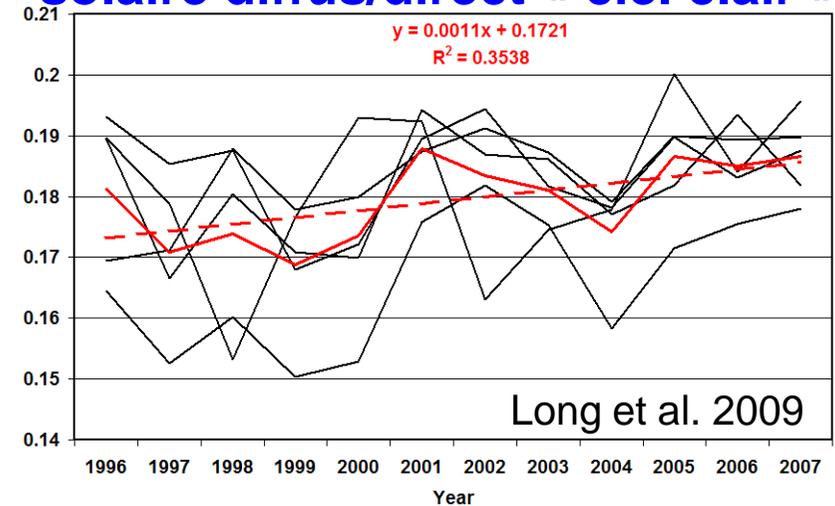


*Excès effet de serre nuages pour un des régimes  
⇒ Fréquence des nuages bas, moyens, hauts ?  
Nuages plus opaques ? ...*

# THÈME 2 : CIRRUS et VAPEUR D'EAU HAUTE TROPOSPHERE

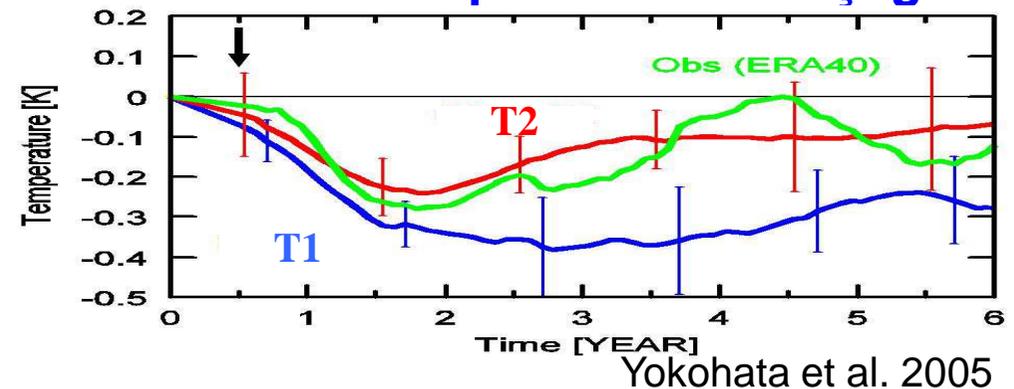
- **CIRRUS:** détection nécessite forte sensibilité, propriétés microphysiques sont très variables
  - Souvent confondus avec conditions de « ciel clair »
  - Impacts radiatifs cumulés importants, évolution décennale peu connue

## Evolution du rapport rayonnement solaire diffus/direct « ciel clair »



- **CIRRUS:** rôle important dans déshydratation UTLS - conséquences climatiques importantes
  - Déshydratation se passe à petite échelle (sursaturations locales) par formation cirrus optiquement très fins
  - Formation des cristaux de glace à partir de vapeur d'eau mal compris et forte incertitude dans les modèles

## Evolution température moyenne de la Terre en réponse à un forçage



- Besoin profils UTLS cirrus et vapeur d'eau, corrélés, haute résolution
- Observations régionales, in-situ et télédétection active

# THÈME 2 : CIRRUS et VAPEUR D'EAU HAUTE TROPOSPHERE

## Objectifs:

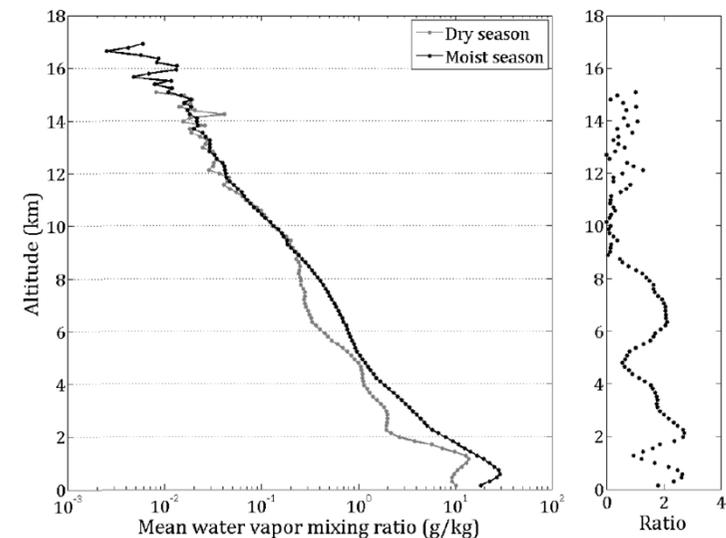
- Caractériser variabilité propriétés des cirrus naturels et artificiels et leur impact radiatif.

OHP (Keckhut et al., 2006) Type de cirrus	Moy. tropo., fins	Haute tropo., épais	Tropopause fins
Origine	?	?	Transport isentrope ?
Occurrence (%)	36	27	35
Altitude (km)	8,6±0,9	9,8±0,7	11,5±0,9
Epais. géo. (km)	0,9±0,6	3,2±0,9	0,9±0,6
Epais. optique (km)	0,2±0,2	0,8±0,4	0,13±0,1

OPAR (Hoareau et al., 2011) Type de cirrus	Moy. tropo., fins	Haute tropo., épais	Haute tropo., fins
Origine	fronts	cyclones	convection
Occurrence (%)	44	19	37
Altitude (km)	10,3±0,9	14,3±0,6	13,6±0,6
Epais. géo. (km)	2,0±1,1	3,0±0,7	1,4±0,5
Epais. optique (km)	0,04±0,04	0,09±0,06	0,02±0,02

- Etudier variations diurnes, saisonnières, interannuelles cirrus et vapeur d'eau et suivi long terme dans l'UTLS (lidar aérosol + Raman) : lien avec réseaux GRUAN et NDAAC.

- Etudier processus de formation et de transport des cirrus par suivi lagrangien (trajectoires + mesures en station)



Variation saisonnière vapeur d'eau, La Réunion (Hoareau et al., AMTD, 2011)

⇒ Aboutir à une meilleure prise en compte dans les modèles (climat, radiatif)

# THÈME 3 : PROCESSUS DYNAMIQUES ET PHYSICO-CIMIQUES DANS LES SYSTÈMES NUAGEUX

- Processus nuageux : complexité, diversité d'échelle, difficulté d'observation

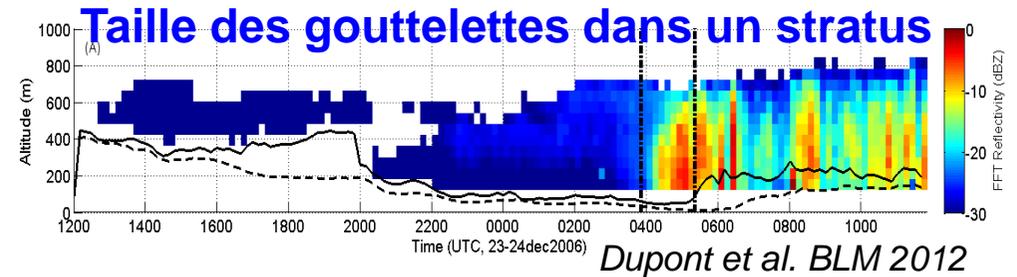
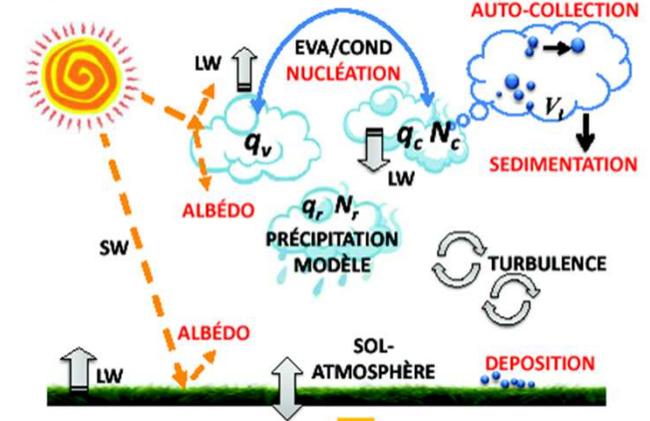
- Forcés par grande et méso échelle
- Variabilité à petite échelle (microphysique), interactions nombreux processus
- Processus mal compris

- Représentation dans les modèles

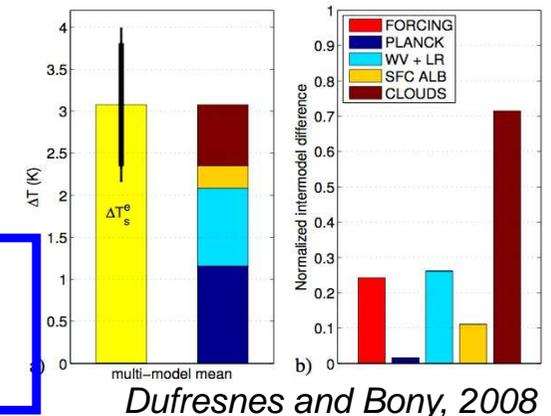
- Météo : prise en compte des processus physico-chimiques
- Climat : incertitude majeure sur sensibilité du climat attribuée aux nuages

- Besoin observations co-localisées: propriétés des nuages, thermodynamique, microphysique, rayonnement

## Processus important dans cycle de vie des nuages



## Attribution de augmentation de température suite à CO<sub>2</sub> x 2

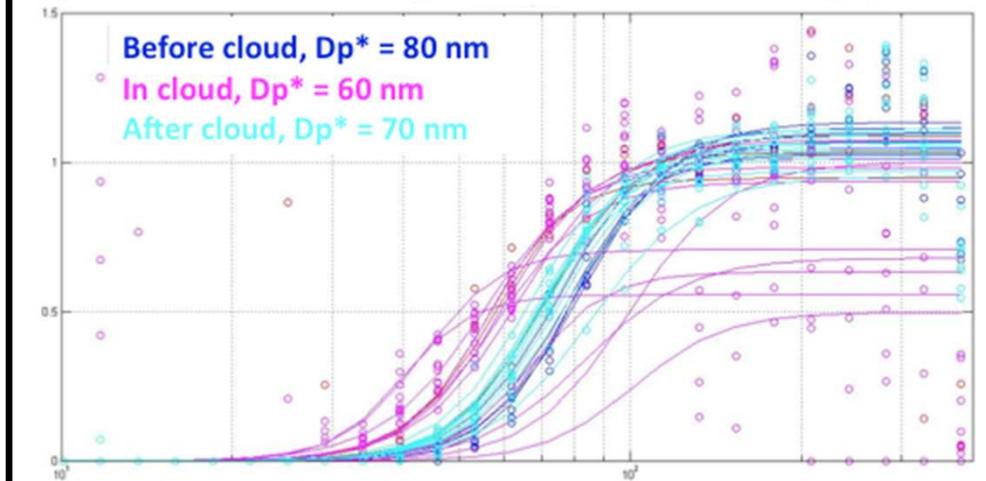


# THÈME 3 : PROCESSUS DYNAMIQUES ET PHYSICO-CIMIQUES DANS LES SYSTÈMES NUAGEUX

Objectifs: Etude des liens entre les propriétés microphysiques, chimiques et radiatives du nuage à fine échelle spatiale, et de leur interaction avec la dynamique atmosphérique

- Impact de la thermodynamique et de la composition de l'atmosphère sur les propriétés du nuage (sursaturation et noyaux de condensation nuageuse)
- Impact du nuage sur les propriétés physico-chimiques de l'atmosphère (réactivité chimique aqueuse, formation de SOA) →
- Interactions entre les processus microphysiques et la dynamique nuageuse et impact sur le cycle de vie des nuages (Rôle des précipitations/bruine, découplage couche nuageuse/couche surface)
- Microphysique et précipitations des systèmes convectifs (Couplage observation et modélisation haute résolution microphysique nuage/pluie)

Noyaux de condensation nuageuse à sursaturation 0.5% au puy de Dôme



**Ordonnée** nombre d'aérosols activés en gouttelette de nuage à sursaturation de 0,5%

**Abscisse** diamètre des aérosols

Mesures faites avant, pendant (en échantillonnant les résidus de gouttelettes de nuage formé in-situ), et après un passage nuageux

De manière surprenante, **le diamètre d'activation diminue pendant et après la passage du système nuageux** (Formation de composés organiques en phase aqueuse qui inhibent les propriétés CCN).

Contenu en eau et spectre de gouttelettes de nuage  
Noyaux de condensation nuageuse  
Composition bio-chimique des gouttelettes d'eau  
Radars polarimétriques, disdromètres  
Flux de surface

# Objectifs ROSEA: un Réseau d'Observatoires pour la Surveillance de l'Eau Atmosphérique

**Objectifs:** proposer des observations plus robustes et innovantes pour répondre aux questions des 3 thèmes scientifiques

**5 observatoires de l'INSU** se retrouvent autour d'objectifs et d'approches scientifiques communs, et de moyens de mesure similaires:

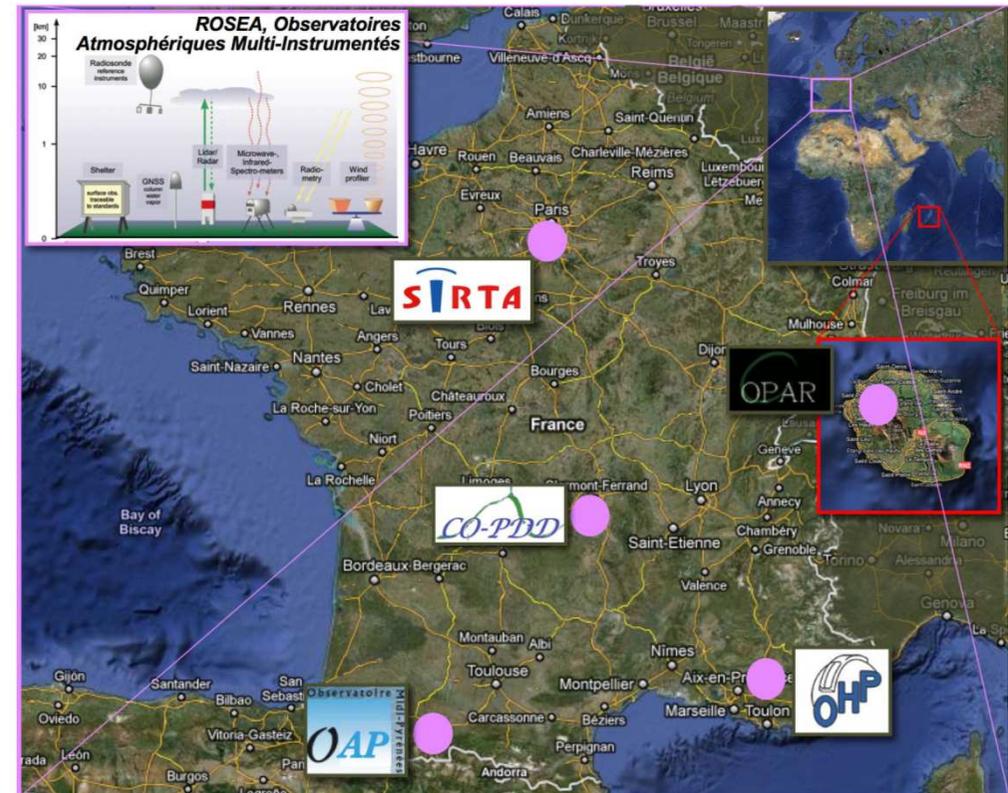
**SIRTA, CO-PDD, OHP, OAP, OPAR**

## 3 thèmes scientifiques:

- Les nuages et les flux surface-atmosphère dans les études climatiques
- La vapeur d'eau et les cirrus, processus en haute troposphère et impacts radiatifs
- Les processus physico-chimiques dans les systèmes nuageux

## 2 chantiers techniques transverses:

- Les procédures d'opérations standards
- Archivage, Normalisation, Mise à disposition



## CHANTIERS TECHNIQUES

**Mise en place de procédures d'opérations standards (POS)** pour assurer des prises de mesure de qualité et stabilisées sur le long terme

Démarche:

- Identifier des capteurs susceptibles de fournir les observations nécessaires à partir de tests instrumentaux et campagnes de mesures.
- Développer les protocoles de **déploiement**, d'**entretien**, d'**étalonnage**, de **fonctionnement**, de **maintenance** et d'**échantillonnage** des mesures
- Développer les protocoles de **contrôle et gestion de la qualité** des mesures, et acquérir les **métadonnées**
- Développer les **algorithmes** d'interprétation des données et les filières de traitement associées

⇒ **Implémentation de POS existantes (BSRN, NDACC, RENAG, GRUAN, ...)**

**ou**

⇒ **Définition de nouvelles POS**

# L'apport des procédures d'opérations standards ROSEA

## *Quelques exemples*

<b>Paramètre atmosphérique</b>	<b>Référence</b>	<b>Avant ROSEA</b>	<b>Avec ROSEA</b>
Mesure de rayonnement solaire et tellurique pour quantifier impacts radiatifs	BSRN (WMO)	SIRTA (2003)	SIRTA, CO-PDD, OPAR, OAP, OHP Mesures SW, LW Etalonnage, Contrôle qualité
Profils de rapport de mélange de vapeur d'eau pour étude des cirrus	NDACC GRUAN (WMO)	OHP (1999) OPAR (2002) CO-PDD (2009)	OHP, OPAR, CO-PDD, SIRTA Traçabilité long-terme Algorithmie
Profils de température pour comprendre changement climatique régional	GRUAN (WMO)	Réseau radiosondage Météo-France Qualité NWP	Trappes/SIRTA, Gillot/OPAR Profils avec barres erreur Traçabilité long terme
Contenu isotopique vapeur d'eau pour identifier son origine (sol, advec., convec., subsid.)	Pas de référence	Campagnes de mesure	SIRTA, OPAR Meilleure compréhension des processus Mesures continues

# Paramètres atmosphériques ROSEA pour lesquels des procédures d'opérations standards (POS) existent déjà

No de POS	Paramètres	Instrument	Domaine de mesure (surface, colonne, profil vertical)	Echantillonnage temporel ; Mode de fonctionnement (continu, routinier, campagne)	Disponibilité au COPDD, SIRTA, OPAR, OHP, OAP (en gras, sites où POS sont déjà implémentés)	Réseau d'appartenance définissant les POS	Coordinateur ROSEA (Nom, Labos)	Observations indispensables pour les thèmes
1	Variables météorologiques (P, T, U, V)	Capteurs standards météo	Surface	Echant. 1 min Mode continu	COPDD, SIRTA, OPAR, OHP, OAP	POS WMO	M. Lothon LA	1, 2, 3
2	Contenu total en vapeur d'eau	GPS	Colonne intégrée	Echant. 15 min Mode continu	<b>COPDD, SIRTA</b> OAP	POS RENAG POS RGP	J. Van Baelen LaMP	1, 2, 3
3	Humidité spécifique et relative	Radiosondages	Profil vertical 0m -30 km	2 fois par jour	Trappes (SIRTA) ; Gillot (OPAR)	POS GRUAN	J-L. Baray LaCY	1, 2, 3
4	Rapport de mélange en vapeur d'eau	Lidar Raman	Profil vertical (0 m-10 km)	Echant. qq. heures Mode routinier	<b>OHP, OPAR</b> COPDD, SIRTA	POS NDACC	P. Keckhut LATMOS	1, 2, 3
5	Contenu en eau liquide (et vapeur d'eau)	Radiomètre micro-onde	Colonne intégrée	Echant. 1 min Mode continu	<b>SIRTA</b> OAP	POS MWRNET	JC. Dupont IPSL	1, 3
6	Vent horizontal et vertical	Radar UHF-VHF	Profil vertical 0.2-10 km	Echant. 15 min Mode continu	<b>COPDD, OAP</b> SIRTA, OPAR, OHP	POS WINDPROF	F. Saïd LA	1, 2, 3
7	Irradiance solaire et infrarouge	Pyrhéliomètre Pyranomètre Pyrgomètre	Surface	Echant. 1 min Mode continu	<b>SIRTA</b> COPDD, OPAR, OHP, OAP	POS BSRN	M. Haeffelin IPSL	1, 2, 3
8	Flux de chaleur sensible et latente	Anémomètres soniques et capteur H2O	Surface	Echant. 10Hz Mode continu	OAP, SIRTA	POS CARBO-EUROPE/ICOS	F. Lohou LA	1, 3

# Paramètres atmosphériques ROSEA pour lesquels des procédures d'opérations standards (POS) n'existent pas

No de POS	Paramètres	Instrument	Domaine de mesure (surface, colonne, profil vertical)	Echantillonnage temporel ; Mode de fonctionnement (continu, routinier, campagne)	Disponibilité au COPDD, SIRTA, OPAR, OHP, OAP (en gras site pilotant l'implémentation du POS)	Réseau d'appartenance définissant les procédures d'opérations standards	Coordinateur ROSEA (Nom, Labos)	Observations indispensables pour les thèmes
9	Rapport de mélange en vapeur d'eau	Radar UHF-VHF	Profil vertical (0 m-10 km)	Echant. qq. heures Mode routinier	<b>OAP</b> COPDD, OHP, OPAR, SIRTA	POS A D□FINIR	F. Saad LA	1, 2, 3
10	Contenu isotopique vapeur d'eau et eau de pluie	Picarro	Surface	Echant. 10 sec Mode continu	SIRTA, OPAR	POS A D□FINIR	F. Vimeux LSCE	1, 3
11	Couverture nuageuse, aspect du nuage	Imageur, Caméra nuage, Radiomètres, Thermètre	Colonne intégrée	Echant. 1 min Continu	<b>SIRTA</b> OAP, OHP	POS A D□FINIR	M. Chiriaco LATMOS	1, 2, 3
12	Propriétés macro et microphys. des cirrus	Lidar rétrodiffusion Lidar Raman	Profil vertical 0-30 km	Echant. 15 min Mode routinier	<b>OHP</b> SIRTA, COPDD, OPAR	POS A D□FINIR	J. Jumelet LATMOS	2
13	Distribution CCN	DMA+CCNC	Surface	Echant. 10 min Continu	<b>COPDD</b> OPAR	POS A D□FINIR	K. Sellegri LaMP	3
14	Contenu en eau	Sonde GERBER	Surface	Echant. 10 min Continu	<b>COPDD</b> SIRTA, OPAR	POS A D□FINIR	K. Sellegri LaMP	3
15	Distribution en taille des gouttelettes	FSSP FM100	Surface	Echant. 10 min Continu	<b>COPDD</b> SIRTA	POS A D□FINIR	K. Sellegri LaMP	3
16	Distribution en taille des gouttes de pluie	Disdromètre	Surface	Echant. 5 min	<b>OPAR</b> SIRTA	POS A D□FINIR	M. Plu LaCY	3

# Archivage, Normalisation et Mise à Disposition des Données

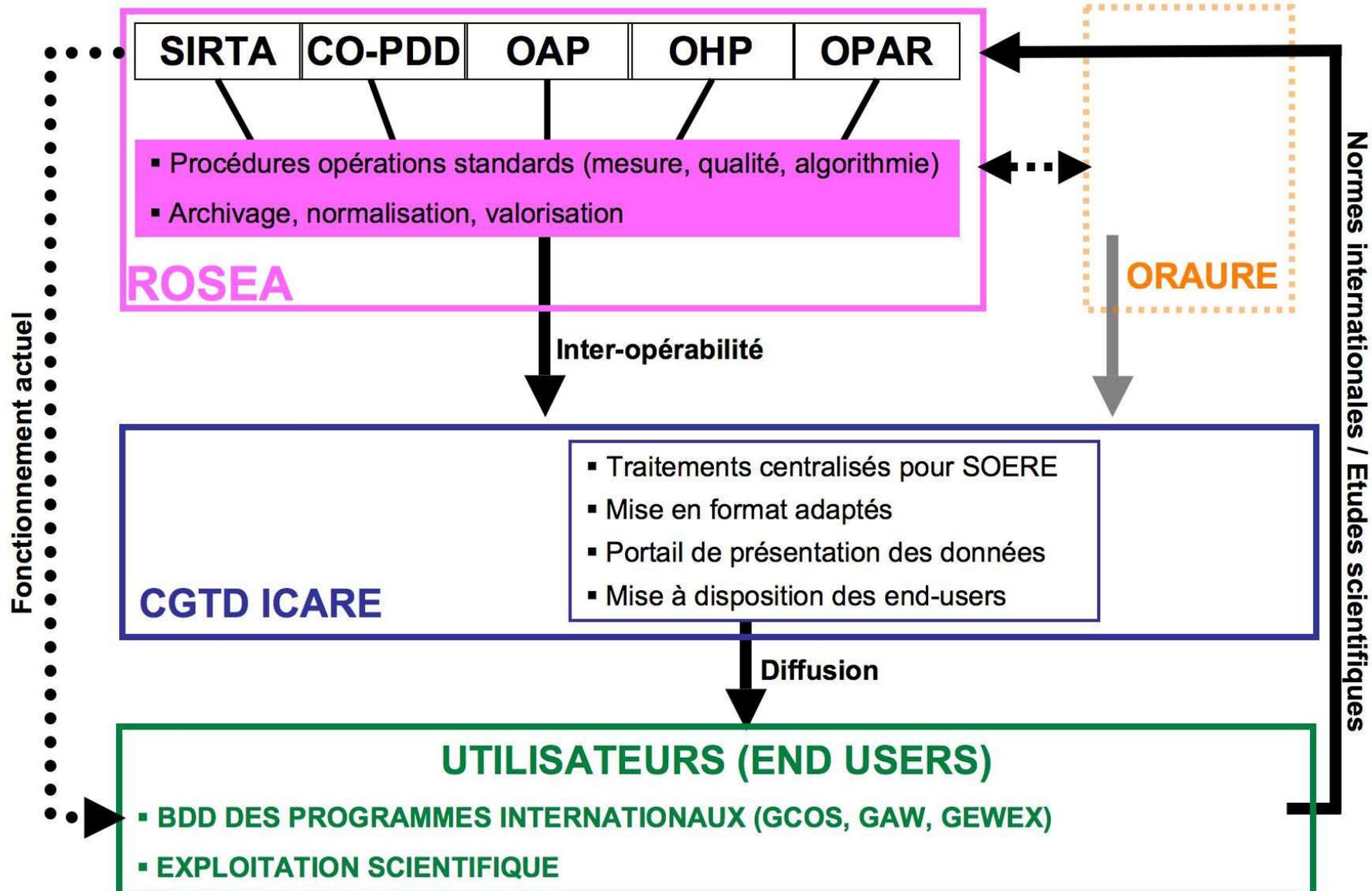
## *L'existant*

	Stockage et sauvegarde données brutes	Mise à disposition aux utilisateurs (Formats)	Visualisation des données (quick-look)	Données transmises aux pôles thématiques	Données transmises aux BDD nationales et internationales
SIRTA	Climserv (X) et Dataserv (UPMC)	WEB SIRTA <sup>1</sup> FTP SIRTA (NetCDF, ASCII)	Temps réel WEB SIRTA	ICARE par ESPRI	AERONET BSRN CLOUDNET EARLINET ICOS MWRNET RGP/EG-VAP
CO-PDD	Serveurs OPGC	WEB OPGC <sup>2</sup>	Temps réel WEB OPGC		AERONET E-WINPROF EBAS-NILU EMEP EUSAAR ICOS PAES RENAG/RGP
OPAR	Serveurs OPAR	WEB OPAR <sup>3</sup> (NetCDF, ASCII)	Temps réel WEB OPAR	ETHER pour NDACC	AERONET E-WINPROF ICOS NDACC SHADOZ
OHP	LATMOS pour la majorité	WEB OHP <sup>4</sup>	Temps réel WEB OHP	ETHER pour NDACC	AERONET EARLINET PAES (ICOS projet) NDACC
OAP	Laboratoire d'Aérologie	WEB AEROLOGIE <sup>5</sup>	Temps réel WEB AEROLOGIE <sup>5</sup>	ETHER pour NDACC	E-WINPROF ICOS NDACC PAES RENAG

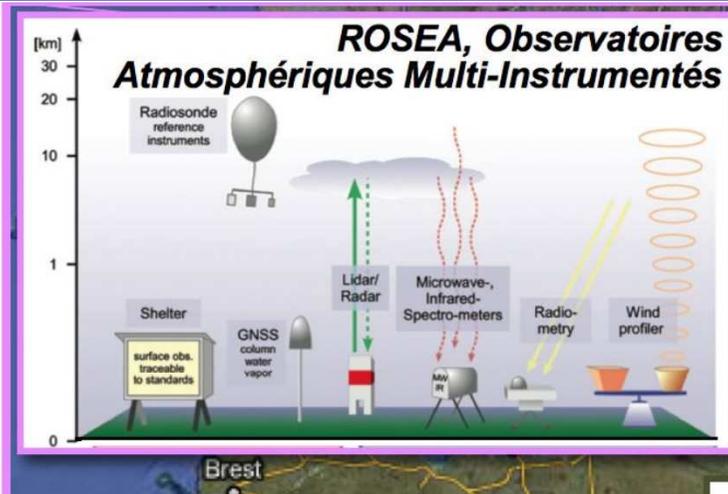
# Archivage, Normalisation et Mise à Disposition des Données

## La valeur ajoutée de ROSEA

- Partage d'expertise et outils
- Inter-opérabilité, centralisation traitements
- Visibilité et distribution des données



# ROSEA et les Observatoires Atmosphériques



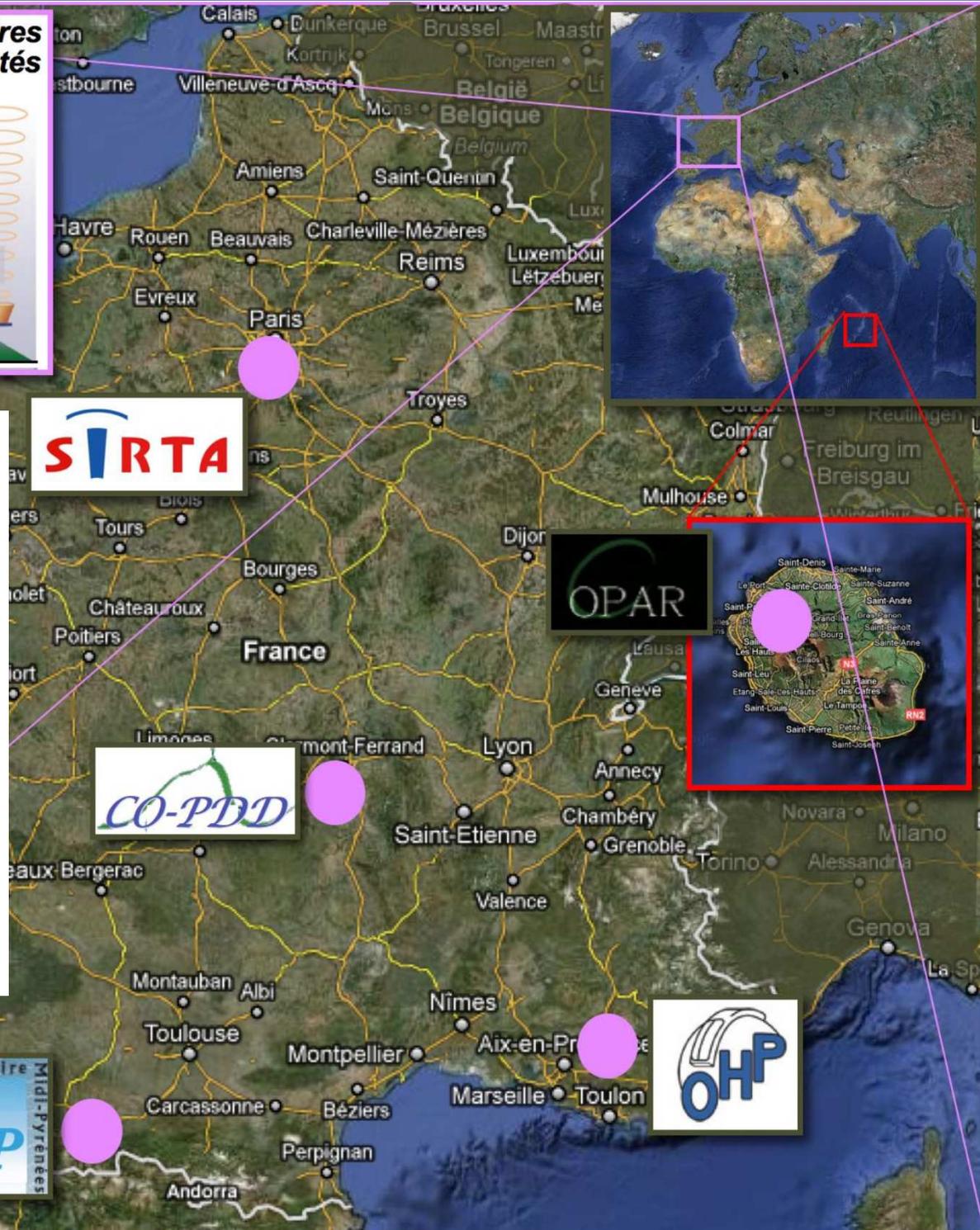
## De nombreux points communs

Thèmes scientifiques :

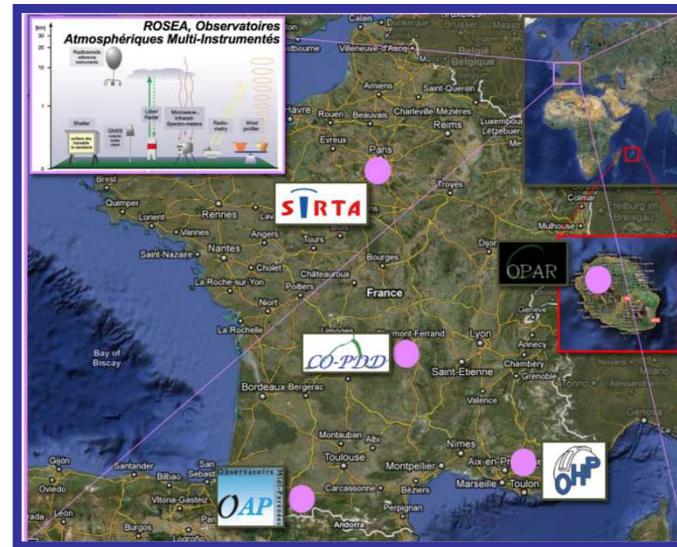
- Eau atmosphérique
- Aérosols, gaz atmosphériques
- Dynamique, turbulence et précipitations
- Approches scientifiques communes

Activités :

- Mesures sur sites multi-instrumentés
- Observations permanentes (multiples SO et SOERE labellisés ; réseaux internationaux EMEP, GAW, AERONET, BSRN, NDACC, ...)
- Accueil de campagnes de mesure et développement instrumental
- Enseignement, formation, vulgarisation

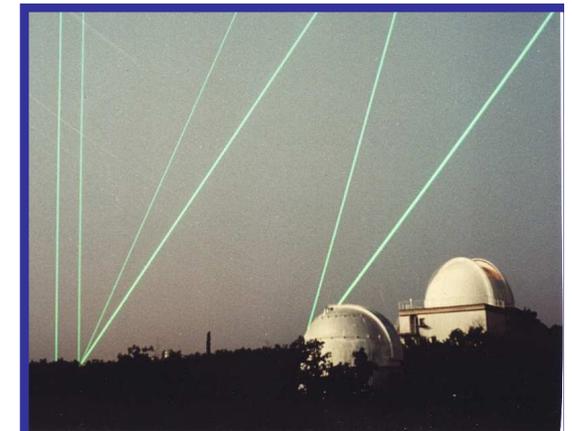


# ROSEA et les Observatoires Atmosphériques



## Des spécificités:

- Climat tropical (OPAR)
- Electricité atmosphérique (OAP)
- Couche limite urbaine (SIRTA)
- Chimie des gouttelettes (CO-PDD)
- Cyclones tropicaux (OPAR)
- Evolution de la stratosphère (OHP)
- Sites multi-altitude (CO-PDD, OAP)
- Complémentarité de l'insertion dans les réseaux (EMEP, NDACC, BSRN, ...)



# GOUVERNANCE, FONCTIONNEMENT

- ⇒ **Bureau de coordination**
- ⇒ **Conseil scientifique**
- ⇒ **Groupes de travail sur chantiers techniques**
- ⇒ **Journées scientifiques**

- ⇒ **Le groupe ROSEA existe depuis novembre 2010**
- ⇒ **Prochaine réunion du projet le mercredi 16 mai 2012**

# CONCLUSIONS

- ⇒ ROSEA apporte des observations plus robustes et nouvelles pour la recherche sur l'eau atmosphérique
- ⇒ ROSEA permet un partage de connaissance et savoir faire pour plus d'efficacité
- ⇒ ROSEA contribue à une meilleure visibilité et distribution des observations
- ⇒ ROSEA met en réseau des personnes faisant le même métier (un manque dans les domaines techniques)