Bilan et perspectives SIRTA

Martial Haeffelin
Institut Pierre Simon Laplace

15ème Journée Scientifique
29 juin 2017
Ecole Polytechnique

Une infrastructure fédérative pour observer et comprendre le climat et les processus atmosphériques

Bilan scientifique

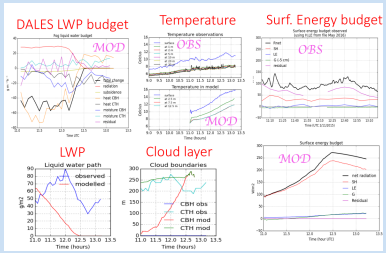
6 THÈMES (GT):

6 CAMPAGNES:
CALIB-RADAR
NAWDEX-GRUAN,
ATMOS-PRECIP,
MICRO-FOG,
EVAPO-FLUX,
ACSM-ASQAA

11 THÈSES:
CEREA (1)
INERIS (2)
GEEPS/LIMSI (1)
LATMOS (1)
LMD (5)
LSCE (1)

GT1. NUAGES
Nuages de la surface à la haute troposphère (JC. Dupont, IPSL)

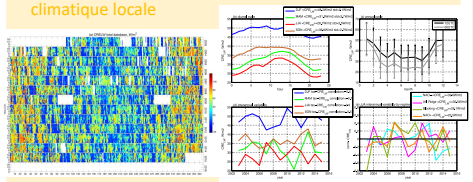
- Etudes des processus pilotant le cycle de vie des brouillards (obs. sol et spatiales)
- Pilotage du centre d'expertise sur les profils nuageux (ACTRIS, ACTRIS-FR) : radar, télémètre, profileur de vent et T/RH
- Candidature nationale GRUAN (action IPSL/Météo-France/MODEM)
- 5 publications, 2 thèses en cours



Comparaison LES et observations SIRTA, le 2/11/2015

GT2. CLIMAT
Etudes climatiques (S. Bastin, M. Chiriaco, LATMOS)

- Analyse des biais des modèles de climat (LMDZ) et de climat régional (WRF) en exploitant synergie d'observations (multi-paramètres, sol/spatial etc…): vers une amélioration des physiques.
- Analyse du rôle des processus locaux dans la variabilité climatique locale

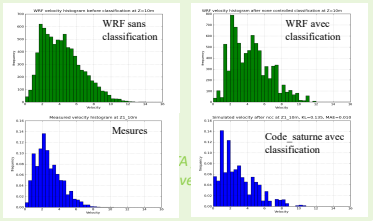


(a) Variability of CRE LW as a function of hour, day, year. (b) mean diurnal cycle averaged from 2003 to 2016 separated by season (c) Mean annual cycle averaged monthly from 2003 to 2016 at noon and at midnight. (d) Interannual evolution from 2003 to 2016, averaged by season; numbers in the legend are the correlation with surface T (e) JJA curve of (d) separated onto weather regimes

- Développement de la réanalyse d'observations SIRTA-ReOBS (Chiriaco et al., submitted). Extension en cours aux sites ACTRIS-FR. Ajout de produits régionaux (coll. Météo-France)
- Intégration du simulateur lidar sol dans COSP (collaboration EECLAT)

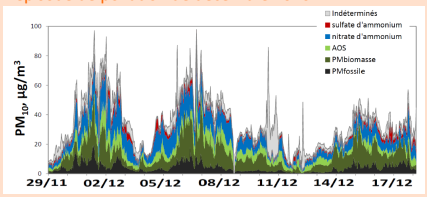
GT3. TURBULENCE
Turbulence et dynamique dans la couche limite (L. Musson-Genon, E. Dupont, CEREA)

- Etude expérimentale et numérique de l'écoulement et de la dispersion de polluants à micro-échelle (influence des obstacles: bâtiments, zones boisées …)
- Etude de l'hétérogénéité spatiale des flux de surface (campagne avec le CEREMA)
- Analyse de la campagne TEMERAIRE (Test de la Mesure de Réfractivité Atmosphérique par Radar à l'Echelle hectométrique)
- Caractérisation du développement de la couche limite
- 2 thèses soutenues en 2016, 1 publication



GT4. AEROSOLS / GAZ
Source, processus et transport, Aérosols et gaz réactifs (V. Gros, LSCE ; O. Favez, INERIS)

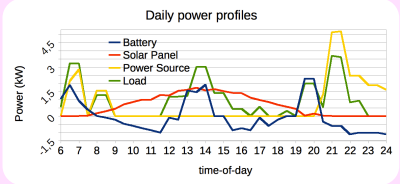
- Suivi long-terme des espèces gazeuses réactives et des propriétés physico-chimiques des aérosols.
- Organisation de la deuxième intercomparaison ACTRIS des analyseurs automatiques de type ACSM (*Aerosol Chemical Speciation Monitor*) au printemps 2016.
- Etude détaillée des origines (essentiellement sources de combustion locales, transport routier et chauffage) de l'épisode de pollution de décembre 2016:



- Intégration OCAPI, ACTRIS-FR et travaux ACTRIS-PPP.
- Développement de l'interface INDRA pour interprétation des données IPRAL.

GT5. ENERGIE
Expérimentation en Energies renouvelables (J. Badosa, LMD)

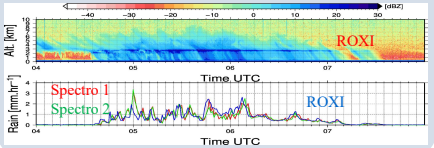
- Etudes des ressources solaire et éolienne et de leur variabilité à partir des mesures au sol et spatiales
- Recherche de méthodes de prévision de production solaire et éolienne multi-horizon et d'évaluation de l'incertitude associée
- Développement de plateformes d'expérimentation et de caractérisation de la production PV en conditions réelles.
- Développement d'un nanoréseau électrique à petite échelle pour la recherche et l'enseignement.
- Projet de construction d'un micro-réseau électrique pour le bâtiment SIRTA-2018 alimenté par une ferme PV innovante



3 publications, 4 thèses en cours

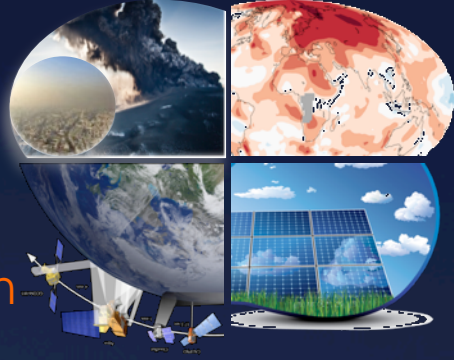
GT6. PRECIPITATIONS
Variabilités, intensité et propriétés des précipitations (Y. Lemaitre, LATMOS ; J. Van Baelen, LaMP)

- Etude de processus concernant:
  - ✓ le déclenchement des précipitations (dynamique, thermodynamique et microphysique)
  - ✓ l'intensité des précipitations à différentes échelles (QPE, extrêmes)
  - ✓ la variabilité spatio-temporelle des précipitations et de leurs caractéristiques microphysiques en relation avec les processus caractéristiques de la région
- Campagne ATMOS-Precip (15/09/16-15/01/17)
- Développement-Intercomparaison-Validation instrumentale
- Développement-validation algorithme-Inversion



Intecomparaion radar-disdromètres (ATMOS-Precip)

Bilan scientifique



Session orale

- J-A. Bravo Aranda (LMD): Liens entre dynamique et pollution
- K. Sartelet (CEREA): Modélisation des particules
- **B. Languille (LSCE): Exposition individuelle à la pollution**
- F. Cheruy (LMD): Climat local simulé et observé
- Y. Lemaître (LATMOS): Précipitation, observations et analyses
- **O. Atlan (LMD): Brouillard et spatial**
- V. Bourdin (LIMSI): Utilité de la prévision de production photovoltaïque

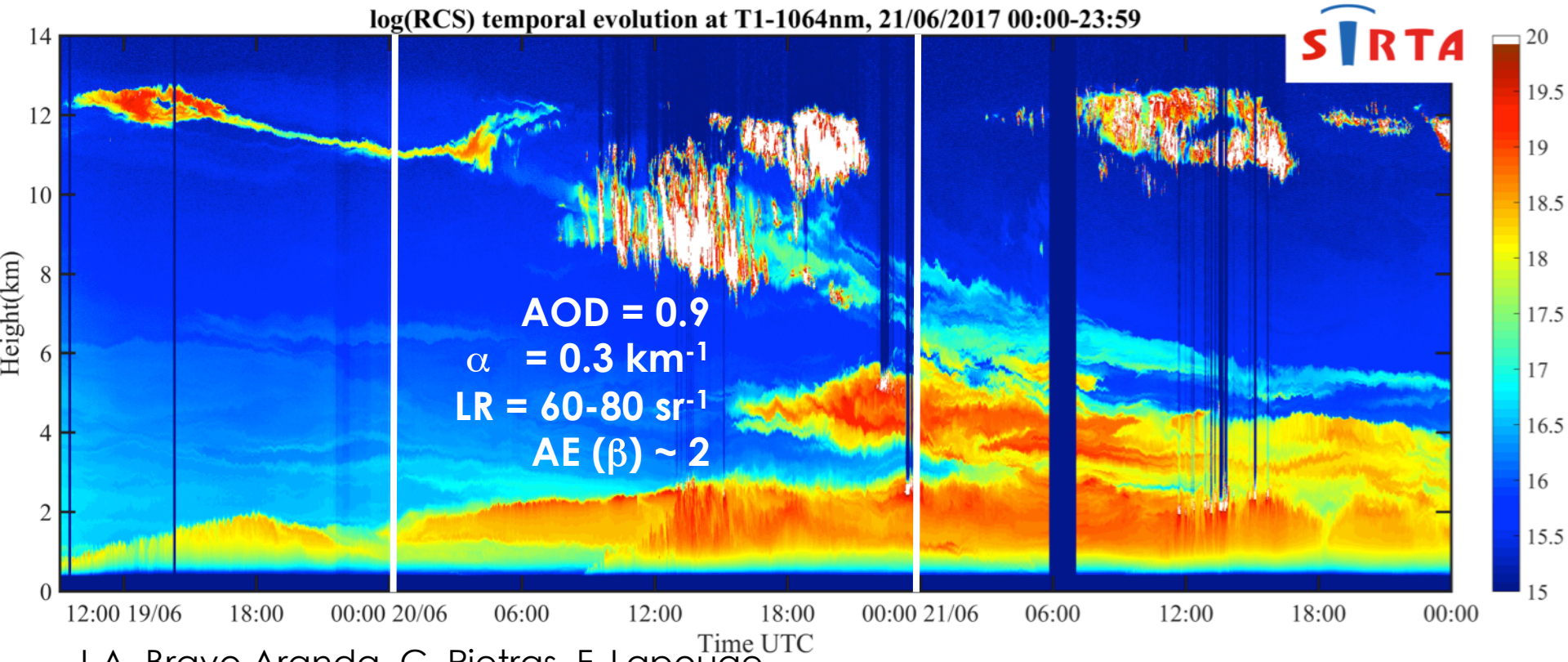
Séminaires

- **Enseignement** (Bastida), **Radar** (Delanoë/Viltard), **Lidar** (Bravo/Pietras), **Dynamique** (Sauvage/Paci), **Nanoréseau** (Badosa/Calderon)

Posters

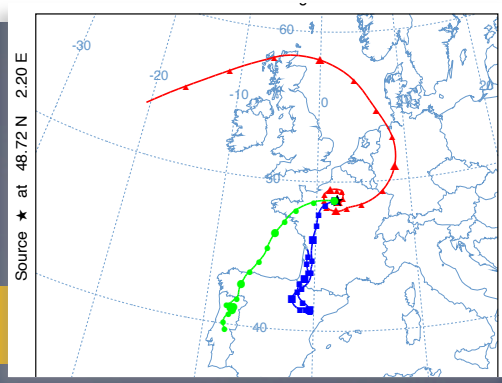
- Précipitations (9)
- Nuages, dynamique, sol-atmosphère (14)
- Gaz, aérosols, qualité de l'air (7)
- Energies renouvelables (5)

Focus: Quantification du transport d'aérosol par Lidar
Cas des feux de forêt au Portugal 16-21 juin 2017



J-A. Bravo Aranda, C. Pietras, F. Lapouge

Particules de feu de biomasse dans la couche résiduelle et la troposphère libre



Voir Posters et Séminaires: Bravo Aranda et Pietras

Projets scientifiques structurants

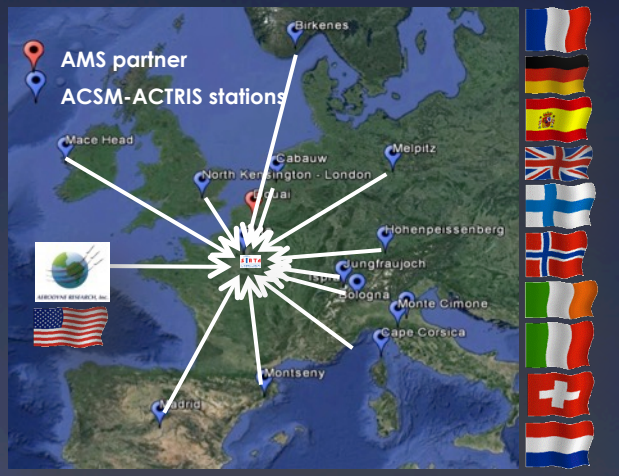
IR ACTRiS FRANCE

- Aérosols/Nuages/Gaz Réactifs
- 90 pers; 12 labos
- 9 GT thématiques
- Liens forts avec utilisateurs

ACTRiS → 2045

- EARLINET/CLOUDNET/EBAS
- Accès transnational
- Calibration ACSM (LSCE/LaMP/ INERIS)
- Calibration Radar (LATMOS/IPSL)

(Voir séminaire de terrain)

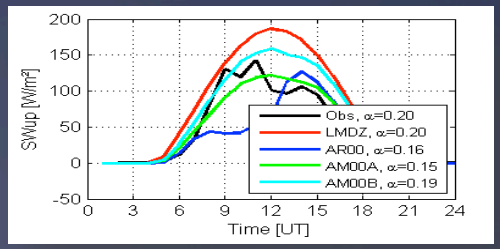


DEPHY EECLAT

- Evaluation de modèles NWP, GCM, CTM

(Voir animation COSY session posters)

- Etudes sol-satellites



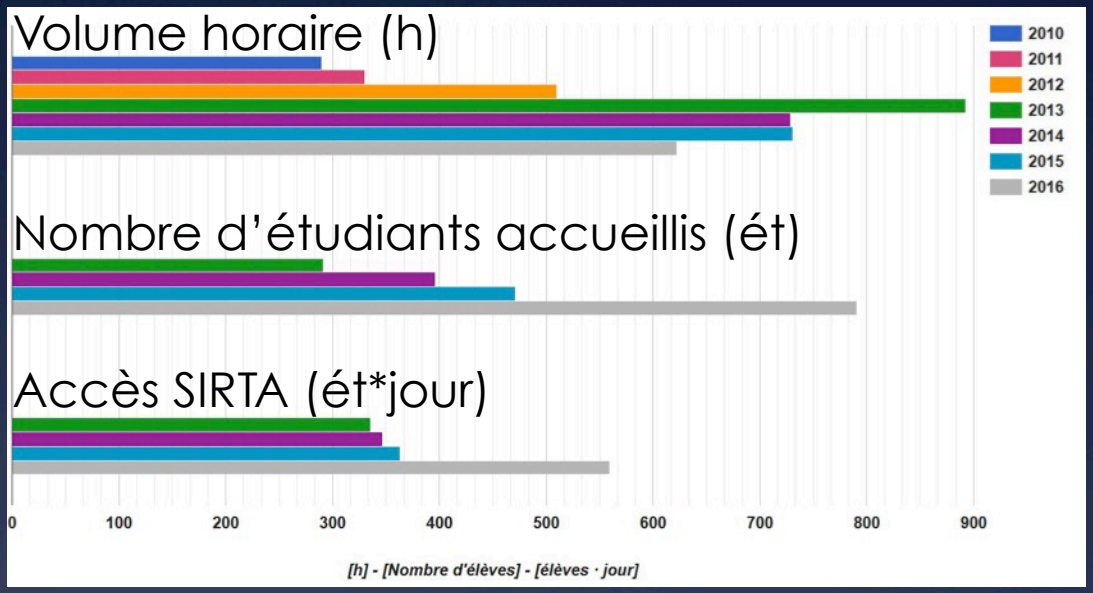
GRUAN GAW

- Harmonisation des procédures (Météo-France/IPSL)
- Amélioration mesures (MODEM/IPSL),

(Voir séminaire de terrain)

Enseignement Expérimental

Poster et Séminaire Bastida et al.

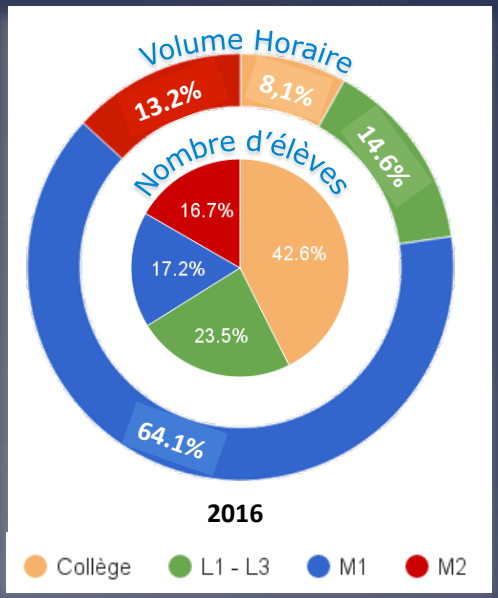


<u>Écoles d'été:</u>

- 2éme édition Ateliers CLE (1 semaine; 5 TP x 7h; 24 ét.)
- Fidélisation FDSE X-Cambridge , KIC-Climat

<u>Faits marquants</u>:

- **SIRTA sollicité 1jour/3 pour enseignement**
- Instruments dédiés (LNA, PV Tracker)
- Notebooks pour TP et TD
- Demande collège forte (F93, Saclay)
- Moins de TP M1/M2
- Modules spécifiques pour MOOC



L'Instrumentation

9 installations
20 actions maintenance
9 tests instrumentaux
7 campagnes mesures

- Renforcement des mesures de dynamique de basse couche
- Calibration des radiomètres, visibilimètres
- Maintenance télémètres et Lidar IPRAL,
- Campagnes précipitation, microphysique brouillard, validation profils de humidité Lidar et RS, intercalibration ACSM, calibration de radar nuage…

→ Posters Equipes techniques

SIRTA
Site Instrumental de Recherche par Télédétection Atmosphérique

Faits marquants instrumentaux au SIRTA, juin 2016 – juin 2017

Institut Pierre Simon Laplace – Sciences de l'environnement

Florian Lapouge – LMD (01.69.33.51.79, florian.lapouge@lmd.polytechnique.fr)
A. Faucheux, MC. Gonthier, JC. Dupont

9 Installations | **20-30 Maintenances** | **5 Tests** | **10 Campagnes**

2016

11 juillet 2016
Profil anémomètres (0.4 à 7m)
Objectif : Mesurer les profils de dynamique au voisinage de la surface
PI : JC. Dupont (IPSL)
RT : Equipe SIRTA

11 Juillet 2016
Anémomètre sonique + hygromètre rapide à 30m
Objectif : Calculer les flux de chaleur sensible et latent à 30m
PI & RT : JC. Dupont (IPSL)

Décembre 2016 - Février 2017
Mat 30m zone 4b, 3 niveaux anémomètres et températures/humidité.
Objectif : Documenter la dynamique de basse couche en milieu bâti
PI : E. Dupont (CEREA)
RT : A. Faucheux (CEREA)

Juillet 2016
Changement du container d'accueil suite à des fuites d'eau
PI : C. Pietras (LMD) ; RT : Equipe SIRTA

Septembre 2016
Démontage abris de jardin et évacuation encombrants Z1
PI & RT : Equipe SIRTA

10 Septembre 2016
Vérification Module Laser CL31
Objectif : Contrôle puissance laser
PI : M. Haeffelin (IPSL), RT : F. Lapouge (LMD), P. Lorin (DRIRE)

17 Novembre 2016, 5 Mai 2017
Calibration visibilimètre DF320, DF20+ et PWD
Objectif : Etre conforme au réseau Météo-France
PI : JC. Dupont (IPSL), RT : P. Lorin (DRIRE), Equipe SIRTA

22 Novembre 2016, 10 Mai 2017
Vérification pluviomètre station meteoairsol + CEREA
Objectifs : Etre conforme au réseau Météo-France
PI : JC. Dupont (IPSL), RT : T. Thibord (DRIRE), Equipe SIRTA

Sept – Nov 2016 et Mai 2017
Granulomètre LOAC
Objectif : Maintenances multiples (pompe, chambre optique)
PI : JB. Renard (LPC2E), RT : F. Lapouge (LMD)

16 Novembre et 17 Mai
Retour HATPRO et calibration LN2
Objectif : retour de maintenance lourde chez RPG + calibration
PI : JC. Dupont (IPSL), RT : F. Lapouge (LMD)

Décembre 2016 - avril 2017
Maintenance hygromètre rapide LI7500 et LI7200
Objectif : réparer les systèmes défectueux et réinstallation
PI & RT : JC. Dupont (IPSL)

30 Novembre / 10 Mars
Changement configuration CL31 et CHM15K
Objectif : Être conforme aux recommandation E-Profile
PI : M. Haeffelin (IPSL), RT : F. Lapouge (LMD),

Aout et Septembre 2016
Radars BASTA
Objectif : Evaluer les performances et fonctionnement de nouveaux radars
PI : J. Delanoe (LATMOS), RT : C. Legac (LATMOS)

Octobre 2016
NAWDEX – RS ACTRIS-FR
Objectif : comparaisons RS M10 et RS92, structure thermodynamique de la haute troposphère
PI : G. Rivière (LMD), JC. Dupont (IPSL), RT : Equipe SIRTA

Septembre 2016 – Janvier 2017
ATMOS-precip
Objectif : Comparer des profileurs de précipitations et mesures in-situ, développer nouveaux algorithmes
PI : Y. Lemaitre (LATMOS), J. Van Baelen (LaMP),RT : equipe SIRTA, LaMP, LATMOS, LTHE

Octobre 2016
PUY-CLOUDS 16 au Puy de Dôme
Objectif : comparer, évaluer et qualifier les granulomètre de gouttelettes d'eau nuageuses
PI : K. Sellegri (LaMP), RT : J.Nicolas (LaMP)

30 Nov, 2-8-19 Dec, 3 jan, 17 fev, 11 Avr.
Ballon captif 0-300m (7 vols)
Objectif : distribution en taille des gouttelettes, inter-comparaisons radar nuages BASTA-HATPRO
PI : JC. Dupont (IPSL), RT : F. Lapouge (LMD)

Novembre – Avril
Installation FM-120
Objectif : Distribution en taille des gouttelettes dans le brouillard
PI : JC. Dupont (IPSL), RT : F. Lapouge (LMD)

2017

23 janvier 2017
Caméra infrarouge Sky-Insight
Objectif : Effectuer des images infrarouge du ciel
PI : O. Boucher (IPSL)
RT : P. Delville (LMD)

10 février 2017
Diffusomètre DF20+ en zone 5
Objectif : Visibilité horizontale à proximité des instruments gaz-aérosol
PI : JC. Dupont (IPSL),
RT : Equipe SIRTA

Mars 2017
LNA opérationnel dans bât. 83
Objectif : Remis en fonctionnement du LNA pour les TP
PI : P. Delville (LMD)
RT : F. Lapouge (X)

Mars 2017
Préleveur de particules DA80
Objectif : Caractérisation chimique des PM10
PI : O. Favez (INERIS), RT : F. Truong (LCSE), R. Aujay (INERIS)

Avril 2017
NRLAB
Objectif : Développement d'un nanoréseau sur le toit du bâtiment 83
PI : J. Badosa (X)
RT : F. Calderon (GeePS)

Mai 2017
Borne CFA/CFO plateforme toit bât. 83
Objectif : Avoir un système CFA/CFO aux normes pour alimenter l'instrumentation
PI : JC. Dupont (IPSL), RT : Equipe SIRTA

13 – 25 Janvier
Réparation câble CL31
Objectif : Fiabiliser la ligne de communication du CL31 car endommagée
PI : M. Haeffelin (IPSL), RT : F. Lapouge (LMD), P. Lorin (DRIRE)

25 janvier
Granulomètre LOAC
Objectif : Update logiciel d'acquisition
PI : JB. Renard (LPC2E), RT : M. Jeannot (MODEM)

Janvier 2017
- Intervention Lidar IPRAL
Objectif : réparer le problème laser avec humidité dans la chambre optique
PI : C. Pietras (LMD), RT : F. Lapouge (LMD)
- Ventilateur stations de mesures radiative + caméra EKO
Objectif : remettre en fonctionnement les ventilateurs de la station radflux2
PI : J. Badosa (LMD), RT : MC. Gonthier (IPSL)

Avril – Aujourd'hui
Retour de maintenance (1 mois) lidar vent WLS7v2 CEREA
Objectif : Etude du vent à 200 m en zone 1
PI : E. Dupont (CEREA), RT : A. Faucheux (CEREA)

Mai
Démontage FM120 pour envoi DMT
Objectif : Vérifier + changer le swivel suite aux fuites d'eau hivernales
PI : JC. Dupont (IPSL), RT : F. Lapouge (LMD)

7 et 13 juin
Alimentation ventilateurs des radiomètres
Objectif : Mettre en conformité le fonctionnement des ventilateurs
PI : J. Badosa (LMD), RT : MC. Gonthier (IPSL)

13 juin
- Alimentation photomètre solaire
Objectif : changer l'alimentation actuelle obsolète
PI : C. Pietras (LMD), RT : F. Lapouge (LMD)
- Problème mesure LI7500, changement dessicant H2O et CO2
Objectif : Avoir des mesures cohérente LI7200, IRGASON et LI7500
PI : P. Goloub (LOA), RT : F. Lapouge (LMD)
- Pluviomètre 3070 zone 2
Objectif : Être conforme et cohérent par rapport au réseau Météo-France
PI : JC. Dupont (IPSL), RT : Equipe SIRTA

2 juin
Rotation radiomètres
Objectif : envoyer les radiomètres solaires, infrarouges et UV pour étalonnage à Davos
PI : J. Badosa (LMD), RT : MC. Gonthier (IPSL)

20 Janvier – aujourd'hui
Antennes iridium
Objectif : Caractérisation des performances de 2 antennes iridium
PI : A. Hertzog (LMD), RT : C. Cenac (LMD)

Avril - Mai
Calibration ACSM ASQAA
Objectif : PI & RT : O. Favez, T. Amodeo (INERIS), F. Truong (LSCE)

Mai-Juin
Test aéthalomètres
Objectif : Optimiser le signal d'absorption via différentes options de bande filtrante
PI : R. Sarda-Estève (LSCE), F. Truong (ISCE)

5 avril – 7 avril
WLS-400S
Objectif : Tests e performance du lidar scannant WLS400S
PI : L. Thobois (Léosphère), RT : B. Côme (Léosphère)

5-15 avril
Analyseurs gaz et aérosols LISA
Objectifs : déployer dispositif instrument pour les ateliers CLE
PI : A. Gracien (LISA), RT : B. Picquet-Varrault (LISA)

Avril – Aujourd'hui
Fish-eye Caméra sur Raspberry PI
Objectifs : Evaluer les performances d'une caméra fish-eye
PI & RT : S. Rozborski (EDF R&D)

25 Mai – 15 Dec 2016 & Mai 2017 – Aujourd'hui
Campagne EVAPO
Objectif : Etude de l'hétérogénéité spatiale des flux de chaleur sensible et latent
PI : D. Ramier (CEREA), RT : JC. Dupont (IPSL), A. Faucheux (CEREA)

30 Mai – Aujourd'hui
Picarro 2
Objectif : Evaluation d'un deuxième Picarro avant installation en zone 5
PI : F. Vimeux (LSCE), RT : O. Cattani (LSCE), F. Lapouge (LMD)

19 juin – aujourd'hui
Campagne CLS1 CEREA
Objectif : Comparer et évaluer les performances du télémètre CLS1 du CEREA
PI : D. Demeregel (CEREA), RT : M. Moquillon (CEREA)

PI : responsable scientifique
RT : Référent Technique

Institut Pierre Simon Laplace – Sciences de l'environnement

Organisation autour des données

Poster Boitel et al

ALGORITHMES PHARES

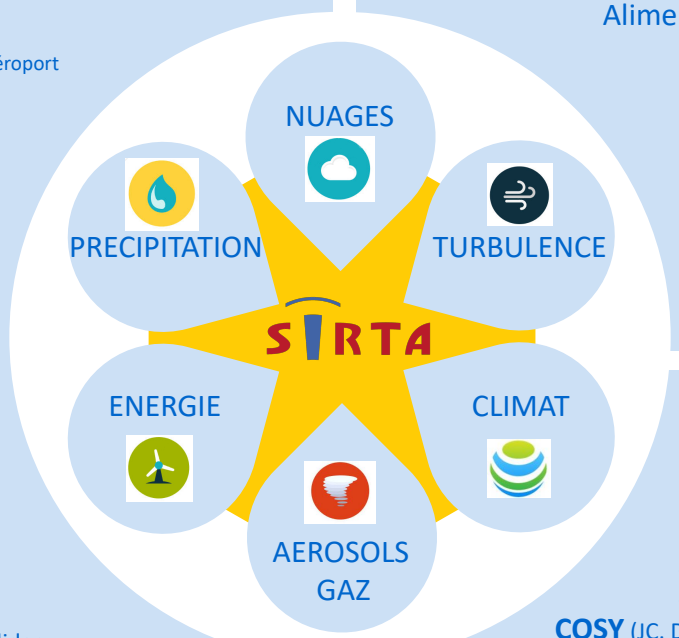
PARAFOG
Prévision en temps réel du brouillard
- Télémètre et lidar automatique
- Niveau d'alerte, aide à la décision, notamment sur aéroport
- Contact : martial.haeffelin@ipsl.fr

Eddy Pro
Restitution des flux de chaleur
- Anémomètre sonique et hygromètre rapide
- Flux de chaleur sensible et latente
- Contact : jean-charles.dupont@ipsl.polytechnique.fr

STRAT+
Détermination de la hauteur de couche limite
- Télémètre, anémomètre sonique
- Hauteur de couche limite
- Contact : simone.kotthaus@ipsl.polytechnique.fr

PV Scope
Estimation et prévision de la production PV
- Observations satellitaires, in-situ et sorties modèles
- Prévisions à des horizons de temps de t+0h à t+24h
- Contact : jordi.badosa@lmd.polytechnique.fr

INDRA
Outil graphique interactif d'analyse des données lidar
- INDRA a été développé avec l'objectif de pouvoir analyser tout type de données lidar
- Propriétés intensives et extensives des aérosols atmosphériques et rapport de mélange de vapeur d'eau
- Contact : jbravo@lmd.polytechnique.fr



RÉSEAUX THÉMATIQUES

Contribution à l'effort national et international de recherche
Alimentation des réseaux thématiques
- **ACTRIS-FR**
- **ACTRIS-EU**
  - CLOUDNET pour les nuages par mesures radar
  - EARLINET pour les aérosols par mesures lidar
  - EUSAAR pour les aérosols par mesures in-situ
- **BSRN** (rayonnement solaire et infrarouge)
- **IGN** (vapeur d'eau)
- **AERONET** (aérosols par photomètres solaires)
- **GRUAN** (profils T/RH/vent par radiosondages)
- **MWRNET** (réseau de radiomètre micro-onde)

BASES SPÉCIFIQUES

ReObs (J. Lòpez, http://sirta.ipsl.fr/reobs.html)
Base multi-paramètres (50 paramètres) constituée de séries long terme (15 ans) regroupées dans un fichier NetCDF unique avec un contrôle qualité poussé
- Évaluation des modèles de climat (LMDZ, WRF)
- Anomalies et tendances climatiques par l'observation

COSY (JC. Dupont, http://observations.ipsl.fr/espri/cosydata/)
Base multi-paramètres en quasi temps réel (J+1) dans un fichier NetCDF journalier de 15 paramètres
- Comparaisons rapides observations/modèles (AROME, ARPEGE, LMDZ)
- Tests sur des études de cas.

- Distribution des données ftp/web:

SIRTA AERIS

- Nouveaux développements ReOBS et COSY (Posters, Démonstration)

ESPRI

Infrastructure SIRTA-2018

1. Préserver pour s'inscrire dans la continuité

- Environnement naturel dans Polytechnique
- Qualité des mesures
- Historique > 16 ans

2. Renforcer et construire pour répondre aux besoins jusqu'en 2045

- Installation fiable et pérenne
- Environnement de travail adapté
- Vitrine scientifique sur le thème du climat (tout public)

3. Consolider l'enseignement et l'ouverture vers le grand public

- Assoir l'offre actuelle (visites, TP)
- De nouveaux espaces et outils
- Une offre pédagogique nouvelle (conférence, expériences)

Grands Chantiers SIRTA 2017-2019

Sciences
- Nuages, Aérosol/Gaz, Dynamique, Précipitation, Climat, EnR
- Animation par CS SIRTA, intégration nationale dans IR ACTRIS-FR

Enseignement:
- Comment répondre aux demandes croissantes de soutien à l'enseignement ?

ACTRIS-RI et ACTRIS-FR:
- Contribution aux Centre d'Expertise « Cloud Profiling » et « Aerosol In-Situ »
- Poursuite BDD CLIMAT / ReOBS

Campagnes:
- ACTRIS national and international Lidar intercomparison (2017)
- GRUAN national radiosonde intercomparison (2017-2018)
- ACTRIS International Cloud Radar intercomparison (2018)
- Cal/Val EarthCARE (2019)

Infrastructure:
- Observatoire SIRTA-2018

Organismes impliqués

- Ecole Polytechnique
- CNRS-INSU
- CNES
- Université Versailles-St-Quentin-en-Yvelines (UVSQ)
- EDF R&D
- Météo-France
- CEA
- INERIS

Soutien

- Personnel
- Fonctionnement
- Equipement
- Données

Remerciements
Equipe technique SIRTA
équipes techniques et PI des laboratoires
les services administratifs IPSL, LMD, X
les enseignants et les étudiants
les organismes pour leur soutien et leur confiance

Questions ?