

Dossier d'autoévaluation Laboratoire d'Optique Atmosphérique

CAMPAGNE D'EVALUATION 2018-2019
VAGUE E

INFORMATIONS GENERALES

Nom de l'unité : Laboratoire d'Optique Atmosphérique

Acronyme : LOA

Domaine et sous-domaine dans la nomenclature du Hcéres : ST3_1 Sciences de la Terre et de l'Univers –
Océan, Atmosphère

Directeur pour le contrat en cours : Frédéric PAROL

Directeur (ou du porteur de projet) pour le contrat à venir : Philippe DUBUISSON

Type de demande :

Renouvellement à l'identique

Restructuration

Création ex *nihilo*

Établissements et organismes de rattachement :

Liste des établissements et organismes tutelles de l'unité de recherche **pour le contrat en cours** et **pour le prochain contrat** (tutelles).

Contrat en cours :

- Université de Lille

- CNRS

| Prochain contrat :

| - Université de Lille

| - CNRS

Choix de l'évaluation interdisciplinaire de l'unité de recherche (ou d'une ou plusieurs équipes internes) :

Oui

Non

SOMMAIRE

Dossier d'évaluation de l'unité	3
Dossier d'évaluation de l'équipe IAR	28
Dossier d'évaluation de l'équipe IRN	35
Annexes	42

DOSSIER D'AUTOEVALUATION

1- Présentation de l'unité

Introduction

Le Laboratoire d'Optique Atmosphérique (LOA) a aujourd'hui plus de 55 ans d'existence. C'est en octobre 1961 que M^{me} Jacqueline Lenoble, en créant une petite équipe de recherche peu après sa nomination à l'université de Lille, donnait naissance au LOA, aujourd'hui unité mixte de recherche (UMR) de l'université de Lille et du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), reconnu tant au niveau national qu'international. Dès sa création, le LOA s'est développé autour de la problématique du transfert radiatif dans les atmosphères, avec deux aspects essentiels : le rayonnement en tant que source d'énergie pour le système atmosphérique et le rayonnement comme source privilégiée d'information sur l'atmosphère et la surface de la planète. Situé à l'origine à la Faculté des Sciences à Lille, autour de quelques chercheurs, le LOA s'implante définitivement en 1967 sur le campus de l'université de Lille 1, sur le site de la Cité Scientifique à Villeneuve-d'Ascq.

Dans les années 1960, les activités de recherche du LOA se sont bâties autour de cinq thématiques majeures :

- la résolution numérique de l'équation de transfert radiatif,
- les mesures en laboratoire et leur inversion,
- l'optique marine,
- l'échauffement radiatif de l'atmosphère,
- l'étude des atmosphères planétaires, en particulier Vénus.

Ces thèmes ont conduit à de nombreuses extensions et collaborations, par exemple sur l'étude d'autres planètes du système solaire, les interactions avec la dynamique, l'étude de la végétation, la mesure à distance de la température des océans ou la détection du brouillard. Certaines de ces applications ont eu ensuite un large développement numérique ou instrumental, menant à d'importants résultats scientifiques. Les années 1970 ont vu l'accentuation des thématiques liées à la télédétection. Cette dernière est en effet fondamentale pour estimer l'impact climatique des aérosols et des nuages, problématique devenue depuis de première importance. En particulier, l'étude des aérosols, particules en suspension dans l'atmosphère, émerge à cette époque et restera l'un des thèmes majeurs du LOA.

Vers la fin des années 1980, la problématique environnementale pousse le LOA à recentrer ses activités vers l'atmosphère terrestre. Les activités instrumentales s'intensifient avec la réalisation de nombreux appareils de mesures et la première station d'observation sur le toit du laboratoire.

Dans les années 1990, viendront s'ajouter la télédétection des zones polaires et les observations spatiales de la biosphère. Cependant, le fait marquant de cette période reste le lancement du capteur spatial POLDER sur la plate-forme japonaise ADEOS-1 (1996). Le concept aéroporté de ce capteur a été développé au LOA et sa version spatiale réalisée par le CNES. À partir de 1993, presque tous les membres de l'unité sont impliqués dans le projet POLDER, pour la préparation de cette mission spatiale et son exploitation. Durant cette période, les mesures locales ne sont cependant pas oubliées, avec la mise en place des premières stations de mesures UV au sol. Le réseau de mesures PHOTONS/AERONET développé en collaboration avec la NASA devient un Service d'observation de l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU). Il s'appuie sur des photomètres de terrain commercialisés par la société CIMEL, avec laquelle le LOA maintient de fortes collaborations. Le réseau a fêté ses 20 ans d'existence en 2013.

Actuellement, les activités de recherche du LOA se focalisent sur l'étude des nuages et des aérosols, autour de deux équipes de recherche. Le succès du capteur spatial POLDER sur le satellite PARASOL (lancé en 2004 dans l'A-Train et en fonctionnement jusqu'en 2013) a permis de consolider la notoriété internationale du laboratoire. Les premiers résultats scientifiques avaient été présentés lors d'un congrès international sur l'A-Train à Lille en 2007 (symposium organisé par le CNES et le LOA) et l'organisation du 3^{ème} colloque A-Train à Pasadena (USA) en avril 2017 a été l'occasion pour le laboratoire de présenter les récents développements et les nombreux résultats obtenus à partir de cette constellation originale de satellites. Après plus de 8 années d'observations polarisées de l'atmosphère depuis l'espace avec POLDER, la prolongation de cette activité spatiale est aujourd'hui assurée et largement engagée à travers notamment l'implication très forte du laboratoire dans le projet 3MI des agences spatiales européennes ESA et EUMETSAT. De manière complémentaire l'acquisition récente d'équipements phares tel un lidar multi-longueur d'onde et polarisé et un spectromètre Infrarouge à Transformée de Fourier, ainsi que l'extension prochaine de la plateforme

d'observation atmosphérique du LOA, ouvrent également pour le laboratoire de très belles perspectives pour l'étude des particules atmosphériques depuis la surface. Depuis quelques années, la modélisation atmosphérique à méso-échelle de la physico-chimie de l'atmosphère est aussi une activité en pleine expansion au sein du LOA. Les modèles régionaux et globaux sont maintenant largement utilisés au laboratoire, tant pour eux-mêmes qu'en tant qu'outils complémentaires des observations car ils permettent par exemple d'étudier des processus physiques qui sont peu ou pas accessibles via la mesure. Il faut souligner que pour mener l'ensemble des activités de recherches qui seront détaillées par la suite, le LOA s'appuie sur des équipes techniques en informatique, traitement de données et instrumentation très performantes, qui permettent de poursuivre les efforts en développement de systèmes d'observation de pointe et de disposer d'outils informatiques de haut niveau permettant la visualisation et l'analyse de données sol et spatiales, ainsi que le développement de modèles de rayonnement et de dynamique atmosphérique, outils indispensables à nos recherches.

Les activités du laboratoire reposent aujourd'hui sur une soixantaine de collègues. L'organigramme fonctionnel du LOA (voir annexe 3) illustre la structuration actuelle de l'unité et la composition des équipes au 30 juin 2018. Comme on peut le constater sur cet organigramme, l'activité de recherche du laboratoire s'organise essentiellement autour de deux équipes scientifiques, l'équipe « Interaction Rayonnement-Nuages » (IRN), animée par P. Dubuisson, et l'équipe « Interaction Aérosols-Rayonnement » (IAR), animée par P. Goloub. Les responsables d'équipe sont principalement chargés de l'animation scientifique et organisent régulièrement des réunions d'équipe. Les deux équipes scientifiques sont de taille à peu près similaire (une dizaine de permanents) mais, à la différence de l'équipe IAR qui comprend quatre Chercheurs CNRS, l'équipe IRN n'est composée que d'Enseignants-Chercheurs.

Les objectifs scientifiques de l'équipe IAR sont avant tout de caractériser les aérosols (répartition en taille, forme, quantité, indice de réfraction,...) de déterminer leurs sources, leurs distributions spatiale et temporelle afin de comprendre leur cycle et d'évaluer leur impact sur la pollution et sur le climat via le bilan radiatif terrestre. Les objectifs scientifiques de l'équipe IRN sont d'abord de caractériser les propriétés physiques (macro-physiques et microphysiques), optiques et radiatives des nuages et d'évaluer leur impact sur le bilan d'énergie de la Terre. Les activités transversales aux deux équipes scientifiques reposent sur des services communs et transversaux de soutien à la recherche (services « instrumentation/observations », « informatique/traitement de données », « gestion et secrétariat »)

Le laboratoire héberge également un Service National d'Observation (le SNO PHOTONS, composante française du réseau international AERONET), labellisé par l'INSU, dont le responsable (P. Goloub) est membre de l'équipe IAR. Une description succincte de ce SNO est reportée en annexe 2. Hormis deux ITA qui sont totalement associés au SNO PHOTONS, l'ensemble des ITA/BIATSS du laboratoire fait partie des équipes communes de soutien à la recherche. Ce mode de fonctionnement est particulièrement bien adapté à la dimension du LOA et au petit nombre de personnel technique spécialisé dont dispose le laboratoire.

Sur son site de Villeneuve d'Ascq, le laboratoire a développé et maintient un certain nombre de structures communes, partagées par l'ensemble des membres du laboratoire. Une station de mesures de rayonnement (fluxmètres, radiomètres, photomètres, spectromètres, Lidars, mesures in-situ) équipe le toit du bâtiment d'accueil du laboratoire. A mesure que le LOA faisait l'acquisition et développait de nouveaux instruments de mesures radiométriques, il a développé pour ses besoins propres et assuré une expertise grandissante dans le domaine de l'étalonnage et de la caractérisation de ces instruments. Des aménagements de locaux ont été réalisés au cours du précédent contrat et trois salles du laboratoire, dont une salle noire, sont dédiées à cette activité. Dans une logique de partage de ressources et de moyens, aussi bien financiers qu'humains, les moyens de calcul, de traitement et de stockage de données importants dont disposent les membres du laboratoire sont largement mis en commun. En 2013, le LOA s'est doté d'un serveur informatique, une grappe de calcul HPC à mémoire distribuée. Une description de ces plateformes et outils communs est présentée en annexe 2 du document.

Comme on pourra le constater à la lecture de ce dossier la période 2013-2018 est une période de transition pour le laboratoire, et cela à double titre : (1) la valorisation scientifique des mesures spatiales passées, en particulier celles du A-Train, est montée en puissance comparée au développement de nouveaux algorithmes de traitement de données spatiales et à leur validation, (2) les travaux effectués en collaboration avec des unités de recherche de la Région Hauts-de-France se sont amplifiés avec succès, conduisant logiquement le laboratoire à songer à renforcer, ou tout au moins, à entretenir ces activités dans le futur contrat.

Tableau des effectifs et moyens de l'unité

Les effectifs et leurs évolutions récentes

Au 30 juin 2018 l'effectif en personnel permanent du laboratoire est de 20 Chercheurs et Enseignants-

chercheurs et 16 ITA-BIATSS. L'effectif en personnel de ULille est important avec un nombre élevé d'Enseignants-chercheurs (16 EC (+ 3 PR Emerite) et 3 BIATSS dont 1 collègue en CDI). Le personnel CNRS compte 4 Chercheurs (+ 1 DREM) et 13 ITA depuis le 01/12/17. Les 4 chercheurs CNRS travaillent dans la même équipe, « Interactions Aérosols Rayonnement ». Au 30 juin 2018 le laboratoire compte également 3 ingénieurs en CDD, 11 doctorants, 5 post-doctorants et accueille un personnel en CDI d'une entreprise parisienne CIMEL. Récemment créé, l'entreprise GRASP-SAS (actuellement 5 personnes) est hébergée par ULille et occupe un grand bureau dans les locaux attribués au LOA (voir section 3 – « Faits marquants »)

La comparaison des chiffres de 2013 avec ceux d'aujourd'hui fait apparaître une légère diminution des effectifs du laboratoire en ce qui concerne les postes permanents (38 en 2013, plus 2 PR émérites, comparé à 36 en 2018, plus 4 émérites). Cette situation n'est que temporaire puisque deux recrutements d'enseignant-chercheurs MCF sont en cours à ULille. Ces jeunes collègues contribueront au prochain contrat. Le tableau 1 ci-dessous fait le bilan de l'évolution des postes permanents depuis le 1^{er} janvier 2013.

ULille	Arrivées			Départs		
	Nom	Statut	Equipe	Nom	Statut	Equipe
EC	S. Crumeyrolle	MCF	IAR	G. Brogniez	PR EM	IAR
				C. Brogniez	PR EM	IRN
BIATSS	J.-M. Nicolas	IGR	SC BAP E	R. Lecocq	TEC	SC BAP C
CNRS	Nom	Statut	Equipe	Nom	Statut	Equipe
C	M. Boichu	CR	IAR	D. Tanré	DR EM	IAR
ITA	A. Priem	AI	SC BAP J	A. Giard	AI	SC BAP J
	C. Delegove	IE	SC BAP C	C. Verwaerde	IR	SC BAP C
	R. Loïsil	IE	SC BAP C	J.-Y. Balois	IR	SC BAP C
	N. Henriot	IR	SC BAP E	L. Gonzales	IR	SC BAP E
	A. Lapionak	AI	SC BAP C	P. François	IR	SC BAP E
Total	+8			-9		

Tableau 1 : Evolution des postes permanents au cours de la période 2013-2018

Durant la période qui vient de s'écouler, tous les départs en retraite des enseignants-chercheurs ont été compensés par des recrutements. Les deux derniers MCF en cours de recrutements occuperont leurs postes dès la rentrée de septembre 2018. En 2013 la sélection du labex CaPPA a même permis au LOA de bénéficier d'un accompagnement exceptionnel de ULille qui a créé un poste de MCF sur la thématique « Aérosol » et les mesures in-situ. Concernant le potentiel de chercheur CNRS, un Directeur de Recherche CNRS de l'équipe IAR est à la retraite depuis fin 2016. Il a obtenu un contrat d'éméritat pour 5 ans au laboratoire. Une Chargée de Recherche CNRS a cependant été recrutée en 2015 et est venue renforcer l'activité de cette équipe, notamment dans le domaine de l'étude des panaches volcaniques.

A priori l'effectif en personnel permanent ne devrait pas évoluer du tout d'ici le début du prochain contrat, en 2020. Il devrait évoluer très peu durant la période 2020-2024 (voir section 6 – projet scientifique à 5 ans).

De manière générale le nombre de personnels du laboratoire a peu évolué sur le contrat en cours. Les fluctuations inter et intra annuelles sont principalement dues au recrutement des collègues sur contrat à durée déterminée (ingénieurs, post-docs ou doctorants).

Depuis 2013 et malgré l'arrêt de la mission spatiale POLDER/PARASOL, les activités de développements algorithmiques et de traitement des données n'ont que légèrement diminuées et elles se sont surtout diversifiées (d'autres techniques, d'autres instruments/missions). Elles ont reposées sur le travail de plusieurs collègues contractuels recrutés sur financements divers (CNES, ESA, Europe). Par ailleurs, du fait en grande partie de la politique de co-financement de thèse mise en place au sein du labex CaPPA, le nombre de doctorants recrutés au laboratoire a doublé durant la période 2013-2018. Le nombre de thèses soutenues durant la période 2013-2018 est presque le double de celui du précédent contrat (18 pour 2013-2018 contre 10 pour 2008-2013 ; voir annexe 4 – section III).

Tous les personnels contractuels présents au laboratoire sont intégrés dans les deux équipes de recherche et participent à la vie de ces équipes au même titre que les autres membres du laboratoire (voir organigramme et listes des équipes - annexe 2). Afin d'assurer un meilleur accompagnement et un suivi personnalisé, chacun d'eux est rattaché à une gestionnaire référente du laboratoire. Elle assure un accompagnement administratif du collègue tout au long de sa période d'activité au laboratoire, indépendamment du type de financement et de l'organisme recruteur.

Presque tous les personnels contractuels ingénieurs qui ont quitté le laboratoire ont trouvé un emploi dans des domaines proches des activités du LOA (Sociétés lilloises HYGEOS ou GRASP-SAS, SSII informatique, ...). La quasi-totalité des docteurs formés au laboratoire depuis 2013 a actuellement un emploi en France ou à l'Etranger (voir annexe 4 – section III)

Analyse des ressources financières de l'unité

Les moyens financiers alloués au laboratoire par nos deux tutelles, ainsi que leur évolution sur la période 2013-2018, sont présentés dans le détail dans le fichier « données du contrat en cours » et sont repris uniquement dans les grandes lignes dans la figure 1 ci-dessous. On constatera que les budgets alloués directement par le CNRS au laboratoire ont été à peu près stables. Ils correspondent à la Subvention d'Etat, aux financements des projets sur programme (LEFE, PNTS) et à des financements spécifiques (PICS, SNO). Si la Subvention d'Etat du laboratoire a connu une baisse importante en 2015, il faut noter que durant la période 2013-2018 la contribution du CNRS-INSU au SNO PHOTONS a été maintenue constante à environ 20 k€/an.

Par contre les difficultés financières rencontrées par l'université de Lille1 d'une part et le fait que les règles d'attribution des ressources financières aux laboratoires soient révisées d'autre part, ont engendré une diminution constante des moyens financiers alloués au LOA. Les choix budgétaires que la direction de l'université a du opérer l'ont notamment conduite à abandonner sa politique de soutien aux laboratoires via les projets BQR (Bonus Qualité Recherche). Les dotations ont également été revues à la baisse de manière continue dans le temps pour l'ensemble des unités.

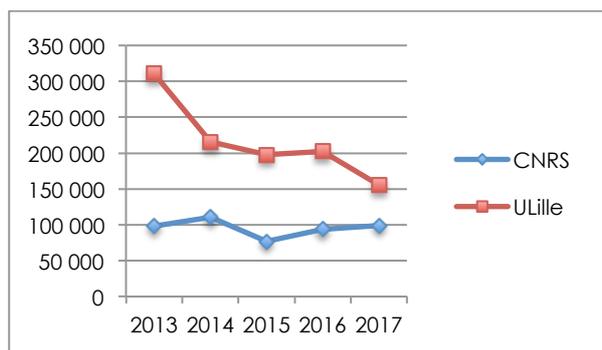


Figure 1 : Evolution des crédits provenant directement des tutelles du LOA sur la période 2013-2017

Depuis de nombreuses années le financement des activités du LOA est largement assuré par des ressources propres obtenues sur projets scientifiques sélectionnés lors des appels à projets régionaux, nationaux, européens ou internationaux. La figure 2 présente l'évolution de ces ressources propres comparées à celles des crédits attribués directement par les tutelles (hors salaires). En moyenne, durant la période 2013-2018, le total des ressources de l'unité a été d'environ 1,7 M€/an dont 1,4 M€/an en ressources propres incluant une grande partie (~60%) des salaires des personnels contractuels. Les responsables de projets gèrent eux-mêmes les crédits correspondants en coordination avec la Direction du laboratoire. Afin de remplir l'ensemble de ses objectifs, le laboratoire prélève une petite partie de ce financement sur projet qui vient s'ajouter aux subventions d'état et au soutiens de base de l'unité. Durant le contrat en cours le laboratoire a prélevé 4% du financement des projets (hors ANR, projets européens et hors masse salariale) et 5,5% sur les projets CNES. Ces moyens supplémentaires qui s'élèvent à environ 30k€/an sont utilisés pour le fonctionnement général du laboratoire, les besoins des services communs et administratifs (postes de travail, petites fournitures, etc...), les missions hors projets scientifiques financées dans le cadre des programmes, les besoins des jeunes chercheurs sans financement.

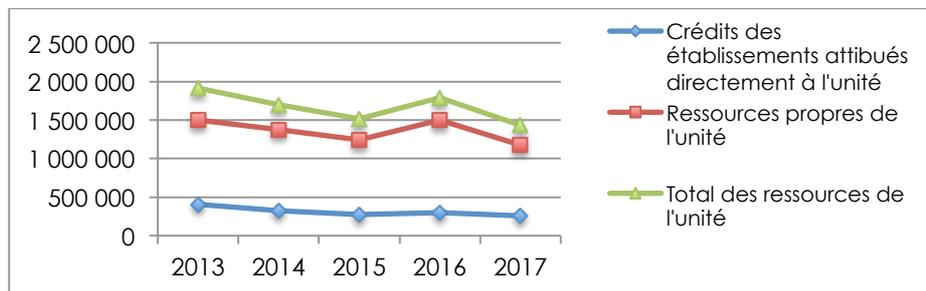


Figure 2 : Evolution de l'ensemble des ressources budgétaires du laboratoire (hors salaires des personnels permanents) sur la période 2013-2018

Politique scientifique

Missions, objectifs scientifiques et stratégie de l'unité

En tant que laboratoire universitaire associée au CNRS, les missions couvertes par les activités des membres du LOA sont très diversifiées. Si les missions essentielles sont le développement des connaissances et la contribution à la formation, en particulier dans notre domaine de recherche, l'implications des personnels du laboratoire dans d'autres types d'activité relèvent surtout de l'administration et de l'appui à la recherche, de l'expertise scientifique et du transfert des connaissances en dehors du monde académique classique.

Le Laboratoire d'Optique Atmosphérique a acquis au cours du temps une solide expérience dans la compréhension et la modélisation du transfert de rayonnement dans l'atmosphère terrestre et dans le développement instrumental nécessaire à son étude. Cette compétence dans la modélisation du système Terre-Atmosphère et de ses interactions avec le rayonnement s'étend historiquement des domaines UV et solaire à l'infrarouge thermique et plus récemment aux ondes millimétriques.

Un premier axe de recherche de l'unité porte sur la caractérisation à l'échelle de la planète de différents paramètres qui sont en relation directe avec l'évolution climatique (nuages, aérosols, gaz), en utilisant principalement l'observation spatiale, mais aussi d'autres moyens de télédétection (aéroportés, réseau de surface, sites instrumentés,...). Un second axe de recherche est de quantifier le rôle du rayonnement solaire et tellurique dans les échanges énergétiques de la planète, en particulier de préciser le rôle des nuages et des aérosols dans le bilan radiatif de la Terre dont ils constituent un facteur de modulation important. Enfin, l'impact des aérosols sur la pollution est devenu au fil des années un axe de recherche important de l'unité et une préoccupation majeure des collectivités locales et régionales.

Le savoir-faire des membres du laboratoire nous permet de développer des algorithmes d'inversion des signaux mesurés à ou depuis la surface, à partir d'avions ou de ballons ou depuis l'espace. Nous en dérivons les propriétés physiques, optiques et radiatives de certains composants atmosphériques, principalement les aérosols et les nuages, mais les gaz (ozone, vapeur d'eau, dioxyde de soufre) ne sont pas exclus comme on pourra s'en rendre compte dans ce rapport. Quant aux réalisations instrumentales, elles ont été nombreuses sur les deux dernières décennies. Parmi les réalisations originales on peut citer notamment le photomètre développé initialement dans les années 1980 qui a servi de prototype à l'instrument CIMEL équipant actuellement le réseau international AERONET et qui continue d'évoluer (photométrie lunaire par exemple), plus récemment l'instrument PLASMA qui est une déclinaison du photomètre pour différents vecteur mobile (voiture, ULM, avion, bateau) et l'instrument OSIRIS, maquette aéroportée de l'instrument 3MI retenue par l'ESA et EUMETSAT pour équiper les futures missions opérationnelles EPS-SG à partir de 2021. Le laboratoire est fortement impliqué dans cette mission, en étroite collaboration avec le CNES.

Ces dernières années, l'activité scientifique du laboratoire s'est orientée aussi vers l'association entre des données issues de l'observation et de la télédétection et les modèles de climat ou méso-échelle. Si une meilleure compréhension du fonctionnement de notre planète et de son climat passe avant tout par de meilleurs moyens d'observation, l'amélioration de la modélisation du système Terre-Atmosphère est, elle aussi, une étape incontournable. En effet, les données spatiales, sol, aéroportées ou ballons, permettent non seulement d'établir ou d'améliorer les paramétrisations de la physique des processus mise en œuvre, mais aussi de confronter les observations aux sorties de modèles afin de les évaluer. La simulation d'observables de rayonnement à partir de modèles est une approche alternative et complémentaire. Il est clair que le développement des modèles de prévision à proprement parler est en dehors du champ d'activités du laboratoire, mais le transfert des résultats des observations vers les modélisateurs nécessite des interactions étroites entre les différentes communautés. Le laboratoire joue ici un rôle d'interface entre observations et modélisations qu'il a encore renforcé durant la période en cours en recrutant une jeune chercheuse CNRS dans ce domaine et en portant à quatre le nombre de chercheurs impliqués dans cette activité.

Pour la période 2015-2019 le cœur du projet scientifique du laboratoire était le prolongement direct d'actions précédemment entreprises et qui étaient pour la plupart d'entre elles dans une phase déjà très soutenue. Ces activités se sont poursuivies. C'est le cas par exemple de l'utilisation en synergie de la mission spatiale PARASOL et des instruments de l'A-Train, le développement de méthodes d'inversion originales permettant d'étendre le nombre de grandeurs physiques retrouvées ainsi que leur incertitude (GRASP par exemple), la mise en œuvre des nouveaux instruments PLASMA et OSIRIS dans des campagnes de mesures sur le terrain (campagne AEROCLO-sA par exemple), ou la mise en place d'une base de codes de transfert radiatif, ARTDECO, accessible à l'ensemble de la communauté scientifique. La période en cours a aussi permis de faire émerger plusieurs activités importantes parmi lesquelles la détection et l'étude d'événements extrêmes, la quantification de gaz précurseurs d'aérosols, la caractérisation physico-chimiques des aérosols, l'étude des interactions entre aérosols, vapeur d'eau et nuages ou la caractérisation approfondie des nuages de glace. La valorisation des produits géophysiques dérivés des mesures de télédétection s'est intensifiée, notamment en combinant à de la modélisation méso ou grande échelle et a permis notamment d'obtenir des résultats originaux sur les interactions aérosols-nuages, le lien entre la microphysique des nuages et les précipitations ou la structure des masses nuageuses.

Dans le projet que l'unité avait rédigé en 2013 les objectifs scientifiques affichés à courts ou moyens termes pour le contrat en cours étaient les suivants :

- L'étude des propriétés des aérosols et de leur impact sur le bilan radiatif et le système climatique (effet direct, semi-direct et indirect),
- L'étude des variabilités spatio-temporelles et des tendances des aérosols,

- L'étude du cycle des aérosols (localisation des sources, transport et mélange),
- L'étude des aérosols en lien avec la pollution et les événements extrêmes,
- L'amélioration de la modélisation du transfert radiatif et des propriétés optiques (haute résolution spectrale, milieux hétérogènes, cristaux de glace et gouttelettes, ...),
- L'étude de la variabilité de l'impact climatique des nuages et de la vapeur d'eau,
- L'étude de l'influence des structures et des systèmes nuageux complexes sur le rayonnement.

Afin d'atteindre les objectifs fixés le laboratoire s'est appuyé sur un certain nombre de moyens déjà existants dans l'unité ou dans son environnement, mais il a aussi développé une stratégie que l'on détaille ci-dessous, lui permettant de consolider les moyens existants ou de s'appuyer sur de nouveaux moyens.

1. Les mesures en réseaux des deux services d'observations que le laboratoire pilote, PHOTONS/AERONET dont certaines stations sont équipées de lidar, et la partie spectrométrie UV du NDACC ont été consolidés :

Jusqu'en 2014, les activités du SNO PHOTONS étaient intégrées dans le SOERE ORAURE créé en 2011. Les projets européens FP7-ACTRIS-1/2 qui visaient, entre autres, à l'intégration des activités AERONET et EARLINET, ont favorisé d'une part le développement de la synergie lidar-photomètre au laboratoire et d'autre part la reconnaissance de l'activité européenne du SNO PHOTONS/AERONET comme pilote du service *transnational d'étalonnage*, baptisé AERONET-Europe (étalonnage/maintenance/formation/suivi/traitement de données). Le responsable du SNO coordonne cette activité en la distribuant entre les composantes française et espagnoles de ce service. Prés d'une quarantaine de stations de mesures européennes bénéficient de ce service dans le cadre ACTRIS. En 2017, une étape importante a été franchie avec l'introduction d'ACTRIS (Aerosols, Clouds and Trace gases Research InfraStructure) sur les feuilles de route des Infrastructures de Recherche nationale et européenne. Les mesures en réseaux du SNO PHOTONS et du NDACC sont aujourd'hui des briques élémentaires de ces nouvelles infrastructures.

2. L'expertise acquise sur des données de POLDER/PARASOL est transférée et étendue à la future mission 3MI/EP-SG :

Au cours du présent contrat les activités relevant de l'utilisation de la donnée spatiale se sont largement appuyées sur l'implication du laboratoire dans le Pôle thématique national AERIS et ont été souvent menées en collaboration avec l'UMS 2877 (CGTD ICARE). Bien que la mission POLDER/PARASOL ait pris fin en 2013 le laboratoire a poursuivi certains développements algorithmiques originaux et leur validation (détermination des propriétés des aérosols au dessus des nuages, distribution verticale des nuages) qui ont été intégrés dans les produits officiels distribués par AERIS. Fin 2012, l'ESA et EUMETSAT ont confirmé la sélection de la charge utile 3MI comme élément du futur système EPS-SG à partir de 2021. Le laboratoire s'est très tôt clairement positionné comme un expert de ce type d'instrument en répondant à plusieurs appels à projet parfois très technique de EUMETSAT, sur la conception de données synthétiques, le soutien à la définition de l'instrument, etc... Ces projets ont permis également de développer une expertise sur l'imageur MetImage qui sera à bord de EPS-SG. En 2017 les équipes du LOA ont été retenues par EUMETSAT pour le développement des algorithmes de traitement des données 3MI, venant concrétiser le très fort investissement du laboratoire à tous les niveaux du développement de la mission. Le développement anticipé de la boîte à outils de transfert radiatif ARTDECO ou du logiciel GRASP ont largement contribué à ce résultat. Le partenariat avec le CNES a évidemment été essentiel pour mener à bien l'ensemble de ces actions.

3. Les compétences en traitement de données spatiales et de surface ont été étendues au delà de la radiométrie et de la polarisation

En 2008 le recrutement d'un jeune MCF spécialiste de la haute résolution spectrale avait permis au laboratoire de s'impliquer dans le projet IASI/METOP. Cette activité spatiale a pu se développer grâce au soutien du CNES et elle a été étendue aux mesures depuis la surface via le financement par le labex CaPPA, d'un interféromètre à haute résolution spectrale dans l'infrarouge thermique. Récemment le budget du CPER CLIMIBIO (voir section 2) a également permis d'acquérir un instrument de laboratoire qui est exploité en collaboration avec les chercheurs du PC2A (laboratoire de Chimie de ULille et l'un de nos partenaires dans CaPPA). Les mêmes projets ont permis de recruter des doctorants et ingénieurs contractuels en soutien à cette activité qui est aujourd'hui bien reconnue. Le MCF devenu PR en 2014 est membre du Groupe Mission de IASI-NG/EP-SG et quelques membres du LOA contribuent au récent projet MAGIC soumis au TOSCA-CNES, qui regroupe l'ensemble des activités nationales en préparation aux missions spatiales traitant des Gaz à Effet de Serre (MicroCarb, MERLIN, IASI-NG).

Il est important de souligner que, comme une conséquence du fort investissement du laboratoire dans la préparation des instruments 3MI, MetImage et IASI-NG, le LOA dispose aujourd'hui de la capacité d'exploiter non seulement ces trois instruments pour eux-mêmes, mais il est également idéalement placé pour

développer des propriétés des composés atmosphériques en s'appuyant sur l'analyse en synergie de l'ensemble des mesures.

4. Les modèles globaux et régionaux sont maintenant largement utilisés au laboratoire :

Le développement de modèles inverses, basés sur GOCART et GEOS-Chem, a débuté en 2013 et bénéficie du soutien continu du labex CaPPA qui nous a permis de recruter une ingénieure contractuelle que l'université a accepté d'embaucher sur Contrat à Durée Indéterminée en 2017. Cette activité est une composante majeure de l'un des Work-Package du labex.

L'apport des modèles méso-échelles en réponse à nos objectifs scientifiques a été renforcé avec le recrutement d'une CR CNRS dans l'équipe « IAR », amenant à quatre le nombre de chercheurs sur cette activité. La modélisation méso-échelle de la physico-chimie de l'atmosphère est une activité en pleine expansion au sein du LOA. En effet, les modèles numériques sont devenus des outils indispensables pour tester des hypothèses nous aidant à avancer dans notre compréhension de la machine climatique à travers la simulation de systèmes nuageux, des contextes météorologiques associés aux émissions et au transport de panaches d'aérosols, mais également à simuler et prévoir la dispersion de panaches d'aérosols pour évaluer leur impact à plus court-terme sur la qualité de l'air, voire les échanges aériens. Ces modèles sont également complémentaires des observations car ils permettent d'étudier des processus physiques qui sont peu ou pas accessibles via la mesure (les interactions aérosols-nuages par exemple) ou d'établir des prévisions. Deux grands types de modèles complémentaires sont utilisés actuellement au laboratoire : les modèles de type météorologique (RAMS-CSU et WRF-Chem) et le modèle de chimie-transport CHIMERE. Les projets CaPPA et CLIMIBIO nous permettent de valoriser les compétences du laboratoire dans ce domaine.

5. Les instruments développés au laboratoire ou acquis par le laboratoire (Micropol, MiniMIR, CLIMAT, PLASMA, OSIRIS) ont été déployés pendant plusieurs campagnes de mesure (ADRIDMED/CHARMEX, CALIOSIRIS, SHADOW, AEROCLO-sA, de nombreuses campagnes en Région Hauts-de-France, etc...) :

L'ensemble des instruments cités a participé aux campagnes de terrain que nous avons identifiées ou des campagnes d'opportunité. Les instruments PLASMA et OSIRIS ont continué à évoluer au cours du contrat en cours (les ingénieurs du LOA travaillent désormais sur une version 3 de PLASMA en une version 2 d'OSIRIS). Suite à leur participation à la campagne CHARMEX du chantier MISTRALS en juin 2013 les instruments ont été impliqués dans plusieurs autres campagnes aéroportées d'envergure nationale ou internationale pour lesquelles le laboratoire s'est mobilisé au delà de la composante avion en déployant au sol un arsenal conséquent d'instruments. Cela a été en particulier le cas de la campagne SHADOW organisée par l'ensemble des laboratoires du labex, coordonnée par le LOA, qui s'est déroulée dans les environs de Dakar au Sénégal en 2015 et 2016.

6. Le site instrumenté de Villeneuve d'Ascq, équipé d'instruments intéressant les deux thématiques « aérosols » et « nuages », dispose d'un éventail d'instruments qui s'est beaucoup diversifié. La plateforme d'observation sera agrandie fin 2018.

Le nombre d'instruments de mesures a fortement augmenté au cours de la période 2013-2018. Comme annoncé en 2013 le LOA a acquis un interféromètre à haute résolution spectrale dans l'infrarouge thermique pour l'étude des aérosols et des nuages de glace (l'instrument CHRIS). Il s'est également doté d'instruments de mesures *in-situ* pour les aérosols (néphélomètre, aethalomètre, SMPS) afin d'accompagner les activités d'une MCF recrutée en début de période. L'achat de instruments a été effectué en grande partie avec des financements du labex CaPPA et du CPER CLIMIBIO. Ces programmes de coordination régionale nous ont aussi conduit à repenser le site de Villeneuve d'Ascq comme un site « collaboratif » d'observations. La plateforme du LOA accueille maintenant des instruments de nos partenaires du LASIR (ULille) et de SAGE (IMT Douai).

Dès 2013 le laboratoire avait engagé des discussions avec l'équipe de direction de Lille1 qui était prête à l'accompagner dans le montage et la mise en œuvre de l'extension de la station de mesures sur le toit du laboratoire. Ce projet va se concrétiser à l'automne 2018. Le budget nécessaire (environ 100 k€) provient d'un co-financement ULille, CNES, CNRS et ressources propres du laboratoire.

7. Le laboratoire s'est doté d'un serveur de calcul partagé en 2013

Dès 2011 une réflexion menée avec les collègues du service « informatique/traitement de données » de l'unité avait permis de constater que les petites plateformes de calcul ainsi que leurs systèmes de gestion avaient augmenté, engendrant un surcroît de travail pour les gestionnaires du parc informatique. Dans une logique de partage de ressources et de moyens, aussi bien financiers qu'humains, il a été décidé de revenir à des moyens de calcul, de traitement et de stockage de données, mis en commun. En 2013, grâce au soutien de la Région HdF, le LOA s'est doté d'un serveur informatique, une grappe de calcul HPC à mémoire distribuée.

Cette plateforme de calcul évolue régulièrement en combinant financements sur projet des équipes et ressources propres du laboratoire. Une description de ces plateformes et outils communs est présentée en annexe 2 du document.

Recommandations de la précédente évaluation.

En 2013 le Comité d'experts avait formulé trois recommandations dans son rapport :

1. Il avait demandé au laboratoire de rendre plus visible les thématiques scientifiques valorisant l'expertise sur l'outil (calculs radiatifs, télédétection) et d'en faire l'affichage de manière à attirer les jeunes susceptibles d'être recrutés par le CNRS.

La base de codes de transfert radiatif ARTDECO a été créée et transférée vers le Pôle national AERIS. Elle est hébergée par sa composante ICARE. Plusieurs étudiants en master ou en thèse l'utilisent désormais pour leurs travaux de recherche, ainsi que des collègues faisant partie de laboratoires partenaires français ou européens.

Le site Web du laboratoire a été totalement repensé par un groupe de travail créé à cet effet au laboratoire. Les outils (calculs radiatifs, télédétection), entre autres, sont mieux mis en valeur.

Des modules « Méthodes physiques en télédétection/Physique des aérosols et des nuages » et « Applications de la télédétection » ont été introduits dans les modules optionnels au 1^{er} semestre du M2 de Physique, parcours « Lumière-Matière ». Le module « Transfert Radiatif dans l'Atmosphère » a été maintenu comme module obligatoire en tronc commun.

La filière internationale « Atmospheric Environment » du parcours « Lumière-Matière » du M2 inclut deux modules enseignés en anglais, « Radiative Transfer in the Atmosphere » et « Observation Systems for Atmospheric Composition ».

2. Il avait recommandé à tous les enseignants-chercheurs du laboratoire en mesure de le faire, de passer leur HDR.

Trois MCF ont soutenu leur HDR sur la période 2013-2018 (O. Pujol, H. Herbin et C. Cornet) contre deux sur la période 2008-2013. Quelques autres sont prévus à courts-termes.

3. Il avait suggéré d'explorer les possibilités d'applications offertes par les nouvelles initiatives comme la SATT-Nord (Société d'Accélération de transfert de Technologie).

La SATT-Nord a été sollicitée dans le cadre de la création de GRASP-SAS mais c'est la DR18 du CNRS et FIST SA (France Innovation Scientifique et Transfert SA, société de droit privé, dont le CNRS est actionnaire à 70%) qui ont finalement accompagné le projet. L'expérience avec la SATT-Nord s'est révélée plutôt décevante (voir aussi section 3 – Faits marquants)

Profil d'activités du laboratoire

Depuis sa création les activités de recherche du laboratoire ont porté sur les aspects théoriques et la maîtrise du transfert radiatif appliqué principalement depuis quelques années à l'atmosphère terrestre. Elles ont rapidement intégré un domaine expérimental avec le développement de nouveaux concepts et des réalisations instrumentales originales. On peut bien entendu citer le développement des instruments POLDER et MicroRADIBAL dans les années 90, et plus récemment celui des instruments PLASMA et OSIRIS.

Au delà de la conception instrumentale, le LOA a développé un savoir-faire important dans l'analyse des mesures de rayonnement, qui va de l'étalonnage des capteurs à la détermination de propriétés géophysiques en passant par la mise en œuvre de moyens de validation de ces propriétés et le développement d'outils de traitement et de visualisation des données. Ce savoir-faire, appliqué au spatial, a favorisé la collaboration étroite avec différentes agences spatiales, principalement le CNES et EUMETSAT.

L'analyse des mesures de rayonnement nécessite le maintien des compétences en modélisation et en interprétation du signal. Le LOA a poursuivi les développements théoriques nécessaires à une meilleure compréhension des interactions entre les composants atmosphériques et le rayonnement (dans l'UV, le solaire et l'infrarouge thermique). L'investissement maintenu et renforcé ces dernières années dans ce domaine confère au laboratoire une expertise reconnue depuis des années aussi bien au niveau national qu'international.

Depuis le début des années 1990 et après le lancement de trois instruments POLDER dans l'espace, le savoir-faire du laboratoire sur le traitement et l'interprétation des données satellitaires pour caractériser les composants atmosphériques est largement reconnu. Le fort investissement du laboratoire a rendu possible l'émergence du pôle thématique national ICARE et la création de l'UMS 2877 (le Centre de Gestion et de

Traitement des Données (CGTD – ICARE)) à Lille en 2006. La période 2008-2013 est restée une période d'activités intenses autour du thème du spatial avec, d'une part la validation, la consolidation et l'utilisation des produits géophysiques de POLDER3 et du A-Train, et d'autre part le développement de nouveaux algorithmes et produits géophysiques, ainsi que de nouvelles activités menées sur d'autres missions spatiales, le tout ayant souvent vocation à être diffusé par le Pôle national AERIS.

A travers sa forte contribution au Pôle National AERIS le LOA s'inscrit dans une démarche de mutualisation et de service pour la communauté scientifique. D'autres activités du LOA sont résolument tournées vers cette notion de service et contribue notamment à l'IR ACTRIS-FR, puisque le laboratoire est responsable d'un Service d'Observation en charge de la surveillance des aérosols (PHOTONS), labellisé par l'INSU et le Ministère de la Recherche, et qu'il a la responsabilité de la composante UV du SNO NDACC-France. Le laboratoire est également responsable de l'instrumentation de base de rayonnement passif des avions de recherche français, géré par l'UMS SAFIRE.

Durant la période en cours les priorités fortes du laboratoire en termes d'activités de recherche ont été de :

- poursuivre et de valoriser l'exploitation des données du A-Train, en particulier celles des instruments POLDER, MODIS, CALIOP et l'IIR,
- développer de nouvelles générations d'algorithmes scientifiques destinés à étendre ou améliorer la dérivation des propriétés géophysiques des aérosols et des nuages,
- préparer le projet spatial 3MI (POLDER nouvelle génération) en coordination avec EUMETSAT le CNES,
- poursuivre et consolider les nouveaux concepts instrumentaux PLASMA et OSIRIS,
- intensifier l'utilisation des mesures lidar en particulier en synergie avec d'autres systèmes d'observation,
- mettre en place une base de codes de transfert radiatif environnés disponible à l'ensemble de la communauté scientifique.

Toutes ces priorités de développements ont bien sur vocation à répondre aux objectifs scientifiques que se sont fixées les équipes et le laboratoire. Ces priorités ont été évidemment au cœur des activités de recherche académique des membres de l'unité, mais elles ont aussi guidé nos autres missions, relevant aussi bien de la formation par la recherche (encadrements de stages et de thèses), que l'appui à la recherche et les interactions avec notre environnement social, économique et culturel.

Les activités des membres du laboratoire sont résolument et majoritairement tournées vers la recherche académique, couvrant tous les domaines décrits plus haut (théorie, développement instrumental, observation et exploitation de mesures, ...).

On ne peut évidemment pas négliger l'enseignement, au sens large, ne serait-ce que parce qu'il représente une part importante de l'activité des 16 enseignants-chercheurs du laboratoire. C'est sans conteste le deuxième poste important des activités de l'unité. La part dévolue à la formation par la recherche est évidemment plus faible et se traduit principalement par des enseignements de spécialités à des étudiants de l'université de Lille (de la licence au master), d'étudiants d'autres masters français ou étrangers et de leur accueil en stage. La majorité des enseignements dispensés par les personnels du laboratoire l'est en licence mais l'implication en master, notamment de Physique, a été plus importante durant le présent contrat du fait de la création de la filière « Atmospheric Environment » du Master 2 de Physique de l'université de Lille, filière associée au labex CaPPA (voir annexe 4 – section III).

Les interactions des membres du laboratoire avec l'environnement relèvent en partie d'actions de diffusion de la culture scientifique (conférences, participation à des manifestations de type « fête de la science », salons, accueils d'élèves du primaire, du secondaire, contribution à la formation continue des Professeurs des Ecoles, ...). Toutes les catégories de personnels y contribuent, en fonction du type de manifestation et de sollicitation. L'autre grand volet de cette activité attaché à la valorisation des produits de la recherche, à l'expertise et au transfert relève davantage de quelques membres permanents du laboratoire. On peut mentionner en particulier que le laboratoire entretient un partenariat étroit avec la Société CIMEL depuis fort longtemps, et que cette collaboration et le transfert d'expertise associé sont matérialisés par la présence d'un ingénieur de CIMEL, à temps plein, au sein du laboratoire. Le statut de Centre d'Expertise que le LOA occupait au sein du Pôle thématique National ICARE découle d'une volonté affichée depuis les années 90 des équipes du LOA de mettre rapidement les produits géophysiques dérivés du spatial à la disposition de la communauté scientifique et des acteurs économiques et sociaux. Cette volonté affichée s'est étendue à d'autres types de produit et est maintenue dans le cadre du Pôle National AERIS bien que la notion de Centre d'Expertise ait explicitement disparue. Dans ce contexte le laboratoire collabore fréquemment avec différentes entreprises de services et développement, par exemple les Sociétés régionales HYGEOs et GRASP-SAS ou la société autrichienne CATALYST. Il faut souligner que durant le contrat en cours les activités de recherche menées sur le développement de l'algorithme d'inversion GRASP ont abouti, avec l'accompagnement de la DR18 du CNRS, à la création d'une entreprise de service GRASP-SAS, qui est hébergée par l'Université de Lille, dans les locaux du LOA, et qui compte aujourd'hui cinq ingénieurs (voir section 3 - « Faits marquants »)

L'appui à la recherche est lui aussi davantage le résultat de l'implication forte de plusieurs membres du

laboratoire, dans différentes instances universitaires ou du CNRS, et de nombreux comités d'experts, conseils scientifiques, comités de pilotage (voir annexe 4 pour plus de détails).

2- Présentation de l'écosystème recherche de l'unité

Le Laboratoire d'Optique Atmosphérique (LOA) est une Unité Mixte de Recherche associant l'Université de Lille, Sciences et Technologies, et le CNRS. Ses partenaires principaux sont le CNES et la Région Hauts-de-France.

Les tutelles

Université de Lille

Le personnel universitaire représente un peu plus de la moitié de l'effectif du laboratoire. Il est surtout dominé par un nombre élevé d'Enseignants-chercheurs (16 EC (+ 3 PR Emerite) et 3 BIATSS, comparé à l'effectif total de 20 Chercheurs-EC et 16 ITA-BIATSS).

Le LOA appartient depuis sa création à l'UFR de Physique de l'université de Lille1 qui est aujourd'hui devenu le Département de Physique de la nouvelle Université de Lille. A ce titre le laboratoire participe aux actions de formation en licence et master, tant dans les disciplines fondamentales (physique, informatique, mathématique) que dans des filières ou options en physique de l'atmosphère, études du climat, météorologie, traitement du signal et des données. Les Enseignants-Chercheurs du laboratoire sont fortement impliqués dans l'organisation et la vie des formations du Département. Nombre d'entre eux sont responsables de formations ou d'UE (Unité d'Enseignement), et cela à tous les niveaux de formation.

L'investissement du laboratoire dans les structures du Département de Physique et celles de l'université est devenu important. On retrouve plusieurs collègues élus au CA du Département, dans les instances de l'Université et de la nouvelle Faculté des Sciences et Technologies (FST), dans le vivier des Comités de sélection de 28-30-37^{ème} sections et dans le Conseil de l'Ecole Doctorale 104.

Ces aspects de la vie du laboratoire sont essentiels car ils maintiennent des liens étroits avec les autres laboratoires du Département et les structures de pilotage de l'université.

Depuis 2010, dans le schéma de structuration de la recherche en « Instituts » mis en place par Lille1, le LOA se positionne dans l'« Institut de l'Environnement », l'IREPSE, au titre de ses domaines d'intérêt ou d'application que sont l'évolution du climat, les changements de composition de l'atmosphère, le rôle des nuages dans le bilan d'énergie de la planète, la qualité de l'air et la pollution, etc... Le directeur du LOA est membre du Comité de pilotage de l'IREPSE. Ce Comité de pilotage avait, entre autres, la charge de coordonner les demandes de moyens (EC, BIATSS, Professeurs invités, BQR) des laboratoires du secteur jusqu'à la création récente de l'Université de Lille au 1^{er} janvier 2018. Ses activités doivent être précisées dans ce nouveau contexte.

Dans le futur contrat le LOA restera associé au Département de Physique de la FST. Le LOA tient à maintenir des liens forts avec ce Département puisque l'essentiel des membres du LOA sont des physiciens qui participent aux formations (Licence et Master) de Physique et que la compétence principale du laboratoire repose sur la maîtrise du transfert radiatif dans les atmosphères planétaires, application particulière de l'interaction lumière-matière.

CNRS

Comme mentionné ci-dessus, le personnel CNRS est conséquent au laboratoire (4 Chercheurs et actuellement 13 ITA) mais, malgré le recrutement d'une Chargée de Recherche durant la période 2013-2018, le nombre de chercheurs reste faible par rapport au nombre d'EC (4 pour 16). Un Directeur de Recherche est émérite depuis janvier 2017.

Le LOA est rattaché à la section Océan-Atmosphère de l'INSU du CNRS dont les activités relèvent d'un point de vue thématique. Le laboratoire s'affiche clairement dans une perspective de recherche coordonnée par l'INSU. Il s'implique fortement dans les grands chantiers coordonnés par cet Institut (CHARMEX pour la période 2010-2015 et le chantier Arctique plus récemment). Par ailleurs le laboratoire pilote le SNO PHOTONS labellisé par l'INSU. Il collabore aussi, de manière très significative, au SNO NDACC France piloté par l'IPSL et le LATMOS. On peut également mentionner l'implication importante du laboratoire dans l'IR nationale ACTRIS-FR, contribution à l'infrastructure européenne ACTRIS-RI, qui a pour objectif de fédérer et d'harmoniser les observations des aérosols, de la vapeur d'eau et des nuages depuis la surface, observations effectuées au niveau national par plusieurs laboratoires dont le LOA.

Il faut souligner que dans le contrat de site 2015-2019 le laboratoire est sous délégation de gestion par le CNRS et que la Direction du laboratoire trouve un bon soutien des services de la Délégation Régionale du CNRS pour l'accompagner dans la plupart des dossiers (financiers, ressources humaines, montage de projets, etc...).

Les principaux partenaires

CNES

Le LOA n'est pas un laboratoire spatial à proprement parler mais il développe depuis plusieurs années des concepts instrumentaux, réalise des instruments aéroportés ou embarqués sous ballons stratosphériques qui servent de maquettes à des expériences spatiales passées, actuelles et futures. Le laboratoire collabore avec le CNES sur les aspects « caractérisation instrumentale », « étalonnage », « traitement des données de niveau 0 », et contribue largement à la validation et à l'utilisation scientifique des mesures spatiales.

Plusieurs chercheurs du laboratoire sont Principal Investigateur (PI) et on fait ou font partie du « Science Team » de différentes missions spatiales comme POLDER3/PARASOL, MODIS/Terra et Aqua, CALIOP, IASI-NG, SGLI/GCOM, MicroCarb. A ce titre le laboratoire reçoit depuis plusieurs années un soutien fort du CNES pour l'accompagnement sur des projets relevant du spatial, après évaluation du Comité scientifique TOSCA dont la présidence du groupe « Atmosphère » a été assurée par un membre du LOA entre 2009 et 2014. Le LOA est encore aujourd'hui présent au sein de ce groupe d'experts.

Le LOA était un centre d'expertise du pôle thématique national ICARE, qui faisait l'objet d'une Convention entre le CNES, le CNRS, Lille1 et la Région NPDC. Dans l'actuel Pôle national AERIS, la notion de centre d'expertise conventionné a disparu mais le LOA joue toujours un rôle important en pilotant ou en contribuant à des activités multiples qui relèvent du champ d'actions d'AERIS (production d'algorithmes de traitement de données, validation de missions spatiales, contribution aux mesures sol depuis des sites ou en réseau, ACTRIS-FR et ACTRIS-RI, ...). Il est utile de mentionner aussi que depuis décembre 2017 c'est un membre du LOA qui assure la Direction de l'UMS ICARE, l'un des Centres de Données et de Service du Pôle AERIS.

Région Hauts-de-France

En plus des organismes mentionnés ci-dessus, le laboratoire est soutenu par d'autres partenaires institutionnels ou contractuels.

La Région Hauts de France soutient fortement, de manière directe ou indirecte, les activités de recherche du LOA via son implication dans l'UMS ICARE du Pôle AERIS mais aussi via sa contribution à des structures de recherche régionales auxquelles adhère le LOA, le labex CaPPA qui a débuté en 2012 et le CPER CLIMIBIO qui a démarré en 2015. En soutien à ces projets, la Région Haut de France a plusieurs fois co-financé des allocations de thèse au laboratoire durant le contrat en cours (voir annexe 4, section III). Le CPER a également permis de recruter plusieurs Ingénieurs ou chercheurs contractuels. La Région a largement financé plusieurs gros équipements dont un lidar multi longueurs d'onde acquis en 2013 et un radiomètre micro-ondes acquis cette année.

Les structures de coordination

Comme cela est apparu à la lecture des précédents paragraphes le laboratoire est impliqué dans plusieurs structures de coordination de la recherche et à différents niveaux (du local au national).

L'**IREPSE** (Institut de Recherche Pluridisciplinaires en Sciences de l'Environnement) est une Fédération de recherche reconnue par le Ministère (FED 4129). Elle est le résultat d'une structuration de la recherche voulue par l'ancienne Université de Lille1. C'est une structure légère dont les missions sont de promouvoir, d'animer et de coordonner les recherches développées au sein du secteur Environnement de la Faculté des Sciences et Technologies de l'Université de Lille. C'est par le biais de l'IREPSE et son soutien à des projets émergents inter-laboratoires que de nouvelles collaborations sont nées entre le LOA et d'autres laboratoires du site lillois, le PC2A, le LASIR et le LOG notamment. Ces collaborations se sont nettement renforcées au sein du labex CaPPA (2012-2019) et ont permis d'afficher des axes de recherche communs dans le CPER CLIMIBIO (2015-2019).

Le labex **CaPPA** (Chemical and Physical Properties of the Atmosphere) est un labex qui regroupe 7 laboratoires et équipes et 5 partenaires (ULille, ULCO, CNRS, CNES et l'Institut Mines Telecom de Douai). Il a débuté en 2012 pour une période de 8 ans. L'objectif principal de CaPPA est de mieux comprendre l'ensemble de la composante « aérosols atmosphériques » et sa contribution à l'étude du climat et de la pollution. CaPPA est financé à travers le PIA, géré par le CNRS, et est aujourd'hui intégré, comme les trois autres labex du site lillois, dans le projet Université Lille Nord-Europe (ULNE) labellisé I-SITE en 2017. CaPPA fait partie des projets phares inclus dans le périmètre d'excellence de l'I-SITE, le Peridex, et il contribue à l'un des trois thèmes de recherche de l'I-SITE, le thème 2 « Science pour une planète en mutation ». L'un des axes de recherche du thème 2 dans lequel s'inscrit totalement le labex CaPPA est « comprendre et surveiller les changements planétaires ».

La structuration des axes de recherche de CaPPA couvre une grande partie des activités de recherche de l'équipe « Interactions Aérosols Rayonnement » du LOA et repose aussi sur la contribution de l'équipe « Interactions Rayonnement-Nuages » à l'étude des interactions aérosols-vapeur d'eau-nuages. Pour le LOA les objectifs scientifiques qui sont poursuivis sont (1) de mieux comprendre et représenter les liens entre propriétés physico-chimiques des aérosols et leurs propriétés optiques, (2) d'approfondir la caractérisation des aérosols et de leurs précurseurs en milieu réel par la complémentarité entre mesures de télédétection et mesure in-situ (physique et chimiques), (3) de mieux identifier et caractériser les sources d'aérosols, (4) de contribuer à l'étude des interactions aérosols-vapeur d'eau-nuages. Le financement que le LOA a obtenu via

le labex a par exemple permis de financer ou de renforcer des équipements de mesures de la plateforme d'observations, d'acquérir et d'équiper une station mobile (un véhicule dédié entièrement aménagée), d'embaucher une ingénieure de recherche en BAP E pour développer la modélisation inverse. La politique de co-financement de thèse du labex a exercé un effet-levier évident auprès de nos tutelles et partenaires puisque le nombre de thèses menées au laboratoire durant les cinq dernières années est presque le double de celui du précédent contrat quinquennal. Via sa politique d'invitation de chercheurs extérieurs, le labex a permis au LOA d'initier ou de renforcer des collaborations essentielles : par exemple c'est grâce aux contributions régulières (environ 1mois/an) d'Igor Veselovski que le système Lidar multi-longueurs Raman LILAS a été développé et continue d'évoluer. En termes de valorisation on notera également que depuis peu, un accord cadre de collaboration pour trois ans a été signé entre les laboratoires du labex et ATMO Hauts-de-France. Il porte sur nos coopérations futures en matière de formation, d'études et recherche ainsi qu'en matière d'échange d'information et de données. Ce dernier aspect aborde l'utilisation des équipements et des bases de données. Pour le LOA, le labex a été un terrain très favorable pour renforcer nos collaborations avec plusieurs laboratoires de la région, notamment sur les aspects liés à l'instrumentation et aux observations. C'est dans ce contexte que la Plateforme d'Observations Atmosphériques du laboratoire sert aujourd'hui de site d'accueil d'instruments d'autres laboratoires (LASIR, SAGE de l'IMT Douai, ...) qui viennent compléter notre dispositif de mesures physiques en l'enrichissant de mesures de prélèvement et de chimie. Ces collaborations fortes ont été un atout pour construire le CPER CLIMBIO et obtenir la confiance de la Région et de l'Etat pour ce projet.

Depuis fin 2015 le LOA et les laboratoires du labex contribuent au projet du Contrat de Plan Etat-Région **CLIMBIO** (2015 -2020) qui est un projet environnemental pluridisciplinaire regroupant 16 laboratoires de la Région Hauts-de-France. Ce projet est soutenu financièrement par des fonds de la Région Hauts-de-France, du FEDER de l'Union Européenne, du Ministère et des établissements tutelles des laboratoires. Le projet a pour but d'étudier l'évolution des milieux et du climat, d'analyser les impacts de ces évolutions sur la biodiversité, la qualité de l'air, la santé, la société et d'envisager les perspectives et stratégies d'adaptation à ces changements. Il doit notamment permettre de consolider les plateformes d'observation des milieux et de la biodiversité en Région Hauts-de-France. Le LOA co-pilote et contribue principalement aux deux axes qui portent sur la « Dynamique Atmosphérique » et les « Observations ». Dans le prolongement du labex, ce projet renforce nos liens collaboratifs avec quelques laboratoires partenaires que sont SAGE (IMT), PC2A, LASIR (ULille) et LPCA (ULCO). Les financements obtenus jusqu'à présent ont permis de renforcer ou faire évoluer les plateformes d'observations (fixe et mobile) du LOA ainsi que le laboratoire d'étalonnage. D'ici fin 2018 le LOA aura acquis également un radiomètre micro-ondes dédié à l'étude de la vapeur d'eau, qui viendra compléter notre système d'observation. Les financements du CPER ont également permis de recruter sur une durée limitée deux jeunes chercheurs qui ont contribué au volet modélisation de l'axe « Dynamique Atmosphérique ».

3- Produits et activités de recherche

Bilan scientifique

Comme mentionné en section 1 de ce document, l'activité de recherche du laboratoire s'organise principalement autour de deux équipes scientifiques, l'équipe « Interactions Aérosols-Rayonnement (IAR) » animée par P. Goloub, et l'équipe « Interactions Rayonnement-Nuages (IRN) », animée par P. Dubuisson. Les activités transverses et en soutien à la recherche sont assurées par des services communs communs (voir organigramme fonctionnel, annexe 3). L'ensemble des réalisations du laboratoire est donc décliné par équipe de recherche et présenté plus loin dans le document, dans les dossiers d'évaluation de chacune d'elle.

Le tableau 2 présente quelques éléments quantitatifs de la production scientifique de l'unité au cours de la période 2013-2018 comparés à ceux de la période précédente. Ces éléments ont progressé au cours du dernier quinquennal pour les deux équipes. L'ensemble des travaux du laboratoire a conduit à la publication de près de 200 articles dans des revues internationales à comité de lecture dont 17 publications communes aux deux équipes et ce sur des thèmes très variés (interactions aérosols-nuages, aspects théoriques du transfert radiatif, des propriétés optiques des particules atmosphériques, analyses conjointes observations-modélisation, ...). Une majeure partie de ces articles a été publiée dans Atmospheric Chemistry and Physics (Fact. Imp : 5,5) , Atmospheric Measurement Techniques (Fact. Imp : 3,2), Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer (Fact. Imp : 2,6), Journal of Geophysical Research Atmosphere (Fact. Imp : 3,5) ou Geophysical research Letters (Fact. Imp : 4,3). Selon Web of Science, les chercheurs du LOA sont auteurs ou co-auteurs de 6 « Highly cited papers » et 2 articles de doctorants ont fait l'objet d'un « Editor highlight » dans GRL et JGR. Les travaux de recherche de l'unité ont été valorisés également par près de 350 communications principalement dans les congrès, colloques ou workshop internationaux.

La visibilité internationale du laboratoire se traduit par près de 150 co-publication d'articles avec des collègues étrangers, ce qui représente plus de 75% du total des publications de l'unité. L'attractivité du laboratoire est également un élément de cette visibilité internationale. Le laboratoire a accueilli 13 chercheurs invités (sur des durées de 1 mois à 1 an) et 10 post-doctorants étrangers. 9 doctorants sur les 18 qui ont soutenus leur thèse sur la période 2013-2018 provenaient d'universités étrangères. Notons également que cette année un chercheur postdoctoral, Souichiro HIOKI (Japon), a été lauréat du programme MOGPA « Make Our Planet Great Again » et qu'il débute un séjour de deux ans au LOA sur le thème « Characterizing the anisotropy of cloud reflectance in preparation for the 3MI sensor ».

Les publications partagées avec des co-auteurs de laboratoires français sont également en nombre significatif et traduisent la forte implication des chercheurs du laboratoire dans les activités de la communauté nationale et la montée en puissance des collaborations régionales. Un autre indicateur du fort ancrage national du laboratoire est la participation active des chercheurs et ingénieurs de l'unité dans les instances et comité de pilotage de la recherche (TOSCA-CNES, CSOA, PNTS, LEFE-IMAGO, CD et CS AERIS, CTB, CSTA, etc...).

	IAR		IRN		LOA	
	2008-2013	2013-2018	2008-2013	2013-2018	2008-2013	2013-2018
Articles dans revues à comité de lecture	121	136	55	77	168	196
Thèses	6	11	3	7	10	18
HDR	1	1	1	2	2	3

Tableau 2 : Eléments du bilan quantitatif de la production scientifique au cours des deux derniers quinquennaux

On trouvera le bilan quantitatif complet des produits et activités de l'unité dans le fichier Excel « Données du contrat en cours » et la sélection des produits dans l'annexe 4. Toutefois les quelques faits marquants qui ont été sélectionnés et qui sont présentés ci-après donnent déjà un bon aperçu des activités variées et riches de résultats qui ont été menées au cours des 5 dernières années au laboratoire.

Données chiffrées

Voir le tableau intitulé « Produits et activités de la recherche – Données chiffrées » dans le fichier Excel « Données du contrat en cours »

Sélection des produits et des activités de recherche

Voir la « Sélection des produits et des activités » des équipes et du laboratoire en annexe 4.

Faits marquants

Plusieurs faits marquants ou réalisations phares ont jalonné la vie du laboratoire durant la période 2013-2018. Quelques uns d'entre eux, classés par thème, sont ici présentés brièvement.

Réalisations et développements

Préparation de la mission 3MI dans le cadre programme d'observation opérationnel de seconde génération Eumetsat EPS-SG.

Depuis fin 2012, l'ESA et EUMETSAT ont conjointement entamé le développement de la charge utile 3MI (Multi-viewing, Multi-channels, Multi-polarization Imaging) comme élément du futur système EPS-SG pour l'observation opérationnelle des aérosols et des nuages. Héritier des missions spatiales POLDER développées par le CNES, 3MI représente pour le LOA l'aboutissement de plus de 20 ans de développements scientifiques et fournira à partir de 2021, et pour au moins 15 ans, les premières observations polarimétriques opérationnelles dédiées à l'étude des aérosols. Pour l'ensemble de la communauté scientifique la mission 3MI permettra de disposer d'une longue série d'observations permettant de mieux comprendre l'impact climatique des aérosols et des nuages ou développer de nouvelles applications pour la surveillance de la qualité de l'air et la prévision numérique du temps.

En novembre 2016, le CNES et EUMETSAT ont signé un accord de coopération portant sur les aspects de caractérisation de l'instrument 3MI/EPS-SG et la production des données de niveau 1 et une thèse est actuellement financée par le CNES au LOA, portant sur le développement de méthodes de caractérisation

en vol pour l'instrument.

Enfin, en 2017 les équipes du LOA ont été retenues par EUMETSAT pour le développement des algorithmes de traitement des données 3MI, venant concrétiser le très fort investissement du laboratoire à tous les niveaux du développement de la mission (prototype aéroporté, étalonnage et caractérisation, algorithmie scientifique, validation) et l'expertise acquise au laboratoire pour l'observation des nuages et des aérosols.

Imageur multispectral polarisé OSIRIS (Observing System Including polarisation in the solar Infrared Spectrum)

OSIRIS est un Radio-Polarimètre Imageur Grand Champ du même type que l'instrument POLDER aéroporté mais dont la gamme spectrale a été fortement étendue. L'instrument est composé de deux têtes optiques séparées, l'une travaillant dans le visible étendu au proche IR (440-940 nm) et la seconde dans l'IR moyen (940-2200 nm). Chaque système optique est composé d'un objectif grand champ, d'une roue porte-filtres interférentiels, d'une roue porte-analyseurs et d'une matrice de détecteurs. Pour chaque longueur d'onde, les luminances totales et polarisées sont calculées à partir de la mesure réalisée avec les 3 analyseurs croisés, faisant entre eux un angle de 60°. Une même scène est vue sous plusieurs angles grâce au déplacement de l'avion. Ce type d'instrument a été conçu pour la restitution des propriétés optiques des aérosols et des nuages. Il est à la fois l'héritage de POLDER et des instruments monodirectionnels construits avant lui, MicroPOL et MiniMIR. L'instrument a été finalisé en 2013 et a participé à la campagne CHARMEX/CALIOSIRIS du chantier MISTRALS à bord du Falcon 20 français en juin 2013. Les retours d'expérience de cette première campagne aéroportée d'envergure nous ont conduit à revoir en partie la conception mécanique et l'électronique de pilotage associée. L'instrument a effectué de nouveau des vols techniques puis scientifiques en octobre 2014 durant la campagne CALIOSIRIS-2. Des mesures acquises durant ces deux campagnes font actuellement l'objet de la thèse de C. Matar qui sera soutenue fin 2018. OSIRIS a participé à une nouvelle campagne aéroportée internationale, AEROCLO-sA, à l'été 2017 à bord du Falcon 20 de l'UMS SAFIRE et aux côtés du lidar LNG-HRS. Les mesures acquises sont actuellement en cours d'analyse. OSIRIS est un élément clé du laboratoire pour la préparation de la mission spatiale 3MI (voir ci-dessous).

Avancées scientifiques

Interactions aérosols-nuages en Arctique

Les interactions des aérosols avec les nuages Arctiques peuvent avoir de fortes conséquences sur les propriétés radiatives des nuages et donc sur leur forçage radiatif dans une région où le réchauffement climatique est deux fois plus rapide que la moyenne globale. L'impact des aérosols sur les paramètres microphysiques des nuages reste cependant mal compris et son intensité reste très incertaine. De plus, la concentration en aérosol et les paramètres météorologiques sont très souvent corrélés. Il est donc intrinsèquement difficile de distinguer l'effet des aérosols sur la microphysique des nuages de celui de la variabilité thermodynamique naturelle qui gouverne au premier ordre la formation et les propriétés des nuages. En combinant les observations satellites et les propriétés des nuages restituées à partir de différents instruments de l'A-Train, avec les informations fournies par différents modèles atmosphériques sur les charges en aérosols et les conditions thermodynamiques, nous avons pu mettre en évidence l'extrême sensibilité des nuages arctiques aux panaches de pollution anthropiques. Ces travaux ont fait l'objet de plusieurs communications dans des conférences internationales (prix du meilleur poster étudiant AGU 2017) et ont fait l'objet du Editor Highlight lors de la publication des résultats dans *Geophysical Research Letters* (Coopman et al. 2017) <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/hub/article/10.1002/2017GL075795/editor-highlight/>. Les résultats ont également fait l'objet d'un communiqué de presse sur le site EOS sous le titre « Arctic clouds highly sensitive to Air pollution » <https://eos.org/scientific-press/arctic-clouds-highly-sensitive-to-air-pollution>

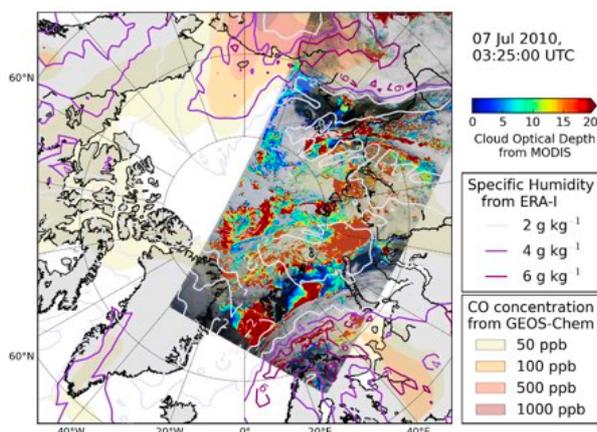


Figure 3 : Epaisseur optique des nuages, humidité spécifique (SH) et concentration en CO (XCO) des trois premiers km le 7 juillet 2010 à 03:25 UTC. SH et XCO sont, respectivement, retrouvés via les réanalyses ERA-interim et GEOS-Chem et ils sont tous les deux représentés par des iso-contours. Les valeurs d'épaisseur optique des nuages sont retrouvées par l'instrument spatial MODIS sur Aqua .

Caractérisation des aérosols dans les atmosphères nuageuses

L'étude des aérosols transportés au dessus ou dans les scènes nuageuses représente une thématique de recherche récente dans le domaine de la télédétection. Au LOA les travaux pionniers ont débuté en 2009 avec le développement d'un algorithme opérationnel d'inversion des propriétés des aérosols transportés au-dessus des nuages. Cette thématique constitue maintenant un axe transverse pour le laboratoire et un axe de recherche moteur au niveau national et international. De nombreux projets et collaborations, ainsi que des publications et des thèses sont issues de ces activités depuis 2013. Les résultats obtenus montrent, qu'au niveau planétaire, les aérosols sont présents en grande quantité au-dessus des nuages (25% de l'épaisseur optique du mode fin) et sont susceptibles d'exercer un forçage radiatif positif important. Ces travaux ont été valorisés par plusieurs publications dans le cadre des thèses de F. Peers (2015) et L. Deaconu (2018). Les résultats ont été présentés lors du congrès ELS XIV organisé à Lille en 2015 et à l'AGU Fall à San Francisco (présentation invitée) en 2014. Un prix de recherche a également été obtenu par F. Waquet pour ces travaux innovants. Une partie des données issues de cet algorithme (épaisseur optique et coefficient d'Ångström) est désormais diffusée par AERIS/ICARE. Un deuxième algorithme permettant de restituer l'absorption de ces aérosols (voir figure 4) et les propriétés des nuages sous-jacents a également été développé. Un programme de recherche international incluant le Met Office anglais, la NASA et des laboratoires français (projet AEROCLO-sA), a consisté à réaliser une campagne intensive de terrain à l'été 2017 en Namibie. Les instruments aéroportés du LOA, OSIRIS et PLASMA, ont notamment participé à la campagne.

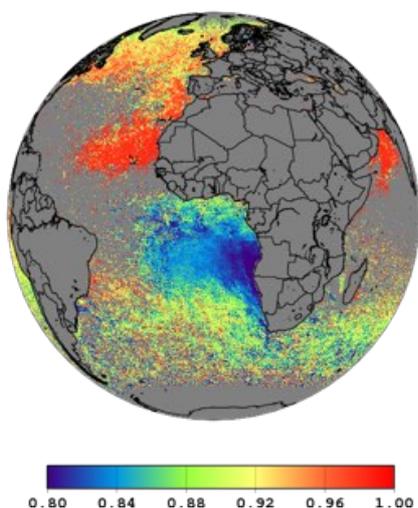


Figure 4 : Albédo de simple diffusion des aérosols au-dessus des nuages à 865 nm (POLDER/PARASOL, JJA 2006, source F. Waquet, figure réalisée par F. Ducos). Les valeurs faibles, en bleu, correspondent aux particules de feux de biomasse africaines, particulièrement absorbantes, transportées au-dessus des stratocumulus couvrant la région de l'Atlantique Sud. Les valeurs proches de l'unité, en rouge, sont associées à des poussières minérales transportées depuis les déserts au-dessus des nuages. Ces particules sont essentiellement diffusantes dans le proche infrarouge (865 nm).

Les panaches volcaniques: émission, chimie/transport et impact sur l'atmosphère et le climat.

Selon l'intensité des éruptions volcaniques, l'impact du volcanisme sur l'atmosphère se manifeste sur une large gamme d'échelles de temps et d'espace. La source volcanique demeure l'inconnue principale dans les modèles visant à estimer rigoureusement ces impacts. Le projet VOLCPLUME du LOA (VOLCanic PLUMEs: emission, chemistry-transport and impact on the atmosphere and climate) a pour objectif de progresser dans la caractérisation spatio-temporelle des émissions de gaz et de cendres volcaniques en utilisant des procédures d'inversion novatrices combinant observations au sol et par satellite, et un modèle atmosphérique de chimie-transport du panache. Une meilleure connaissance des émissions améliorera notre capacité à prévoir le devenir des panaches volcaniques dans l'atmosphère à court-terme, et nous permettra ainsi de mieux évaluer leur impact sur le trafic aérien et la qualité de l'air. À plus long terme, ce projet fournira une quantification plus précise du budget et du cycle de vie des aérosols sulfatés volcaniques, paramètres clé pour améliorer le forçage des modèles climatiques globaux. Ce projet, à l'interface entre volcanologie et sciences de l'atmosphère, est réalisé dans le cadre d'une ANR jeune chercheuse, dans le contexte du défi 1 « Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique ». Ce projet, d'une durée de 48 mois, a débuté en Mars 2016 et il est porté par Marie Boichu, recrutée comme CR CNRS au LOA en octobre 2015. Le coût complet de ce projet est de 1,3 M€, avec un soutien de l'ANR de 244 k€. Ces travaux ont fait l'objet de plusieurs publications et communications : Boichu et al., La Météorologie (2015); Boichu et al., ACP (2016), Boichu et al., EGU (2018). Marie Boichu a co-présidé la session "Satellite-based quantification and modelling of volcanic gas, aerosol and ash emission: dispersal and chemical evolution" de l'EGU 2018.

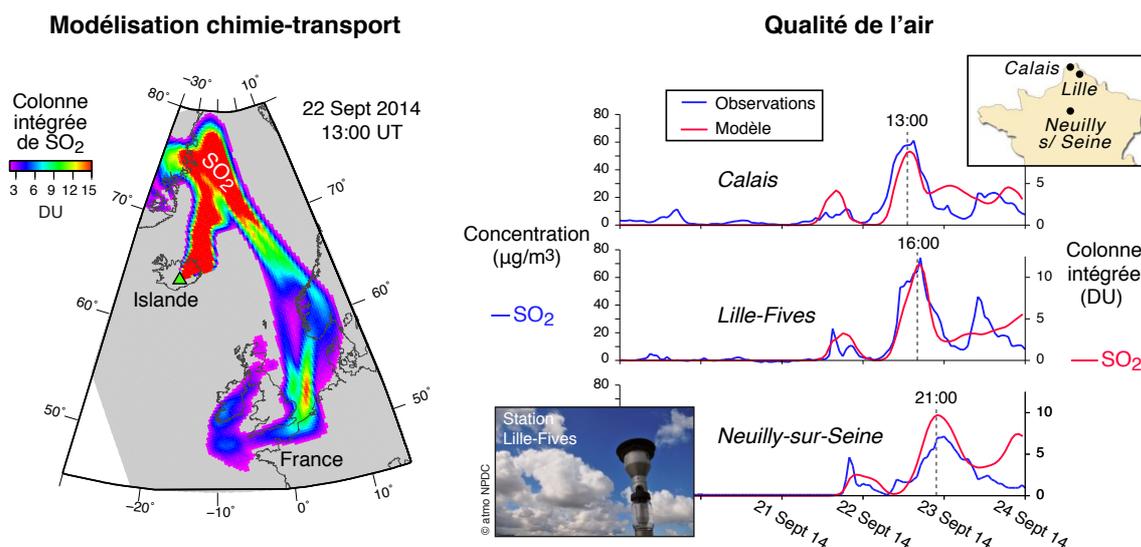


Figure 5. (Gauche) Modélisation atmosphérique de la dispersion du SO₂ volcanique du Bardarbunga (22 Septembre 2014, 13h UT). (Droite) Concentrations en SO₂ au sol mesurées par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air Atmo Nord – Pas de Calais (Calais, Lille-Fives) et Airparif (Neuilly sur Seine) (bleu); colonne intégrée en SO₂ modélisée (rouge). Figure tirée de Boichu et al., La Météorologie (2015).

Valorisation

La création de la société GRASP-SAS

Durant plusieurs années un groupe animé par O. Dubovik a travaillé au développement d'un algorithme, nommé GRASP (Generalized Retrieval of Atmosphere and Surface Properties), pour déterminer les propriétés des aérosols atmosphériques à partir de la télédétection. Au fil des années il est devenu évident que l'idée scientifique à la base de cet algorithme pouvait avoir un intérêt pour l'industrie et les activités commerciales si elle était accompagnée par d'importants développements en ingénierie informatique. Du fait de la complexité de l'algorithme et du grand volume de données à traiter (en particulier lorsqu'on parle d'applications spatiales) de gros efforts en ingénierie sont nécessaires pour exploiter pleinement l'algorithme. Il n'était pas pensable que le LOA, en tant qu'unité de recherche, fournisse les ressources humaines nécessaires. A la même époque, 2013-2014, le LOA s'est impliqué dans plusieurs projets de recherche dans lesquels l'idée scientifique était supportée par des développements informatiques dédiés et mis en œuvre par la compagnie industrielle Catalysts GmbH (Austrian software development company). Catalysts développe des solutions logicielles individuelles pour l'industrie. Le retour très positif de ces projets nous a incité à créer une entreprise qui pourrait valoriser l'idée scientifique développée au LOA.

Début 2014, O. Dubovik a contacté le Service Partenariat Valorisation de la DR18 du CNRS qui a suggéré de soumettre l'idée à la SATT Nord. Cependant après 9 mois d'évaluation et la construction du dossier, la SATT Nord a décidé de ne pas soutenir le projet de création d'une start-up. C'est finalement le CNRS et FIST SA (France Innovation Scientifique et Transfert SA, société de droit privé, dont le CNRS est actionnaire à 70%.) qui ont aidé le laboratoire à enregistrer le logiciel au nom du CNRS et de Lille1 à l'Agence de Protection des Logiciels et qui l'ont soutenu pour la création de la société. En 2015 O. Dubovik a obtenu le « concours scientifique » de la Commission de déontologie du CNRS et la société GRASP-SAS a été créée en février 2015 par O. Dubovik, B. Torres (IR CDD au LOA), D. Fuertes (IR CDD au LOA) and Catalysts.GmbH. Le CNRS et Lille1 ont accordé à GRASP-SAS la licence qui lui permet de maintenir et de distribuer le logiciel GRASP. De plus afin de supporter la jeune société, l'université de Lille a accepté de l'accueillir dans ses murs et met à sa disposition un local de travail qui est situé dans le département de Physique, au sein du LOA. Cet accord est régi par une convention d'hébergement signée pour 6 ans au plus. Actuellement la société GRASP-SAS compte cinq ingénieurs.

Eléments structurants

ACTRIS-FR et ACTRIS-RI

En 2017, une étape importante a été franchie avec l'introduction d'ACTRIS (Aerosols, Clouds and Trace gases Research InfraStructure) sur les feuilles de route des Infrastructures de Recherche nationale et européenne. Au niveau français, la construction d'ACTRIS a eu pour base, entre autres, le SOERE ORAURE dont le SNO PHOTONS était une brique élémentaire. Ce système d'observation a fédéré les mesures de surface de

télédéttection (photomètre, LiDAR et in situ) et favorisé les interactions avec Météo-France qui souhaitait développer, à partir de 2015, un réseau LiDAR, si possible en cohérence avec le réseau de photomètres géré par le SNO PHOTONS. Au niveau régional, le service d'observation est un élément contribuant aux thématiques de recherche du labex CaPPA et du CPER CLIMIBIO. Au niveau européen, les projets ACTRIS-1/2 ont permis d'accroître l'intégration des communautés AERONET et EARLINET (LiDAR) en Europe. Ils ont permis aussi l'émergence de CARS (Centre for Aerosol Remote Sensing). Ce centre regroupera plusieurs pays experts en photométrie, LiDAR et ceilomètres (France, Espagne, Roumanie, Italie, Allemagne). L'élaboration de ce centre a pour fondement les Centres de Calibration AERONET et EARLINET, respectivement consolidé et construit pendant le projet ACTRIS-2, et leur expertise reconnue en télé-déttection aérosols. La composante française (SNO/LOA) est à l'origine de l'implémentation et la valorisation de l'algorithme GRASP/GARRLIC pour la production de paramètres aérosols à valeur ajoutée par couplage photomètre/LiDAR. Cette production, à l'attention des utilisateurs nationaux et européens d'ACTRIS est réalisée par et à AERIS/ICARE qui est la base de données d'ACTRIS-FR et l'une des composantes du Data and Service Center de l'IR ACTRIS-EU. Depuis janvier 2017 dans le cadre du projet européen ACTRIS-PPP (Preparation Phase Project) auquel contribue le LOA, toute la communauté travaille à démontrer la faisabilité d'ACTRIS-RI.

Rayonnement

Organisation de plusieurs colloques et workshops internationaux (dont ELS XIV, Trattoria, ...)

ELS XIV – Electromagnetic and Light Scattering XIV, Lille, France, June 17 to 21, 2013.

Dubovik, O., L. Labonnote, P. Litvinov, F. Parol, and M.I. Mishchenko, Electromagnetic and Light Scattering by Nonspherical Particles XIV Preface, Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, 146 Special Issue: SI Pages: 1-3, 2014.

Au cours de l'année 2013, le laboratoire a organisé la 14^{ème} édition de la conférence « Electromagnetic Light Scattering (ELS) », qui s'est déroulée à l'Université de Lille1 entre le 17 et 21 juin 2013. Cette édition orientée principalement sur les sciences de l'atmosphère et notamment sur l'apport de la polarisation, s'est appuyée sur le succès des précédentes éditions qui se sont déroulées à travers le monde (Amsterdam, Helsinki, New York, Vigo, Halifax, Gainesville, Bremen, Salobreña, St. Petersburg, Bodrum, Hatfield, Helsinki, et Taormina), ainsi que sur l'attrait grandissant de l'utilisation de la polarisation pour l'étude de l'atmosphère. Durant cette semaine, 200 scientifiques de 26 pays, dont de nombreux jeunes chercheurs pris en charge par le comité organisateur du colloque, sont venus présenter leurs travaux de recherche au travers de conférences orales ou de posters. Le programme incluait 1 lecture en session plénière, 12 revues invitées, 100 communications orales et 86 posters. Le programme, les résumés, et les supports des oraux sont disponibles sur le site de la conférence <http://www-loa.univ-lille1.fr/ELS-XIV>. L'objectif était d'inciter les scientifiques ainsi que les ingénieurs travaillant sur des aspects différents de la diffusion des ondes électromagnétiques à se rencontrer et à initier des discussions approfondies sur les avancées en termes de théorie, de mesures et d'applications. Un focus dédié à l'apport de la polarisation dans les sessions « télé-déttection » a permis de mettre en avant l'important travail effectué par les chercheurs du laboratoire depuis plus d'une décennie et les avancées récentes reconnues par l'ensemble de la communauté internationale. Un jeune chercheur du laboratoire, F. Waquet, s'est vu attribué le prix JQSRT Peter C. Waterman Award : Scattering and Remote Sensing.

TRATTORIA - 2015

Le workshop Trattoria 2015 s'est tenu du 23 au 25 mars 2015 à Villeneuve d'Ascq, à l'université de Lille. Cet atelier était consacré aux codes de transfert radiatif dans l'atmosphère terrestre pour les applications de télé-déttection spatiale, opérant sur l'ensemble de la gamme des longueurs d'onde, de l'ultraviolet aux microondes. Ces codes sont fondamentaux pour la préparation des instruments de télé-déttection, ainsi que pour le traitement des données satellites. Cet atelier faisait suite à celui organisé à Fontainebleau en Avril 2008 et il se positionnait en particulier dans un contexte de préparation des futures missions spatiales. Organisé par le CNES et le LOA, à l'université de Lille, ce workshop a accueilli un peu plus d'une centaine de personnes, majoritairement de la communauté française et internationale francophone.
site web: <http://www-loa.univ-lille1.fr/workshops/Trattoria-2015/>

ICWG1 – 2016

Wu et al, Towards Global Harmonization of Derived Cloud Products - BAMS 2017
<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-16-0234.1>

Le premier workshop de l'International Cloud Working Group a été organisé par le LOA du 17 au 20 mai 2016 sous l'égide d'EUMETSAT. Cette première édition ICWG-1 faisait suite à l'établissement formel du Cloud Working Group en tant que groupe de travail du CGMS et à plusieurs meeting internationaux (Grainau, Madison, Locarno, Norköpping) liés au projet CREW (<http://www.icare.univ-lille1.fr/crew/index.php/Welcom>). Le workshop a rassemblé durant 4 jours près d'une centaine de participants, spécialistes internationaux dans le domaine du développement algorithmique pour la télé-déttection des nuages, de la prévision météorologique

et de l'étude du climat.

Les travaux ont couvert un large éventail de sujets liés à l'observation des nuages par télédétection, les applications et verrous actuels en particulier pour la détection nuageuse, la modélisation des nuages pour la télédétection, les applications de prévision des événements météorologiques extrêmes, l'évaluation des incertitudes et l'établissement d'un jeu de données multi-décennal pour la recherche sur le climat. Le programme comprenait des présentations en session plénière et des ateliers thématiques de travail et discussion sur les différentes problématiques liées à l'observation des propriétés des nuages pour la météorologie opérationnelle et l'étude du climat.

Le programme, les présentations et les conclusions du workshop sont disponibles sur le site de l'ICWG (http://www.icare.univ-lille1.fr/icwg/index.php/Welcome_ICWG) et les principales conclusions du workshop ont donné lieu à la publication d'une synthèse dans le Bulletin of American Meteorology Society (Wu et al, BAMS 2017).

APOLO-2017: Advancement of POLarimetric Observations: calibration and improved aerosol retrievals, Workshop, Hefei, China, October, 24 to 27, 2017.

Dubovik, O., Z. Li, and M. I. Mishchenko, The first international workshop on « Advancement of POLarimetric Observations: calibration and improved aerosol retrievals »: APOLO-2017 Preface, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, 212, pages A1-A2, 2018.

Le laboratoire a co-organisé le workshop international "Advancement of POLarimetric Observations: calibration and improved aerosol retrievals-2017" (APOLO-2017) qui s'est déroulé à Hefei, Chine, 24– 27 Octobre 2017. O. Dubovik était membre du Comité organisateur et plusieurs collègues du LOA étaient membres du Comité scientifique international. C'était le meeting inaugural d'une série de workshops planifiée sur la polarimétrie satellitaire dans le but d'accompagner l'intérêt croissant de la communauté scientifique pour les observations de télédétection en polarisation depuis l'espace. Le workshop a attiré 220 scientifiques de 14 pays différents. Le programme incluait 1 lecture en session plénière, 25 présentations orales invitées, 35 contributions orales et 28 posters. Le programme, les résumés et les supports de présentations sont disponibles sur le site de la conférence <http://apolo2017.csp.escience.cn>. En réponse aux demandes multiples des participants et en suivant la pratique bien établie maintenant de la communauté scientifique, les papiers présentés pourront être publiés dans une issue spéciale du Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer (JQSRT), Elsevier.

4- Organisation et vie de l'unité

Données chiffrées

Voir le tableau « Synthèse personnels unité » dans le fichier Excel « Données du contrat en cours »

Pilotage, animation, organisation de l'unité

Le fonctionnement interne du LOA repose sur une Direction assistée par une équipe de direction (ou Comité de pilotage) et un Conseil de laboratoire. Un règlement intérieur régit les grands principes de fonctionnement de l'unité.

Depuis le 1^{er} janvier 2013 la direction du laboratoire est assurée par F. Parol (PR ULille). Le Comité de pilotage est composé du Directeur de l'unité et des deux responsables des équipes scientifiques, en l'occurrence P. Goloub (PR ULille) et P. Dubuisson (PR ULille) durant le présent contrat. Le Comité de pilotage se réunit régulièrement pour traiter les questions de gestion « au jour le jour » du laboratoire.

Le Conseil de laboratoire est composé de 14 personnes (8 élues et 6 nommées), dont 8 chercheurs et enseignants-chercheurs, 4 ITA, 1 doctorant et 1 personnel contractuel (actuellement un collègue post-doctorant). On trouvera la liste des membres du Conseil de laboratoire au 30 juin 2018 sur le site Web de l'unité. Ce Conseil se réunit régulièrement (toutes les 6 à 8 semaines environ) pour examiner les demandes budgétaires, les demandes d'équipements, donner son avis sur les priorités de recrutement de chercheurs et de personnels techniques, discuter de tous les problèmes concernant la vie du laboratoire. Les comptes rendus de réunion du Conseil de laboratoire sont disponibles pour l'ensemble des membres de l'unité via l'intranet du site Web du laboratoire.

Une Assemblée Générale (AG) du laboratoire est organisée une à deux fois par an. C'est notamment l'occasion pour la Direction de faire le point sur l'état d'avancement du projet du laboratoire devant l'ensemble des membres de l'unité. Durant le contrat écoulé, l'équipe de direction a également réuni l'Assemblée Générale de l'unité pour l'informer et échanger sur des aspects particuliers de la vie du laboratoire, comme la ZRR et la PSST, les nouveaux moyens de calcul de l'unité ou, cette année, lors de la

préparation de l'évaluation par le HCERES. Les supports de présentation des AG sont mis à la disposition des membres de l'unité via l'intranet du site Web du laboratoire.

De manière à gérer au mieux l'activité des ITA/BIATSS en fonction des demandes de soutien et des projets, le plan de charge des personnels techniques est discuté en réunion ouverte à l'ensemble du laboratoire une ou deux fois par an en fonction de l'avancement des projets et des impératifs de calendrier. Cette journée est préparée en amont par les équipes de recherche et le Comité de Pilotage. Ce mode de fonctionnement favorise l'animation technique et les échanges entre les équipes scientifiques et techniques.

Sur le plan administratif, le suivi de la carrière de l'ensemble des ITA/BIATSS est effectué par le Directeur de l'unité.

Comme décrit dans la section 1-introduction du document, le financement des activités du LOA est assuré par des subventions d'état ainsi que par des ressources propres obtenues sur projets scientifiques. Les responsables de projets gèrent eux-mêmes les crédits correspondants en coordination avec la Direction de l'unité. Afin de remplir l'ensemble de ses objectifs, le laboratoire prélève une petite partie de ce financement sur projet qui vient s'ajouter aux subventions d'état de l'unité. La hauteur de ce prélèvement a été discutée chaque année en Conseil de laboratoire. Durant le contrat en cours le laboratoire a prélevé 4% du financement des projets (hors ANR, projets européens et hors masse salariale) et 5,5% sur les projets CNES. Ces moyens supplémentaires qui s'élèvent à environ 30k€/an sont utilisés pour le fonctionnement général du laboratoire, les besoins des services communs et administratifs (postes de travail, petites fournitures, etc...), les missions hors projets scientifiques financées dans le cadre des programmes, les besoins des jeunes chercheurs sans financement.

L'animation scientifique est assurée via l'organisation de séminaires réguliers, de collègues extérieurs au laboratoire, invités ou de passage, et de collègues internes au laboratoire. Le laboratoire organise également une journée des doctorants à l'automne, avec présentations orales et posters, qui permet d'effectuer un tour d'horizon des résultats récents ou en cours des équipes de recherche et favorise les échanges entre groupes. Les différentes structures de coordination et projets auxquels contribuent le laboratoire (IRePSE, CaPPA, CLIMIBIO) ont mis en place également des séminaires et/ou journées annuelles des doctorants qui favorisent par ailleurs l'animation scientifique du secteur de l'environnement lillois.

En termes de communication interne et afin de faciliter les échanges au sein du laboratoire, de nombreux outils informatiques ont été développés. La gestion du site internet étant réalisée au laboratoire par le service informatique, un espace intranet a été réalisé dans l'optique de centraliser les informations et de faciliter leur consultation; les outils vont de la consultation bibliographique, avec les notifications des derniers achats, à la réservation des salles de réunions; y figurent également les comptes rendus du Conseil de laboratoire et des AGs, des dépôts de documents consultables, tout ceci étant filtré par une identification personnelle. Un espace "gazette" permet de partager aussi bien des moments conviviaux du laboratoire (départ en retraite ...) que des échanges autour d'évènements scientifiques (éruption volcanique, la nuit des chercheurs, etc....). Un wiki a également été mis en place permettant aux informaticiens de partager et de documenter les différents aspects informatiques du laboratoire: la sécurité, les sauvegardes, le matériel et les logiciels ; Un wiki dédié aux instruments de la plateforme instrumentale permet aux chercheurs et ingénieurs concernés de constituer une base de travail pour les différents instruments puisqu'il rassemble les descriptions, le travail en cours, les problèmes rencontrés. Plusieurs autres rubriques ont été créées au cours du temps (Prévention, Hygiène et Sécurité ; Secrétariat ; Aide au développement de code informatique, ...)

Durant les cinq dernières années, de nombreuses actions de communication ont été menées afin de faire connaître et promouvoir les principales activités de recherche du LOA. Des visites du laboratoire sont organisées régulièrement. La plaquette de l'unité (triptyque), qui résume l'ensemble de ses activités, est distribuée à ces occasions, aux étudiants et au grand public (salon de l'étudiant, Fêtes de la Science, accueil d'élèves ou d'enseignants du secondaire, ...). Le site Web du laboratoire a été totalement repensé par un groupe de travail créé à cet effet en 2016. Le site est plus dynamique que le précédent, permet de mieux mettre en valeur toutes nos activités, a été étoffé de rubriques nouvelles (par exemple la modélisation), et rend les offres d'emploi beaucoup plus visibles. Enfin les actualités relevant des projets collaboratifs (labex CaPPA ou CPER CLIMIBIO) sont systématiquement transmises aux chargés de communication de ces projets qui les relaient sur leur site Web respectif.

Le LOA dispose de différentes plateformes et équipements qu'il a développés ou acquis au fil des années et qui sont utilisés par les deux équipes et les services du laboratoire. On en trouvera la liste en annexe 2.

Parité

Au 30 juin 2018 l'effectif en personnel permanent du laboratoire est de 20 Chercheurs et Enseignants-chercheurs (C-EC) et 16 ITA-BIATSS. La fraction femme/homme est respectivement de 35%/65% pour les C-EC

et de 25%/75% pour les ITA-BIATSS. Ce rapport est de 55%/45% chez les doctorants. Ce sont deux femmes qui ont été recrutées sur les derniers postes C-EC. En 2016, c'est une collègue féminine qui a été recruté sur le dernier poste ouvert en PR au laboratoire. Le conseil de laboratoire compte 4 femmes sur 14 membres dont 2 sur les 6 membres nommés. L'ensemble des postes de responsabilité spécifiques d'intérêt collectif est présenté en annexe 3. Hors comité de pilotage (DU, responsables d'équipe), ceux qui sont tenus par des femmes représentent 75% du total. Il est important de souligner qu'il est acté que dans le prochain contrat c'est une femme qui prendra la responsabilité de l'équipe IRN de l'unité. Enfin lors de la constitution des comités de sélection pour les recrutements d'Enseignants-Chercheurs, le laboratoire veille systématiquement à atteindre le rapport de 50% dans la fraction femme/homme.

En octobre 2016, le DU a participé à une demi-journée de sensibilisation sur les problématiques des violences sexistes et sexuelles au travail, organisée par la DR18 du CNRS. Il a relayé les informations obtenues en mettant à disposition des membres du laboratoire des exemplaires du livret « le harcèlement sexuel » fournis par la DR18.

Intégrité scientifique

La majeure partie des membres de l'unité tiennent un cahier de laboratoire mais il n'est n'y obligatoire ni standardisé. Jusqu'à présent l'unité n'a jamais eu à établir de règles en matière de co-signature si ce n'est que les doctorants doivent être systématiquement 1^{er} auteur des publications issues de leurs travaux de thèse. L'unité n'a pas non plus mis en place de mesure pour lutter contre le plagiat.

Protection et sécurité

Hygiène, sécurité et prévention des risques

En matière de prévention des risques professionnels, l'assistant de prévention du laboratoire prend en charge l'évaluation des risques et actualise annuellement le document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP). Contenant l'évaluation des risques présents au laboratoire s'appliquant aux différentes activités exercées par les personnels, ce document permet le suivi d'un plan de prévention utilisé afin de prévenir les risques et d'améliorer les situations à risques identifiées. Le DUERP est finalisé par l'assistant de prévention et le directeur d'unité avant d'être transmis aux tutelles du laboratoire.

La mise à jour du document unique est annuelle et s'appuie sur l'implication des personnels aux travers d'un questionnaire d'auto-évaluation sur les risques présents à leurs postes de travail ainsi que sur le registre de prévention (anciennement appelé « registre hygiène et sécurité »). Ce registre, dédié à la prévention, est en accès libre au secrétariat de l'unité pour y inscrire toutes remarques pertinentes concernant la prévention des risques, une situation à améliorer ou une idée qui pourrait améliorer la qualité de vie au laboratoire.

Une sensibilisation à la prévention des risques professionnels est intégrée dans la procédure d'accueil des nouveaux entrants. Cette procédure est mise en place par l'Université de Lille et s'adapte à la fois aux différents profils de poste et en fonction de l'exposition à des risques particuliers. De plus, des rappels ou sensibilisation sont effectués ponctuellement dans le cadre des assemblées générales du laboratoire. Il est toutefois de la responsabilité de l'encadrant d'un stagiaire ou d'un doctorant, de former les personnes à leurs postes de travaux et aux risques qui y sont associés.

Un wiki relatif à la Prévention, l'Hygiène et la Sécurité a été mis en place sur l'intranet de l'unité. On y trouve une plaquette rédigée en français et en anglais, résumant l'ensemble des risques potentiels au LOA et les informations indispensables. On y trouve aussi toutes les informations nécessaires sur les déclarations d'accident de travail, les missions à l'étranger, le travail sur écran ou la manutention des charges lourdes.

Concernant la gestion de matière dangereuse (gaz, azote liquide, produit chimique), le laboratoire suit la procédure mise en place à l'université de Lille. Le gestionnaire des produits chimiques du laboratoire (ici l'assistant de prévention) fait office de relais pour toute commande de produit, élimination de déchet, et le stockage de ceux-ci. Les différentes procédures sont écrites et mises en place par le Pôle Prévention des Risques de l'Université de Lille.

Suite aux travaux d'aménagement pour l'installation du Lidar multi-longueur d'onde LILAS, le laboratoire a également nommé un Référent Sécurité Laser (RSL). Sa mission consiste à évaluer les risques concernant la thématique des Lasers, proposer des mesures de prévention dans ce domaine et mettre en place des fiches de poste appropriées. Le RSL participe également à l'analyse des incidents et accidents lorsque ceux-ci impliquent un Laser. Enfin il coordonne l'accueil pratique des nouveaux entrants en matière de sécurité laser lorsque ceux-ci sont amenés à travailler sur un poste impliquant l'utilisation ou le travail à proximité d'un ou plusieurs Laser. C'est évidemment le cas des doctorants qui utilisent actuellement LILAS dans le cadre de leurs travaux.

En 2015, l'entreprise GRASP-SAS a été créée et elle est hébergée depuis au sein des locaux du laboratoire. Afin de sensibiliser les membres du laboratoire au potentiels conflits d'intérêt, à la protection des données, des systèmes d'information, du potentiel scientifique et technique et à l'intelligence économique, la Direction du

laboratoire a sollicité les services juridiques de l'université et du Service Partenariat et Valorisation de la DR18 du CNRS pour expliquer les enjeux et échanger avec les membres de l'unité. Une AG dédiée a été organisée à cet effet.

Protection et sécurité des systèmes d'information.

Un document d'orientation de la Sécurité des Systèmes d'Information du Laboratoire a été mis en chantier et sera appliqué dès que possible.

Nous avons pu mettre en évidence que la perte de données paraît être le point le plus critique pour les moyens de recherche du LOA :

- les postes des étudiants et des chercheurs sont protégés par mot de passe. Les administrateurs système ont un accès sur ces postes et une sauvegarde automatique est systématiquement installée,
- les portables ont des disques durs cryptés, des portables de prêts sont disponibles en cas de déplacement pour éviter d'emporter des données critiques,
- les programmes sur le cluster HPC du laboratoire sont sauvegardés à distance,
- tous les services au coeur du système informatique sont sauvegardés à distance.

Lors de l'arrivée d'un nouveau collègue, les règles sont rappelées au moment de l'installation du poste de travail, la charte informatique étant distribuée et signée en même temps que le règlement intérieur du laboratoire lors de la remise des clefs de bureau. Ces règles portent sur :

- l'utilisation des services gratuits (mail - web ...),
- l'explication des moyens « officiels » mis à la disposition du collègue (sauvegarde - cloud ...),
- l'interdiction de l'usage de logiciel piraté,
- le rappel des mises en oeuvre de protection par mot de passe.

Des alertes de sécurité (phishing - virus ...) sont régulièrement lancées par l'ingénieure responsable de la sécurité informatique de l'unité, avec explications détaillées s'il y a lieu.

Un wiki (en intranet et protégé par mot de passe) a été mis en oeuvre afin de collecter et partager des informations autour du fonctionnement des logiciels, de la plateforme instrumentale, et du système informatique en général. Y sont notamment répertoriés les règles de sécurité et les usages informatiques.

Accès aux locaux

Jusqu'à présent l'accès aux locaux du LOA est géré en coordination avec le Département de Physique et les autres laboratoires qui sont localisés dans le même bâtiment P5 de la Faculté des Sciences et Technologies. L'accès nécessite un badge délivré par le Département selon des modalités qui ont été fixées par le Conseil de Département et donc en cohérence avec les besoins des laboratoires. Chaque membre du LOA est en possession d'un badge lui donnant accès au laboratoire à des plages horaires prédéfinies et fixées en fonction de ses activités et des nécessités de service. Trois plages horaires ont été définies : la plage « jour », la plage « soir » et la plage « nuit » (22h-6h) qui ne concernent que quelques membres du laboratoires qui doivent pouvoir accéder aux instruments en cas de besoin (urgence ou campagnes de mesure). Dans ce cas il est exigé que les collègues soient présents au minimum à deux simultanément pour raison de sécurité. Tout nouvel arrivant au laboratoire doit signer le règlement intérieur et la charte informatique de l'unité. Tout collègue quittant l'unité (démission, départ à la retraite, mobilité, fin de contrat ou de stage, ...) doit libérer son bureau et restituer l'ensemble des moyens d'accès à celui-ci (clé, badge).

Création de la ZRR

L'arrêté du 3 juillet 2012 relatif à la protection du potentiel scientifique et technique de la nation (PPST) précise qu'un annuaire national des unités de recherche relevant des secteurs scientifiques et techniques protégés est établi par le Secrétariat Général de la Défense et de la Sécurité Nationale (SGDSN). Dans le cadre de la mise à jour de cet annuaire, la sensibilité du LOA a été réévaluée courant 2014-2015 et, en 2016, cela a conduit le Ministère à identifier le laboratoire comme devant être érigé en zone à régime restrictif (ZRR). L'Université et donc tenue de mettre en place la ZRR et une première réunion de travail avec la Direction de l'université, le Fonctionnaire de Sécurité et Défense et le responsable du Service Patrimoine Construction Etudes et Travaux s'est tenue en 2017. L'étude technique est en cours au sein du SPCEt.

En 2017 un nouveau règlement intérieur du LOA a été rédigé par le laboratoire pour tenir compte des modifications importantes liées à la création prochaine de la ZRR, notamment en ce qui concerne la PSST, la PSSI et l'accueil des membres extérieurs aux laboratoires.

5- Analyse SWOT

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> • Des personnels très investis dans leurs missions • Un bon taux de renouvellement des personnels du laboratoire, associé à un taux de recrutement extérieur élevé • Des recrutements récents sur des thématiques nouvelles qui offrent des ouvertures (haute résolution spectrale, modélisation, <i>mesures in situ</i>) • Un bon rapport Ch./ITA • Une expertise spécifique et unique reconnue régionalement, nationalement et internationalement • Lien fort avec le CNES et EUMETSAT et relations existantes avec d'autres agences spatiales (ESA, NASA, JAXA) • Au cœur de projets structurants (labex CaPPA, CPER CLIMIBIO, IR ACTRIS-FR, ...) • Des équipements de recherche de très haut niveau (en informatique et instrumentation) • Un soutien continu des tutelles 	<ul style="list-style-type: none"> • Un nombre de chercheurs CNRS trop faible, et notamment aucun CNRS dans l'une des équipes • Le manque de personnel CNAP attaché aux Services d'Observations gérés par le laboratoire • Moins de développement instrumental que par le passé • Un défaut d'adéquation entre le nombre important de projets et le potentiel de recherche • Certaines activités ne reposent que sur une seule personne • Des activités pérennes qui reposent sur des personnels non permanents • Des collaborations transfrontalières peu développées
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> • De nouvelles dynamiques de recherche/formation interdisciplinaires rendues possibles via le labex, le CPER et la future Graduate School • De nouvelles dynamiques de recherche avec des laboratoires nationaux (GDR, programmes nationaux INSU, ...) • L'instrument 3MI sur la plateforme spatiale EPS-SG de EUMETSAT à l'horizon 2021 et pour 15 ans. Forte implication sur d'autres instruments de la même plateforme • Construction de bases de (méta) données d'observations pertinentes pour nos thématiques scientifiques (Copernicus, autres) • Une situation géographique qui peut favoriser les collaborations transfrontalières (via Interreg par exemple) 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque de perte d'une part de l'expertise suite au départ de chercheurs ou d'ingénieurs • Trop de sollicitations émanant des organismes, des agences et des collectivités régionales, en regard du potentiel de recherche limité • Une difficulté à recruter de bons physiciens (depuis le master) dans un paysage de formation changeant et de plus en plus inter ou multi disciplinaire. • Affaiblissement de la recherche en Physique dans des structures de grande dimension • Une thématique de recherche qui peut s'affaiblir dans l'offre de formation future • Difficulté de positionnement dans les programmes thématiques de l'ANR • Une lourdeur administrative qui s'amplifie

6- Projet scientifique à cinq ans

Les grandes lignes d'orientation scientifique du LOA sont le résultat d'échanges et de discussions initiés au début de l'année 2018. Suite aux deux mandats de direction de F. Parol, il a été acté en mars 2018 par le conseil de laboratoire que la prochaine direction serait assurée par P. Dubuisson, Professeur à l'Université de Lille. Le projet a été finalisé en avril 2018, au cours d'un séminaire qui a réuni l'ensemble des personnels de l'unité. Il a été décidé de maintenir la structuration actuelle, composée de deux équipes scientifiques dont la responsabilité sera assurée pour chacune par un binôme : l'équipe « Interaction Aérosols Rayonnement » (IAR) codirigée par P. Goloub (PR Lille) et O. Dubovik (DR CNRS) et l'équipe « Interaction Rayonnement Nuage » (IRN) codirigée par C. Cornet (PR Lille) et F. Parol (PR Lille). Les objectifs scientifiques sont déclinés ci-après selon cette structuration. La liste des personnels permanents actuels du laboratoire qui seront présents en début de contrat (1^{er} janvier 2020) est donnée dans le fichier Excel « Données du prochain contrat ». Le pilotage de l'UMR s'appuiera sur le conseil de laboratoire et un comité de direction, constitué des responsables des équipes de recherche, d'un sous-directeur et, selon l'ordre du jour, de membres invités par le directeur. Ce projet se développera dans la nouvelle Université de Lille, le LOA faisant désormais partie de la Faculté des Sciences et Technologies (FST), au sein du département de Physique. Il sera donc important de veiller à la bonne intégration du laboratoire dans ces nouvelles structures, le projet de l'université étant labellisé I-SITE ULNE (Graduate School, Labex CaPPA, appels à projets, cofinancements de thèse).

Le cœur du projet scientifique du laboratoire pour la période 2020-2024 repose principalement sur le prolongement direct d'actions entreprises au cours du contrat actuel et qui sont, pour la majorité, à un stade avancé. Le projet reste donc majoritairement focalisé sur l'étude des aérosols, de la vapeur d'eau et des nuages, ainsi que de leurs interactions. L'inversion des propriétés des aérosols et des nuages, ainsi que la détermination de leur impact radiatif, demeurent ainsi des axes forts du laboratoire. Les projets proposés par les équipes font toutefois apparaître plusieurs perspectives importantes. À titre d'exemple, que ce soit pour les aérosols ou pour les nuages, les études portant sur les interactions entre le rayonnement et la dynamique atmosphérique vont se renforcer (liens entre les propriétés des nuages et les précipitations, identification des sources d'aérosols et de leurs gaz précurseurs à partir du couplage entre observations et modélisation, meilleure compréhension des processus contrôlant l'évolution des particules). Dans ce cadre, le laboratoire va poursuivre et intensifier ses activités sur la description des nuages et des aérosols à l'échelle planétaire et leur suivi au cours du temps (détermination des variabilités spatio-temporelles à différentes échelles, évaluation des tendances climatiques, impacts radiatifs), en s'appuyant sur les synergies entre les observations passives et actives depuis le sol et l'espace et en constituant des séries d'observations de longue durée. En parallèle, l'étude des événements extrêmes, qu'ils soient d'origine naturelle (panaches volcaniques, événements de poussières, systèmes nuageux complexes) ou anthropique (aérosols carbonés de biomasse, identification et quantification des espèces gazeuses), sera poursuivie. Bon nombre de ces objectifs permettront de renforcer les liens entre les équipes IAR et IRN (aérosols au-dessus de nuages, restitution simultanée des propriétés des aérosols et des nuages, etc.) et avec les laboratoires du Labex CaPPA. Quelques projets émergents ont également été identifiés, tel que l'analyse de la ressource solaire au sol en atmosphère nuageuse et la modélisation de la diffusion de la lumière des éclairs dans les nuages.

Pour ce projet, le laboratoire s'appuiera sur des outils structurels mis en place ou en cours de développement et dans lesquels il est partie prenante ou pilote (suite attendue du labex CaPPA, Graduate School, suite attendue du CPER CLIMBIO, composante française et européenne de l'infrastructure ACTRIS, mission spatiale EPS-SG de EUMETSAT, missions Sentinelles de l'ESA, etc.). En effet, le lancement de missions spatiales, dans lesquelles les équipes du LOA sont impliquées, est prévu à l'horizon 2019/2021 (3MI, METimage, IASI-NG, Earthcare, microCarb, TARANIS). Les activités du laboratoire seront donc fortement impactées par l'analyse de leurs premières mesures, leur inversion (algorithmes GRASP et de restitution des propriétés des aérosols et des nuages), leur validation et leur exploitation scientifique. En particulier, la mission spatiale EPS-SG de EUMETSAT permettra près de 20 années d'observations continues avec, entre autres, le capteur 3MI, héritage des missions POLDER. Cette mission, la première à vocation opérationnelle dans l'histoire du LOA, représente une formidable opportunité que le laboratoire se doit d'exploiter, avec le soutien des agences européennes. Pour cela, OSIRIS, la version aéroportée de 3MI, est un atout notable. Le projet s'appuiera également sur les systèmes d'observation au sol, notamment au sein de l'infrastructure de Recherche ACTRIS et de la Central Facility CARS (Center for Aerosol Remote Sensing) dont le SNO PHOTONS/AERONET est une composante essentielle, ainsi que sur la composante UV du SNO NDACC. Le LOA dispose pour cela de deux plateformes fixes, situées sur le toit du laboratoire et à Dakar, et d'une plateforme mobile MAMS (Mobile Aerosol Measurement System). Il est enfin important de souligner le besoin pour la communauté de disposer de codes de référence en transfert radiatif, que ce soit pour l'exploitation des mesures de télédétection ou pour le calcul du bilan radiatif et des forçages radiatifs. L'expérience et le savoir-faire du LOA en la matière sont de réels atouts et la consolidation des codes 1D (ARTDECO), 3D (3DMCPOL) et à haute résolution spectrale (ARAHMIS) restera une priorité du laboratoire. À l'échelle locale, l'ensemble du projet pourra bénéficier du soutien direct ou indirect de l'université, en particulier dans le cadre de l'IREPSE, et de la région Hauts-de-

France (cofinancements de thèse, CPER, etc.). Au niveau national, nous continuerons à nous appuyer sur les programmes nationaux permettant l'émergence (INSU PNTS) ou la consolidation (CNES TOSCA) de nos projets, ainsi que sur le soutien fort de l'INSU-CNRS pour la mise en place et l'accompagnement des structures ACTRIS-FR et ACTRIS-RI.

Pour atteindre ces objectifs, le LOA pourra également s'appuyer sur son réseau de collaborations qui s'est étoffé au cours des dernières années. Au niveau local, nous consoliderons les liens tissés lors du précédent contrat avec les laboratoires régionaux, avec lesquels des collaborations se sont mises en place au travers de structures telles que l'IRePSE, le Labex CaPPA et le CPER CLIMIBIO. Il s'agit en particulier du PC2A et du LASIR (ULille), du LPCA (ULCO) et de SAGE (IMT Douai). Dans ce cadre, le laboratoire se situe à l'interface entre les observations et la modélisation, mais aussi entre la physique et la chimie de l'atmosphère. L'objectif est de mettre en commun nos compétences et moyens sur les thématiques liées à la caractérisation physique et chimique de l'aérosol, l'identification des sources à toutes les échelles et l'étude de l'évolution et du vieillissement de l'aérosol, ceci dans son milieu naturel et aussi bien à partir de l'instrumentation que de la modélisation. En effet, comme rappelé dans le bilan, la plateforme du LOA apparaît désormais comme un site collaboratif d'observations, accueillant des instruments de nos partenaires, en particulier de SAGE. Une collaboration est également prévue avec le LPCA afin d'étudier les synergies instrumentales possibles pour une meilleure description des propriétés des nuages, de la vapeur d'eau et des aérosols à l'échelle locale. Les travaux du laboratoire continueront de s'appuyer sur le pôle AERIS. Ces activités concernent la gestion et distribution des données spatiales et la diffusion des propriétés des composants atmosphériques déduites des mesures sol et de codes de transfert radiatif. Enfin, les liens forts existant avec le CNES et les agences spatiales internationales (EUMETSAT, ESA, NASA, JAXA) sont un atout majeur pour notre projet, notamment dans le contexte évoqué précédemment de futures missions spatiales.

Concernant le collège des enseignants-chercheurs et chercheurs, aucun départ en retraite n'est prévu pendant le prochain contrat. Toutefois, la réalisation des projets présentés par les deux équipes nécessitera le renforcement du potentiel de recherche des équipes, et ceci malgré un contexte universitaire difficile. Deux postes de MdC ont été affichés pour les années 2020/2022 dans les demandes priorisées du département de physique, avec des profils correspondant aux priorités des équipes. De plus, les départs en retraite de collègues A (1DR et 2PR) ont été compensés par l'arrivée de jeunes collègues. Le besoin en encadrement est donc certain et la création (ou rehaussement) d'un poste PR est nécessaire. Enfin, le recrutement de jeunes chercheurs CNRS sera également une priorité pour le prochain contrat. Ce besoin demeure notamment important pour l'équipe IRN, qui ne possède pas de chercheur CNRS, et permettrait sans nul doute de dynamiser son potentiel de recherche, en particulier sur la télédétection des propriétés nuageuses depuis l'espace et sa valorisation. Dans ce cadre, le laboratoire pourra compter, entre autres, sur le nombre important de jeunes docteurs formés récemment au LOA et actuellement en post-doctorat. En complément du potentiel de recherche du laboratoire, composé d'une majorité d'enseignants-chercheurs, il sera indispensable de s'appuyer sur notre réseau de collaborations, qu'elles soient régionales (au sein du Labex ou de l'IRePSE), nationales (y compris au sein de GDR tels que DEPHY ou MIST) ou internationales (chercheurs invités).

La réussite du projet scientifique du laboratoire repose en grande partie sur le potentiel en personnels techniques et administratifs. Lors du précédent contrat, ce potentiel s'est maintenu pour les activités administratives et instrumentales. L'arrivée prévue d'un IGE BAP C « instrumentation et expérimentation », recruté par l'université de Lille, devrait permettre de renforcer ces dernières. Toutefois, la situation reste délicate au regard du nombre de projets et activités liés à l'instrumentation et l'observation. L'implication du LOA dans les réseaux internationaux de mesures (SNO PHOTONS/AERONET, NDACC) et infrastructure (ACTRIS), les campagnes de mesures, les collaborations régionales (instruments en prêt) et la montée en puissance de la plateforme d'Observation collaborative lilloise nécessitent un potentiel humain suffisant et il faudra rester vigilant sur ce point. Dans ce contexte, les recrutements d'un physicien adjoint CNAP et d'un Ingénieur d'études (fonction actuellement assurée sous la forme d'un CDD) apparaissent prioritaires dans le cadre de la consolidation de la Central Facility CARS. Le constat est un peu plus mitigé pour les activités de développement et réalisations informatiques. Le projet scientifique du laboratoire présente en effet de nombreux thèmes liés à l'informatique et au calcul scientifique (codes de transfert radiatif, algorithmes d'inversion, liens avec la modélisation atmosphérique). Durant le dernier contrat, un poste d'IRO BAP E n'a pas été renouvelé, affaiblissant le potentiel du laboratoire sur ces activités. De plus, un départ est prévu durant le prochain contrat (IR CNRS BAP E), dont le rôle est primordial (gestion du parc informatique et des calculateurs, développement et gestion des algorithmes de traitement des observations du LOA, sécurité informatique). Le remplacement de ces postes sera donc une priorité durant le prochain contrat et une demande d'un BIATSS IGE ou IGR BAP E et d'un ITA IE ou IR BAP E ont d'ores et déjà été inscrites au dialogue de gestion.

Les interactions avec des entreprises se sont intensifiées au cours des dernières années. Le partenariat historique portant sur l'instrumentation avec la société CIMEL en est un bel exemple. Plus récemment, la

société de service GRASP-SAS a vu le jour et est hébergée jusque 2021 par l'université, dans les locaux du LOA. Enfin, plusieurs projets liés à la télédétection spatiale ont abouti en collaboration avec HYGEOS, entreprise implantée à Lille. À l'avenir, ces interactions devraient se poursuivre, notamment sur des activités liées à l'exploitation des mesures spatiales avec GRASP-SAS et HYGEOS. En outre, un projet de laboratoire commun avec CIMEL est à l'étude (partage de compétences, développement instrumental et algorithmique commun, étalonnage), qui nécessitera l'écriture d'une nouvelle convention de partenariat. Outre les aspects évidents de transfert de connaissances et de valorisation de la recherche, ces interactions permettent également de pérenniser des emplois et donc des compétences. En effet, plusieurs collègues non permanents formés au LOA travaillent maintenant au sein de ces entreprises, souvent sur des contrats à durée indéterminée. Cette situation est préférable à celle consistant à recruter des collègues en contrat à durée déterminée, qu'il faut souvent former et dont il est ensuite difficile de pérenniser les compétences. Il est probable que nos activités liées à la télédétection et l'instrumentation nous amèneront à poursuivre nos collaborations avec les entreprises telles que CATALYSTS ou THALES, et à en développer de nouvelles.

Le précédent contrat a vu le nombre de doctorants croître de façon significative. Cette augmentation est clairement due à l'apport du Labex CaPPA (cofinancements de thèse et mise en place du master 2 « Atmospheric Environment »), des doubles diplômes en master Lumière-Matière (en particulier avec l'université libanaise) et l'implication des collègues du laboratoire dans ces masters (Directions des Etudes, responsabilités des unités, animation des masters). Cela ne doit toutefois pas occulter les difficultés liées à l'attractivité de notre discipline, et plus généralement de la physique, auprès des étudiants. En effet, depuis plusieurs années, peu de doctorants proviennent de nos filières lilloises de licence. Il sera donc nécessaire de poursuivre l'investissement accompli dans les masters et licences de Lille, ainsi que les efforts réalisés pour favoriser l'arrivée en stage de master ou en thèse de jeunes chercheurs d'autres universités françaises ou étrangères. Cet effort sera d'autant plus important que les contours de nos formations devraient fortement bouger avec la mise en place de l'Université de Lille et de la FST, en particulier avec la création de la Graduate School du Hub « Science for a changing planet » de l'I-SITE ULNE. Cela nécessite également une augmentation du potentiel d'encadrement, en particulier du nombre de collègues titulaires d'une HDR. Cela sera le cas durant le prochain contrat, plusieurs collègues étant proches de finaliser leur HDR.

DOSSIER D'AUTOEVALUATION DE L'EQUIPE IAR

1- Présentation de l'équipe

Notre activité de recherche est organisée autour de 3 thèmes dont nous présentons les principaux résultats. Ces recherches s'intègrent dans plusieurs activités du Labex CaPPA initié et coordonné par un chercheur de l'équipe et du projet CPER CLIMIBIO. Elles s'appuient sur des outils de modélisation, des moyens d'observations spatiaux, aéroportés, au sol structurés en services labélisés et pour certains intégrés dans des infrastructures française et européenne et des campagnes. Ces recherches sont caractérisées par i) une coopération locale renforcée entre physiciens et chimistes de l'atmosphère (« effet Labex »), ii) une coopération internationale soutenue (chercheurs invités et doctorants internationaux) et iii) des partenariats de longue date et forts avec des entreprises françaises et européennes, dont une start-up (GRASP-SAS) créée par un chercheur de l'équipe en 2015. Enfin, le pôle de données AERIS/ICARE joue un rôle important pour le transfert vers l'opérationnel de plusieurs développements à vocation communautaire de l'équipe. Une sélection de résultats scientifiques (environ 130 publications) tirés de notre bilan est présentée dans l'annexe 4. Au niveau des outils de recherche, l'équipe a porté plusieurs réalisations instrumentales originales en photométrie mobile, système LiDAR, FTIR compact, albédomètre, plateforme d'exploration mobile, version aéroportée du simulateur 3MI.

2- Produits et activités de recherche

Bilan scientifique

Thème 1 - Propriétés des aérosols et quantification d'espèces gazeuses (60 % des publications)

Notre démarche repose sur une détection fine et une mesure la plus précise possible des variables descriptives de l'aérosol, principalement dans son milieu naturel. L'équipe est bien reconnue pour son expertise en télédétection aérosols depuis le sol et l'espace par polarimétrie et photométrie (mission spatiale POLDER/PARASOL, réseau AERONET), et pour ses développements méthodologiques majeurs réalisés depuis 2013 pour déterminer, avec un niveau d'incertitude réduit, les propriétés aérosol d'intérêt climatique fort, telles que l'absorption, la distribution en taille et les indices de réfraction. Cela a en grande partie été obtenu à l'aide du code GRASP (*Dubovik et al., 2011, 2014*) développé et appliqué, en condition de ciel clair, au-dessus des régions océaniques et continentales et grâce aux travaux de *Waquet et al. (2016)* au-dessus de l'océan. C'est au-dessus des surfaces continentales brillantes, en particulier désertiques que les résultats étaient les plus attendus, entre autres par les modélisateurs. Les travaux présentés ici ont permis, avec le soutien du pôle AERIS/ICARE, le retraitement de l'archive complète de la mission PARASOL et nous donne aujourd'hui accès une base de propriétés des aérosols de référence à l'échelle planétaire (*Climate Change Initiative, Popp et al., 2016*). D'autres résultats (*Waquet et al., 2013*) ont révélé la présence d'aérosols au-dessus de certains systèmes nuageux et ouvrent de nouvelles perspectives de recherche qui devront être soutenues, puisqu'il est maintenant possible de mesurer l'abondance, les propriétés dimensionnelle et d'absorption des aérosols au-dessus des nuages (*Waquet et al., 2013; Peers et al., 2015; Deaconu et al., 2017*) à l'échelle planétaire grâce à l'exploitation de la mission A-Train. Parallèlement, afin de mieux comprendre les processus de formation des aérosols, la mesure d'espèces gazeuses précurseurs doit être réalisée. Leur quantification ainsi que celle des aérosols, à partir de données spectrales à haute résolution dans l'infrarouge, a connu de nouveaux développements (*Herbin et al.,*) La caractérisation des aérosols par inversion des données à haute résolution spectrale s'appuie sur un modèle direct intégrant gaz et aérosols, ARAHMIS, en cours de finalisation. Par ailleurs, les progrès méthodologiques réalisés avec GRASP pour l'analyse de la mission PARASOL ont ouvert la voie à l'exploitation de mesures multi-instruments et de synergies prometteuses. Cette nouvelle stratégie d'inversion a été appliquée avec succès aux données sol issues de réseaux photométriques et/ou LiDAR-aérosols (*Lopatin et al., 2013; Hu et al., 2017; Veselovskii 2016-2017; Torres et al., 2017*), en particulier dans le cadre du projet ACTRIS. La caractérisation détaillée (séparation modale, absorption,...) de la répartition verticale des propriétés aérosol par combinaison photomètre/LiDAR, initiée au cours de la période 2005-2010, s'est ainsi beaucoup développée. Elle est en cours de valorisation aux échelles locale (plateformes de Lille et de M'Bour, campagnes de mesures), nationale et européenne (ACTRIS/AERIS). La valorisation de codes d'inversion couplées LiDAR/photomètre, en premier lieu BASIC (code open Source) développé par *Mortier et al. (2013)*, a été rendue possible par leur diffusion et utilisation à (i) AERIS/ICARE pour le traitement des données des LiDAR nationaux (ACTRIS-FR), (ii) à la DSO de Météo France (réseau LiDAR), (iii) vers l'UMS SAFIRE, pour le traitement des données du micro-LiDAR embarqué et iv) vers l'entreprise CIMEL qui l'a intégré dans son logiciel iAMS. En interne, une version utilisable en ligne a été implémentée sur le site Web du LOA et constitue un outil d'analyse unique, public et à destination des chercheurs. Enfin, deux nouvelles échelles d'observation ont été intégrées à notre démarche, principalement sous l'impulsion du Labex CaPPA, d'ACTRIS et grâce au recrutement d'une E-C. La première concerne la mesure aérosols in situ optique,

microphysique (et l'impact de l'humidité) et chimique (plateforme d'observation Lilloise, campagne) en collaboration avec SAGE/IMT-Douai, le LASIR, et LPCA/ULCO (Rivellini et al., 2017; Crumeyrolle et al., 2018). La seconde concerne la mesure en laboratoire des propriétés optiques (indice de réfraction) d'échantillons d'aérosols (en collaboration avec le PC2A, Herbin et al., 2017; Hubert et al., 2017), de la morphologie et de la composition chimique (LOA/LASIR, F. Unga, thèse 2017 et Unga et al., 2018 en revue, et Li, travail de thèse 2018).

Thème 2- Variabilité, Tendances et Evènements Extrêmes (20% des publications)

Le bilan synthétique donné ici porte sur l'analyse des séries de données fournies par les satellites, les campagnes incluant des observations depuis la surface et/ou par avion, par les réseaux et services d'observation (ACTRIS-PHOTONS/AERONET, ACTRIS-NDACC-UV) et par les plateformes d'observation atmosphérique (Lille, M'Bour et mobile). Les principaux résultats obtenus sont listés brièvement, en allant de l'échelle planétaire à l'échelle locale. A l'échelle globale, l'analyse de l'absorption des aérosols et de leur variabilité saisonnière au-dessus des océans (données PARASOL) a révélé une sous-estimation de l'absorption par les modèles de climat (Waquet et al., JGR 2016 en coll. avec J.-C. Péré). Toujours à l'échelle globale et pluriannuelle, les travaux de deux thèses (F. Peers, déc 2015, L. Deaconu, déc 2017) et une publication (Deaconu et al., AMT, 2017) ont révélé l'évolution des propriétés aérosols au-dessus des nuages. Les études de tendance et de variabilité s'appuyant sur base de données globale de PARASOL/GRASP sont actuellement en cours, ainsi que des exercices de comparaison avec l'Infrared Difference Dust Index et avec les mesures issues de nouvelles méthodes utilisant IASI (projet STRATOCLIM, H. Herbin). A l'échelle de l'Afrique, une étude des variations saisonnières et interannuelles de certaines sources, ainsi que leurs évolutions décennales (Rashki et al., 2015), à l'aide des longues séries temporelles -1982-2006- de Infrared Difference Dust Index, a été conduite. Cet index a aussi permis d'étudier la variabilité des poussières minérales détectées dans la région iranienne du Sistan (LEFE, F. Minvielle). A l'échelle du bassin méditerranéen (CharMEX), une analyse de la variabilité spatiale, saisonnière et interannuelle a été menée dans le cadre de la thèse de L. M. Kabuiku, 2017, en coll. avec le LISA. A l'échelle de l'Europe du Nord et de la région des Hauts de France, l'éruption islandaise de 2010 a été une occasion rare d'étudier et de caractériser les particules volcaniques en nous appuyant sur les observations satellitaires (Waquet et al., ACP 2014, Dubuisson et al., AMT, 2014) à l'aide de IASI/MODIS/PARASOL et sur les données de la plateforme d'observation Lilloise (Mortier et al., 2013). En Afrique de l'Ouest, la campagne SHADOW-2, organisée dans le cadre du labex et regroupant plusieurs laboratoires/équipes, a permis d'étudier des mélanges complexes d'aérosols observés à M'Bour (Sénégal) et d'irriguer 4 thèses (V. Bovchaliuk, 2016; L. Rivellini, 2017; F. Unga, 2016; Q. Hu, 2018) couvrant les observations par télédétection, in situ optique et chimique. Sur ce même site, une première climatologie décennale des propriétés aérosols (distribution verticale et colonne) et de leurs impacts sur les flux radiatifs (Mortier et al., JGR 2016; Derimian et al., 2017) a été conduite. Des analyses de nature climatologique similaires ont aussi été faites sur le site de Lille (Mortier et al., thèse, déc. 2013) et en Chine à l'aide du réseau photométrique chinois (Che et al., 2014, 2015, ACP). Des campagnes de mesure et d'analyse de la variabilité (verticale, colonne et in situ) ont été réalisées en région, en France et en Chine (campagnes MOABAI en Chine, PM3 sur le site industriel de Gardanne) à l'aide du système MAMS (Popovici et al., 2018, AMT et thèse). MAMS a aussi été utilisé dans le cadre ACTRIS-FR pour intercomparer les LiDAR nationaux. La plateforme d'observation Lilloise a permis d'analyser plusieurs évènements aérosols extrêmes (particules de poussières et/ou de brûlis) observés, principalement avec le LiDAR Raman LILAS (Goloub, sept. 2017; Hu et al., ACP et thèse 2018). Un second évènement extrême d'origine volcanique a impacté l'Europe et le Nord de la France et nous a donné l'opportunité d'analyser la dispersion du dioxyde de soufre et des aérosols sulfatés volcaniques émis par l'éruption Holuhraun du Bárðarbunga (Islande) en 2014-15. Cet évènement a eu un fort impact à l'échelle européenne, et a été étudié à l'aide des réseaux AERONET, EMEP, de qualité de l'air, des mesures LIDAR de la plateforme d'observation lilloise et d'observations satellitaires variées (Boichu et al., ACP 2016, Boichu et al., EGU 2018; ANR VOLCPLUME). Des propriétés très spécifiques des aérosols sulfatés volcaniques ont pu ainsi être identifiées. Le LOA a obtenu l'affiliation au NDACC des spectroradiomètres UV installés à VDA, l'OHP et à St Denis de la Réunion. Les mesures de ces instruments ont contribué, entre autres, à la validation de produits UV fournis par les capteurs spatiaux OMI et GOME-2 (Brogniez et al, 2016). Enfin, nous terminerons en mentionnant, la forte contribution de l'équipe dans la campagne aéroportée nationale (AEROCLO-sA) impliquant deux équipements du laboratoire (OSIRIS et PLASMA), pour étudier les aérosols et leurs interactions avec les nuages dans la région de la Namibie (Aout-Septembre 2017).

Thème 3- cycle et impacts : Effets radiatifs direct, semi-direct. Effet indirect (20% des publications)

Dans ce thème, nous étudions les mécanismes d'émission des aérosols, de leur formation, de leur transport et de leur dépôt pour comprendre leurs interactions avec le rayonnement, les gaz et les nuages, leurs impacts à la fois radiatifs, thermodynamiques, sur la qualité de l'air. Les caractéristiques des sources d'émission particulière (géographie, flux et hauteur d'injection) sont aussi restituées par modélisation inverse. Pour décrire au mieux ces processus, on s'attache à modéliser (CHIMERE, WRF, RAMS, GEO-CHEM) les différents mécanismes d'émissions des aérosols, leur répartition verticale et horizontale lors de leur transport puis leurs

impacts. Nous indiquons ci-dessous l'essentiel des résultats obtenus à différentes échelles d'analyse. A l'échelle planétaire, les résultats de Cheng et al., (thèse et ACP, 2018) ont donné lieu à une nouvelle estimation des sources BC/OC/Dust par modélisation inverse, et indiquent, entre autres, une sous-estimation des émissions de BC dans les travaux antérieurs. Le modèle inverse, développé dans le cadre du Labex, a été appliqué aux propriétés caractéristiques des aérosols (AOD, AOD d'Absorption, etc) issues des retraitements GRASP de PARASOL. A une échelle plus régionale, la modélisation directe a été utilisée pour l'analyse d'épisodes spécifiques ou pour comprendre les processus dynamiques associés i) aux émissions continues comme les feux intenses de Russie de 2010 (Péré et al., 2014) et les épisodes de pollution de l'air alimentés par de fortes émissions de soufre du volcan Bárðarbunga (Islande, 2014-15) ayant affectés l'Europe (Boichu et al. ACP 2016) et ii) aux émissions sporadiques comme celles des poussières désertiques (campagnes Fennec et du projet SISTAN) s'appuyant sur l'analyse la dynamique atmosphérique à petite et grande échelles. En Europe (volcans islandais et italiens), plusieurs études se sont focalisées sur la restitution par modélisation inverse des émissions, à haute résolution temporelle, de SO₂ volcanique, en terme de flux et d'altitude d'injection, qui permettent d'améliorer significativement les modélisations chimie-transport (WRF/CHIMERE) des panaches volcaniques sur de longues distances (Boichu et al, ACP 2013, 2014, 2015, ANR-VOLCPLUME). Ces résultats ont montré la dispersion atmosphérique du panache sur de longues distances, la meilleure localisation des parties concentrées du panache, à éviter pour le trafic aérien (Boichu et al., GRL 2014), et une meilleure description des processus locaux de la couche limite.

S'agissant des différents impacts, ils ont été évalués à différentes échelles et pour différentes régions d'intérêt, en particulier i) en conditions de ciel clair et pour de vastes régions désertiques (Derimian et al., 2016, source GRASP-PARASOL); (ii) au-dessus des scènes nuageuses, à l'échelle globale et avec un focus sur la Namibie (Peers et al., 2015, 2016, source PARASOL) qui a d'ailleurs montré les faiblesses actuelles des modèles (AEROCOM); (iii) en condition de ciel clair, au cours des gigantesques feux de forêt de 2010, en Russie pour illustrer l'impact sur la stabilité de la couche limite et la météorologie de surface (Péré et al., 2014, ACP).

L'impact des aérosols absorbants situés au-dessus des nuages sur les profils thermiques de l'atmosphère (effet semi-direct) a aussi été étudié au large de la Namibie (Deaconu et al., 2017, ACP, données de l'A-Train). La dégradation de la qualité de l'air, consécutive à l'éruption volcanique islandaise de 2014, de portée continentale, a été simulée, en zoomant en particulier sur la pollution volcanogénique rencontrée dans la région Hauts-de-France (Boichu et al., ACP 2016). Encore à l'échelle de la région des Hauts de France et dans le cadre des activités du CPER CLIMBIO, l'impact des différentes sources d'aérosols (hors aérosols volcaniques) a été évalué en isolant chaque source, ce qui a permis de comprendre l'origine des sources de pollution affectant l'espace atmosphérique régional, via le transport transfrontalier. Pour terminer, l'estimation de l'impact radiatif des aérosols nécessite l'étude de l'évolution de leurs propriétés optiques et morphologiques, en autres, en fonction de leur caractère hydrophile et de l'humidité atmosphérique. Des analyses physico-chimiques en laboratoire, des mesures in situ et par télédétection ont été réalisées en collaboration avec les laboratoires partenaires du labex pour apporter des réponses à ces questions.

Données chiffrées

Voir le fichier excel « données_du_contrat_en_cours »

Sélection des produits et des activités de recherche

Voir l'annexe 4 – Equipe IAR

Faits marquants

Infrastructure de recherche (IR) atmosphérique ACTRIS - Structuration de l'observation de variables atmosphériques d'intérêt climatiques

- Contributions à l'IR nationale sur 2 points principaux :
 - Centre d'Expertise Photométrie pour l'Etude des Aérosols
 - Pilotage du Groupe de Travail « Aerosol-3D » et filières aérosols du Data Center AERIS
- Contribution à l'IR Européenne
 - composante du Centre for Aerosols Remote Sensing (CARS), Central Facility
 - responsabilité de filières aérosols du Data Center ACTRIS-RI

GRASP: Aérosols à l'échelle planétaire, de la concentration aux propriétés d'absorption

- Développement du code scientifique
- Valorisations scientifiques nombreuses (microphysique et absorption aérosols à l'échelle globale en ciel clair et en distribution verticale via synergie passif/actif).
- Création de l'entreprise GRASP-SAS

Aérosols et nuages:

- Propriétés et climatologie des aérosols au-dessus des nuages

- Nouveau champ de recherche, 8 publications, 3 doctorants dont 2 soutenues par le labex CaPPA, 1 post-doc, 1 JQSRT Award (Fabien Waquet, 2013), 3 projets PNTS, 1 ANR, 4 conférences invitées, 1 projet de candidature au CNRS.

Développement des Plateformes Atmosphériques Lilloises :

- Regroupement d'expertise en observation de variables atmosphériques grâce à la complémentarité inter-laboratoire.
- Plateformes uniques regroupant des équipements de télédétection et de mesures in-situ performants. Plateforme Lilloise : candidate possible à labélisation « National Facility » pour alimenter CARS avec les données issues de LILAS et des photomètres solaires/lunaire

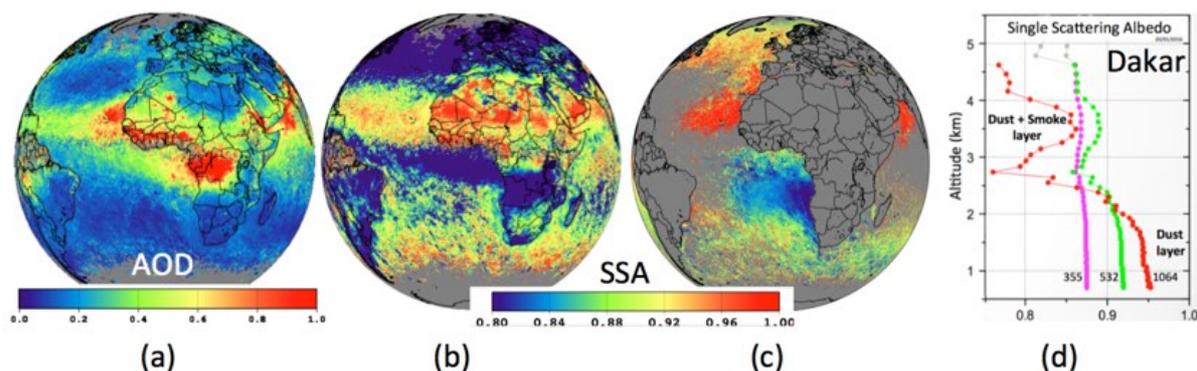


Figure 7: (a) Moyenne AOD(865nm) ciel clair-été 2006, (b) Moyenne SSA(865nm)-ciel clair-été 2006, (c) Moyenne SSA au-dessus des nuages – été 2006 (Source PARASOL-Dubovik/Waquet, LOA), (d), profils verticaux SSA (355, 532 et 1064 nm) à Dakar (SHADOW-2, source LiDAR LILAS-Hu, LOA).

3- Analyse SWOT

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> Bonne reconnaissance (internationale, européenne et nationale) Expertise forte et reconnue sur les méthodes inverses (GRASP), en polarimétrie, photométrie et LiDAR Expertise forte sur la préparation et l'exploitation de missions spatiales et des mesures de réseaux d'observation au sol Plateforme d'Observation Atmosphérique Lilloise continuellement renforcée/en expansion Bons doctorants issus des masters AE et LM Potentiellement 3 nouvelles HDR avant 2024 Candidate au CNRS pour intégrer l'équipe 	<ul style="list-style-type: none"> Lourdeur administrative croissante au détriment du temps consacré à la recherche (+complexité (temporaire ?) liée à la fusion ULille) Difficulté de maintien des expertises, recours à la création d'entreprise activité d'enseignement lourde, trop peu modulable, pour les EC impliqués ou souhaitant s'impliquer dans des projet européens ou grands projets Encadrement : départs de PR et DR émérites
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> ACTRIS 3MI Laboratoire Commun avec CIMEL Collaboration avec GRASP-SAS Collaboration avec les laboratoires du labex CaPPA et CPER CLIMIBIO 	<ul style="list-style-type: none"> Non prolongation du labex (financement thèses, post-doc, fonctionnement) Non recrutement EC, CR et ITA Absence de CNAP Report et/ou échec du lancement de 3MI Risque de fermeture de l'IRD M'Bour manque d'investissement en équipement pour la construction d'ACTRIS Flux d'étudiants et de doctorants qui reste assez modéré

4- Projet scientifique à cinq ans

Nous proposons une codirection d'équipe par P. Goloub (PR) et O. Dubovik (DR) pour renforcer l'animation scientifique interne. Le projet 20-24 sera dans le prolongement du bilan, avec l'ambition d'en amplifier les résultats et la portée en contribuant significativement aux objectifs du labex CaPPA/CaPPA2. L'objectif général est bien de progresser dans notre connaissance des aérosols, leurs gaz précurseurs et impacts sur le rayonnement, sur les nuages, le climat et l'environnement. Le projet est structuré sur les 3 thèmes présentés dans le bilan, avec des responsables de thème renouvelés. Il s'appuiera sur des moyens de calculs, de modélisation et d'inversion (GRASP), des moyens d'observation spatiaux, aéroportés et au sol. L'infrastructure ACTRIS, en particulier sa composante « Centre for Aerosol Remote Sensing (CARS) » dont le SNO PHOTONS/AERONET fait partie, alimentera nos recherches. Le projet de l'équipe s'appuiera sur 3 plateformes: (i) la plateforme d'observation Lilloise localisée au LOA avec les apports de SAGE/IMT-Douai et du LASIR/U. Lille renforçant la dimension in situ aérosols et gaz, (ii) la plateforme de M'Bour au Sénégal et (iii) les plateformes mobiles telles que MAMS (*Mobile Aerosol Meas. System*).

Thème 1: Propriétés des aérosols et quantification d'espèces gazeuses, F. Waquet (MCF), H. Herbin (PR)

Le développement et la valorisation des méthodes inverses présentées dans le bilan vont être accentués

(données spatiales, de surface et leur combinaison). Le premier objectif concerne la préparation et l'exploitation scientifique de la mission aérosols 3MI, prolongement attendu de la mission polarimétrique PARASOL, sur les plateformes opérationnelles METOP-SG d'EUMETSAT (période 2020-2040). Notre bilan montre aussi l'investissement en cours dans le développement de méthodologie d'inversion aérosols/gaz à partir de la haute résolution infrarouge (type IASI-NG, instrument compagnon de 3MI). Pour étudier et mieux évaluer les différents impacts des aérosols, des observations en atmosphère claire et nuageuse sont aujourd'hui requises. Ainsi, la caractérisation des aérosols au-dessus des couches nuageuses et la restitution simultanée des propriétés des aérosols et des nuages seront l'un des sujets phares du projet.

Les synergies entre des systèmes d'observation constitueront un second objectif majeur, en particulier entre observations passives et actives, depuis le sol comme depuis l'espace. Ces travaux prolongeront l'activité actuelle puisque des moyens, en particulier GRASP, ont justement été conçus pour l'inversion des données multi-sources. Les grandes lignes de l'activité projetée sont : (i) adaptation du code GRASP pour l'exploitation scientifique de 3MI pour les aérosols à l'échelle planétaire (continents, océans et au-dessus des nuages grâce à l'intégration de composante nuageuse dans GRASP (coll. Inter équipe)); (ii) la valorisation d'une nouvelle approche d'estimation de la composition chimique de l'aérosol (concentration volumique en poussières minérales, en oxydes de fer, en carbone noir, carbone brun, matériaux non absorbants solubles et contenu en eau; travaux de la thèse de Lei Li, 2018) par intégration d'un modèle chimie-optique dans le modèle direct et ré-analyse des archives PARASOL (puis 3MI) et AERONET, ce dernier présentant une plus value possible pour ACTRIS, avec application envisagée à 3MI ; (iii) le développement d'un code d'inversion s'appuyant sur le modèle ARAHMIS pour la caractérisation aérosols/gaz dans l'infrarouge (IASI-NG, compagnon de 3MI); (iv) de multiples synergies, principalement spectrales depuis l'espace (UV-Vis-IR ; géostationnaires/polaires), sol/satellite (AERONET/PARASOL), passif/actif (CALIOP-PARASOL; GRASP-ACE (2018-2020, MC-RISE)), consolidation de la plateforme d'observation Lilloise en partenariat avec SAGE et LASIR; (v) implémentation de GRASP au sein d'AERIS pour le traitement opérationnel des données photométriques et LiDAR pour ACTRIS-France et ACTRIS-RI; (vi) maintien et évolution des équipements phares tels que LILAS (ACTRIS), CHRIS, plateformes mobiles (photométrie, micro et nano-LIDAR, micro-capteur, CaPPA 2), traitement et valorisation de leurs données; (vii) les développements instrumentaux et méthodologiques nouveaux avec partenariats industriels et dans le cadre d'un Laboratoire Commun en préparation avec la PME CIMEL.

Thème 2: Variabilité, Tendances, Evènements Extrêmes, I. Chiapello (CR), Y. Derimian (CR)

Pour comprendre les processus contrôlant l'évolution des contenus/propriétés/impacts des aérosols, l'objectif est ici de documenter leur variabilité spatiale et temporelle, aux échelles régionale, locale, cycles diurnes et variabilités journalière, saisonnière à interannuelle. Pour cela, nous analyserons les propriétés aérosols issues des réseaux, des satellites et celles déduites des plateformes d'observation fixes et mobiles à l'aide d'algorithmes d'inversion innovants développés par l'équipe. En particulier seront exploitées: (i) les observations spatiales à l'échelle planétaire non seulement en ciel clair mais aussi les nouveaux paramètres restitués au-dessus des nuages (PARASOL, 3MI), (ii) les fractions d'espèces chimiques constitutives des aérosols (GRASP-Chimie) à partir des observations primaires d'AERONET et de PARASOL, (iii) le cycle aérosols journalier complet, à l'aide des données photométriques solaires et lunaires. Un autre aspect important, et piloté par l'équipe au sein de l'infrastructure ACTRIS-France, consistera à combiner les mesures au sol LiDAR, photométriques et in situ (optique, microphysique, chimique) pour accéder aux profils verticaux détaillés des propriétés aérosols indispensables pour bien évaluer leur impacts, pour le suivi de la qualité de l'air (intégration AERIS et valorisation au niveau national dans le cadre ACTRIS). Cette démarche s'appuiera sur les données des plateformes expérimentales du laboratoire et, dans le cadre de collaboration, sur les données des autres sites nationaux opérés dans ACTRIS-France.

Dans la continuité des travaux antérieurs, l'estimation des impacts climatiques et l'étude des évènements extrêmes d'aérosols d'Afrique de l'ouest seront étendues à l'aide des mesures de la plateforme de M'Bour opérant depuis la fin des années 1990 et renforcée à partir de 2006 par des mesures de flux radiatifs et LiDAR. Au cours du chantier ChArMEX, l'équipe a démarré des mesures continues des flux radiatifs en Méditerranée (Chypre), mesures qui seront analysées dans le contexte des études environnementales et d'impacts des aérosols d'origines naturelle comme anthropique présents en Méditerranée orientale. L'équipe mesure également la variabilité du rayonnement UV en surface (3 sites du réseau ACTRIS-NDACC-UV) en relation avec les aérosols, les nuages et l'ozone pour une meilleure prise en compte des impacts photochimiques et sanitaires associés. Un travail de validation des capteurs spatiaux GOME-2 et TROPOMI sera réalisé.

Une analyse climatologique de l'évolution des sources et du transport de particules d'origine désertique sur une période pluri-décennale, sera réalisée grâce à l'exploitation de l'indice « historiques » IDDI fourni par les satellites géostationnaires européens (MFG et MSG) depuis 1984 au-dessus de l'Afrique et de l'Asie du Sud-Ouest. Pour l'étude d'évènements extrêmes, qu'ils soient d'origine naturelle (volcanique) ou anthropique, les informations sur les cendres, les aérosols riches en soufre d'origine volcanique et industrielle et les espèces gazeuses fournies par les mesures sol (réseaux, plateformes, voire mesures mobiles en cas de crise volcanique

(en voiture et/ou aéroportées)), satellites (PARASOL, MODIS, SEVIRI, CALIOP, OMI, OMPS, TROPOMI, IASI et bientôt 3MI, IASI-NG, capteurs à bord de MTG) seront également exploitées pour déterminer les propriétés optiques, microphysiques, radiatives et chimiques (*coll. SAGE-IMT Douai*) de ces particules et améliorer notre compréhension de leur cycle de vie et de leurs impacts sur la qualité de l'air, le trafic aérien et le climat.. L'exploitation scientifique de ces systèmes de mesure s'inscrit dans une stratégie d'observation longue durée, essentielle pour un suivi de l'évolution des aérosols permettant d'établir les processus climatiques et environnementaux clefs mis en jeu. Ces activités sont intégrées dans de plusieurs projets collaboratifs structurants (CaPPA et CPER) et dans l'infrastructure ACTRIS.

Thème 3 : Cycles et impacts, F. Minvielle (MCF), J-C. Péré (MCF)

Les mécanismes d'émission, de formation, de transport et dépôt des aérosols, leurs impacts radiatifs, thermodynamiques et sanitaires sont étudiés dans ce thème. Les flux d'émission et l'altitude d'injection des aérosols sont aussi restitués par modélisation inverse à des échelles globale et régionale (BC, OC, Dust) et plus locale concernant les éruptions volcaniques. La reconstruction, à l'échelle globale, des émissions aérosols réalisée dans le cadre de la thèse de C. Chen (2018) et du labex CaPPA aura plusieurs prolongements naturels, dont un travail de validation/vérification à l'aide de données indépendantes. Les émissions seront reconstruites sur une quasi-décennie, ce qui permettra d'en mesurer la variabilité. Mais le prolongement principal portera sur l'utilisation de nouvelles données satellitaires (plus détaillées, plus précises, plus denses, mieux résolues temporellement et verticalement) qui permettra d'affiner les flux émis. Parallèlement, plusieurs prolongements du projet VOLCPLUME sont envisagés avec l'amélioration de la reconstruction des émissions volcaniques (dioxyde de soufre mais également cendres) et des prévisions associées de la dispersion et de l'évolution chimique des panaches volcaniques. A l'aide d'un panel étendu d'observations sol/satellite/in-situ (cf. détails thème 2) et du développement de paramétrisations dans le modèle WRF/CHIMERE adaptées aux composés volcaniques, la validation et l'amélioration de la modélisation des cycles de vie du soufre et des cendres volcaniques ainsi que de leurs impacts sur la chimie de l'atmosphère, la qualité de l'air, le trafic aérien, les nuages et le climat sera considérée. Outre la poursuite des recherches menées sur les volcans (islandais et italiens) affectant l'espace atmosphérique européen, un projet multi-partenaires sur les volcans du Vanuatu et de Papouasie-Nouvelle Guinée, fortement émetteurs de soufre, est à ce jour à l'étude.

L'analyse des mécanismes et sources d'émission plus sporadiques, comme celles de la région du Sistan, sera approfondie afin de comprendre les relations entre la dynamique atmosphérique, très spécifique de cette province d'Iran, et les origines des soulèvements de poussières désertiques. La pertinence de l'indice CASHKI dans la détection d'évènements désertiques simulables à la méso-échelle sera testée.

Enfin, la quantification des effets radiatifs (direct et semi-direct) des aérosols carbonés issus du brûlage de biomasse, débutée dans le cadre de la thèse de L. Deaconu (thèse, fin 2017) avec le calcul des flux radiatifs et des taux d'échauffement atmosphériques, par combinaison des profils verticaux de CALIOP et données de PARASOL, sera poursuivie. L'étude de l'impact des aérosols sur les propriétés des nuages sera étudiée en s'appuyant sur la modélisation, dans le cadre des campagnes AEROCLO-SA (Namibie), des zones boréales, d'Afrique de l'Ouest (SHADOW-2) et d'une campagne à venir en Chine. Ces dernières problématiques scientifiques sont au cœur du projet de recherche de F. Peers, candidate au CNRS au LOA pour renforcer l'équipe sur ces aspects forçage et impacts climatiques des aérosols, interaction aérosols-nuages, en collaboration avec l'équipe IRN.

DOSSIER D'AUTOEVALUATION DE L'EQUIPE IRN

1- Présentation de l'équipe

Introduction

Les nuages et la vapeur d'eau sont prépondérants dans le système climatique de la Terre, ainsi qu'aux échelles plus fines sur les phénomènes météorologiques. Les activités de l'équipe IRN portent sur ces objets, avec l'objectif de mieux caractériser les propriétés optiques et physiques des nuages, par télédétection spatiale, aéroportée ou au sol, et d'étudier leur variabilité et impact à l'échelle locale et globale. Ces objectifs impliquent le développement d'une instrumentation performante en télédétection spatiale ou locale (multi spectrale et multi angulaire) et d'une modélisation précise du transfert radiatif 1D et 3D, ainsi que la résolution du problème inverse associé à la restitution des propriétés des champs de nuages et de vapeur d'eau.

Effectifs et moyens de l'unité

Durant le dernier contrat, l'effectif de l'équipe IRN est resté stable et, en moyenne, proche d'une vingtaine de membres, dont 10 permanents. Sept thèses ont été soutenues et cinq sont en cours. Cinq collègues non-permanents (IE ou IR) ont contribué aux travaux de l'équipe. Deux collègues ont soutenu leur HDR: O. Pujol en 2013, puis C. Cornet en 2015 qui a été nommée professeure en 2016. Un maître de conférences vient d'être recruté en juin 2018 (O. Sourdeval). Les moyens et financements de l'équipe proviennent majoritairement de contrats nationaux (CNES, TOSCA, PNIS, Labex, CPER, etc.) ou internationaux (EUMETSAT, ESA, projet européen, etc.). L'équipe a également bénéficié de séjours de collègues invités : Tim Garrett, J. Brioude, A. Jensen (bourse Fulbright), R. Davies et A. Matsuoka. On peut souligner un investissement important de la part des membres de l'équipe dans les responsabilités collectives (conseils, comités nationaux, expertises, etc.) et pédagogiques (Licence et Masters).

2- Produits et activités de recherche

Bilan scientifique

Les activités de recherche de l'équipe IRN se sont articulées autour des trois thèmes suivants :

Thème 1- Variabilité et impact climatique des nuages et de la vapeur d'eau

L'étude des propriétés des nuages et de la vapeur d'eau par télédétection repose en premier lieu sur le développement de méthodes d'inversion ou de nouveaux systèmes d'observation (nouveaux capteurs, systèmes d'assimilation, réseaux d'observation). L'équipe a poursuivi ses travaux d'exploitation et de valorisation de la mission A-Train en particulier sur la question de la distribution verticale des nuages (Thèse de M. Desmons) et des propriétés des nuages de glace caractérisés grâce à la synergie du lidar CALIOP et de l'imageur infrarouge thermique IIR (Garnier et al., 2015, 2013). Il a également été développé, en collaboration avec l'équipe MODIS du GSFC/NASA et avec le support d'ICARE/AERIS, une chaîne de traitement des données SEVIRI/MSG permettant d'accéder à la variabilité à haute résolution temporelle des nuages. Ces développements pour l'exploitation des capteurs géostationnaires sont menés dans le cadre de l'International Cloud Working Group, dont le premier meeting a été organisé à Lille en 2016. Ils ont permis l'étude à haute résolution temporelle de l'évolution des systèmes nuageux.

Par ailleurs, l'équipe a été très fortement impliquée dans les études préparatoires des missions 3MI et METimage de l'EPS-SG (lancement prévu en 2021) et soutenue en cela par EUMETSAT et le CNES via différents projets en collaboration avec la société HYGEOS et le pôle ICARE/AERIS. Un simulateur complet de la mission 3MI (orbitographie, échantillonnage et simulation physique du signal sur la base d'une description réaliste du système Terre/atmosphère) a notamment été développé et est exploité pour le développement de l'instrument et la préparation du segment sol opérationnel. L'équipe a été sélectionnée par EUMETSAT pour le développement des algorithmes opérationnels de restitution des propriétés nuageuses à partir de ce nouvel instrument, héritier de POLDER.

Les algorithmes de traitement de la mission 3MI reposent en partie sur de nouvelles méthodes d'inversion mettant à profit le contenu en information élevé des observations 3MI, augmenté par rapport à POLDER grâce à l'extension spectrale vers le proche et moyen infrarouge (Thèse de G. Merlin). Les études menées permettent d'envisager désormais la restitution d'information sur la structure verticale de la couverture nuageuse à partir de mesures passives. Les travaux de thèse de C. Matar ont également conduit à la définition d'un modèle d'inversion de propriétés nuageuses à partir d'observations du capteur aéroporté OSIRIS et à l'analyse détaillée des incertitudes des paramètres restitués. L'ensemble de ces développements

met en exergue, s'il en était besoin, le caractère critique de l'étalonnage de l'instrument pour lequel l'équipe est également impliquée par le développement de nouvelles méthodes d'étalonnage en vol pour la mission 3MI (Thèse de M. Djellali).

Bien entendu la valorisation des produits issus de la télédétection a également été au cœur de nos activités, que ce soit via la description climatologique des propriétés nuageuses (cadre du GEWEX Cloud Assessment), de la variabilité de la vapeur d'eau (Thèse de V. Louf ; Louf et al., 2015) ou l'analyse des processus physiques gouvernant l'évolution des nuages (Penide et al., 2013). Un effort significatif a été fait ces dernières années sur ce dernier point. Il a conduit à des résultats importants pour comprendre les interactions entre aérosols et nuages en Arctique (Thèse de Q. Coopman ; Coopman et al., 2017) et dans l'Océan Indien (Mallet et al., 2018), ainsi qu'à des développements méthodologiques nouveaux pour la description et la compréhension des événements fortement précipitants à partir des restitutions SEVIRI/MSG (Thèse de M. Patou).

Thème 2- Etude des structures et systèmes nuageux

Les travaux de l'équipe sur ce thème ont concerné l'étude de la structure tridimensionnelle de systèmes nuageux, avec pour objectif d'identifier et de caractériser leurs complexités à partir de mesures passives et/ou actives. L'observation lidar depuis la surface (micro-lidar du LOA) a été exploitée pour la caractérisation des cirrus, seule (Thèse de R. Nohra) ou en synergie avec la radiométrie infrarouge (Thèse de F. Hemmer). La restitution de profils verticaux à partir de l'observation satellite passive a également été l'objectif de différents travaux. Certains ont concerné l'étude du contenu en information du futur instrument 3MI pour la restitution du profil vertical du contenu en eau liquide des nuages bas (Merlin et al. 2016), ou encore de mesures à haute résolution spectrale dans l'IR moyen (IASI/IASI-NG) pour la restitution du contenu en glace et de l'altitude des nuages hauts.

Des études ont également été menées afin d'analyser les effets des hétérogénéités des nuages sur le champ de rayonnement et sur l'inversion de leurs propriétés, et ce pour différentes régions du spectre électromagnétique et pour différents types de couvertures nuageuses. Il s'est agi, dans le cadre de la thèse de T. Fauchez, des températures de brillance des cirrus (Fauchez et al. 2014) et des paramètres restitués à partir de ces mesures (Fauchez et al. 2015). Ces études se sont poursuivies dans le cadre de son postdoctorat, entre autres, par l'analyse des effets des hétérogénéités en fonction de l'échelle d'observation (Fauchez et al., 2017 ; Editor's Highlights JGR). Il s'est également agi des impacts sur le rayonnement visible polarisé mesuré par POLDER (Cornet et al., 2018) pour des situations de nuages bas et de situations d'aérosols au-dessus des nuages.

La poursuite de l'exploitation des mesures POLDER sur PARASOL dans la bande A de l'oxygène (Desmons et al., 2013, 2017) a conduit à diffuser à la communauté scientifique (depuis 2016 via le centre AERIS/ICARE) de nouvelles propriétés nuageuses (pressions nuageuses débiaisées, épaisseur géométrique, indicateur multicouche). Par ailleurs, des travaux ont fait suite à la thèse d'O. Sourdeval (2012) avec une restitution des propriétés optiques de systèmes multicouches à partir d'une synergie entre mesures passives satellitaires dans le visible et l'infrarouge (Sourdeval et al., 2013, 2015 et 2016).

L'équipe IRN a également participé, dans le cadre du projet FP7 HAIC, à la caractérisation des situations nuageuses potentiellement dangereuses pour l'aviation civile à partir des restitutions des propriétés optiques nuageuses obtenues par différents instruments satellitaires passifs (Defer et al., 2015).

Enfin, des activités de recherche en modélisation nuageuse ont concerné la génération de scènes nuageuses tridimensionnelles et des études de sensibilité. Le modèle méso-échelle [RAMS-CSU] a été utilisé notamment pour étudier la représentation des stratocumulus à très fine échelle (Szczip et al., 2014) et le développement de systèmes orageux et précipitants. La modélisation a également permis d'analyser des schémas convectifs et des processus atmosphériques conduisant à des scènes nuageuses observées (Ferlay et al., 2014, voir figure 8). Des études ont été menées sur la sensibilité de la modélisation d'observables à des schémas microphysiques (projet EECLAT depuis 2015), ainsi que sur la sensibilité du modèle à l'assimilation de profils d'humidité (CPER CLIMIBIO 2016).

Thème 3- Transfert radiatif et propriétés optiques des particules atmosphériques

La modélisation du transfert du rayonnement dans l'atmosphère et des propriétés optiques et microphysiques associées (nuages et aérosols) sont primordiales pour la télédétection et l'estimation du forçage radiatif des composants atmosphériques.

Le projet ARTDECO (Atmospheric Radiative Transfer Database for Earth Climate and Observation) a permis de rendre accessibles à la communauté des ressources (codes et données) pour le calcul du transfert radiatif 1D. Ces ressources sont évaluées, inter-comparées, documentées et actualisées, aussi bien sur le plan scientifique que technique (portabilité et rapidité d'exécution des codes). Une grande partie de ces ressources et outils est issue des travaux réalisés pour la préparation des missions POLDER. Les applications de ARTDECO concernent principalement la simulation du signal satellite et les calculs de forçage radiatif. Pour les applications liées aux nuages, ARTDECO a notamment été utilisé au LOA dans le cadre de la préparation de la mission 3MI. Il a également été utilisé, entre autres, au LMD pour évaluer l'impact climatique des nuages

(Vaillant de Guélis et al., 2017) ou au SIRTA pour des études sur le brouillard (Wærsted et al. 2017). Notons que ARTDECO est parfaitement adapté au transfert radiatif pour les aérosols. Il a donc été impliqué dans de nombreuses études portant sur l'estimation du forçage radiatif des aérosols, l'impact des aérosols au-dessus des nuages, les panaches volcaniques (Dubuisson et al., 2014), ainsi que dans le cadre du projet COPERNICUS-CAMS43 (en cours), qui porte sur l'amélioration de la modélisation et l'assimilation des aérosols dans le modèle global C-IFS (projet piloté par le LMD).

Les codes 1D permettent une modélisation rapide et précise du transfert radiatif pour des applications opérationnelles ou des simulations climatiques. Cependant, une modélisation réaliste des interactions rayonnement - nuage dans des structures nuageuses complexes nécessite une modélisation 3D du transfert radiatif. Depuis une dizaine d'années, le LOA développe le modèle 3DMCPOL (Cornet et al., 2010). Durant la thèse de Thomas Fauchez (2013), 3DMCPOL a été étendu à l'infrarouge thermique (Fauchez et al., 2014) et l'exploitation de ce travail a été poursuivie, en vue de l'accélération du transfert radiatif 3D infrarouge en utilisant les ordres successifs (Fauchez et al., 2017). Une collaboration avec le LaMP (dans le cadre du Projet EECLAT) a porté sur le développement d'une version de 3DMCPOL adaptée aux mesures Lidar-Radar (Alkasem et al. 2017).

L'un des problèmes actuels du transfert radiatif concerne la rapidité des codes qui avait été identifiée dans les conclusions de l'atelier Trattoria 2015 (Lille) comme l'un des verrous principaux à lever dans ce domaine. Suite à cet atelier, un projet PNTS (en cours), porté par le LOA, a été initié avec des équipes du CETHIL (Lyon) et du LAPLACE (Toulouse), afin d'étudier si les méthodes rapides développées en thermique peuvent s'appliquer à la télédétection atmosphérique. Ces travaux portent sur les modèles d'absorption gazeuse en 1-distribution (CETHIL) et les nouvelles approches pour les codes de Monte Carlo (LAPLACE).

Concernant les propriétés optiques des particules, une étude est en cours (Thèse de R. Yaacoub) sur l'impact, par rapport à la théorie de Mie usuelle, des résonances optiques tunnel sur les paramètres optiques et les propriétés microphysiques des nuages dérivés des observations. Les premiers résultats montrent notamment que les sections efficaces d'absorption sont plus grandes de quelques pourcents que celles données par la théorie de Mie. D'autre part, les sections efficaces totales et les fonctions de phase associées ont été établies. Cette étude conduit à une nouvelle approche en optique atmosphérique pour le traitement de la diffusion par des particules sphériques.

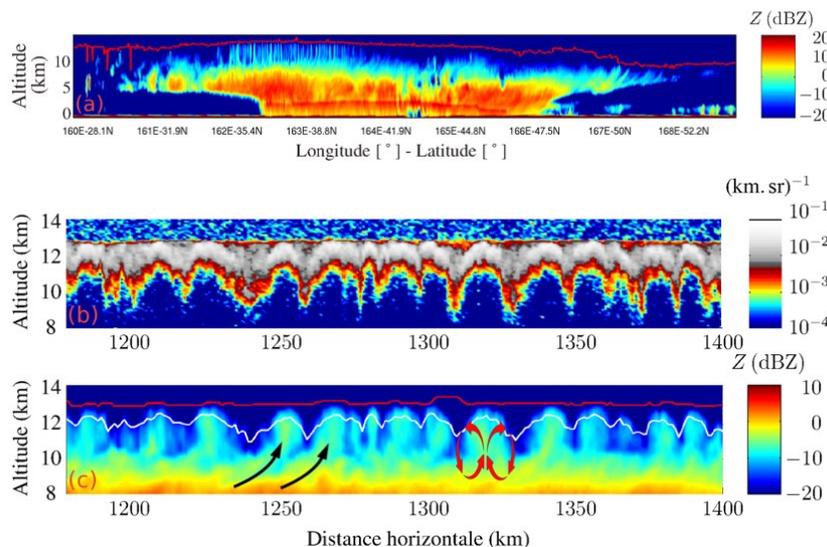


Figure 7 : Exemple de structure nuageuse étudiée. La combinaison d'observations de plusieurs instruments satellitaires et d'une étude météorologique ont permis d'émettre une proposition de mécanisme expliquant le phénomène observé, à savoir l'apparition de lobes réguliers et de grande dimension (2 à 4 km de développement vertical, périodicité horizontale d'une vingtaine de kilomètres), nommés mammatocumulus par Ferlay et al. (2014), au sommet d'un système de front nuageux

(a) Image présentant le facteur de réflectivité en dBZ du radar CPR/CloudSat (fonctionnant à 94 GHz) pour le système nuageux entier s'étendant sur plus de 3 000 km et atteignant 13 km d'altitude le 23 décembre 2008 entre 15 h 17 et 15 h 26 UTC. La ligne rouge indique la limite haute du nuage donnée par le lidar Caliop/Calipso. Une coupe verticale plus détaillée présente (b) le signal en rétrodiffusion totale atténuée du lidar Caliop à 532 nm et (c) la réflectivité radar de l'instrument CPR au sommet du système nuageux, là où les structures nuageuses se développent. La ligne blanche indique l'altitude à laquelle l'épaisseur optique nuageuse atteindrait l'unité. Les abscisses sont les distances horizontales sur le globe terrestre pour chaque observation, avec pour origine le point sud du système nuageux. Les flèches illustrent les mécanismes d'entraînement (en noir) et de circulation (en rouge) à l'œuvre.

Données chiffrées

Voir le fichier excel « données_du_contrat_en_cours »

Sélection des produits et des activités de recherche

Voir l'annexe 4 – Equipe IRN

Faits marquants

3MI – L'un des faits marquants majeurs est la sélection de l'équipe IRN par EUMETSAT pour la préparation des algorithmes de 3MI pour la restitution des propriétés nuageuses. Une étude a été réalisée avec pour objectif de fournir des données synthétiques représentant les futures observations de 3MI, à partir de 4MSDS, simulateur du signal qu'observera 3MI à partir de l'orbite de METOP-SG et basé sur le logiciel ARTDECO. Une autre étude portait sur l'algorithme d'inversion de la pression du sommet des nuages à partir des bandes O₂ du capteur METImage. Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec AERIS/ICARE et la société HYGEOS (Lille), sous contrat EUMETSAT. Dans ce cadre, en réponse à l'appel d'offre postdoctoral du programme MOGPA « Make Our Planet Great Again », un jeune chercheur, Souichiro HIOKI (Japon), a été sélectionné en juin 2018 pour une durée de deux ans sur le thème « Characterizing the anisotropy of cloud reflectance in preparation for the 3MI sensor ».

ARTDECO – Les deux objectifs principaux du projet ARTDECO ont été atteints : (i) les codes et données relatives au transfert radiatif pour l'étude des nuages et aérosols sont disponibles pour la communauté et distribués depuis 2016 par AERIS/ICARE - URL <http://www.icare.univ-lille1.fr/projects/artdeco>; (ii) ARTDECO a permis de simuler, à partir de données géophysiques, des images synthétiques telles qu'elles seraient observées par un capteur spatial. Cet outil a notamment été utilisé au LOA pour la préparation des missions 3MI et METImage, pour le développement de 4MSDS, simulateur d'images satellites synthétiques, ainsi que pour des études et développements d'algorithmes d'inversion. ARTDECO est développé par le LOA, financé par le CNRS, l'Université de Lille et le CNES.

Code 3DMCPOL : Le modèle 3DMCPOL du LOA est fondé sur une méthode Monte Carlo et permettait de simuler le signal satellite polarisé dans le solaire. Avec son extension à l'infrarouge thermique, ce code arrive à présent à maturité et permet de simuler le signal satellite sur l'ensemble du spectre solaire et tellurique, en prenant en compte les nuages, les aérosols et l'absorption gazeuse. Complémentaire de ARTDECO, 3DMCPOL est ainsi un outil indispensable pour le développement et la validation des algorithmes d'inversion de propriétés nuageuses des futures missions spatiales (3MI, METImage, EarthCare, C3IEL). Ce code est reconnu internationalement et a participé à des exercices d'intercomparaisons (IPRT) de codes 3D pour le calcul des luminances visibles totales et polarisées : Cas 1D (Emde et al., 2015) et Cas3D (Emde et al., 2018).

Etudes 3D PARASOL : Cette étude a mis en évidence la capacité des capteurs solaires passifs à restituer une information sur la structure verticale multicouches des nuages, en particulier en s'appuyant sur le caractère multidirectionnel de mesures dans les bandes spectrales de l'O₂. Cette approche a été appliquée aux mesures de POLDER/PARASOL, comparée et validée avec le capteur MODIS et le Lidar CALIOP, et des nouveaux produits satellites ont pu être définis et sont distribués depuis 2016 via AERIS/ICARE.

Interactions aérosols - nuages arctiques – En combinant les observations satellites et les propriétés des nuages restituées à partir de différents instruments de l'A-Train, avec les informations fournies par différents modèles atmosphériques sur les charges en aérosols et les conditions thermodynamiques, nous avons pu mettre en évidence l'extrême sensibilité des nuages arctiques aux panaches de pollution anthropiques. Ces travaux ont fait l'objet de plusieurs communications dans des conférences internationales (prix du meilleur poster étudiant AGU 2017) et ont fait l'objet du Editor Highlight lors de la publication des résultats dans Geophysical Research Letters. Ce travail a été réalisé lors de la thèse de Quentin Coopman, qui s'est déroulée en cotutelle avec l'Université de l'Utah (T. Garrett).

CONGRES – Les membres de l'équipe IRN se sont fortement investis ces dernières années dans l'organisation de congrès et workshops. On note en particulier l'organisation à Lille de l'International Cloud Working Group - ICWG-1 (17-20 mai 2016, une centaine de personnes) et du workshop « Transfert Radiatif dans les Atmosphères Terrestres pour les Observations Spatiales » Trattoria-2 (23-25 mars 2015, une centaine de personnes) et la co-organisation de l'Electromagnetic and Light Scattering - ELS (17-21 juin 2013) et du workshop « Remote sensing in the O₂ A-band » (6-8 Juillet 2016, De Bilt) aux Pays-Bas.

3- Analyse SWOT

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> • Expertise en transfert radiatif et télédétection reconnue nationalement et internationalement • Implication dans les missions spatiales • Implication dans les Masters • Nombre en hausse de doctorants hors ULille • Organisation de congrès et workshops • Bonne interaction et complémentarité entre les membres de l'équipe • Investissement important dans des responsabilités collectives (programmes nationaux, expertises, etc.) • Liens forts avec les agences spatiales (CNES, EUMETSAT, ESA, NASA, JAXA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de chercheur CNRS • Manque de personnel en rapport au nombre de projets et de propositions de collaborations et expertises • Manque d'attractivité / visibilité du Master de Lille pour les sciences de l'atmosphère
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> • Futures missions spatiales (EPS-SG, EarthCare, C3IEL) • Sélection possible du Labex Cappa 2 • Répercussions des CPER / Labex / IREPSE : collaborations avec les équipes régionales • Interactions avec AERIS / ICARE • I-site (Hub 2 « science for a changing planet ») / Graduate School • Implication dans les réseaux nationaux (DEPHY, EECLAT) 	<ul style="list-style-type: none"> • Charges administratives grandissantes et superfétatoires • Faible vivier de jeunes chercheurs dans le domaine (MCF, Post-doc) • Peu de promotions PR ou de recrutements de MCF prévus • Baisse d'attractivité auprès des étudiants de Master • Grande fragilité de nos Masters de Physique • Faible représentativité de la physique au sein de la FST et ULille

4- Projet scientifique à cinq ans

La finalité des travaux scientifiques qui seront menés concerne l'amélioration des connaissances sur les nuages en interaction avec la vapeur d'eau, les aérosols et le rayonnement, de l'échelle locale à l'échelle globale. Pour ces études, l'équipe s'appuiera sur des mesures de télédétection spatiales en s'impliquant fortement dans des projets de missions EPS-SG, C3IEL ou encore dans la mission EARTH-CARE. Des campagnes aéroportées avec les instruments OSIRIS, CLIMAT-AV et les fluxmètres infrarouges et solaires ou des mesures locales grâce aux lidars, radiomètres infrarouges, fluxmètres infrarouges et solaires installés sur le toit du laboratoire viendront compléter le jeu de données nécessaires à l'étude des nuages et de leur environnement. L'arrivée d'un radiomètre micro-ondes (dans le cadre du CPER CLIMIBIO) qui a vocation à rejoindre notamment l'infrastructure de recherche ACTRIS-FR et à participer à des campagnes de mesures, permettra en complément la restitution de profils de vapeur d'eau et de température jusqu'à 10 km d'altitude et à très haute résolution temporelle. Ces données seront utilisées pour alimenter les modèles de méso-échelle et mener des études de processus. Cet instrument sera aussi destiné à nourrir des collaborations avec d'autres laboratoires de la Région HdF (LPCA-ULCO). L'obtention de propriétés physiques à partir de mesures de télédétection nécessite une connaissance approfondie de l'interaction nuage-rayonnement. Le transfert radiatif restera donc un thème majeur de l'équipe avec le maintien et l'utilisation de la banque de codes et de données ARTDECO et du code de transfert radiatif tridimensionnel 3DMCPOL qui permet la

simulation d'observations réalistes nécessaires aux développements de nouvelles méthodes de restitution. La structuration de l'équipe s'articulera donc autour de trois thèmes.

Thème 1- Transfert radiatif et applications (C. Cornet)

Le laboratoire dispose de codes de transfert de radiatif atmosphérique qui font référence. Pour conserver cette expertise, une veille scientifique sera menée. En complément, l'évaluation de méthodes originales, permettant d'améliorer ou d'accélérer ces codes, se poursuivra en collaboration avec le CETHIL et le LAPLACE. Les études statistiques débutées sur les parcours des flips (Pujol, 2015) ou « photons » dans les nuages seront poursuivies afin d'aller vers une meilleure compréhension de l'apport des mesures dans des bandes absorbantes. Les codes existants seront couplés avec les sorties de modèles méso-échelle de nuages pour permettre la simulation réaliste des observations des différents capteurs de EPS-SG ou du système CLOUD/C3IEL. De nouveaux développements seront aussi implémentés comme la simulation de la propagation de la lumière émise par les éclairs, en milieu nuageux dans le cadre des instruments TARANIS (lancement prévu en 2019 ; Thèse prévue fin 2018, financement CEA/CNES) ou ZEUS/C3IEL. La modélisation de la ressource solaire d'une centrale solaire thermique à concentration (Thèse de M. Moulana) dans le cadre d'une collaboration avec la société HYGEOS vient aussi de débiter. Le transfert radiatif étant un thème transverse, nous continuerons à travailler avec, entre autres, l'équipe IAR pour la simulation de scènes mixtes aérosols-nuages et du forçage radiatif des aérosols et des nuages. Nous apporterons aussi notre expertise pour l'amélioration du transfert radiatif dans les modèles de méso-échelle ou grande échelle en collaboration avec le CNRM et le LMD dans le cadre du GDR DEPHY.

Thème 2- Exploitation des mesures de télédétection pour la caractérisation des nuages, de la vapeur d'eau et de leurs effets radiatifs (L. Labonnote et N. Ferlay)

L'activité principale concernera le développement de nouvelles méthodes de restitution par télédétection utilisant au mieux la capacité des futurs capteurs satellites, individuellement ou en synergie : 3MI/EPS-SG, IASI-NG (début de thèse fin 2018, L. Leonarski), METImage, CLOUD/C3IEL (Postdoc en septembre 2018, P. Dandini). Au-delà des algorithmes classiques qui seront adaptés aux capacités des nouveaux capteurs, de nouveaux développements seront menés pour prendre en compte la structure tridimensionnelle des scènes nuageuses : aérosols au-dessus des nuages, situations multicouches, profils verticaux des nuages, développement des nuages convectifs. De plus, avec l'avènement de 3MI en mode opérationnel, et plus généralement avec EPS-SG, un effort de transfert des connaissances acquises sur les nuages sera fait vers la modélisation, soit via la définition de nouvelles paramétrisations, soit en abordant la question de l'assimilation des propriétés nuageuses. Les modélisations méso-échelles couplées aux modèles de transfert radiatif permettront de simuler des mesures réalistes afin de tester et d'évaluer les algorithmes développés. Des campagnes aéroportées avec le radiomètre OSIRIS seront aussi mises en place avec ce même objectif mais également pour tester les méthodes de calibration en vol de 3MI. En préparation de la mission 3MI, l'amélioration des flux radiatifs au sommet de l'atmosphère mais aussi en surface à partir du radiomètre POLDER permettra d'évaluer et d'améliorer la caractérisation du bilan radiatif terrestre (début de thèse fin 2018, S. Guillbert). Notons également que, pour ce thème, l'équipe pourra compter sur le soutien d'un chercheur postdoctoral, Souichiro Hioki (Japon), lauréat en juin 2018 du programme MOGPA « Make Our Planet Great Again » pour une durée de deux ans sur le thème « Characterizing the anisotropy of cloud reflectance in preparation for the 3MI sensor ».

En parallèle, les mesures au sol, grâce aux instruments du laboratoire (lidar, FTIR, fluxmètres, radiomètre micro-ondes) et par l'intermédiaire de campagnes de terrain permettront aussi de progresser sur la caractérisation des nuages, de la vapeur d'eau et de participer à la validation des instruments spatiaux.

Thème 3- Propriétés, variabilités et processus nuageux (O. Pujol et G. Penide)

L'exploitation des propriétés restituées des nuages et de la vapeur d'eau permettra de mener (i) des études locales sur les nuages fins et les interactions aérosol-vapeur d'eau-nuages dans le cadre du futur projet LABEX CAPP2 et (ii) des études de l'échelle régionale à l'échelle globale portant sur les interactions aérosols, vapeur d'eau et nuages ainsi que sur leur impact radiatif.

Des études seront mises en œuvre sur le développement de la convection, sur le cycle de vie des nuages, sur l'initiation des précipitations ou encore dans les zones prêtes, importantes pour isoler la composante naturelle du climat. Les profils de vapeur d'eau et température issus du radiomètre micro-ondes seront utilisés pour alimenter des modèles de méso-échelle (RAMS) et analyser ces phénomènes, ainsi que notamment l'installation des brouillards, ou encore la dynamique de la couche limite. Ce radiomètre servira aussi à mieux quantifier l'impact radiatif de la vapeur d'eau (couplage avec les fluxmètres) ainsi que l'hygroscopicité des aérosols en collaboration avec l'équipe IAR.

L'étude des structures nuageuses, engagée durant le précédent contrat, restera un thème majeur avec des études statistiques permettant de caractériser la structure verticale des nuages mais aussi de faire le lien entre paramètres géométriques, dynamiques et l'organisation de la convection.

Nous poursuivrons aussi l'émergence d'une nouvelle thématique qui concerne l'analyse du rayonnement solaire en surface. Il s'agira, en exploitant les mesures sol réalisées au LOA, de produire des climatologies de la ressource solaire par catégorie de couvertures nuageuses et d'analyser les conséquences des effets radiatifs tridimensionnels à l'aide des mesures mais aussi de modélisation de transfert radiatif.

Comme indiqué, l'ensemble des travaux exposés dans cette perspective se place dans le cadre de projets local (LABEX CAPPA2) et régional, de réponses à des appels à projets CNES (TOSCA) et EUMETSAT en collaboration avec d'autres laboratoires français (CNRM, LA, LaCy, LaMP, LATMOS, LMD) ou encore PNTS pour les développements les plus en amont.

ANNEXES

Annexe 1 : Lettre de mission contractuelle

Aucune lettre de mission contractuelle n'a été adressée au directeur de l'unité en début de contrat quinquennal.

Annexe 2 : Équipements, plateformes

A) Moyens de mesures et de caractérisation propres au laboratoire

Le LOA dispose de différentes plateformes et équipements qu'il a développés ou acquis et qui sont utilisés par les deux équipes de recherche et les différents services du laboratoire.

1) Plateformes d'observations atmosphériques à Villeneuve d'Ascq et à M'Bour (Sénégal)

Une Plateforme d'Observations Atmosphériques, située à Villeneuve d'Ascq sur le toit du bâtiment P5 de l'université de Lille, est équipée d'un ensemble très complet d'instruments de mesure du rayonnement atmosphérique allant de l'ultraviolet à l'infrarouge thermique. Cette plateforme est aujourd'hui complétée, pour les besoins du LiDAR Raman LILAS (station ACTRIS/EARLINET), par un laboratoire dédié équipé d'une trappe robotisée permettant les tirs LiDAR à la verticale en toute sécurité.

La station a été complètement rénovée en 2007 et doit subir à l'automne 2018 de nouvelles transformations (agrandissement de la surface couverte ainsi que de la plateforme) afin d'accueillir les LiDAR automatiques, l'ensemble de l'instrumentation in-situ optique (néphélomètres, aéthalomètre), microphysique (GRIMM du LASIR, SPMS, micro-capteurs) et chimique (ACSM de SAGE/IMT Lille-Douai) ainsi qu'un spectromètre infrarouge à Transformée de Fourier.

Cette plateforme sert de station d'accueil aux photomètres du réseau PHOTONS/AERONET ainsi qu'au spectroradiomètre UV qui fait partie du réseau international NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change). Plusieurs instruments de cette plateforme contribuent à des réseaux internationaux, infrastructure de recherche et base de données AERIS.

L'ensemble des mesures de cette plateforme instrumentale est mis à disposition de la communauté scientifique et est affiché en temps réel sur le site web du LOA (http://www-loa.univ-lille1.fr/observations/sites_instru.html) en collaboration avec le service informatique du laboratoire.

Cette plateforme, labellisée par l'université de Lille, est un élément essentiel à la mission « observation » du CPER CLIMBIO et du Labex CaPPA auxquels contribue le laboratoire. Elle constitue une plateforme unique pour les études atmosphériques en région Hauts-de-France. C'est dans ce contexte que la plateforme accueille depuis quelques années les instruments d'autres unités de recherche, en particulier ceux des laboratoires SAGE (IMT) et du LASIR.

Depuis 1996, le laboratoire opère une seconde station de mesure au sol située à M'Bour au Sénégal, et accueillie dans des locaux de l'IRD. Ce site est équipé d'instruments similaires à ceux de la station de Villeneuve d'Ascq (micro-lidar, photomètres solaire et lunaire, radiomètre IRT, fluxmètres, station météorologique) et est maintenu à distance par le LOA avec le concours de personnels locaux. Le LISA maintient un TEOM (PM10) en fonctionnement sur le site. Enfin, le site de l'IRD de M'Bour dispose d'une capacité d'accueil et d'hébergement (rénovation en 2013) pour chercheurs/étudiants pour des expériences ou des campagnes de mesures.



Figure A2-1 : Plateformes d'observations atmosphériques de Villeneuve d'Ascq

2) Plateforme d'exploitation mobile (MAMS)

Le concept de système mobile intégrant mesures passives (photométrie), active (LiDAR) et in situ a été proposé dans le cadre de la thèse d'A. Mortier (2010-2013). Depuis, ce besoin de mesures au cours de déplacement s'est amplifié. Le système développé et utilisé offre de nombreuses possibilités/applications (étude de variabilité, cal/val, campagne inter-comparaison, campagne de mesures, intervention sur alerte, si besoin). La réalisation d'un tel système a fait l'objet d'une thèse CIFRE (I. Popovici, 2015-2018) en partenariat avec CIMEL, et de soutiens du labex CaPPA et du CPER CLIMIBIO. La figure suivante présente le système MAMS (Mobile Aerosol Measurement System) - version 2018.

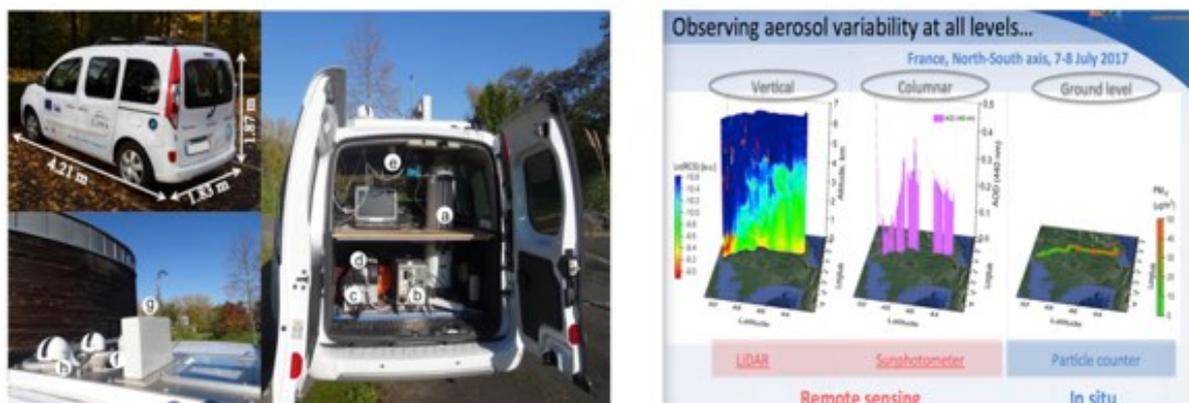


Figure A2-2 : (à gauche) a-b : Lidar CIMEL (équipement de base) ; c-d : batterie et onduleur ; e : Compteur de particule Grimm (optionnel) ; f : sonde température, pression ; g : Sonde isocinétique ; h : photomètre Plasma (équipement de base). (à droite), Illustration des mesures d'une campagne mobile (juillet 2017), France. Popovici et al., 2018.

MAMS permet de mesurer, à l'arrêt ou en roulant les propriétés des aérosols sur des zones difficiles d'accès (villes) mais aussi de réaliser la traversée d'un pays sur la journée (Europe). Elle est opérationnelle depuis 2015 et évolue en fonction des besoins des campagnes. Sa flexibilité et sa simplicité de mise en action permettent aux laboratoires du Labex de réaliser des sorties sur alerte et aussi de tester et valider de nouveaux instruments mobile (PLASMA, compteur de particules). Cette voiture est équipée d'un système onduleur/batterie pour alimenter les équipements de base (Photomètre PLASMA, Lidar, Compteur de Particule GRIMM) en roulant ou lors de campagnes statiques pendant au moins une journée. Elle possède aussi un réseau interne WIFI et ethernet relié en permanence au réseau en France comme en Europe. Cette option permet de suivre les mesures sur le site web du laboratoire en temps réel (http://www-loa.univ-lille1.fr/observations/sites_instru.html) de certains instruments pendant les campagnes. Plus de 20 campagnes de mesures ont été effectuées depuis 2015.

3) Moyens d'étalonnage

Moyens sur le site de l'unité

- un laboratoire d'étalonnage équipé de plusieurs sphères intégratrices permet la caractérisation instrumentale ainsi que l'étalonnage absolu et en polarisation des radio-polarimètres ou des photomètres du LOA.
- banc UV : le LOA est équipé d'un banc d'étalonnage UV (sources 1000W de référence d'éclairement absolu, éléments de positionnement,...) pour l'étalonnage des spectroradiomètres UV.
- banc IR : un banc d'étalonnage pour les radiomètres infrarouges ainsi qu'un banc d'étalonnage des pyrgeomètres (IR) ont été développés au Laboratoire. Ce banc est notamment utilisé par l'ingénieur de la société CIMEL pour caractériser les instruments CLIMAT qu'elle conçoit.

Moyens sur des sites distants

- Une plateforme d'étalonnage secondaire pour transfert d'étalonnage photométrique (hébergée par Météo France, à Carpentras (voire le document bilan de l'équipe IAR), puis Observatoire de Haute Provence (à partir de 2018)
- Une plateforme d'étalonnage absolu solaire d'altitude (Observatoire d'Izana, 2500 m, hébergée par Météo Espagne)

4) Autres équipements :

- une centrale inertielle de navigation a été acquise en 2008 par le LOA. Elle est utilisée lors des campagnes de mesures aéroportées ou ballons.
- une hotte à flux laminaire pour le montage et assemblage des instruments en atmosphère « propre ».
- un spectromètre permettant le contrôle des transmissions des filtres interférentiels.
- une enceinte climatique de dimension moyenne pour les essais en température des instruments.
- Une nouvelle enceinte climatique (de plus grande taille et autorisant en plus les variations d'humidité) a été acquise fin 2017 via la bourse matériel du CNRS.

B) Infrastructure de Recherche ACTRIS-France / SNO PHOTONS/AERONET – Central Facility CARS

Depuis plusieurs décennies, les Services Nationaux d'Observation sont des éléments structurants de la communauté nationale. Certains, dont le SNO PHOTONS, tendent depuis quelques années à se déclinier à l'échelon européen et international.

Le Service National d'Observation PHOTONS/AERONET, labellisé depuis 1998, est un système d'observation organisé en réseau qui est dédié à la détection et caractérisation de l'aérosol atmosphérique et à la mesure de la vapeur d'eau. Ce réseau a été établi par la NASA et le CNRS/CNES. Le réseau, homogène en terme d'équipement, est constitué de photomètres solaires/lunaires automatiques mesurant, en temps quasi réel (T0+15 ou 30 min), l'épaisseur optique aérosol (AOD) et les propriétés optiques et microphysiques moyennes des particules aérosols présentes sur la colonne. La première information mesurée et accessible est bien sûr l'AOD, cependant la spécificité d'AERONET est de déterminer d'autres propriétés optiques et microphysiques comme l'absorption, la distribution en taille, l'indice de réfraction, ou encore la fraction non sphérique, etc., qui sont des variables d'intérêt climatique. Cet ensemble de paramètres descriptifs de l'aérosols est quotidiennement mesuré en chaque point du réseau (aeronet.gsfc.nasa.gov) et largement valorisé par la communauté (étude de variabilité, tendances, cal/val satellitaire, validation/assimilation des modèles de transport, synergies instrumentales, qualité de l'air). L'étalonnage et la maintenance des instruments s'effectuent avec une fréquence annuelle. Le contrôle qualité des données est assuré par une surveillance hebdomadaire de chaque site/instrument (une trentaine de sites d'intérêt national) et sous la responsabilité principale du SNO.

Les interactions avec le groupe AERONET/NASA sont fréquentes et vitales pour le réseau. Il en va de même des interactions avec l'entreprise CIMEL (Paris) fabriquant et commercialisant les photomètres du réseau. Ce partenariat permet l'évolution de l'équipement (versions polarisée, lunaire et mobile). Le coopération avec l'UMS ICARE du pôle national AERIS permet de mettre à disposition les différents niveaux de produits AERONET à disposition en temps quasi-réel.

L'étalonnage est l'une activité principale et codifiée du SNO. L'activité d'étalonnage s'appuie sur plusieurs sites de calibration, à savoir les plateformes propres du LOA (extérieur + salle blanche), la plateforme de Carpentras (Météo France), bientôt déplacée à l'Observatoire de Haute Provence (OHP) et le site d'altitude de l'observatoire d'Izana (Météo Espagne, Ténérife, Iles Canaries). Enfin, le partenariat avec le LISA permet de mutualiser les efforts de maintenance et suivi des plusieurs sites africains.

Le SNO a également développé un système opérationnel de traitement, parallèle et indépendant de la NASA, et générant données de niveau L1 (AOD, luminance spectrale et polarisée) qui alimente sa propre base de données et ICARE/AERIS.

Activité européenne et intégration dans les Infrastructures ACTRIS FR et EU.

L'activité européenne du SNO est aujourd'hui reconnue et attestée par son implication constante dans les projets F7/2020 ACTRIS (2011-2014 ; 2015-2019) dans lequel il fournit à l'Europe un accès à un service *transnational d'étalonnage*, baptisé AERONET-Europe (étalonnage/maintenance/formation/suivi/traitement de données) ainsi que la mise à disposition des produits aérosols, en temps réel.

Le responsable du SNO coordonne cette activité en la distribuant entre les composantes françaises et espagnoles de ce service. Prés d'une quarantaine de stations de mesures européennes bénéficient de ce service dans le cadre ACTRIS.

L'ensemble de l'activité décrite, et dont la dimension pérenne s'affiche clairement dans le cadre de l'IR ACTRIS, repose sur environ 5.5 ETP dont 1 IE (1 ETP, pour le contrôle qualité) en CDD et ne dispose pas de personnel CNAP.

Une plaquette de présentation (FR/ENG) du service est disponible au lien suivant :

Le site www d'ACTRIS/PHOTONS est : <http://www-loa.univ-lille1.fr/photons>

Le site www AERONET-Europe :

<https://www.actris.eu/DataServices/InstrumentCalibration/AERONETEurope.aspx>

Le site www ACTRIS-France : <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid99363/aerosol-cloud-and-trace-gases-research-infrastructure-france-actris-fr.html>

La success story AERONET est disponible sur le site du ministère à :

http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Infrastructures_de_recherche/70/4/ACTRIS_754704.pdf

C) Moyens de calcul propres au laboratoire

Le système informatique du LOA a toujours fonctionné dans une mutualisation des moyens de calcul. Un serveur central sur lequel chaque utilisateur peut se connecter est donc indispensable. Il dispose ainsi d'une grande capacité mémoire, d'un espace de stockage à large bande passante et peut partager les données spécifiques du LOA et surtout calculer de manière performante.

En 2013, le LOA a construit/mis en place, une grappe de calcul HPC à mémoire distribuée, basée sur un réseau Infiniband. Aujourd'hui ce cluster de 1200 coeurs utilise un espace disque d'environ 600TB. Un environnement logiciel très riche (350Go de bibliothèques compilées depuis les sources) permet par exemple le déploiement de codes de transfert radiatif ou de dynamique atmosphérique basés sur MPI .

Ce serveur s'ajoute aux moyens existants de calcul dédiés aux différents projets. Un cluster de 4 machines permet le traitement de données satellitaires MODIS et SEVIRI pour les projets LECLIPS, NASCube, MIRA, AMMA. Deux serveurs sont dédiés au réseau PHOTONS et sont reliés à un serveur NASA/AERONET pour le partage de données.

Un ensemble de calculateurs est dédié au projet d'automatisation et de distribution des données instrumentales-sol; il s'agit cette fois d'unités réservées à l'acquisition, au traitement et au stockage des données reçues au LOA soit depuis la plateforme de mesure du laboratoire (voir plus haut) soit de sites extérieurs avec lesquels nous collaborons. La distribution, l'utilisation ou la valorisation des produits finaux se fait sur un ensemble de 2 serveurs Web.

Afin de faciliter et de sécuriser le travail de développement, un ordinateur est dédié à l'utilisation de logiciels de versions, de gestion de projets et d'outil d'intégration.

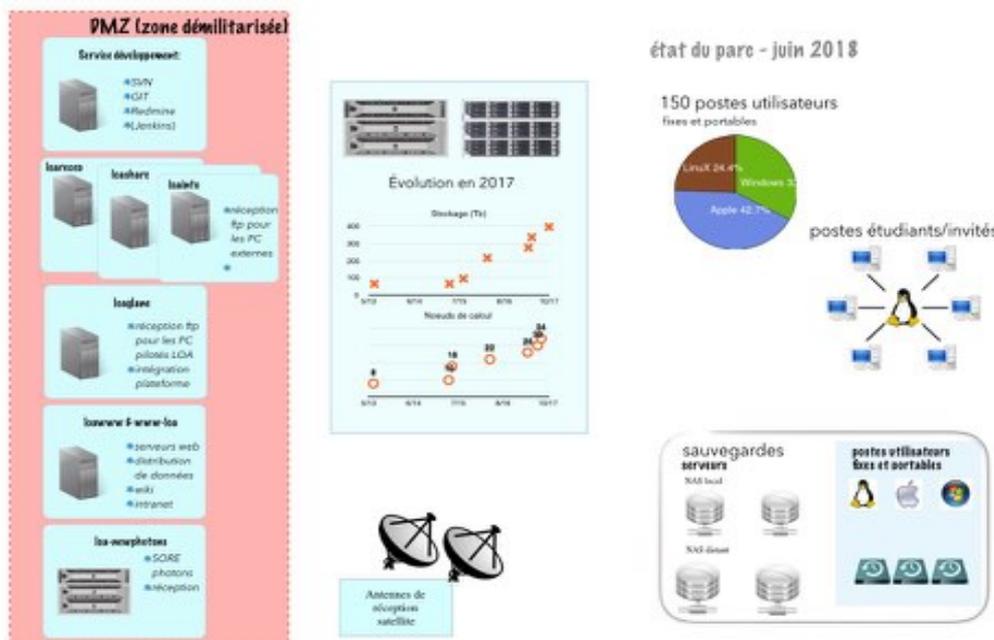


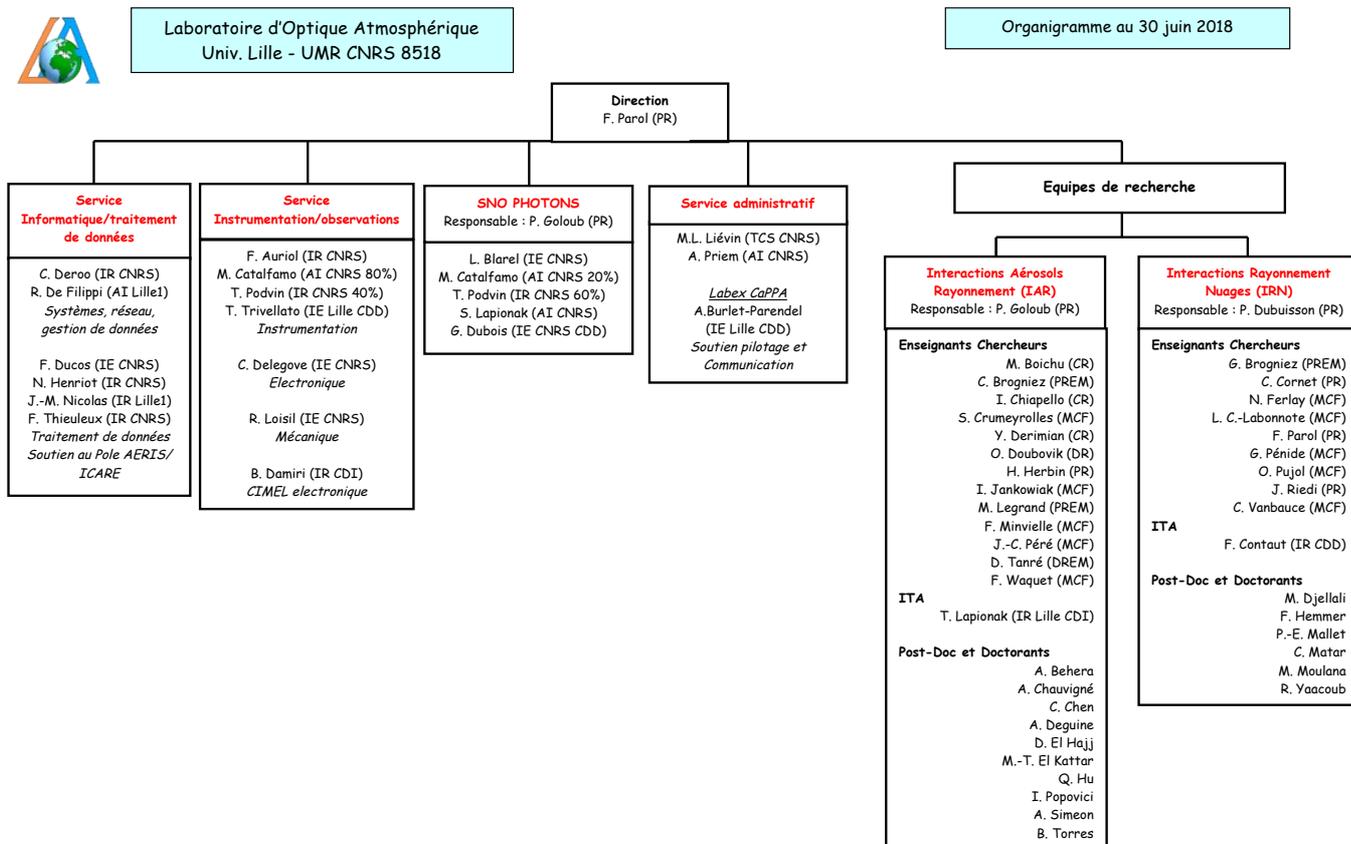
Figure A2-3 : Représentation schématique des moyens de calcul du laboratoire

D) Moyens nationaux

Le LOA utilise les différents moyens nationaux qui sont mis à la disposition de la communauté scientifique comme les avions de recherche atmosphérique de SAFIRE (CNRS/INSU/METEO FRANCE). Le LOA a récemment participé à la campagne de mesure AEROCLO-sA qui a lieu en Namibie en août-septembre 2017, en installant différents instruments conçus au laboratoire comme OSIRIS (démonstrateur aéroporté du futur instrument spatial 3MI) et PLASMA (photomètre aéroporté) sur le F20.

D'autres vecteurs comme les ballons stratosphériques mis en œuvre par le CNES, sont également utilisés pour l'exploration de la stratosphère.

Annexe 3 : Organigramme fonctionnel



Responsabilités spécifiques d'intérêt collectif

Nom	statut/organisme	Responsabilité
Parol F.	PR ULille	Directeur
Goloub P.	PR ULille	Responsable Equipe IAR
Dubuisson P.	PR ULille	Responsable Equipe IRN
Lievin M.L.	Tech. CNRS	Assistante de direction
Goloub P.	PR ULille	Responsable SNO PHOTONS
Auriol F.	IR CNRS	Res. Tech. Plateforme Obs.
Catalfamo M.	AI CNRS	Assistant de prévention
Podvin T.	IR CNRS	Référent laser
Deroo C.	IR CNRS	Réseau info et SSI
Auriol F.	IR CNRS	Formation Permanente
Boichu M.	CR CNRS	Chargée communication
Jankowiak I.	MCF ULille	Gestion des locaux
Crumeyrolle S.	MCF ULille	Organisation séminaires

ANNEXE 4 – Sélection des produits et activités de la recherche de l'équipe IAR

Nom de l'équipe : Interactions Nuages Rayonnement

Acronyme : IAR

Responsable d'équipe pour le contrat en cours : P. Goloub

Responsable d'équipe pour le contrat à venir : P. Goloub

I - PRODUCTION DE CONNAISSANCES ET ACTIVITES CONCOURANT AU RAYONNEMENT ET A L'ATTRACTIVITE SCIENTIFIQUE

7- Journaux / Revues

Articles scientifiques

2018

1. Veselovskii, I., Goloub, P., Podvin, T., Tanré, D., da Silva, A., Colarco, P., Castellanos, P., Korenskiy, M., Hu, Q., Whiteman, D. N., Pérez-Ramírez, D., Augustin, P., Fourmentin, M. & Kolgotin, A. (2018). Characterization of smoke and dust episode over West Africa: comparison of MERRA-2 modeling with multiwavelength Mie–Raman lidar observations. *Atmos. Meas. Tech.*, 11(2), 949-969. [10.5194/amt-11-949-2018](https://doi.org/10.5194/amt-11-949-2018)
2. Chen, C., O. Dubovik, D. K. Henze, T. Lapyonak, M. Chin, F. Ducos, P. Litvinov, X. Huang, and L. Li, Retrieval of Desert Dust and Carbonaceous Aerosol Emissions over Africa from POLDER/PARASOL Products Generated by GRASP Algorithm, *Atmos. Chem. Phys. Diss.*, <https://doi.org/10.5194/acp-2018-35>, 2018.

2017

3. Rivellini, L.-H., Chiapello, I., Tison, E., Fourmentin, M., Féron, A., Diallo, A., N'Diaye, T., Goloub, P., Canonaco, F., Prévôt, A. S. H. & Riffault, V. (2017). Chemical characterization and source apportionment of submicron aerosols measured in Senegal during the 2015 SHADOW campaign. *Atmos. Chem. Phys.*, 17(17), 10291-10314. [10.5194/acp-17-10291-2017](https://doi.org/10.5194/acp-17-10291-2017)
4. Derimian, Y., Choël, M., Rudich, Y., Deboudt, K., Dubovik, O., Laskin, A., Legrand, M., Damiri, B., Koren, I., Unga, F., Moreau, M., Andreae, M. O. & Karnieli, A. (2017). Effect of sea breeze circulation on aerosol mixing state and radiative properties in a desert setting. *Atmos. Chem. Phys.*, 17(18), 11331-11353. [10.5194/acp-17-11331-2017](https://doi.org/10.5194/acp-17-11331-2017)
5. Torres, B., Dubovik, O., Fuertes, D., Schuster, G., Cachorro, V. E., Lapyonok, T., Goloub, P., Blarel, L., Barreto, A., Mallet, M., Toledano, C. & Tanré, D. (2017). Advanced characterisation of aerosol size properties from measurements of spectral optical depth using the GRASP algorithm. *Atmos. Meas. Tech.*, 10(10), 3743-3781. [10.5194/amt-10-3743-2017](https://doi.org/10.5194/amt-10-3743-2017)
6. Deaconu, L., Waquet, F., Josset, D., Ferlay, N., Peers, F., Thieuleux, F., Ducos, F., Pascal, N., Tanré, D., Pelon, J. & Goloub, P. (2017). Consistency of aerosols above clouds characterization from A-Train active and passive measurements. *Atmos. Meas. Tech.*, 10(9), 3499-3523. [10.5194/amt-10-3499-2017](https://doi.org/10.5194/amt-10-3499-2017)
7. Péré, J.-C., Rivellini, L., Crumeyrolle, S., Chiapello, I., Minvielle, F., Thieuleux, F., Choël, M. & Popovici, I. (2017). Simulation of African dust properties and radiative effects during the 2015 SHADOW campaign in Senegal. *Atmos. Res.*, 199, 14-28. [10.1016/j.atmosres.2017.07.027](https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.07.027)

2016

8. Popp, T., de Leeuw, G., Bingen, C., Brühl, C., Capelle, V., Chedin, A., Clarisse, L., Dubovik, O., Grainger, R., Griesfeller, J., Heckel, A., Kinne, S., Klüser, L., Kosmale, M., Kolmonen, P., Lelli, L., Litvinov, P., Mei, L., North, P., Pinnock, S., Povey, A., Robert, C., Schulz, M., Sogacheva, L., Stebel, K., Stein Zweers, D., Thomas, G., Gijssbert Tilstra, L., Vandenbussche, S., Veeffkind, P., Vountas, M. & Xue, Y. (2016). Development, Production and Evaluation of Aerosol Climate Data Records from European Satellite Observations (Aerosol_cci). *Remote Sens.*, 8(5), 421. [10.3390/rs8050421](https://doi.org/10.3390/rs8050421)
 9. Bovchaliuk, V., Goloub, P., Podvin, T., Veselovskii, I., Tanré, D., Chaikovsky, A., Dubovik, O., Mortier, A., Lopatin, A., Korenskiy, M. & Victori, S. (2016). Comparison of aerosol properties retrieved using GARRLIC, LIRIC, and Raman algorithms applied to multi-wavelength lidar and sun/sky-photometer data. *Atmos. Meas. Tech.*, 9(7), 3391-3405. [10.5194/amt-9-3391-2016](https://doi.org/10.5194/amt-9-3391-2016)
 10. Peers, F., Bellouin, N., Waquet, F., Ducos, F., Goloub, P., Mollard, J., Myhre, G., Skeie, R. B., Takemura, T., Tanré, D., Thieuleux, F. & Zhang, K. (2016). Comparison of aerosol optical properties above clouds between POLDER and AeroCom models over the South East Atlantic Ocean during the fire season. *Geophys. Res. Lett.*, 43(8), 3991-4000. [10.1002/2016GL068222](https://doi.org/10.1002/2016GL068222)
 11. Waquet, F., Péré, J.-C., Peers, F., Goloub, P., Ducos, F., Thieuleux, F. & Tanré, D. (2016). Global detection of absorbing aerosols over the ocean in the red and near-infrared spectral region. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121(18), 10902-10918. [10.1002/2016JD025163](https://doi.org/10.1002/2016JD025163)
 12. Boichu, M., Chiapello, I., Brogniez, C., Péré, J.-C., Thieuleux, F., Torres, B., Blarel, L., Mortier, A., Podvin, T., Goloub, P., Söhne, N., Clarisse, L., Bauduin, S., Hendrick, F., Theys, N., Van Roozendaal, M. & Tanré, D. (2016). Current challenges in modelling far-range air pollution induced by the 2014–2015 Bárðarbunga fissure eruption (Iceland). *Atmos. Chem. Phys.*, 16(17), 10831-10845. [10.5194/acp-16-10831-2016](https://doi.org/10.5194/acp-16-10831-2016)
 13. Mortier, A., Goloub, P., Derimian, Y., Tanré, D., Podvin, T., Blarel, L., Deroo, C., Marticorena, B., Diallo, A. & Ndiaye, T. (2016). Climatology of aerosol properties and clear-sky shortwave radiative effects using Lidar and Sun photometer observations in the Dakar site. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121(11), 6489-6510. [10.1002/2015JD024588](https://doi.org/10.1002/2015JD024588)
 14. Veselovskii, I., Goloub, P., Podvin, T., Bovchaliuk, V., Derimian, Y., Augustin, P., Fourmentin, M., Tanré, D., Korenskiy, M., Whiteman, D. N., Diallo, A., Ndiaye, T., Kolgotin, A. & Dubovik, O. (2016). Retrieval of optical and physical properties of African dust from multiwavelength Raman lidar measurements during the SHADOW campaign in Senegal. *Atmos. Chem. Phys.*, 16(11), 7013-7028. [10.5194/acp-16-7013-2016](https://doi.org/10.5194/acp-16-7013-2016)
 15. Brogniez, C., Auriol, F., Deroo, C., Arola, A., Kujanpää, J., Sauvage, B., Kalakoski, N., Pitkänen, M. R. A., Catalfamo, M., Metzger, J.-M., Tournois, G. & Da Conceicao, P. (2016). Validation of satellite-based noontime UVI with NDACC ground-based instruments: influence of topography, environment and satellite overpass time. *Atmos. Chem. Phys.*, 16(23), 15049-15074. [10.5194/acp-16-15049-2016](https://doi.org/10.5194/acp-16-15049-2016)
- 2015
16. Rashki, A., Kaskaoutis, D. G., François, P., Kosmopoulos, P. G. & Legrand, M. (2015). Dust-storm dynamics over Sistan region, Iran: Seasonality, transport characteristics and affected areas. *Aeolian Res.*, 16, 35-48. [10.1016/j.aeolia.2014.10.003](https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2014.10.003)
 17. Che, H., Zhang, X.-Y., Xia, X., Goloub, P., Holben, B., Zhao, H., Wang, Y., Zhang, X.-C., Wang, H., Blarel, L., Damiri, B., Zhang, R., Deng, X., Ma, Y., Wang, T., Geng, F., Qi, B., Zhu, J., Yu, J., Chen, Q. & Shi, G. (2015). Ground-based aerosol climatology of China: aerosol optical depths from the China Aerosol Remote Sensing Network (CARSNET) 2002–2013. *Atmos. Chem. Phys.*, 15(13), 7619-7652. [10.5194/acp-15-7619-2015](https://doi.org/10.5194/acp-15-7619-2015) **(Highly cited paper in the field : 73 citations)**
 18. Boichu, M., Clarisse, L., Péré, J.-C., Herbin, H., Goloub, P., Thieuleux, F., Ducos, F., Clerbaux, C. & Tanré, D. (2015). Temporal variations of flux and altitude of sulfur dioxide emissions during volcanic eruptions: implications for long-range dispersal of volcanic clouds. *Atmos. Chem. and Phys.*, 15(14), 8381-8400. [10.5194/acp-15-8381-2015](https://doi.org/10.5194/acp-15-8381-2015)
- 2014
19. Li, J., Carlson, B. E., Dubovik, O., and Lacis, A. A. (2014). Recent trends in aerosol optical properties derived from AERONET measurements. *Atmos. Chem. Phys.*, 14(22), 12271-12289. [10.5194/acp-14-12271-2014](https://doi.org/10.5194/acp-14-12271-2014)
 20. Dubovik, O., Lapyonok, T., Litvinov, P., Herman, M., Fuertes, D., Ducos, F., Lopatin, A., Chaikovsky, A.,

Torres, B., Derimian, Y., Huang, X., Aspetsberger, M. & Federspiel, C. (2014). GRASP: a versatile algorithm for characterizing the atmosphere. *SPIE: Newsroom*, September 19, [10.1117/2.1201408.005558](https://doi.org/10.1117/2.1201408.005558)

21. Péré, J. C., Besagnet, B., Mallet, M., Waquet, F., Chiapello, I., Minvielle, F., Pont, V. & Menut, L. (2014). Direct radiative effect of the Russian wildfires and its impact on air temperature and atmospheric dynamics during August 2010. *Atmos. Chem. Phys.*, 14(4), 1999-2013. [10.5194/acp-14-1999-2014](https://doi.org/10.5194/acp-14-1999-2014)

2013

22. Mortier, A., Goloub, P., Podvin, T., Deroo, C., Chaikovsky, A., Ajtai, N., Blarel, L., Tanré, D. & Derimian, Y. (2013). Detection and characterization of volcanic ash plumes over Lille during the Eyjafjallajökull eruption. *Atmos. Chem. Phys.*, 13(7), 3705-3720. [10.5194/acp-13-3705-2013](https://doi.org/10.5194/acp-13-3705-2013)

Articles scientifiques communs aux deux équipes IRN et IAR

2017

1. Herbin, H., Pujol, O., Hubert, P. & Petitprez, D. (2017). New approach for the determination of aerosol refractive indices – Part I: Theoretical bases and numerical methodology. *J. Quantitative Spectrosc. and Radiat. Transfer*, 200, 311-319. [10.1016/j.jqsrt.2017.03.005](https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2017.03.005)
2. Hubert, P., Herbin, H., Visez, N., Pujol, O. & Petitprez, D. (2017). New approach for the determination of aerosol refractive indices – Part II: Experimental set-up and application to amorphous silica particles. *J. Quantitative Spectrosc. and Radiat. Transfer*, 200, 320-327. [10.1016/j.jqsrt.2017.03.037](https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2017.03.037)

2016

3. Derimian, Y., Dubovik, O., Huang, X., Lapyonok, T., Litvinov, P., Kostinski, A. B., Dubuisson, P. & Ducos, F. (2016). Comprehensive tool for calculation of radiative fluxes: illustration of shortwave aerosol radiative effect sensitivities to the details in aerosol and underlying surface characteristics. *Atmos. Chem. Phys.*, 16(9), 5763-5780. [10.5194/acp-16-5763-2016](https://doi.org/10.5194/acp-16-5763-2016)

2015

4. Peers, F., Waquet, F., Cornet, C., Dubuisson, P., Ducos, F., Goloub, P., Szczap, F., Tanré, D. & Thieuleux, F. (2015). Absorption of aerosols above clouds from POLDER/PARASOL measurements and estimation of their direct radiative effect. *Atm. Chem. Phys.*, 15(8), 4179-4196. [10.5194/acp-15-4179-2015](https://doi.org/10.5194/acp-15-4179-2015)

2014

5. Waquet, F., Peers, F., Goloub, P., Ducos, F., Thieuleux, F., Derimian, Y., Riedi, J., Chami, M. & Tanré, D. (2014). Retrieval of the Eyjafjallajökull volcanic aerosol optical and microphysical properties from POLDER/PARASOL measurements. *Atmos. Chem. Phys.*, 14(4), 1755-1768. [10.5194/acp-14-1755-2014](https://doi.org/10.5194/acp-14-1755-2014)

2013

6. Waquet, F., Cornet, C., Deuzé, J. L., Dubovik, O., Ducos, F., Goloub, P., Herman, M., Lapyonok, T., C.-Labonnote, L., Riedi, J., Tanré, D., Thieuleux, F. & Vanbauce, C. (2013). Retrieval of aerosol microphysical and optical properties above liquid clouds from POLDER/PARASOL polarization measurements. *Atmos. Meas. Tech.*, 6(4), 991-1016. [10.5194/amt-6-991-2013](https://doi.org/10.5194/amt-6-991-2013)
7. Waquet, F., Peers, F., Ducos, F., Goloub, P., Platnick, S., Riedi, J., Tanré, D. & Thieuleux, F. (2013). Global analysis of aerosol properties above clouds. *Geophys. Res. Lett.*, 40(21), 5809-5814. [10.1002/2013GL057482](https://doi.org/10.1002/2013GL057482)

Articles de synthèse / revues bibliographiques

sans objet

Autres articles (articles publiés dans des revues professionnelles ou techniques, etc.)

1. Minvielle, F., Ferlay, N., Garrett, T. J. & Penide, G. (2015). Un mammatus à l'envers : par-delà le visible, des nuages inconnus !. *La Météorologie*, 90(8), 50-52. [10.4267/2042/56838](https://doi.org/10.4267/2042/56838)
2. Boichu, M. (2015). Pollution de l'air en France: le volcan Bárðarbunga en cause. *La Météorologie*, 89, 4-6. [10.4267/2042/56589](https://doi.org/10.4267/2042/56589)

3. Dubuisson, P. & Minvielle, F. (2017). Température et rayonnement infrarouge. *La Météorologie*, 99, 17-24. [10.4267/2042/63586](https://doi.org/10.4267/2042/63586)
4. Tanré, D., Echos : « Fin de la mission PARASOL », *La Météorologie*, 84, p.2, 2014

8- Ouvrages

Direction et coordination d'ouvrages / édition scientifique

1. Herbin, H. and Dubuisson P., *Infrared Observation of the Earth's Atmosphere*, ISTE Editions, Earth system -- environmental sciences, André Marion, 222 pages, 2016.

Chapitres d'ouvrage

1. Brogniez, C., J. Lenoble, G. Shaw, Direct observation of the sun for aerosol retrieval, in "Aerosol Remote Sensing", J. Lenoble, L. Remer and D. Tanré editors, Springer, Praxis Publishing, chap 4, pp 87-99, 2013.
2. King, M. D. and O. Dubovik, Determination of aerosol optical properties from inverse methods, in *Aerosol Remote Sensing* (J. Lenoble, L. Remer, D. Tanré, Eds.), Springer, Praxis Publishers, Chichester, UK, 101-136, 2013.
3. Remer, L., C. Brogniez, B. Cairns, N. C. Hsu, R. Kahn, P. Stamnes, D. Tanré, O. Torres, Recent instruments and algorithms for passive shortwave remote sensing, in "Aerosol Remote Sensing", J. Lenoble, L. Remer and D. Tanré editors, Springer, Praxis Publishing, chap 8, pp 185-222, 2013.

9- Colloques / congrès, séminaires de recherche

Éditions d'actes de colloques / congrès

Guest Editor, "The ELS-XIV – Electromagnetic and Light Scattering XIV" Special Issue in *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, ", Eds. O. Dubovik, L. Labonnote, F. Parol, P. Litvinov and M. Mishchenko.

Articles publiés dans des actes de colloques / congrès

2014

1. Dubovik, O., L. Labonnote, P. Litvinov, F. Parol, and M.I. Mishchenko, Electromagnetic and Light Scattering by Nonspherical Particles XIV Preface, *Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, 146 Special Issue: SI Pages: 1-3, 2014.

Autres produits présentés dans des colloques / congrès et des séminaires de recherche

a) Conférences invitées ou sollicitées

2013

1. Tanré, D. and the PARASOL team, Remote sensing of aerosols and clouds by using polarized, directional and spectral measurements within the A-Train: the PARASOL mission, Papier invité, 14th Electromagnetic and Light Scattering Conference, Lille, France 17-21 June 2013
2. Waquet F., Peers F., Ducos F., Goloub P., Riedi J., Tanré D., and F. Thieuleux, Retrieval of aerosol properties above liquid clouds from POLDER/PARASOL measurements, AGU Fall, San Francisco, USA, Décembre 2013. (oral)

2018

3. Waquet. F., Méthodes inverses pour la détermination des propriétés des aérosols depuis l'espace, colloque de bilan et de prospective 2018 du PNTS (Programme National de Télédétection Spatiale), Grenoble, France, 21 Mars 2018. (oral)

b) conférences en plénière d'un congrès international

2018

1. Chauvigné, A., F. Waquet, F. Auriol, L. Blarel, C. Delegove, O. Dubovik, C. Flamant, P. Formenti, P. Goloub, R. Loisil, M. Mallet, J.M. Nicolas, F. Peers, B. Torres, and F. Parol, 2018 : Retrieval of aerosol properties using airborne polarimetric and sun-photometer observations during the AEROCLO-SA field campaign in Namibia, EGU, 9-13 Avril 2018, Vienne
2. El Hajj D., S. Crumeyrolle, M. Choël, and I. Chiapello, Modification of aerosol properties due to relative humidity, EGU, 9-13 Avril 2018, Vienne

c) autres conférences / séminaires de recherche

2013

3. Mortier, A., P. Goloub, Y. Derimian, T. Podvin, D. Tanre, C. Deroo, B. Marticonera, B. Chatenet, A. Diallo and T. N'Diaye, Variability of aerosol properties, vertical distribution and impact on the radiative forcing over Dakar using sun-photometer/micro-Lidar combination, Electromagnetic and Light Scattering Conference ELS-XIV, Lille, France, June 17 – 21, 2013 <http://www-loa.univ-lille1.fr/ELS-XIV/>

2014

4. Podvin T., P. Goloub, D. Tanré, I. Vesselovskii, V. Bovchaliuk, S. Victori, **LILAS**, un nouveau LIDAR multispectral et Raman pour l'étude des aérosols, de la vapeur d'eau et des nuages, Ateliers Expérimentation et Instrumentation, 12-13 novembre 2014, Toulouse
5. Torres B., Characterization of aerosol properties from spectral AOD, AERONET Workshop, 14-15 octobre, 2014, Valladolid, Spain

2016

6. Boichu M., I. Chiapello, P. Goloub, J.-C. Péré, F. Thieuleux, L. Blarel, T. Podvin, A. Mortier, C. Brogniez, N. Sohne, N. Theys, M. Van Roozendaal, L. Clarisse, S. Bauduin, and D. Tanré, Tracking far-range volcanogenic air pollution, European Geosciences Union General Assembly, Vienne (Autriche), 17-22 avril 2016.
7. Boichu et al., «Reconstruction of flux and altitude of volcanic SO₂ emissions from satellite observations: implications for volcanological and atmospheric studies», EGU 2016 international conference, Vienne, Autriche, Avril 2016 (oral)
8. Hubert, P., H. Herbin, O. Pujol, N. Visez, D. Petitprez: Retrieval of complex refractive indices of mineral aerosols from the UV to the thermal infrared. 2nd International Conference on Atmospheric Dust, 2016
9. Li, L., Dubovik, O., Derimian, Y., Lapyonok, T., Schuster, G. L., Ducos, F., Towards retrievals of aerosol chemical composition from satellite observations by POLDER/PARASOL polarimeter, AGU Fall Meeting, December 12-16, 2016, San Francisco, USA.
10. Minvielle, F., B. Laurent, I. Chiapello, C. Bouet, B. Marticorena, A. Rashki, G. Siour, D.G. Kaskaoutis, M. Legrand, Mineral dust emission and transport from Sistan region, Dust workshop 2016
11. Popovici I. E., P. Goloub, T. Podvin, L. Blarel, R. Loisil, A. Mortier, F. Ducos, C. Deroo, M. Choël, S. Crumeyrolle, S. Victori, N. Sohne : Study of aerosol spatial variability by means of a mobile observing system. EAC 2016
12. Popovici et al., *Aerosol spatial distribution as seen by a mobile observing system*, 2nd ACTRIS-2 General Meeting, 29 February-4 March 2016, Frascati, Italy
13. Rivellini, L.-H., I. Chiapello, S. Crumeyrolle, P. Goloub, T. Podvin, E. Tison, V. Riffault : Chemical characterization and optical properties of submicron particles measured in m'bour, Senegal during 2015/2016 dry season., EAC 2016
14. Unga, F., Choël, M., Derimian, Y., Deboudt, K., Goloub, P., Internally mixed aerosols observed by individual particle analysis and effect on optical properties, EAC 2016, Septembre 4-9, 2016, Tours, France

2017

15. Chen C., Dubovik, O., Lapyonok, T., Ducos,, Retrieval desert dust and carbonaceous aerosol emissions from PARASOL/GRASP observations, 1st International Workshop on "Advancement of polarimetric observations: calibration and improved aerosol retrievals", APOLO2017, October 24-27, 2017, Hefei, China (oral)
16. Chiapello, I., F. Minvielle, B. Laurent, C. Bouet, B. Marticorena, A. Rashki, G. Siour, D.G. Kaskaoutis, M. Legrand, 2017 : Satellite Observations of mineral dust in the Sistan region, A-Train Meeting, Pasadena, 19-21 avril.
17. Deguine A., D. Petitprez, O. Pujol, L. Clarisse, P. Hubert, and H. Herbin: Chemical and optical properties of volcanic ashes: Extinction spectra in Infrared and UV-visible spectral region. International Conference on Aerosol Cycle, Mar. 21th-23th, Lille (France)
18. Hu Q., P. Goloub, T. Podvin, A. Lopatin, O. Dubovik, Retrieval of aerosol properties with Sun/Sky-photometer and LiDAR measurements, 28th ILRC, international LiDAR and Radar conference, Bucharest, 25 – 30 June (oral)
19. Li, L., Dubovik, O., Derimian, Y., Lapyonok, T., Schuster, G. L., Ducos, F., Chin, M., Temporal and spatial characteristics of aerosol chemical composition retrieved from satellite observations by POLDER/PARASOL polarimeter, 1st International Workshop on "Advancement of polarimetric observations: calibration and properties.", ICAC 2017 - International Conference on Aerosol Cycle, March 21-23, 2017, Villeneuve d'Ascq, France <http://www.labex-cappa.fr/ICAC-2017>

2018

20. Crumeyrolle S., P. Augustin, L-H. Rivellini, M. Choël, V. Riffault, K. Deboudt, M. Fourmentin, E. Dieudonné, and I. Chiapello Investigation of aerosol variability induced by sea breezes in a coastal area of Senegal, North-Western Africa, EGU 2018, Vienna
21. Deaconu T. L., Nicolas Ferlay, Fabien Waquet, Fanny Peers, Francois Thieuleux, and Philippe Goloub. Synergy POLDER-CALIOF for the study of aerosol-above-cloud properties and their radiative impacts off the coast of Angola. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2018, Vienna, Austria, 8–13 April 2018 (oral)
22. Derimian, Y., Choël, M., Rudich, Y., Deboudt, K., Dubovik, O., Laskin, A., Legrand, M., Damiri, B., Koren, I., Unga, F., Moreau, M., Andreae, M. O., and Karnieli, A., Effect of sea breeze circulation on aerosol mixing state and radiative properties in the Negev Desert of Israel, EGU General Assembly 2018, April 8-13, 2018, Vienna, Austria (poster).
23. Goloub, P., I. Veselovskii, Q. Hu, T. Podvin., A study of aerosols profiling by using Raman LiDAR observation and MERRA-2 modelling in SHADOW-2 campaign, ACTRIS-2 General Assembly meeting, Nafplio, Grèce, Mai 2018.
24. Hanoune B., C. Delegove, R. Loasil, S. Crumeyrolle, Determinants of particulate pollution within the Lille subway trains, 5th Working & Indoor Aerosols Conference 18-20 April 2018 - Cassino, Italy .
25. Litvinov, P., Dubovik, O., Lapionak, T., Xuang, X., Lopatin, A., Fuentès, D., Torres, B., Derimian, Y., Ducos, F., Aspetsberger, M., Hangler, A., Ogris, G., and Federspiel C., Advanced surface/atmosphere characterization using GRASP: new possibilities and challenges, EGU General Assembly 2018, April 8-13, 2018, Vienna, Austria.
26. Siméon A., J.-C. Péré, F. Waquet, and I. Chiapello (2018), Role of brown carbon in the aerosol absorption over the south-east Atlantic region, EGU General Assembly 2018, Vienna, Austria, Geophysical Research Abstracts Vol. 20, EGU2018-8678.

10-Organisation de colloques / congrès

1. Marie Boichu, Co-organisation de la session GMPV5.3/AS3.9/NH6.11 à l'EGU 2018 intitulée: « Satellite-based quantification and modelling of volcanic gas, aerosol and ash emission: dispersal and chemical evolution ». Convener: Stefano Corradini. Co-Conveners: Marie Boichu, Catherine Hayer, Brendan McCormick, Mike Burton, Elisa Carboni, Lieven Clarisse, Claire Witham

2. Dubokik, O., A chair of Organizing Committee, APOLO-2017: Advancement of POLarimetric Observations: calibration and improved aerosol retrievals, Workshop, Hefei, China, October, 24 to 27, 2017.
3. Dubokik, O., A chair of host Organizing Committee, a member of Conference Scientific Program Committee, International Cooperative for Aerosol Prediction (ICAP) 9th Technical Working Group Meeting: Radiative Transfer and Impacts of aerosol radiative forcing on Numerical Weather Prediction, Organizers: O. Dubovik, A. Benedetti, P. Collaco, J.S. Reid, T. Tauchi, held at University of Lille, France, 26-28 June, 2017.
4. Dubokik, O., A member of Conference Scientific Program Committee, The 16th Electromagnetic and Light Scattering Conference (ELS-XVI) held at the University of Maryland/College Park, MD, USA, 19-25 March, 2017.
5. Dubokik, O., A member of Conference Scientific Committee, The European Space Agency "Sentinel-3 for Science Workshop", Venice, Italy, 2-5 June, 2015.
6. Dubokik, O., A member of Conference Scientific Committee, The International Symposium on Remote Sensing for Climate and Earth Monitoring, ENVIROSENS 2015, Rome, Italy, May 24 - 29, 2015.
7. Dubokik, O., A member of Conference Scientific Committee, ELS XV – Electromagnetic and Light Scattering XV, Leipzig, Germany, June 21 to 25, 2015.
8. Dubokik, O., A member of Conference Scientific Committee, International Conference on Clouds and Aerosol, Nanjing, China, June 16-18, 2014.
9. Dubokik, O., A chair of Organizing Committee, ELS XIV – Electromagnetic and Light Scattering XIV, Lille, France, June 17 to 21, 2013.
10. Goloub, P., Hosting and co-organizing EARLINET/ACTRIS2 Workshop, 29-31 Octobre 2014, Université de Lille, France.
11. Goloub, P., Hosting and co-organizing ESA/IDEAS Workshop, 6-7 Avril 2017, Université de Lille, France

11 - Produits et outils informatiques

Logiciels

- Développement d'algorithme versatile reprenant ce type d'inversion mais applicable à plusieurs types de données de télédétection (satellite, sol, aéroportées, lidar). Ce travail a conduit au développement d'un algorithme GRASP (Generalized Retrieval of Aerosol and Surface Properties, présenté par Dubovik et al. 2014), en partenariat avec un partenaire industriel autrichien (GRASP OPEN) qui maintenant est diffusé et distribué gratuitement à toute la communauté scientifique via internet.
- Développement de l'algorithme BASIC dédié au traitement conjoint des données photométriques et LiDAR. Ce code est un code open source qui est au cœur du système de traitement temps réel développé par le LOA pour les LiDAR du LOA (Lille, Dakar, MAMS). Il a été implanté à ICARE/AERIS et traite en routine, dans le cadre d'ACTRIS-France, les données des LiDAR mono-longueur d'onde français. Il est disponible pour tout utilisateur sur le site de l'ICARE/AERIS. Le code a été transmis à Météo France / DSO pour traitement des données du réseau LiDAR de MF et à Météo Norvège (MetNo) pour le traitement des données des ceilomètres norvégiens. L'entreprise CIMEL Electronique a intégré BASIC dans son logiciel de traitement IAAMS. Enfin, il a été récemment transmis à l'UMS SAFIRE pour le traitement des données du LiDAR aéroporté équipant la flotte de recherche française.

Bases de données

- Développement d'une base de données et d'un site web incluant plusieurs outils de visualisation et de traitement interactifs (http://www-loa.univ-lille1.fr/observations/reseau_lidar.html?p=sites). Cette base de

données et d'outils est dédiée à l'analyse des situations atmosphériques, principalement aérosols. Cet outil est utilisé par les chercheurs et comme ressource pour étudiants de master et de doctorat.

- Base de données AERONET disponibles au LOA dans le cadre d'AERONET a été mise à disposition du centre ICARE/AERIS, dans le cadre des activités d'ACTRIS-France (initié par le SOERE ORAURE).
- Base de données de photométrie lunaire mise en place au LOA et transférée au ICARE/AERIS dans le cadre des activités du projet d'ACTRIS-2 et d'AERONET Europe.
- Base de données des mesures aérosols et radiatives des plateformes du laboratoire.
- Archive au LOA d'images IDDI 1982-2006 pour l'Afrique et 1998-2017 pour l'Asie. Site Internet pour l'exploitation de ces données, en cours d'installation.

Outils d'aide à la décision

sans objet

12-Développements instrumentaux et méthodologiques

Prototypes et démonstrateurs

- OSIRIS
- PLASMA 2
- Compact High spectral Resolution Infrared Spectrometer (CHRIS).
- Mesures des propriétés optiques de l'IR à l'UV des aérosols en laboratoire.
- Photomètre automatique pour bateau
- Mini-capteurs de pollution

Plateformes et observatoires

Voir Annexe 2

13- Autres produits propres à une discipline

Créations artistiques théorisées

sans objet

Mises en scènes

sans objet

Films

sans objet

14- Activités éditoriales

Participation à des comités éditoriaux (journaux scientifiques, revues, collections, etc)

Dubovik O.

- Guest Editor, "From the Satellite to the Earth's Surface: Studies Relevant to NASA's Plankton, Aerosol, Cloud, Ocean Ecosystems (PACE) Mission," Special Issue in Journal Frontiers in Earth Science, section Atmospheric Science, Eds. D. Antoin and O. Dubovik.

- Guest Editor, "Advancement of polarimetric observations: calibration and improved aerosol retrievals (APOLO-2017)," Special Issue in Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer , Eds. O. Dubovik, Z. Li and M. Mishchenko.
- Guest Editor, "CHemistry and AeRosols Mediterranean EXperiments (CHARMEX)" as part of the journals ACP and AMT. The responsible editors are N. Mihalopoulos, W. Lahoz, X. Querol, C. Reeves, F. Dulac, O. Dubovik and J.-L. Attie
- Guest Editor, "The ELS-XIV – Electromagnetic and Light Scattering XIV" Special Issue in Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, ", Eds. O. Dubovik, L. Labonnote, F. Parol, P. Litvinov and M. Mishchenko.
- Guest Editor, Inter-Journal (Atmospheric Chemistry and Physics /Atmospheric Measurement Techniques) Special Issue on "Observations and modeling of aerosol and cloud properties for climate studies", Eds. O. Dubovik, M. D. King, D. Tanre, and T. Wagner.
- Associate Editor, Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Elsevier Ltd.;
- Associate Editor, Atmospheric Measurement Techniques, European Geophysical Union (EGU), Copernicus Publications.

Direction de collections et de séries

sans objet

15- Activités d'évaluation

Évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques (relecture d'articles / reviewing)

Plusieurs enseignant-chercheurs et chercheurs de l'équipe contribuent régulièrement à l'évaluation d'articles scientifiques pour diverses revues (celles de l'AMS, l'AGU, l'EGU, JQSRT, Atm. Res., Rem. Sens, Journal of Volcanological and Geothermal Research, Solid Earth, ...)

Évaluation de projets de recherche

Boichu M.

- ANR
- LEFE/INSU
- NASA
- DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft), German Research Foundation
- Le Studium (Orléans)
- NERC (UK)

Chiapello I.

- 2015 : Evalueur pour les projets Horizon 2020 de la Commission Européenne (topic SC5-4-2015: Improving air quality and reducing carbon footprint of European cities)

Derimian Y.

- 2 projets ANR
- 1 projet LEFE
- 1 projet pour Israeli Ministry of Science, Technology And Space
- 1 projet pour Israel Science Foundation

Dubovik O.

Rapporteur pour les agences suivantes:

- ANR
- National Aeronautic and Space Administration (NASA), USA;
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), USA;
- Department of Energy's Atmospheric Radiation Measurement (ARM) Program, USA
- Natural Environment Research Council (NERC) of the UK, UK;
- Space Research Organization Netherlands (SRON), Netherlands;
- Research Grants Council (RGC), Hong Kong;
- The Estonian Science Foundation (Estonia).

Herbin H.

- CNES-TOSCA
- Netherlands Institute for Space Research (SRON).

Goloub P.

- CNES-TOSCA
- Projet PRC

Évaluation de laboratoires (type Hcéres)

Herbin H.

- 2017, Membre du comité d'experts HCERES de l'OSUC (Observatoire des Sciences de l'Univers en région Centre - UMS 3116s).
- 2017, Membre du comité d'experts HCERES du laboratoire LPC2E (Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace - UMR 7328).

Tanré D.

- Membre du Conseil Scientifique de l'IPSL de Janvier 2010 à Décembre 2016.
- Président du comité de pilotage de l'OPAR de décembre 2012 à Janvier 2016.
- Membre du comité d'évaluation du LMD en Janvier 2013.

Responsabilités au sein d'instances d'évaluation

Crumeyrole S.

- 2014-présent : élue au conseil d'administration de l'UFR de physique de l'université de Lille1
- 2015-présent : siège au CNU 37^{eme} section

Chiapello I.

2013-2014 : membre nommée du CNU 37^{eme} section

Octobre 2016 – présent : Secrétaire Scientifique et membre élue en section 19 du Comité national CNRS

Goloub P.

2011-2015 : membre élu, CNU 37^{eme} section

Tanré D.

2013-2016 : Membre du Comité de suivi et de pilotage des pôles thématiques de données et de services

16- Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives

Contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO , etc.)

Boichu M.

- Project of the National Geographic Society (UK) « Closing the Ring of Fire » (1.5 ans, 2017-auj., PI : Y. Moussallam, University of Cambridge (UK) & IRD/Laboratoire Magma Volcans, Clermont-Ferrand)

Dubovik O.

- 2010-2014 : le projet européen ACTRIS, sélectionné par le FP7, (107 kEuros).
- 2012-2013, projet ESA (Co-I): Algorithm Concept Development for the Daily Surface Reflectance Map Product for Sentinel-4, (20 kEuros).
- 2013-2014 : projet ESA, (Co-PI), GPGPU demonstration for aerosol retrieval, (200 kEuros).
- 2014-2016 : projet ESA, (PI pour LOA et ICARE), CCI-2 aerosol, (160 kEuro pour LOA et ICARE).
- 2014-2016 : projet ESA, (PI pour LOA), Advanced cloud, aerosols and water vapour products for Sentinel-3/OLCI, (95 kEuros).
- 2015-2019: ACTRIS-2 (FP7) (90 kEuros).
- 2014-2021, projet ESA, (PI pour LOA), Sentinel-4 (160 kEuros).
- 2016-2017 : projet EUMETSAT (PI) : ERA – Enhanced Retrieval of Aerosol properties : reference and NRT algorithm prototype for 3 MI mission (207 kEuro).

Goloub P.

- 2011-2014 : Soutien Service AERONET Europe, ACTRIS-1/FP7 (45 kE/an), CDD
- 2015-2019 : Soutien Service AERONET Europe, ACTRIS-2/H2020 (60 kE/an), CDD & fonctionnement
- 2017-2018 : ESA/DIVA (phase 1) projet, 25 kE
- 2015-2018 : ESA/IDEAS programme (phase 2), 220 kE, Equipement, photométrie mobile et thèse.
- 2018-2019 : ESA/IDEAS programme (phase 3) : 100 kE, photométrie mobile et CDD.
- 2017-2019 : China, Strategic International Sci. & Tech. Innovative Cooperation. Development on Monitoring, Early Warning and Emergency Processing System of Serious Haze and Dust Storm Events along the Belt and Road (B&R) Line Project (field campaign in China, missions, petits équipements).

Herbin H.

- Responsable de la contribution LOA au Projet Européen FP7 "Stratoclim".

Tanré D.

- Responsable de la contribution LOA/ICARE au projet CCI_Aerosols (Climate Change Initiative) de l'ESA (2010-2014).

Contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)

Boichu M.

- ANR Jeune Chercheuse VOLCPLUME – « Les panaches volcaniques: émissions, chimie/transport et impact sur l'atmosphère et le climat » (4 ans, 2016-auj., PI : M. Boichu)
- Chantier Arctique, projet PARCS - « Pollution in the Arctic System » (4 ans, 2015-auj., PI : K. Law, IPSL/LATMOS)

Chipello I.

- Projet PNTS 2015 – 2017 : Analyse des produits aérosols POLDER-3/PARASOL au dessus des océans à l'aide de mesures physico-chimiques in situ et photométriques, I. Chiapello

Dubovik O.

- 2013-2014 : projet CNES R&T (PI): R&T "Algorithmes Aérosols de Nouvelle Génération" (projet GRASP, General Retrieval of Aerosol and Surface Properties) (~ 90 kEuros).
- 2014 : projet CNES TOSCA (PI): Les inversions optimisées de mesures PARASOL et modélisation inverse du transport des aérosols à partir de données de PARASOL (~ 50 kEuros).
- 2015-présent: projet CNES TOSCA (PI): Les inversions optimisées de mesures PARASOL. (~ 80 kEuros).

Goloub P.

- 2013-présent : Soutien TOSCA au SNO PHOTONS/AERONET (~90 kE/an, source CNES)
- 2017 ACTRIS-FR (25 kE), équipement
- 2017 INSU Mi-Lourd (50 kE), équipement
- 2018 ACTRIS-FR (15 kE), campagne & soutien au déménagement centre de calibration solaire

Minvielle F. et al.

- CNRS LEFE (CHAT-IMAGO) 2016-2018 : Projet SISTAN, intitulé « Le Sistan, source singulière d'aérosols désertiques : sous quelle influence dynamique locale et synoptique ? »
- CNES TOSCA 2018 : Projet TROPOMI-GOME2, intitulé « Validation des produits UV fournis par les instruments spatiaux TROPOMI et GOME-2

Tanré D.

- Responsable des contrats CNES/PARASOL (équipe aérosols) au LOA de 2000 à 2014, co-responsable en 2015 et 2016.
- Responsable pour le LOA du contrat ANR obtenu pour l'expérience ADRIMED/CHARMEX (12/2011-12/2014) (sous la coordination de M. Mallet).
- Responsable du projet ORAURE (Observations en Réseaux des Aérosols à Usage de Recherches Environnementales) labellisé SOERE par l'alliance ALLENI de 2011 à 2015.

Waquet F.

- Projet n° PNTS-2013-10 : Détection des aérosols dans les scènes nuageuses : propriétés et impacts climatiques, Fabien Waquet, Fanny Peers, Philippe Goloub, Didier Tanré, Jérôme Riedi et Laurent Labonnote, et Fabrice Ducos.

- Projet n° PNTS-2016-14 : Préparation de la mission spatiale 3MI à partir de données de télédétection aéroportées et spatiales acquises durant la campagne AEROCLO-SA pour des situations « multi-couche », Waquet Fabien
- Projet n° PNTS 2014-02 : Restitution de propriétés optiques d'aérosols et de nuages dans des scènes nuageuses hétérogènes et fractionnées à partir des mesures POLDER/PARASOL, Céline Cornet, Fabien Waquet Fred Szczap, Guillaume Péride, Fanny Peers
- ANR AEROCLO-SA: AERosol RAdiation and CLOUDs in Southern Africa. P. Formenti (LISA), B. D'Anna (IRCELYON), C. Flamant (LATMOS), F. Waquet (LOA), M. Mallet (LA)

Contrats avec les collectivités territoriales

Co-Responsabilité du work-package WP4 « observations » du CPER « CLIMIBIO » (2015-2019) : 4,5 M€ hors FEDER dont 400 kEuros pour le LOA

Contrats financés dans le cadre du PIA

Tanré D.

- 2012-2017 : Coordinateur du Labex CAPP (Chemical and Physical Properties of the Atmosphere) du PRES « Université Lille Nord de France » sélectionné par l'ANR en 2012.

Goloub P.

- 2017-2018 : Coordinateur du Labex CAPP (Chemical and Physical Properties of the Atmosphere)

Contrats financés par des associations caritatives et des fondations (ARC, FMR, FRM, etc.)

sans objet

17-Post-doctorants et chercheurs seniors accueillis

Post-doctorants

- Anton Lopatin
- Xing Huang
- Cheng Chen (financement ESA : 2018)
- Sophie Villerot, 36 mois (financement CNES/Tosca)
- Victor Winiarek, 12 mois. (financement projet Européen Stratoclim)
- Elise Potier (financement CLIMIBIO: 2017)
- Abhinna Behera (financement ANR Volcplume 2018-2021)
- Aurélien Chauvigné (financement ANR AEROCLO-sA 2017-2018)
- Benjamin Torres (financement Charmex et labex CaPPA, 2014 et 2018).
- Florin Ungu (financement CLIMIBIO, 2017, 10 mois)
- Donghui Li (financement CLIMIBIO, 2017, 5 mois)

Chercheurs seniors accueillis

- I. Veselovskiy, *PIC/Moscou, Russie* (2013, 2104, 2015, 2016, 2017, 2018 (1 mois chaque année)
- D.G. Kaskaoutis, *NOA, Institute of Env. Research and Sustainable Dev., Grèce*, mars 2017
- A. Rashki, *Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran* (2017, 2018)
- M. De Paula Corrêa, juillet 2018 :
- J. Chowdhary : *Research Scientist at NASA GISS and assistant professor at Columbia University*
- A. Kostinski (Michigan Technological University, USA), 1 mois en 2014, 2016, 2018
- M. Chin, *NASA/GSFC, USA*, mars 2017.
- J. Brioude, *LACY, La réunion, France*, december 2015
- L. Clarisse, *Université Libre de Bruxelles, Belgium*, 11th june 2015

18-Indices de reconnaissance

Prix

Waquet F.
2013 JQSRT Peter C. Waterman Award : Scattering and Remote Sensing

Distinctions

sans objet

Appartenance à l'IUF

sans objet

Responsabilités dans des sociétés savantes

Dubovik O.
2012 – 2016 : Membre de la commission IRC (International Radiation Commission)

Goloub P.
2012 – 2016 : Membre de la commission IRC (International Radiation Commission)

Yevgeny D.
2017 – présent : Membre de la commission IRC (International Radiation Commission)

Invitations à des colloques / congrès à l'étranger

2013

Waquet F., Peers F., Ducos F., Goloub P., Riedi J., Tanré D., and F. Thieuleux, Retrieval of aerosol properties above liquid clouds from POLDER/PARASOL measurements, AGU Fall, San Francisco, USA, Décembre 2013. (oral)

2015

Cornet C., L. C-Labonnote, F. Parol, F. Peers, G. Pénide, J. Riédi, F. Szczap, F. Thieuleux, F. Waquet, 2015, Assessment of Cloud Heterogeneity Effects on Clouds and Aerosols above Clouds Parameters Retrieved by POLDER3/PARASOL, AGU spring meeting, Montréal, May 3-7.

2017

Goloub et al., Aerosol absorption, from ground to space and from column to profile, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, Mai 2017

Goloub et al., Profiling of Aerosol properties from synergetic use of remote sensing techniques, Chinese Meteorological Agency, Beijing, Mai 2017 (oral)

Goloub et al., Profiling of aerosol properties from synergetic use of remote sensing techniques *and in situ data*, Université de La Paz, Bolivie, Juin 2017

Goloub et al., Columnar and height-resolved aerosols properties from ground-based passive/active synergy: European initiatives, Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Hefei, China, Octobre 2017

Séjours dans des laboratoires étrangers

sans objet

II - INTERACTION AVEC L'ENVIRONNEMENT, IMPACTS SUR L'ECONOMIE, LA SOCIETE, LA CULTURE, LA SANTE

1- Brevets, licences et déclarations d'invention

Brevets déposés

sans objet

Brevets acceptés

sans objet

Brevets licenciés

sans objet

Déclaration d'invention

sans objet

2- Interactions avec les acteurs socio-économiques

Contrats de R&D avec des industriels

sans objet

Bourses Cifre

2015 : Thèse de Ioana Popovici, « Développement d'un système mobile pour la mesure de la variabilité aérosol à haute résolution spatiale et temporelle », Thèse CIFRE avec la société CIMEL. Dir. Thèse P. Goloub, co-encadrant : S. Victori.

Créations de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)

sans objet

Création de réseaux ou d'unités mixtes technologiques

Auriol F.

Membre du comité d'animation du réseau optique régional OPAL (Optique Photonique et Applications Lasers) créé en 2016.

Boichu M.

Participation à la création du Groupement de Recherche (GDR) MIST « Group for the Modeling, Imaging, Sensing, and Tracing of emissions and volcanic plumes - Groupe pour l'Analyse, l'imagerie, le traçage et la modélisation des émissions et des panaches volcaniques », coordinatrice du thème (WP) 'Dispersion and impacts », soumis à l'INSU en Juillet 2017

Créations d'entreprises, de start-up

En 2015 création de l'entreprise GRASP-SAS (Generalized Retrieval of Atmosphere and Surface Properties) (<http://www.grasp-sas.com/>). Cette entreprise a comme objectif la valorisation des activités de recherche en télédétection de l'atmosphère. Elle fournit divers services dans le domaine de la télédétection et notamment la distribution et la maintenance du logiciel « GRASP OPEN ».

Essais cliniques

sans objet

Score SIGREC

sans objet

3- Activités d'expertise scientifique

Activités de consultant

Auriol F.

Expertise apportée aux agences Eumetsat/ESA pour l'aide à la caractérisation de l'instrument spatial 3MI qui sera lancé sur la plateforme Metop-SG en 2022.

Blarel L.

- Conseil à l'entreprise CIMEL Electronique, Paris (photométrie)
- Conseil à l'entreprise TENUM, Toulouse (photométrie)

Dubovik O.

Member of the Copernicus Anthropogenic CO2 Monitoring Mission Advisory Group (MAG), ESA, 2018-2023.

Goloub P.

- Conseil à l'entreprise CIMEL Electronique, Paris (photométrie et LiDAR)
- Conseil à l'entreprise TENUM, Toulouse
- Co-auteur du "Concept of the ACTRIS Centre for Aerosol Remote Sensing » pour l'Infrastructure ACTRIS, Février 2018, ACTRIS-Preparatory Phase Project, Nicolae D., L. Belegante, V. Freudenthaler, M. Wiegner, L. Mona, A. Amodeo, I. Mattis, P. Goloub, C. Toledano, N. Prats.
- Co-auteur du "Documentation on technical concepts and requirements for ACTRIS Exploratory Platforms" pour l'Infrastructure ACTRIS, Février 2018, ACTRIS-Preparatory Phase Project, Février 2018, Wandinger U., Jdi. Doussin, M. De Maizière, P. Goloub, M. Hermann, P. Laj, C. Lund Myhre, D. Nicolae, E. O'Connor, G. Pappalardo, S. Philippin, S. Reimann, R. Sussmann.

Herbin H.

- Membre du groupe d'expertise scientifique (MENINGE) de la mission spatiale IASI-NG.
- Membre du Working Group Level 2 de la mission spatiale Microcarb.

Podvin T.

- Conseil à l'entreprise CIMEL Electronique, Paris (LiDAR)

Participation à des instances d'expertise (type Anses) ou de normalisation

Auriol F

2014-présent Membre du Comité Scientifique et Technique Avion

Expertise juridique

sans objet

4- Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation

sans objet

5- Produits destinés au grand public

Émissions radio, TV, presse écrite

Tanré D.

- Interview TV par RDV-Sénégal en Avril 2015

Produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.

Boichu, M. (2015). Pollution de l'air en France: le volcan Bárðarbunga en cause. *La Météorologie*, 89, 4-6. [10.4267/2042/56589](https://doi.org/10.4267/2042/56589)

Boichu M.

- Communiqué CNRS/INSU, Université de Lille 1, presse régionale (Oct/Nov 2017) : « Un événement atmosphérique d'ampleur inédite observé en région Hauts-de-France »
- Communiqué CNRS/INSU, Université de Lille 1 (Oct 2014) : « Le panache du Bardarbunga pollue l'air du Nord-Pas-de-Calais »

Dubuisson, P. & Minvielle, F. (2017). Température et rayonnement infrarouge. *La Météorologie*, 99, 17-24. [10.4267/2042/63586](https://doi.org/10.4267/2042/63586)

Goloub P., E. Cuevas, C. Toledano, « AERONET Europe Newsletter ». Création et diffusion d'une newsletter dans le cadre d'ACTRIS.

Goloub, P.

- Communiqué Université de Lille 1, Des polluants entassés sur 600m et des poussières désertiques au dessus du Nord-Pas de Calais, Mars 2017
- Article à Notre Planete.info, Arrivée massive de poussières provenant du Sahara dans le Nord de la France
- Communiqué labex CaPPA : Chronique atmosphérique de l'été 2015 : La région NPDC balayée par les vents chargés d'aérosols carbonés canadiens et espagnols, I. Popovici, P. Goloub, T. Podvin et L. Blarel
- Communiqué labex CaPPA, Des chercheurs lancent SHADOW-2 : une campagne de mesures des aérosols atmosphériques en Afrique de l'Ouest, Tanré D., P. Goloub, 2015
- Communiqué Université de Lille 1, De la poussière à tous les étages!, 2017.
- Communiqué CNRS/INSU, Un événement atmosphérique d'ampleur inédite en région Hauts-de-France, 27 octobre 2017
- Exposition de photographies "Poussières d'Atmosphère" organisée à la suite à la campagne scientifique SHADOW, labex CaPPA, conseil regional, 2016
- Exposition du système mobile MAMS développé par le LOA, Fêtes de la Sciences, CNRS, 2016
- Création d'un Flyer/brochure sur le Service d'Observation PHOTONS/AERONET « Remote Sensing of Aerosols Optical and Microphysical Properties ». (version française et anglaise).

Minvielle, F., Ferlay, N., Garrett, T. J. & Penide, G. (2015). Un mammatus à l'envers : par-delà le visible, des nuages inconnus !. *La Météorologie*, 90(8), 50-52. [10.4267/2042/56838](https://doi.org/10.4267/2042/56838)

Produits de médiation scientifique

Blarel L., P. Goloub : Participation régulière à la formation des enseignants du secondaire à la photométrie dans la cadre du programme éducatif CALIPSH'AIR du CNES : une rencontre de deux jours (1 Week End) tous les ans, 2018, 2017, 2016, 2015. Cette activité est liée au développement du photomètre Calitoo en partenariat avec le CNES.

Minvielle F. :Participation à la formation continue des enseignants du primaire et du secondaire en météo et climat :

3 formations à l'université 2016, 2017, 2018

3 formations à l'extérieur, aux collèges de Billy Montigny, Auxi le Château, Berck. 2016 et 2017

Intervention au laboratoire sur la formation des nuages avec les élèves de CM2

Popovici I., T. Podvin, P. Goloub, R. Loisil, D. Tanré (2016, 2017,2018) : [Détection laser des particules dans l'atmosphère](#), Expérience et démonstration permanente d'un simulateur LiDAR dans le cadre des activités [Xpérium du LILIAD Learning Center](#) de l'Université de Lille. Publics visés: écoliers, lycéens, étudiants, personnels, industriels, grand-public.

Débats science et société

sans objet

III - IMPLICATION DANS LA FORMATION PAR LA RECHERCHE

Pour la partie III nous avons décidé de présenter les réalisations pour l'ensemble du laboratoire et non pas par équipe, puisque les formations et les dispositifs d'accompagnement sont partagés et communs aux deux équipes de recherche.

Les réalisations sont donc listées dans la troisième partie de l'annexe 4 - Sélection des produits du LOA

ANNEXE 4 – Sélection des produits et activités de la recherche de l'équipe IRN

Nom de l'équipe : Interactions Nuages Rayonnement

Acronyme : IRN

Responsable d'équipe pour le contrat en cours : P. Dubuisson

Responsable d'équipe pour le contrat à venir : C. Cornet

I- PRODUCTION DE CONNAISSANCES ET ACTIVITES CONCOURANT AU RAYONNEMENT ET A L'ATTRACTIVITE SCIENTIFIQUE

1- Journaux / Revues

On dressera la liste des articles qu'on numérotera de 1 à x. Cette liste ne couvre pas exhaustivement la production de l'unité mais seulement les 20% les plus significatifs.

Articles scientifiques

2018

1. Mallet, P.-E., Pujol, O., Brioude, J., Évan, S. & Jensen, A. D. (2018). Marine aerosol distribution and variability over the pristine Southern Indian Ocean. *Atmos. Env.*, 182, 17-30. [10.1016/j.atmosenv.2018.03.016](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.03.016)
2. Emde, C., Barlakas, V., Cornet, C., Evans, F., Wang, Z., C.-Labonnote, L., Macke, A., Mayer, B. & Wendisch, M. (2018). IPRT polarized radiative transfer model intercomparison project - Three-dimensional test cases (phase B). *J. Quant. Spec. and Rad. Trans.*, 209, 19-44. [10.1016/j.jqsrt.2018.01.024](https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2018.01.024)

2017

3. Desmons, M., Ferlay, N., Parol, F., Riedi, J. & Thieuleux, F. (2017). A Global Multilayer Cloud Identification with POLDER/PARASOL. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 56, 1121-1139. [10.1175/JAMC-D-16-0159.1](https://doi.org/10.1175/JAMC-D-16-0159.1)
4. Coopman, Q., Garrett, T. J., Finch, D. P. & Riedi, J. (2017). High Sensitivity of Arctic Liquid Clouds to Long-Range Anthropogenic Aerosol Transport. *Geophys. Res. Lett.*, 45(1), 372-381. [10.1002/2017GL075795](https://doi.org/10.1002/2017GL075795) (**Editor Highlight**)
5. Fauchez, T., Davis, A. B., Cornet, C., Szczap, F., Platnick, S., Dubuisson, P. & Thieuleux, F. (2016). A fast hybrid (3-D/1-D) model for thermal radiative transfer in cirrus via successive orders of scattering. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 122(1), 344-366. [10.1002/2016JD025607](https://doi.org/10.1002/2016JD025607) (**Editor Highlight**)

2016

6. Sourdeval, O., C.-Labonnote, L., Baran, A. J., Mülmenstädt, J. & Brogniez, G. (2016). A methodology for simultaneous retrieval of ice and liquid water cloud properties. Part 2: Near-global retrievals and evaluation against A-Train products. *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, 142(701), 3063-3081. [10.1002/qj.2889](https://doi.org/10.1002/qj.2889)
7. Merlin, G., Riedi, J., C.-Labonnote, L., Cornet, C., Davis, A. B., Dubuisson, P., Desmons, M., Ferlay, N. & Parol, F. (2016). Cloud information content analysis of multi-angular measurements in the oxygen A-band: application to 3MI and MSPI. *Atmos. Meas. Tech.*, 9(10), 4977-4995. [10.5194/amt-9-4977-2016](https://doi.org/10.5194/amt-9-4977-2016)

2015

8. Defier, E., Brenguier, J., De Laat, J., Delanoe, J., Dezitter, F., Faivre, M., Gounou, A., Grandin, A., Guignard, A., Meirink, J.-F., Moisselin, J.-M., Parol, F., Protat, A. & Vanbauce, C. (2015). Overview of the HAIC "Space-

borne Observation and Nowcasting of High Ice Water Content Regions" Sub-Project and Mid-Term Results. *SAE Technical Paper*, 10.4271/2015-01-2123

9. Fauchez, T., Dubuisson, P., Cornet, C., Szczap, F., Garnier, A., Pelon, J. & Meyer, K. (2015). Impacts of cloud heterogeneities on cirrus optical properties retrieved from space-based thermal infrared radiometry. *Atmos. Meas. Tech.*, 8(2), 633-647. [10.5194/amt-8-633-2015](https://doi.org/10.5194/amt-8-633-2015)
10. Louf, V., Pujol, O., Sauvageot, H. & Riedi, J. (2015). Seasonal and diurnal water vapour distribution in the Sahelian area from microwave radiometric profiling observations. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 141(692), 2643-2653. [10.1002/qj.2550](https://doi.org/10.1002/qj.2550)

2013

11. Desmons, M., Ferlay, N., Parol, F., Mcharek, L. & Vanbauce, C. (2013). Improved information about the vertical location and extent of monolayer clouds from POLDER3 measurements in the oxygen A-band. *Atmos. Meas. Tech.*, 6(8), 2221-2238. [10.5194/amt-6-2221-2013](https://doi.org/10.5194/amt-6-2221-2013)
12. Penide, G., Kumar, V. V., Protat, A. & May, P. T. (2013). Statistics of Drop Size Distribution Parameters and Rain Rates for Stratiform and Convective Precipitation during the North Australian Wet Season. *Mon. Wea. Rev.*, 141, 3222-3237. [10.1175/MWR-D-12-00262.1](https://doi.org/10.1175/MWR-D-12-00262.1)
13. Sourdeval, O., C-Labonnote, L., Brogniez, G., Jourdan, O., Pelon, J. & Garnier, A. (2013). A variational approach for retrieving ice cloud properties from infrared measurements: application in the context of two IIR validation campaigns. *Atmos. Chem. Phys.*, 13(16), 8229-8244. [10.5194/acp-13-8229-2013](https://doi.org/10.5194/acp-13-8229-2013)

Articles scientifiques communs aux deux équipes IRN et IAR

2018

1. Cornet, C., C-Labonnote, L., Waquet, F., Szczap, F., Deaconu, L., Parol, F., Vanbauce, C., Thieuleux, F. & Riedi, J. (2018). Cloud heterogeneity on cloud and aerosol above cloud properties retrieved from simulated total and polarized reflectances. *Atmos. Meas. Tech.*, 11(6), 3627-3643. [10.5194/amt-11-3627-2018](https://doi.org/10.5194/amt-11-3627-2018)
2. Mallet, M., ..., Tanré, D., Parol, F., ..., Brogniez, G., ..., Auriol, F., Blarel, L., ..., Derimian, Y., ..., Goloub, P., ..., Jankowiak, I., ..., Podvin, T., ..., Torres, B., ..., Verwaerde, C., Waquet, F., ... & Zapf, P. (2016). Overview of the Chemistry-Aerosol Mediterranean Experiment/Aerosol Direct Radiative Forcing on the Mediterranean Climate (ChArMEx/ADRIMED) summer 2013 campaign. *Atmos. Chem. Phys.*, 16(2), 455-504. [10.5194/acp-16-455-2016](https://doi.org/10.5194/acp-16-455-2016) **(Highly Cited Paper in the field : 41 citations)**

2014

3. Dubuisson, P., Herbin, H., Minvielle, F., Compiègne, M., Thieuleux, F., Parol, F. & Pelon, J. (2014). Remote sensing of volcanic ash plumes from thermal infrared: a case study analysis from SEVIRI, MODIS and IASI instruments. *Atmos. Meas. Tech.*, 7(2), 359-371. [10.5194/amt-7-359-2014](https://doi.org/10.5194/amt-7-359-2014)

Articles de synthèse / revues bibliographiques

1. Stubenrauch, C. J., Rossow, W. B., Kinne, S., Ackerman, S., Cesana, G., Chepfer, H., Di Girolamo, L., Getzewich, B., Guignard, A., Heidinger, A., Maddux, B. C., Menzel, W. P., Minnis, P., Pearl, C., Platnick, S., Poulsen, C., Riedi, J., Sun-Mack, S., Walther, A., Winker, D., Zeng, S. & Zhao, G. (2013). Assessment of Global Cloud Datasets from Satellites: Project and Database Initiated by the GEWEX Radiation Panel. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 94(7), 1031-1049. [10.1175/BAMS-D-12-00117.1](https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00117.1) **(Highly Cited Paper in the field : 162 citations)**

Autres articles (articles publiés dans des revues professionnelles ou techniques, etc.)

5. Minvielle, F., Ferlay, N., Garrett, T. J. & Penide, G. (2015). Un mammatus à l'envers : par-delà le visible, des nuages inconnus !. *La Météorologie*, 90(8), 50-52. [10.4267/2042/56838](https://doi.org/10.4267/2042/56838)
6. Pujol, O., Lagoute, C. & Pérez, J.-P. (2015). Weight, gravitation, inertia, and tides. *Eur. J. Phys.*, 36(6), 065012.

10.1088/0143-0807/36/6/065012

2- Ouvrages

On dressera la liste des ouvrages qu'on numérotera de 1 à x. Cette liste ne couvre pas exhaustivement la production de l'unité mais seulement les 20% les plus significatifs.

Direction et coordination d'ouvrages / édition scientifique

2. Herbin, H. et Dubuisson P., Observation infrarouge de l'atmosphère terrestre, ISTE Editions, Collection Système Terre - Environnement dirigée par André Marion, 222 pages, 2016.
3. Herbin, H. and Dubuisson P., Infrared Observation of the Earth's Atmosphere, ISTE Editions, Earth system -- environmental sciences, André Marion, 222 pages, 2016.
4. J. Ph. Pérez (avec la participation de O. Pujol): Mécanique, fondements et applications. Dunod, 7e Ed., 2014, 862 p.
5. J. Ph. Pérez, C. Lagoute, O. Pujol, et É. Desmeules: Leçon de physique. De Boeck, 2014, 1560 p.

Chapitres d'ouvrage

1. Pujol O. et Dubuisson P., Chapitre « Effet de serre », La lumière en lumière, Edts. Boulanger, S. Guellati-Khélifa, D. Hennequin et M. Stehle, EDP Sciences, Février 2016, (PRIX ROBERVAL 2016 - Coup de cœur des médias).
2. Pujol O. : Halos atmosphériques. Encyclopédie de l'environnement [en ligne]. Disponible sur <http://www.encyclopedie-environnement.org>

3- Colloques / congrès, séminaires de recherche

Éditions d'actes de colloques / congrès

Guest Editor, "The ELS-XIV – Electromagnetic and Light Scattering XIV" Special Issue in Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, ", Eds. O. Dubovik, L. Labonnote, F. Parol, P. Litvinov and M. Mishchenko.

Articles publiés dans des actes de colloques / congrès

2013

2. Compiègne M., L. C-Labonnote and Dubuisson P., The phase matrix truncation impact on polarized radiance, AIP Conf. Proc. 1531, 95 (2013); doi: 10.1063/1.4804716.
3. Cornet C., F. Szczap, L. C-Labonnote, T. Fauchez, F. Parol, F. Thieuleux, P. Dubuisson, and N. Ferlay, 2013 : Evaluation of cloud heterogeneities effects on total and polarized visible radiances as measured by POLDER/PARASOL and consequences on the retrieved clouds properties, AIP Conference Proceedings, 1531, 99-102, DOI:<http://dx.doi.org/10.1063/1.4804717>
4. Desmons M., Ferlay N., Parol F., Vanbauce C. and Mcharek L., Inferences about pressures and vertical extension of cloud layers from POLDER3/PARASOL measurements in the oxygen A-band , AIP Conf. Proc. 1531, 248 (2013); doi: 10.1063/1.4804753 ; International Radiation Symposium (IRS) 2012, Berlin, Germany.
5. Fauchez T., C. Cornet, F. Szczap, and P. Dubuisson, 2013 : Assessment of cloud heterogeneities effects on brightness temperatures simulated with a 3D Monte-Carlo code in the thermal infrared, AIP Conference Proceedings, 1531, 75-78, doi:<http://dx.doi.org/10.1063/1.4804711>.
6. Fauchez, T., Cornet C., Ducos, F., Dubuisson, P. et Szczap F., 2013: Utilisation de la grille pour la simulation de température de brillance dans une atmosphère nuageuse composée de cirrus, DOI: 10.13140/2.1.3730.3047, Journées SUCCES 2013, Nov 2013, Paris, France.

7. Parol, F., Riedi, J., Vanbauce, C., Cornet, C., Zeng, S., Thieuleux, F. and Henriot, N., 2013: .Climatology of POLDER/PARASOL cloud properties, AIP Conference Proceedings, 1531, 352-355, doi:<http://dx.doi.org/10.1063/1.4804779>
8. Louf V., O. Pujol and J. Riedi, 2013: Simulation of airborne radar observations of precipitating systems at various frequency bands, IRS, At Dahlem Cube, Free University, Berlin 2012, AIP Conference Proceedings, 1531, 111 (2013); doi: 10.1063/1.4804720.

2015

9. T. Marbach, J. Riedi, A. Lacan, and P. Schlüssel. The 3MI mission : Multi-viewing-channel-polarisation imager of the EUMETSAT polar system : Second generation (EPS-SG) dedicated to aerosol and cloud monitoring. Proceedings of SPIE - Volume 9613, 2015, Article number 961310

2016

10. N. Ferlay, M. Desmons, F. Parol, G. Merlin, J. Riédi, L. C-Labonnote, C. Cornet, F. Thieuleux, P. Dubuisson, C. Vanbauce, How (far) can be characterized the vertical structure of cloudy atmospheres with satellite passive sensors ? Example with POLDER3/PARASOL measurements, and perspectives; International Radiation Symposium (IRS) 2016, Auckland, New Zealand, 16-22 April 2016.
11. Nohra, R. Parol, F., Dubuisson, P., Comparison of Cirrus Cloud Characteristics as Estimated by A Micropulse Ground-Based Lidar and A Spaceborne Lidar CALIOP Datasets over Lille, France (50.60 °n, 3.14 E), EPJ Web of Conferences, Volume 119, 7 June 2016, Article number 16005, 27th International Laser Radar Conference, ILRC 2015; Shepard Hall of the City College of New York (CCNY), New York; United States; 5 July 2015 through 10 July 2015; Code 122036
12. J. Riedi, L. C-Labonnote, C. Cornet, G. Merlin, F. Thieuleux, F. Parol, N. Ferlay, P. Dubuisson, F. Auriol, J-M. Nicolas, F. Contaut, C. Vanbauce, F. Waquet, G. Pénide and O. Pujol, 2016: Remote sensing of clouds and water vapor from the Multi-viewing, Multi-channel and Multi-polarisation Imager (3MI) mission on METOP-SG., EUMETSAT Satellite Conference, Darmstadt, Germany, 26 - 30 September, 2016.

2017

13. T. Fauchez, Platnick S., Meyer K., Sourdeval O., Cornet C., Zhang Z., and Szczap F., 2017: Cirrus Heterogeneity Effects on Cloud Optical Properties Retrieved with an Optimal Estimation Method From MODIS VIS to TIR Channels, AIP Conference Proceedings 1810 (1): [[10.1063/1.4975504](https://doi.org/10.1063/1.4975504)].

Autres produits présentés dans des colloques / congrès et des séminaires de recherche

c) Conférences invitées ou sollicitées

2013

4. J. Riedi, 2013 : Contribution of POLDER to the observation of clouds, water vapor and the Earth radiation budget, "ISCCP at 30" symposium 22-25 April 2013, City College of New York

2014

5. J. Riedi, 2014 : POLDER - Satellite cloud remote sensing using polarization, Leipzig Graduate School Clouds, Aerosols and Radiation (LGS-CAR) – 12/02/2014, Leipzig, Germany

2015

6. Emde C., V. Barlakas, C. Cornet, F. Evans, S. Korokin, Y. Ota, L. C-Labonnote, A. Lyapustin, A. Macke, B. Mayer, and M. Wendisch, 2015 : IPRT polarized radiative transfer model intercomparison project, 15th Electromagnetic Light Scattering, Leipzig, June 21-26, oral invite
7. Cornet C., L. C-Labonnote, F. Parol, F. Peers, G. Pénide, J. Riédi, F. Szczap, F. Thieuleux, F. Waquet, 2015, Assessment of Cloud Heterogeneity Effects on Clouds and Aerosols above Clouds Parameters Retrieved by POLDER3/PARASOL, AGU spring meeting, Montréal, May 3-7.

2017

8. Coopman Q., Garrett T., Finch D., Riedi J., 2017 : Impacts of long-range aerosol transport on phase transitions in Arctic clouds, air Pollution in the Arctic: Climate Environment and Societies (PACES), 2nd PACES science workshop, Victoria (Canada), 27-29 June 2017. (présentation invitée)

9. Cornet C., 2017 : Transfert Radiatif dans une atmosphère nuageuse 3D : modélisation et implications pour la télédétection des nuages, 5ième Journée Thématique du PNTS, 16 Mars 2017, CNES-Paris
10. Riedi J. et al, 2017 [invited keynote] : Cloud retrievals from the Multi-Viewing, Multi-Channel, Multi-Polarization Imaging (3MI) Instrument : Towards Retrieval of Vertically Resolved Cloud Properties from Passive Only Measurements, International Workshop on Atmospheric Scattering, Radiation and Remote Sensing, Zhejiang University – Hangzhou – China, June 27-29th 2017

2018

11. Dubuisson P., 2018 : Modélisation du transfert radiatif dans les nuages: méthodes et codes numériques pour la télédétection et l'estimation du bilan radiatif, Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère AMA 2018, 12-15 février 2018, Toulouse.
12. Pujol O. : Scattering theory : a short review for practical application. Séminaire d'ouverture ITBMS (11-14 juin, Banuyls-sur-mer)
13. Riedi J. et al, 2018 [Invited] : Preparatory Studies for the 3MI Mission: Calibration Challenges and Opportunities for Clouds and Aerosols Remote Sensing, - Asian Ocean Geophysic Society Meeting – 4-8 June 2018 (also given at NASA Goddard Space Flight Center, Special Cloud Precipitation Center/AeroCenter seminar May 18th 2018).

d) conférences en plénière d'un congrès international

2013

27. Ferlay, N., M. Desmons, F. Parol, 2013 : Estimate of cloud vertical location and extent from passive satellite measurements : the approach and performance of the multidirectional sensor POLDER3 on PARASOL, Cloud observation from satellites including 30 years ISCCP, 2013 Joint Eumetsat/AMS Conference, Vienna, September 16-20 2013.
28. Waquet F., Peers F., Cornet C., Riedi J., Ducos F., Thieulieux F., Goloub P., Labonnote L. and Tanré D., 2013 : Retrieval of aerosol microphysical and optical properties above liquid clouds from POLDER, 14th Electromagnetic Light Scattering, Lille, June 17-21, 2013.

2014

29. Ferlay N., Desmons M., Parol F., Cornet C., C-Labonnote L., Riedi J., Thieuleux F., Vanbauce C. and A. Davis, Improved Characterization of Cloud Vertical Structure from the Synergy of POLDER3 Measurements, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, Japan, July 28-August 1, 2014.
30. Riedi J., G. Merlin, L. Labonnote, C. Cornet, N. Ferlay, M. Desmons, P. Dubuisson, F. Parol, A. Davis & T. Marbach, 2014 : Information Content Analysis for the Multi-Viewing, Multi-Channel, Multi-Polarization Imaging (3MI) Instrument Toward Retrieval of Vertically Resolved Cloud Properties from Passive Only Measurements, Abstract A12A-01 presented at 2014 Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 15-19 Dec., 2014.

2016

31. Penide, G., N. Ferlay, F. Minvielle, T. J. Garrett, 2016 : High-resolution numerical simulations of an unusual cloud formation, ICCP 2016 Manchester, UK.

2017

32. Coopman Q., T. J. Garrett, D. P. Finch, J. Riedi, 2017 : Impacts of long-range aerosol transport on phase transitions in Arctic clouds, A-Train Symposium 2017, Pasadena (USA), April, 2017
33. Garrett, T. J., I. B. Glenn, S. K. Krueger, N. Ferlay, 2017 : Statistical thermodynamics and the size distributions of tropical convective clouds - A21O-09, AGU Fall 2017, New Orleans.
34. Matar, C., C. Cornet, F. Parol, L. C-Labonnote, F. Auriol, J-M. Nicolas, 2017: Retrieval of Cloud Properties from the Multi-spectral, Multi-viewing and Polarized Measurements of the Airborne Polarimeter OSIRIS, AGU Fall Meeting, Nouvelle-Orléans, December 11-15, oral.

35. Riedi, J., L.-C. Labonnote, C. Cornet, N. Ferlay, F. Thieuleux, F. Parol, P. Dubuisson, F. Contaut, and G. Merlin : Observing clouds from the Multi-Viewing Multi-Channel Multi-Polarization Imager Mission of the EUMETSAT Polar System-Second Generation (EPS-SG), *A-Train Symposium 2017*, Pasadena, CA, USA, 18-21 April 2017

c) autres conférences / séminaires de recherche

2013

36. Parol F., et l'équipe POLDER BRN, Contribution de POLDER/PARASOL aux observations des nuages, de la vapeur d'eau et du Bilan radiatif terrestre, *Cérémonie de fin de mission PARASOL*, Toulouse, 18 Décembre 2013.
37. Sourdeval, O., L. C.-Labonnote, G. Brogniez, and A. J. Baran, 2013: A variational approach for the retrieval of ice and liquid water cloud properties from passive measurements. *14th Electromagnetic & Light Scattering Conference*. University of Lille, France, 17-21 June, 177.

2014

38. Parol, F., E. Defer, A. Guignard and J. Delanoë : LEO sensors capabilities and status on current investigations, *HAIC Mini-Forum*, Paris, France, 18-19 september 2014.
39. Sourdeval, O., L. C. Labonnote, A. J. Baran, and G. Brogniez, 2014: A methodology for simultaneous retrieval of ice and liquid water cloud properties. *Fourth Cloud Retrieval Evaluation Workshop (CREW-4)*, Grainau, Germany, 4-7 March.

2015

40. Ferlay, N., M. Desmons, F. Parol, J. Riedi, and F. Thieuleux : Identification of the multilayer character of cloudy atmospheres : Description and performance of a statistical approach applied to POLDER measurements on PARASOL platform, *2015 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference*, Toulouse, France, 21-25 September 2015 (poster)
41. Sourdeval, O., L. C.-Labonnote, A. J. Baran, J. Mülmenstädt, and G. Brogniez, 2015: A methodology for simultaneous multi-layer retrievals of ice and liquid water cloud properties. *EUMETSAT Meteorological satellite conference*, Toulouse, France, 21-25 September.

2016

42. C.-Labonnote L., A. J. Baran and H. Herbin, Greenhouse gases information content analysis from high spectral measurements in the thermal infrared (IASI like) in the presence of ice cloud, conférence IASI, 2016.
43. C.-Labonnote L., J. Riedi, F. Contaut and F. Thieuleux, Retrieval of liquid cloud properties from POLDER3/PARASOL instrument : Advantages and limitations, ICWG, 2016.
44. Dubuisson P., L. C.-Labonnote, J. Riedi, M. Compiègne, V. Winiarek, A 3MI and METImage simulator using the ARTDECO radiative transfer database, *EUMETSAT Meteorological Satellite Conference*, 26-30 September 2016.
45. Ferlay N., M. Desmons, F. Parol, C. Cornet, P. Dubuisson, L. Labonnote, J. Riédi, F. Thieuleux, C. Vanbauce, New L2 PARASOL parameters from POLDER measurements in the oxygen A bands : CLOVES (CLOUD Oxygen VERTICAL Structure) product. Workshop "Remote sensing in the O2 A-band", De Bilt, The Netherlands, 6- 8 July 2016.

2017

46. Hemmer, F., L. C.-Labonnote, F. Parol, G. Brogniez, O. Sourdeval, B. Damiri, and T. Podvin, 2017: Retrievals of cirrus cloud properties from ground-based remote sensing using the synergy of lidar and multi-spectral infrared radiometry. *Fifth Recent Advances in Quantitative Remote Sensing (RAQRS'V)*. J. A. Sobrino, Editor. Universitat de Valencia, Spain, 18 - 22 September, 81.

2018

47. C.-Labonnote L., A. J. Baran, J. Vidot, H. Herbin and L. Palchetti, 2018 : Ice cloud properties, an information content analysis from high spectral resolution measurements in the thermal infrared: Application to IASI, IASI-NG and FORUM, EGU General Assembly, Vienne, April 8-13, 2018.

48. Matar C., C. Cornet, F. Parol, L. C.-Labonnote, F. Auriol, and J.-M. Nicolas, 2018, Uncertainty Assessment in the Retrieved Cloud Properties from the Multi-spectral, Multi-viewing Airborne Polarimeter OSIRIS, EGU General Assembly, Vienne, April 8-13, poster.
49. Yaacoub R., O. Pujol, and P. Dubuisson: Tunneling optical resonance in light-droplet in atmospheric optics. *ITBMS - International IR Target and Background Modeling and Simulation Workshop*, Banyuls-sur-Mer, France, 11-14 juin 2018

4- Organisation de colloques / congrès

1. Organisation du Workshop TRATTORIA (Transfert Radiatif dans les ATmosphères Terrestres pour les Observations spatiales), 2015, Lille, 23-25 mars 2015 (environ 100 personnes) – organisé avec le soutien du CNES.
2. Plusieurs membres de l'équipe : Membres du Comité d'organisation du Workshop "Remote sensing in the O2 A-band" De Bilt, The Netherlands, 6 - 8 July 2016 (co-sponsors EUMETSAT, LOA, CNES, KNMI, ESA) (lien : <http://projects.knmi.nl/atcom/o2absorption2016.php>)
3. N. Ferlay : Co-convener de la session *Cloud properties from space and ground observations*, Asia Oceania Geosciences Society Meeting, Sapporo, July 28-August 1st, AOGS 2014
4. O. Pujol: Co-organisation du workshop international ITBMS 2018, 11-14 juin, Banyuls-sur-mer (France) en partenariat avec l'ONERA-DOTA (Toulouse)
5. J. Riedi : Comité scientifique d'organisation du 1er workshop «Polarimetric Techniques &Technology » (24-28 Mars 2014) <http://www.lorentzcenter.nl/lc/web/2014/626/info.php3?wsid=626>
6. J. Riedi : Organisateur du 1er Workshop de l'International Cloud Working Group (~100 participants) - <http://www-loa.univ-lille1.fr/workshops/ICWG2016/>
7. J. Riedi : Membre du comité scientifique d'organisation du 3ème Symposium International A-Train (Mars 2017) <https://atrain2017.org/>

5- Produits et outils informatiques

Logiciels

- 3DMCPOL (C. Cornet et al.) : extension à l'infrarouge thermique (thèse T. Fauchez (2013))
- Chaîne opérationnelle POLDER BRN « Bilan Radiatif, Nuages et vapeur d'eau » (F. Parol et al.)
- PML2 (Riedi et al.) : développement de propriétés de nuages à partir du couplage de POLDER et MODIS
- 4MSDS : simulateur d'images synthétiques pour les instruments 3MI et MetImage (contrat EUMETSAT)
- Algorithme de détermination des propriétés microphysiques des cirrus à partir d'un lidar

Bases de données

Distribuée par AERIS / ICARE

- ARTDECO (Atmospheric Radiative Transfer Database for Earth Climate Observation) : base de codes de transfert radiatif et données relatives à l'atmosphère (gaz, aérosols et nuages) pour la simulation du signal observé par les capteurs (satellite, aéroportés ou au sol) et pour le calcul des flux et forçages radiatifs. ARTDECO est développé au LOA, maintenu et distribué par le centre de données AERIS / ICARE et financé par le CNES.
- Propriétés des nuages issues de la Chaîne de traitement POLDER BRN (voir ci-dessus)

Jeux de données publiées

- Q. Coopman, T. J. Garrett, D. P. Finch, and J. Riedi. Collocation of cloud microphysical properties from

space-based instruments, carbon monoxide concentration from a numerical model, and meteorological parameters from reanalysis in the Arctic, 2005-2010. Arctic Data Center., 2017. doi: 10.18739/A27C51.

- Quentin Coopman, Timothy J. Garrett, Jérôme Riedi, Sabine Eckhardt, and Andreas Stohl. Collocation of cloud microphysical properties from space-based instruments, a particle dispersion model, and a global atmospheric reanalysis in the Arctic, 2008-2010. Arctic Data Center, 2017. doi: 10.18739/A23S1D.

Outils d'aide à la décision

sans objet

6- Développements instrumentaux et méthodologiques

Prototypes et démonstrateurs

OSIRIS : Radio-Polarimètre Imageur Grand Champ du même type que l'instrument POLDER aéroporté. La gamme spectrale a été fortement étendue (440-2200 nm). Ce type d'instrument a été conçu pour la restitution des propriétés optiques des aérosols et des nuages. L'instrument a été finalisé en 2013 et a participé à la campagne CHARMEX/CALIOSIRIS du chantier MISTRALS à bord du Falcon 20 français en juin 2013. L'instrument a effectué de nouveau des vols techniques puis scientifiques en octobre 2014 durant la campagne CALIOSIRIS-2. Des mesures acquises durant ces deux campagnes font actuellement l'objet de la thèse de C. Matar qui sera soutenue fin 2018. OSIRIS est un élément clé du laboratoire pour la préparation de la mission spatiale 3MI.

Plateformes et observatoires

Voir Annexe 2

7- Autres produits propres à une discipline

Créations artistiques théorisées

sans objet

Mises en scènes

sans objet

Films

sans objet

8- Activités éditoriales

Participation à des comités éditoriaux (journaux scientifiques, revues, collections, etc)

Dubuisson P.

Membre du comité de rédaction de la revue « La Météorologie revue de l'atmosphère et du Climat ».

Direction de collections et de séries

sans objet

9- Activités d'évaluation

Évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques (relecture d'articles / reviewing)

Plusieurs enseignant-chercheurs et chercheurs de l'équipe contribuent régulièrement à l'évaluation d'articles scientifiques pour diverses revues (celles de l'AMS, l'AGU, l'EGU, JQSRT, Atm. Res., Rem. Sens, etc...)

Évaluation de projets de recherche

Cornet C.

- 2015: Evaluation de projet pour the Netherlands Foundation for Fundamental Research on Matter, 'Random walks through clouds: a new approach to radiative transfer' by Dr. J.L.A. Dubbeldam

Dubuisson P.

- 2017 : Evaluation d'un projet LEFE-IMAGO.

Parol F.

- 2013-2017 : Evaluations de 8 projets CNES-TOSCA
- 2014 : Evaluation d'une proposition de thèse soumise à l'IDEX Paris-Saclay
- 2015 : Evaluation pour le MRIS d'une proposition de thèse soumise à la DGA
- 2015-2017 : Evaluation de 3 projets PHC au titre d'expert de la MEIRIES
- 2018 : Evaluations de 7 projets du « Short-stay program » et du « Doctoral program » du programme MOPGA au titre d'expert de la MEIRIES

Pujol O. : Évaluation d'un projet Fulbright 2018

Évaluation de laboratoires (type Hcéres)

Parol F.

- Membre du Comité Scientifique et Technique du LPC2E, Orléans, 2015
- Membre du Conseil d'Evaluation Scientifique et Technique du Département d'Optique Théorique et Appliquée (DOTA) de l'ONERA, novembre 2015
- Membre du Comité d'Evaluation HCERES du Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD), Ecole Polytechnique, ENS, UPMC, Paris Sorbonne, 2017

Riedi J.

Membre comité d'évaluation HCERES du Laboratoire de Météorologie Physique (LaMP) 2016

Responsabilités au sein d'instances d'évaluation

C.-Labonnote L. :

- 2015-2019, Membre élu (suppléant) du CNU section 37
- Depuis 2018 : Membre du Comité Scientifique TOSCA / CNES – Groupe Atmosphère

Cornet C. :

- Depuis 2018 : Membre du Conseil Scientifique du PNTS (Programme National de Télédétection Spatiale)

Dubuisson P.

- Depuis 2018 : Membre du Comité scientifique du LEFE-IMAGO
- 2015-2019 : Membre élu du CNU section 37

Parol F.

- 2009-2014 : Président du Groupe « Atmosphère » du Comité Scientifique TOSCA du CNES.
- 2016-présent : Président du Comité Technique Ballons du CNES et de l'INSU
- 2010-2014 : Membre du Comité Utilisateurs du pôle ICARE (représentant le TOSCA)
- 2008-2015 : Membre du Comité Directeur du Pôle thématique national ICARE
- 2015-présent : Membre du Conseil Scientifique du pôle thématique AERIS (représentant la CSOA)
- 2016-présent : Membre du Comité Directeur du Pôle AERIS (représentant l'Université de Lille)
- 2011-2015 : Membre du Comité Scientifique d'évaluation du programme MISTRALS de l'INSU-CNRS
- 2013-présent : Membre de la CSOA (Commission Spécialisée Océan-Atmosphère) de l'INSU

- 2015-présent : Membre expert de la MEIRIES (Mission Europe et international pour la recherche, l'innovation et l'enseignement supérieur) du MESR.

Pujol O.

2015-2019 : Membre titulaire du CNU section 37

Riedi J.

- 2016 - 2017 : Membre du Conseil Scientifique du pôle thématique AERIS
- 2005 - 2014 : Membre du Comité Utilisateurs du pôle ICARE
- 2011- 2018 : Membre du Comité Scientifique du PNTS (Programme National de Télédétection Spatiale)
- 2015 - 2018 : Membre du Comité Scientifique TOSCA / CNES – Groupe Atmosphère
- 2015 - 2019 : Membre élu du CNU section 37
- 2013 – présent : Membre du Science Advisory Group ESA/EUMETSAT pour la mission 3MI
- 2008 – présent : Membre du science team SGLI/GCOM-C JAXA (status PI)

Vanbauce C.

- déc 2011 – août 2014 : Membre élu (suppléante) du CNU section 37
- sept 2014 – déc 2015 : Membre élu (titulaire) du CNU section 37

10- Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives

Contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO , etc.)

Parol F.

- Responsable de la contribution LOA au projet FP7 "High Altitude Ice Crystals (HAIC) WP3.3 Polar orbiting spaceborne retrievals of High IWC" – financement 115 kEuros

Riedi J. et al

- Etudes préparatoires sous contrat pour EUMETSAT
- "Synthetic dataset for METImage and 3MI" (réalisation d'un simulateur de données synthétiques pour les 2 instruments imageurs VII et 3MI – Etudes financées pour 260 kEuros)
- "Cloud Algorithm Development Support for the 3MI" (études pour le développement et l'implémentation des algorithmes de traitement des données 3MI pour la restitution des propriétés des nuages – Etudes financées pour 180 kEuros)

L. Labonnote et P. Dubuisson

- Depuis 2017 : contribution au projet COPERNICUS-CAMS43, qui porte sur l'amélioration de la modélisation et l'assimilation des aérosols dans le modèle global C-IFS, projet piloté par O. Boucher (LMD), études financées pour 15 k€.

Contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)

Projet PNTS (2016-2018) : Nouvelles approches en transfert radiatif atmosphérique pour la simulation du signal satellite. Porteur : P. Dubuisson. Collaboration avec les laboratoires CETHIL (Lyon) et LAPLACE (Toulouse).

Projet PNTS (2015) : Sondage et caractérisation verticale des atmosphères nuageuses à l'aide de mesures satellitales passives; Porteur : N. Ferlay ; 4 kEuros

PNTS (2016 – 2018) : Atmospheric Glory and Satellite Remote Sensing" ("Gloire atmosphérique et télédétection spatiale") ; Porteur : O. Pujol

Projet CNES-TOSCA « ARTDECO » financé trois années par le CNES (2010 – 2013) « Constitution d'une base de codes de transfert radiatif et de propriétés optiques des aérosols et nuages pour la simulation des radiances et flux radiatifs observés par les capteurs passifs spatiaux et aéroportés dans les domaines des courtes et grandes longueurs d'onde (0.2 – 20 μm). », financement pour 3 ans d'un ingénieur de recherche CDD, avec un fonctionnement d'environ 12 kEuros / an.

Projet CNES-TOSCA (2013) « Campagne de mesures aéroportées LNG-OSIRIS, CALIOSIRIS » ; Porteur : F. Parol ;

60 kEuros

Projet CNES-TOSCA (2009 – 2013) : Caractérisation de la couverture nuageuse à l'échelle globale : Inscrire l'expérience A-Train sur le long terme ; Porteur F. Parol ; 30 kEuros / an

Projet CNES-TOSCA (2014 – présent) : 3MI (PREPARATION à L'EXPLOITATION SCIENTIFIQUE DE 3MI et SYNERGIES AVEC L'EPS-SG pour L'OBSERVATION DES NUAGES ET DE LA VAPEUR D'EAU) ; Porteur J. Riedi ; 30 kEuros / an

Depuis 2013 : Contribution de C. Cornet au projet CNES-TOSCA GreenEdge, porté par TAKUVIK (M. Babin).

Depuis 2014 : Contribution de plusieurs membres de l'équipe (L. Labonnote, C. Cornet, G. Penide, F. Parol, P. Dubuisson, etc.) au projet CNES-TOSCA EECLAT (Expecting Earth-CARE, Learning from A-Train), porté par J. Delanoe (LATMOS).

Depuis 2017 : Contribution de P. Dubuisson au projet CNES-TOSCA ECLAIR-MTGLI, porté par E. Defer (LA), dans le cadre du projet EUMETSAT SOLID (Space-based Optical Lightning Detection), dont l'objectif est de préparer la communauté française à l'utilisation des futures missions TARANIS, ISS-LIS et MTG-LI.

Depuis 2013 : Contribution de L. Labonnote et P. Dubuisson au projet TOSCA IASI-NG, porté par C. Crevoisier (LMD).

Depuis 2016 : Contribution de plusieurs membres de l'équipe à l'ANR VOLCPLUME, porté par M. Boichu (LOA).

Contrats avec les collectivités territoriales

Dubuisson P.

Responsabilité du work-package WP2 « dynamique de l'atmosphère » du CPER « CLIMIBIO » (2015-2019) : 4,5 MEuros hors FEDER dont 400 kEuros pour le LOA

Contrats financés dans le cadre du PIA

F. Parol

Co-coordination du projet depuis début 2018 : Labex CaPPA (2012-2019) : « Chemical and Physical Properties of the Atmosphere ».

Contrats financés par des associations caritatives et des fondations (ARC, FMR, FRM, etc.)

sans objet

11- Post-doctorants et chercheurs seniors accueillis

Post-doctorants

- A. Holdak (financements CEE/EUCAARI ESA-EUMETSAT : 2008- 2013)
- L. Doppler (Financement EUMETSAT pour 3MI : 2013-2014)
- P.-E. Mallet (financement labex CaPPA: 2015-2017)
- P.-E. Mallet (financement CLIMIBIO: 2017-2018 & 2018-2019) : Etude de la sensibilité du modèle RAMS-CSU aux profils d'humidité – Application à l'étude des brouillards.

Chercheurs seniors accueillis

- Roger Davies en Juin 2013
- Tim Garrett (Professeur Univ. Utah) 1 an sur la période 2016-2017
- Andrew Jensen, Northland College (Wisconsin, USA) – financement Fulbright 12 mois (2017) – visite de 6 mois au LOA
- Atsushi Matsuoka, TAKUVIK (Québec, CA), visite au LOA en 2017 dans le cadre du projet GreenEdge financé par le CNES

12-Indices de reconnaissance

Prix

Pujol O. et Dubuisson P.

- Prix (collectif) Roberval 2016 - Coup de cœur des médias, pour l'ouvrage « La lumière en lumière », Edts. Boulanger, S. Guellati-Khélifa, D. Hennequin et M. Stehle, EDP Sciences, Février 2016.

Q. Coopman

- Outstanding student paper award, American Geophysical Union, pour le poster: Effect of long-range aerosol transport on the microphysical properties of low-level Arctic clouds. Décembre 2015.
- Travel award, National Academy of Sciences Sackler Colloquia on Improving Our Fundamental Understanding of the Role of Aerosol-Cloud Interactions in the Climate System. Juin 2015.

Distinctions

sans objet

Appartenance à l'IUF

sans objet

Responsabilités dans des sociétés savantes

Riedi J.

2017 – présent : Membre de la commission IRC (International Radiation Commission)

Invitations à des colloques / congrès à l'étranger

2013

Riedi J. et al. 2013 : Contribution of POLDER to the observation of clouds, water vapor and the Earth radiation budget, "ISCCP at 30" symposium 22-25 April 2013, City College of New York

2014

Riedi J., 2014 : POLDER - Satellite cloud remote sensing using polarization, Leipzig Graduate School Clouds, Aerosols and Radiation (LGS-CAR) – 12/02/2014, Leipzig, Germany.

Waquet F., Peers F., Ducos F., Goloub P., Riedi J., Tanré D., and F. Thieuleux, Retrieval of aerosol properties above liquid clouds from POLDER/PARASOL measurements, AGU Fall, San Francisco, USA, Décembre 2013. (oral)

2015

Emde C., V. Barlas, C. Cornet, F. Evans, S. Korin, Y. Ota, L. C.-Labonnote, A. Lyapustin, A. Macke, B. Mayer, and M. Wendisch, 2015 : IPRT polarized radiative transfer model intercomparison project, 15th Electromagnetic Light Scattering, Leipzig, June 21-26, oral invite

Cornet C., L. C-Labonnote, F. Parol, F. Peers, G. Pénide, J. Riédi, F. Szczap, F. Thieuleux, F. Waquet, 2015, Assessment of Cloud Heterogeneity Effects on Clouds and Aerosols above Clouds Parameters Retrieved by POLDER3/PARASOL, AGU spring meeting, Montréal, May 3-7.

2016

N. Ferlay et al : Invitation pour deux présentations orales au colloque "Remote sensing in the O2 A-band" De Bilt, The Netherlands, 6 - 8 July 2016.

2017

Coopman Q., Garrett T., Finch D., Riedi J., 2017 : Impacts of long-range aerosol transport on phase transitions in Arctic clouds, air Pollution in the Arctic: Climate Environment and Societies (PACES), 2nd PACES science workshop, Victoria (Canada), 27-29 June 2017. (présentation invitée)

Riedi J. et al, 2017 [invited keynote] : Cloud retrievals from the Multi-Viewing, Multi-Channel, Multi-Polarization Imaging (3MI) Instrument : Towards Retrieval of Vertically Resolved Cloud Properties from Passive Only Measurements, International Workshop on Atmospheric Scattering, Radiation and Remote Sensing, Zhejiang University – Hangzhou – China, June 27-29th 2017

2018

Riedi J. et al, 2018 [Invited] : Preparatory Studies for the 3MI Mission: Calibration Challenges and Opportunities for Clouds and Aerosols Remote Sensing, - Asian Ocean Geophysic Society Meeting – 4-8 June 2018 (also given at NASA Goddard Space Flight Center, Special Cloud Precipitation Center/AeroCenter seminar May 18th 2018).

Séjours dans des laboratoires étrangers

N. Ferlay : Séjour de trois semaines au Département de sciences de l'atmosphère, Université de l'Utah, février 2018 : collaboration avec le Prof. Tim J. Garrett et séminaires.

J, Riedi - Professeur Invité : 5 mai - 1 septembre 2014 - Department of Atmospheric Sciences, College of Mines and Earth Sciences - University of Utah, USA

Cette mobilité de 4 mois s'est inscrite dans le cadre du projet d'étude des nuages en Arctique en collaboration avec le Pr Timothy Garrett. Un financement obtenu auprès de la NSF a permis de supporter entre autre les échanges entre nos 2 équipes (dont le séjour en tant que PR invité) ainsi que les coûts liés à la co-tutelle de thèse pour M. Quentin Coopman (séjour aux Etats-Unis pour 2014/2015 + inscription dans le programme de PhD de l'Université d'Utah pour le double diplôme).

II - INTERACTION AVEC L'ENVIRONNEMENT, IMPACTS SUR L'ECONOMIE, LA SOCIETE, LA CULTURE, LA SANTE

6- Brevets, licences et déclarations d'invention

Brevets déposés

sans objet

Brevets acceptés

sans objet

Brevets licenciés

sans objet

Déclaration d'invention

sans objet

7- Interactions avec les acteurs socio-économiques

Contrats de R&D avec des industriels

sans objet

Bourses Cifre

2017 : Thèse de Mustapha Moulana, « Modélisation, Optimisation et Estimation de la production solaire électrique par des approches combinant le transfert radiatif dans l'atmosphère et des techniques d'apprentissage », Thèse Cifre avec la société HYGEOS. Co-encadrant, Thierry Elias

Créations de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)

sans objet

Création de réseaux ou d'unités mixtes technologiques

Auriol F. : Membre du comité d'animation du réseau optique régional OPAL (Optique Photonique et Applications Lasers) créé en 2016.

Créations d'entreprises, de start-up

sans objet

Essais cliniques

sans objet

Score SIGREC

sans objet

8- Activités d'expertise scientifique

Activités de consultant

Auriol F. : Expertise apportée aux agences Eumetsat/ESA pour l'aide à la caractérisation de l'instrument spatial 3MI qui sera lancé sur la plateforme Metop-SG en 2022.

Participation à des instances d'expertise (type Anses) ou de normalisation

2014-présent : Auriol F. : Membre du Comité Scientifique et Technique Avion

Expertise juridique

sans objet

9- Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation

sans objet

10- Produits destinés au grand public

Émissions radio, TV, presse écrite

N. Ferlay : Article/brèves dans 20 minutes, La Voix du Nord, Direct Matin, Nord Éka, J'innove en Nord-Pas de Calais

N. Ferlay : Article dans Sciences et Vie, « Un super-nuage nommé MammatoCumulus », p. 72.74, décembre 2014.

Produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.

Dubuisson, P. (2017). Glossaire des grandeurs radiatives, *La Météorologie* - no 97 - mai 2017

Risi, C., Journé, V., Dufresne, J.-L. Grandpeix, J.-Y., Dubuisson, P., & Turbet, M. (2017). Les couleurs du ciel, *La Météorologie* - no 98 - août 2017.

Dubuisson, P. & Minvielle, F. (2017). Température et rayonnement infrarouge. *La Météorologie*, 99, 17-24. [10.4267/2042/63586](https://doi.org/10.4267/2042/63586)

Minvielle, F., Ferlay, N., Garrett, T. J. & Penide, G. (2015). Un mammatus à l'envers : par-delà le visible, des nuages inconnus !. *La Météorologie*, 90(8), 50-52. [10.4267/2042/56838](https://doi.org/10.4267/2042/56838)

Ferlay N.

- Nombreuses interviews suivies d'articles ou de brèves (voir ci-dessus) suite à la publication de l'article « Ferlay, N., T. J. Garrett, F., Minvielle, 2014 : Satellite observations of an unusual cloud formation near the tropopause, *J. of Atm. Sci.*, Vol. 71, No. 10, pages 3801-3815 ».
- Interview vidéo pour NordÉka et le dossier « Chercheur, quels métiers ! » : (lien <https://www.youtube.com/watch?v=IlybhVmd5cc>)

Pénide G.

When It Rains, It Doesn't Always Pour

Lien <https://asr.science.energy.gov/science/research-highlights/RNTE5/view>

Produits de médiation scientifique

Dubuisson P.

Mise en place depuis 2015 de formations PAF (Plan Académique de Formation), en collaboration avec la Maison pour La Science (MPLS) de l'Université de Lille, en collaboration avec et l'éducation Nationale sur le thème « Météorologie et Climat » (en moyenne deux à trois par an) et conférences sur « Effet de Serre et changement climatique » : à destinations des professeurs des écoles, des collèges et des lycées.

Parol F.

Expertise pour la séance de Planétarium « Les cailloux d'Elise » du Forum Départemental des Sciences du Nord, Centre François Mitterrand, Villeneuve d'Ascq, entre mars 2015 et mars 2016.

O. Pujol

Mise en évidence d'un cycle de la vapeur d'eau durant la saison sèche en Afrique de l'Ouest, communiqué dans le bulletin de l'INSU, le Mardi, 12 mai 2015

Débats science et société

Dubuisson P.

Conférence (2h) grand public au Nouveau Centre Culturel de LESQUIN le mardi 6 octobre 2015 (100 pers. environ) sur le thème « Le changement climatique » dans le cadre de la fête de la science 2015 dont le sujet portait sur le climat.

Parol F.

Rencontre-débat avec des ambassadeurs (15 pers. environ) de la Créativallée Nord-Pas de Calais sur le changement climatique et les activités du LOA dans ce contexte ; 13 janvier 2015

III - IMPLICATION DANS LA FORMATION PAR LA RECHERCHE

Pour la partie III nous avons décidé de présenter les réalisations pour l'ensemble du laboratoire et non pas par équipe, puisque les formations et les dispositifs d'accompagnement sont partagés et communs aux deux équipes de recherche.

Les réalisations sont donc listées dans la troisième partie de l'annexe 4 - Sélection des produits du LOA

ANNEXE 4 – Sélection des produits et activités de la recherche du LOA

Les parties I et II de l'annexe 4 ont été déclinées par équipe. Dans le cas de la partie III, correspondant à l'implication de l'unité dans la formation par la recherche, nous avons décidé de présenter les réalisations pour l'ensemble du laboratoire et non pas par équipe, puisque les formations et les dispositifs d'accompagnement sont partagés et communs aux deux équipes de recherche.

III - IMPLICATION DANS LA FORMATION PAR LA RECHERCHE

1- Produits des activités pédagogiques et didactiques

Ouvrages

1. J. Ph. Pérez (avec la participation de O. Pujol): Mécanique, fondements et applications. Dunod, 7e Ed., 2014, 862 p.
2. J. Ph. Pérez, C. Lagoute, O. Pujol, et É. Desmeules: Leçon de physique. De Boeck, 2014, 1560 p.
3. Pujol O. et Dubuisson P., Chapitre « Effet de serre », La lumière en lumière, Edts. Boulanger, S. Guellati-Khélifa, D. Hennequin et M. Stehle, EDP Sciences, Février 2016, (PRIX ROBERVAL 2016 - Coup de cœur des médias).

Les ouvrages ci-dessus s'adressent principalement à un public d'étudiants du supérieur et la diffusion est avant tout nationale puisque ces ouvrages sont en français

4. Herbin, H. et Dubuisson P., Observation infrarouge de l'atmosphère terrestre, ISTE Editions, Collection Système Terre - Environnement dirigée par André Marion, 222 pages, 2016.
5. Herbin, H. and Dubuisson P., Infrared Observation of the Earth's Atmosphere, ISTE Editions, Earth system -- environmental sciences, André Marion, 222 pages, 2016.

L'ouvrage ci-dessus édité en version française et anglaise s'adresse à des étudiants de master ou doctorat.

E-learning, moocs, cours multimedia, etc.

1. Parol F. (2017-2018) : E-learning, Création du cours « Changement Climatique » pour la Formation en Apprentissage du M2 Physique VS21 (classe virtuelle + plusieurs vidéos accessibles en ligne aux étudiants du master).
2. Pujol O. : Halos atmosphériques. Encyclopédie de l'environnement [en ligne]. Disponible sur <http://www.encyclopedie-environnement.org>
3. F. Waquet : Réalisation de vidéos pédagogiques et d'outils numériques
http://ressources.unisciel.fr/tp_virtuels/collection_complete/co/schema_equivalent_web_standart/co/module_schema_equivalent_2.html
http://ressources.unisciel.fr/tp_virtuels/collection_complete/co/regimes_alternatifs_mesures_SESI_web_standart/co/module_regimes_alternatifs_mesures_SESI_2.html

Enseignement – Formation

Les enseignements effectués par les membres du laboratoire sont principalement dispensés dans des matières « fondamentales » (Physique mais aussi Informatique) en Licence et Master ainsi que dans des matières thématiques, propres ou connexes aux spécialités du laboratoire. Les enseignements généraux de Physique et

d'informatique sont principalement effectués en Licence. Les disciplines spécialisées dans les sujets de recherche du laboratoire sont majoritairement dispensées en Master et plus marginalement en licence. On notera qu'un enseignement sur les bases de la physique de l'atmosphère est dispensé en 1^{ère} année de la licence de Géologie et un enseignement sur les bases de la télédétection en 2^{ème} année.

En master les membres du laboratoire interviennent majoritairement dans le Master de Physique de ULille, et plus particulièrement dans le parcours recherche « Lumière-Matière » de ce master. Au niveau M2 ils sont surtout présents dans les deux spécialités, M2 généraliste recherche (Lasers, Photonique, Spectroscopie et Optique Atmosphérique) et M2 International « Atmospheric Environment », porté par le Labex CaPPa.

Les disciplines qui sont enseignées en master par les membres du laboratoire sont la Physique de l'atmosphère, le Transfert Radiatif, le Climat et son évolution, la Météorologie, la Physico-Chimie de l'atmosphère, la Télédétection. Certains membres du laboratoire contribuent également à l'enseignement d'une UE intitulée « Traitement du signal et des données » en y apportant leurs compétences en traitement des données spatiales. Par ailleurs un cours sur « l'effet de serre et l'évolution du climat » est enseigné depuis plus de 8 ans dans le parcours professionnel de la spécialité « Veille Stratégique et Intelligence Industrielle » du Master « Physique » de Lille1. La quasi-totalité des supports de cours de master (mais aussi de licence) sont mis à disposition des étudiants sur la plateforme pédagogique Moodle de l'université de Lille. Le laboratoire achète régulièrement des livres spécialisés qui peuvent répondre aux besoins des étudiants en stage et en doctorat et les met à leur disposition dans sa bibliothèque propre.

De nombreux membres du LOA sont responsables d'Unités d'Enseignement dans les licences et masters dans lesquels ils interviennent, ce qui leur permet de jouer un rôle moteur dans le développement des enseignements scientifiques de ULille. D'autres jouent aussi ce rôle important en acceptant des fonctions d'administration et de gestion de l'enseignement qui sont souvent consommatrices de temps. De nombreux enseignants-chercheurs du laboratoire assument par ailleurs des fonctions de gestion lourdes comme la responsabilité de mention de licence, la direction des études, l'organisation des Travaux Pratiques ou la gestion des emplois du temps d'enseignants-chercheurs des grosses UE de Licence. Le tableau A-4.1 ci-après donne la liste des responsabilités principales occupées dans les différents cycles universitaires par les enseignants-chercheurs du laboratoire ces dernières années.

Nom	Niveau de formation	Responsabilité
P. Dubuisson	M2 Physique « Lumière Matière »	Directeur des Etudes
F. Parol	Doctorat	Directeur Etudes Doctorales
J. Riedi	M2 Physique « Instrumentation, Mesures et Qualité »	Directeur des Etudes
O. Pujol	Préparation Agrégation Externe	Responsable de formation
P. Dubuisson	Licence « Focus » Formation des professeurs des écoles	Resp. + Directeur des Etudes L2
H. Herbin	Licence SVT 1 ^{er} année	Responsable de l'UE de Physique
F. Parol	Licence SESI 1 ^{er} année filière PEIP (ingénieur)	Responsable de l'UE de Mécanique
G. Pévide	Licence SESI 1 ^{er} année	Responsabilité TPs S1
C. Cornet	Licence « FOCUS » Formation des professeurs des écoles	Directrice des Etudes L3
F. Minvielle	Licence SESI 1 ^{er} année, S1, UE Physique	Responsable de l'UE

Tableau A-4.1 : Responsabilités de formations des membres du laboratoire

Liste des unités de spécialité « Sciences de l'atmosphère » sous responsabilité du LOA:

L1 SVT « Sciences de l'Univers : Météorologie, Astrophysique et chimie de l'atmosphère » Resp. : F. Minvielle

L2 ST, « Approche physique de la Terre », Resp. : C. Cornet

L2 Physique, « Introduction à la physique de l'atmosphère » Resp. : L. Labonnote

L3 FOCUS, « LA Terre dans son environnement spatial et géophysique », Resp. : F. Minvielle.

M1 Physique fondamentale, « Atmosphère et Techniques Spectroscopiques », Resp. : F. Minvielle

M2 Physique parcours Lumière-Matière : « Transfert Radiatif dans l'atmosphère », Resp. P. : Dubuisson

M2 Physique parcours Lumière-Matière : « Télédétection et physique des aérosols et des nuages », Resp. : J. Riedi

M2 Physique parcours Lumière-Matière : « Applications de la télédétection », Resp. : P. Goloub

M2 Physique parcours Atmospheric Environment: « Radiative Transfer in the Atmosphere », Resp. : P. Dubuisson

M2 Physique parcours Atmospheric Environment: « Observation Systems for Atmospheric Composition », Resp. : P. Goloub

M2 Physique parcours « Veille Stratégique et Intelligence Industrielle » : « l'effet de serre et l'évolution du climat » : Resp. : F. Parol

2- Productions scientifiques (articles, ouvrages, etc.) issues des thèses

Karol Y. (2013)

1. Karol, Y., Tanré, D., Goloub, P., Verwaerde, C., Balois, J. Y., Blarel, L., Podvin, T., Mortier, A. & Chaikovsky, A. (2013). Airborne sun photometer PLASMA: concept, measurements, comparison of aerosol extinction vertical profile with lidar. *Atmos. Meas. Tech.*, 6(9), 2383-2389. [10.5194/amt-6-2383-2013](https://doi.org/10.5194/amt-6-2383-2013)

Fauchez T. (2013)

2. Fauchez, T., Cornet, C., Szczap, F., Dubuisson, P., and Rosambert, T.: Impacts of cirrus clouds heterogeneities on TOA thermal infrared radiation, *Atmos. Chem. Phys.*, 14, 5599–5615, 2014, doi:10.5194/acp-14-5599-2014.
3. Szczap F., Y. Gour, T. Fauchez, C. Cornet, T. Faure, O. Jourdan, and P. Dubuisson, A flexible three-dimensional stratocumulus, cumulus and cirrus cloud generator (3DCLoud) based on drastically simplified atmospheric equations and Fourier transform Framework, *Geosci. Model Develop. Vol. 7 , No. 4, p. 1779-1801 DOI 10.5194/gmd-7-1779-2014.*
4. Fauchez T., Dubuisson P., Cornet C., Szczap F., Garnier A., Pelon J., Meyer K., Impacts of cloud heterogeneities on cirrus optical properties retrieved from space-based thermal infrared radiometry, *Atmospheric Measurement Techniques*, 2015, 8, pp.633-647. <10.5194/amt-8-633-2015>.
5. Fauchez, T., A. B. Davis, C. Cornet, F. Szczap, S. Platnick, P. Dubuisson, and F. Thieuleux (2016), A fast hybrid (3-D/1-D) model for thermal radiative transfer in cirrus via successive orders of scattering, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121, doi:10.1002/2016JD025607 (**Editor Highlight**)

Lopatin A. (2013)

6. Lopatin, A., Dubovik, O., Chaikovsky, A., Goloub, P., Lapyonok, T., Tanré, D. & Litvinov, P. (2013). Enhancement of aerosol characterization using synergy of lidar and sun-photometer coincident observations: the GARRLiC algorithm. *Atmos. Meas. Tech.*, 6(8), 2065-2088. [10.5194/amt-6-2065-2013](https://doi.org/10.5194/amt-6-2065-2013)

Mortier A. (2013)

7. Mortier, A., Goloub, P., Podvin, T., Deroo, C., Chaikovsky, A., Ajtai, N., Blarel, L., Tanré, D. & Derimian, Y. (2013). Detection and characterization of volcanic ash plumes over Lille during the Eyjafjallajökull eruption. *Atmos. Chem. Phys.*, 13(7), 3705-3720. [10.5194/acp-13-3705-2013](https://doi.org/10.5194/acp-13-3705-2013)
8. Mortier, A., Goloub, P., Derimian, Y., Tanré, D., Podvin, T., Blarel, L., Deroo, C., Marticorena, B., Diallo, A. & Ndiaye, T. (2016). Climatology of aerosol properties and clear-sky shortwave radiative effects using Lidar and Sun photometer observations in the Dakar site. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121(11), 6489-6510. [10.1002/2015JD024588](https://doi.org/10.1002/2015JD024588)

Desmons M. (2014)

9. Desmons, M., Ferlay, N., Parol, F., Riedi, J. & Thieuleux, F. (2017). A Global Multilayer Cloud Identification with POLDER/PARASOL. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 56, 1121-1139. [10.1175/JAMC-D-16-0159.1](https://doi.org/10.1175/JAMC-D-16-0159.1)
10. Desmons, M., Ferlay, N., Parol, F., Mcharek, L. & Vanbauce, C. (2013). Improved information about the vertical location and extent of monolayer clouds from POLDER3 measurements in the oxygen A-band. *Atmos. Meas. Tech.*, 6(8), 2221-2238. [10.5194/amt-6-2221-2013](https://doi.org/10.5194/amt-6-2221-2013)

Ferarenka A. (2014)

11. Fedarenka, A., Dubovik, O., Goloub, P., Li, Z., Lapyonok, T., Litvinov, P., Barel, L., Gonzalez, L., Podvin, T. & Crozel, D. (2016). Utilization of AERONET polarimetric measurements for improving retrieval of aerosol

microphysics: GSFC, Beijing and Dakar data analysis. *J. of Quant. Spec. and Rad. Trans.*, 179, 72-97. [10.1016/j.jqsrt.2016.03.021](https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2016.03.021)

Louf V. (2014)

12. [Louf, V., Pujol, O. & Sauvageot, H. \(2016\). The Seasonal and Diurnal Cycles of Refractivity and Anomalous Propagation in the Sahelian Area from Microwave Radiometric Profiling. *J. Ocean. Atmos. Tech.*, 33, 2095-2112. \[10.1175/JTECH-D-14-00208.1\]\(https://doi.org/10.1175/JTECH-D-14-00208.1\)](#)
13. [Louf, V., Pujol, O., Sauvageot, H. & Riedi, J. \(2015\). Seasonal and diurnal water vapour distribution in the Sahelian area from microwave radiometric profiling observations. *Quar. J. Roy. Meteo. Soc.*, 141\(692\), 2643-2653. \[10.1002/qj.2550\]\(https://doi.org/10.1002/qj.2550\)](#)
14. [Louf, V., Pujol, O., Sauvageot, H. & Riedi, J. \(2014\). The Dual-Wavelength Method for Hailstorm Detection by Airborne Radar. *IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens.*, 52\(11\), 7327- 7335. \[10.1109/TGRS.2014.2311316\]\(https://doi.org/10.1109/TGRS.2014.2311316\)](#)
15. [Pujol, O., Louf, V. & Sauvageot, H. \(2014\). L'estimation du risque météorologique par les radars embarqués sur les avions commerciaux. *La Météorologie*, 84, 29-41. \[10.4267/2042/53185\]\(https://doi.org/10.4267/2042/53185\)](#)
16. [Louf, V., Pujol, O., Sauvageot, H. & Riedi, J. \(2014\). Simulation of Airborne Radar Observations of Precipitating Systems at Various Frequency Bands. *IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens.*, 52\(3\), 1627-1634. \[10.1109/TGRS.2013.2252910\]\(https://doi.org/10.1109/TGRS.2013.2252910\)](#)

Peers F. (2015)

17. [Peers, F., Waquet, F., Cornet, C., Dubuisson, P., Ducos, F., Goloub, P., Szczap, F., Tanré, D. & Thieuleux, F. \(2015\). Absorption of aerosols above clouds from POLDER/PARASOL measurements and estimation of their direct radiative effect. *Atm. Chem. Phys.*, 15\(8\), 4179-4196. \[10.5194/acp-15-4179-2015\]\(https://doi.org/10.5194/acp-15-4179-2015\)](#)
18. [Waquet, F., Peers, F., Goloub, P., Ducos, F., Thieuleux, F., Derimian, Y., Riedi, J., Chami, M. & Tanré, D. \(2014\). Retrieval of the Eyjafjallajökull volcanic aerosol optical and microphysical properties from POLDER/PARASOL measurements. *Atmos. Chem. Phys.*, 14\(4\), 1755-1768. \[10.5194/acp-14-1755-2014\]\(https://doi.org/10.5194/acp-14-1755-2014\)](#)
19. [Peers, F., Bellouin, N., Waquet, F., Ducos, F., Goloub, P., Mollard, J., et al. \(2016\). Comparison of aerosol optical properties above clouds between POLDER and AeroCom models over the South East Atlantic Ocean during the fire season. *Geophysical Research Letters*, 43, 3991-4000. doi:10.1002/2016GL068222.](#)

Bovchaliuk V. (2016)

20. [Bovchaliuk, V., Goloub, P., Podvin, T., Veselovskii, I., Tanré, D., Chaikovskiy, A., Dubovik, O., Mortier, A., Lopatin, A., Korenskiy, M. & Victor, S. \(2016\). Comparison of aerosol properties retrieved using GARRLIC, LIRIC, and Raman algorithms applied to multi-wavelength lidar and sun/sky-photometer data. *Atmos. Meas. Tech.*, 9\(7\), 3391-3405. \[10.5194/amt-9-3391-2016\]\(https://doi.org/10.5194/amt-9-3391-2016\)](#)
21. [Veselovskii, I., Goloub, P., Podvin, T., Bovchaliuk, V., Derimian, Y., Augustin, P., Fourmentin, M., Tanré, D., Korenskiy, M., Whiteman, D. N., Diallo, A., Ndiaye, T., Kolgotin, A. & Dubovik, O. \(2016\). Retrieval of optical and physical properties of African dust from multiwavelength Raman lidar measurements during the SHADOW campaign in Senegal. *Atmos. Chem. Phys.*, 16\(11\), 7013-7028. \[10.5194/acp-16-7013-2016\]\(https://doi.org/10.5194/acp-16-7013-2016\)](#)

Nohra R. (2016)

22. [Nohra, R., Parol, F. & Dubuisson, P. \(2015\). Caractérisation optique et géométrique des cirrus au-dessus de Lille à partir de mesures lidar sur la période 2013. *Lebanese Science Journal*, 16, 23-33.](#)

Coopman Q. (2016)

23. [Coopman, Q., Garrett, T. J., Finch, D. P. & Riedi, J. \(2017\). High Sensitivity of Arctic Liquid Clouds to Long-Range Anthropogenic Aerosol Transport. *Geophys. Res. Lett.*, 45\(1\), 372-381. \[10.1002/2017GL075795\]\(https://doi.org/10.1002/2017GL075795\) \(**Editor Highlight**\)](#)
24. [Coopman, Q., Garrett, T. J., Riedi, J., Eckhardt, S. & Stohl, A. \(2016\). Effects of long-range aerosol transport on the microphysical properties of low-level liquid clouds in the Arctic. *Atmos. Chem. Phys.*, 16\(7\), 4661-4674. \[10.5194/acp-16-4661-2016\]\(https://doi.org/10.5194/acp-16-4661-2016\)](#)

Merlin G. (2016)

25. Merlin, G., Riedi, J., C.-Labonnote, L., Cornet, C., Davis, A. B., Dubuisson, P., Desmons, M., Ferlay, N. & Parol, F. (2016). Cloud information content analysis of multi-angular measurements in the oxygen A-band: application to 3MI and MSPI. *Atmos. Meas. Tech.*, 9(10), 4977-4995. [10.5194/amt-9-4977-2016](https://doi.org/10.5194/amt-9-4977-2016)
26. Davis, A., Merlin, G., C.-Labonnote, L., Riedi, J., Cornet, C., Dubuisson, P., Ferlay, N., Min, Q., Yang, Y. & Marshak, A. (2018). Cloud information content in EPIC/DSCOVR's oxygen A- and B-band channels: An optimal estimation approach. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, 216, 6-16. [10.1016/j.jqsrt.2018.05.007](https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2018.05.007)

Unga F. (2017)

27. Derimian, Y., Choël, M., Rudich, Y., Deboudt, K., Dubovik, O., Laskin, A., Legrand, M., Damiri, B., Koren, I., Unga, F., Moreau, M., Andreae, M. O. & Karnieli, A. (2017). Effect of sea breeze circulation on aerosol mixing state and radiative properties in a desert setting. *Atmos. Chem. Phys.*, 17(18), 11331-11353.
28. Unga, F., Choël, M., Derimian, Y., Deboudt, K., Dubovik, O., Goloub, P. (2018). Microscopic observations of core-shell particle structure and implications for atmospheric aerosol remote sensing, (JGR in review)

Rivellini L. (2017)

29. Rivellini, L.-H., Chiapello, I., Tison, E., Fourmentin, M., Féron, A., Diallo, A., N'Diaye, T., Goloub, P., Canonaco, F., Prévôt, A. S. H. & Riffault, V. (2017). Chemical characterization and source apportionment of submicron aerosols measured in Senegal during the 2015 SHADOW campaign. *Atmos. Chem. Phys.*, 17(17), 10291-10314

Deaconu L. (2017)

30. Deaconu, L. T., Waquet, F., Josset, D., Ferlay, N., Peers, F., Thieuleux, F., Ducos, F., Pascal, N., Tanré, D., Pelon, J. & Goloub, P. (2017). Consistency of aerosols above clouds characterization from A-Train active and passive measurements. *Atmos. Meas. Tech.*, 10, 3499-3523

Li L. (2018)

31. Li, L., Dubovik, O., Derimian, Y., Schuster, G. L., Lapyonok, T., Ducos, F., Fuertes, D., Li, Z., Huang, X., Chen, C., Litvinov, P., Lopatin, A., Torres, B. (2018). Retrievals of aerosol composition from POLDER/PARASOL satellite remote sensing observations (JGR in review)

Chen C. (2018)

32. Chen, C., O. Dubovik, D. K. Henze, T. Lapyonok, M. Chin, F. Ducos, P. Litvinov, X. Huang, and L. Li, Retrieval of Desert Dust and Carbonaceous Aerosol Emissions over Africa from POLDER/PARASOL Products Generated by GRASP Algorithm, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/acp-2018-35>, 2018.

Patou M. (2018)

33. Patou, M., J. Vidot, J. Riedi, and G. Penide (2018) : Prediction of the onset of heavy rain using SEVIRI cloud observations, (accepted in JAMC).
34. Patou, M., J. Riedi, J. Vidot, and T. Garrett (2016) : Temporal analysis of cloud parameter fields before heavy rainfall events over France, Proceedings for the 2016 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, 26-30 september 2016, Darmstadt, Germany. https://www.eumetsat.int/website/home/News/ConferencesandEvents/DAT_2833302.html

3- Efficacité de l'accompagnement des étudiants et qualité de leur encadrement (financement, durée des thèses, taux d'abandon)

Le taux d'encadrement des thèses au laboratoire s'est maintenu durant le contrat en cours puisque trois collègues ont soutenu leur HDR, compensant ainsi les départs à la retraite de collègues habilités. Actuellement 9 membres du laboratoire sont habilités à Diriger des Recherches puisque D. Tanré, qui terminait

l'encadrement d'une thèse en 2013, est devenu DR émérite en cours de contrat. Le tableau A-4.2 ci-dessous présente une synthèse de la répartition du nombre de thèses encadrées depuis le 01/01/2013, soutenues ou en cours, par collègue habilité.

Nom	Statut	Equipe	Nombre de thèses dirigées (en 1 ^{er} nom)	Nombre de thèses co-dirigées (en 2 ^{eme} nom)
C. Cornet	PR	IRN	1	1
P. Dubuisson	PR	IRN	2	1
P. Goloub	PR	IAR	8	
H. Herbin	PR	IAR	2	1
F. Parol	PR	IRN	4	1
O. Pujol	MC HDR	IRN	1	
J. Riedi	PR	IRN	5	
I. Chiapello	CR HDR	IAR	3	
O. Dubovik	DR	IAR	3	
D. Tanré	DREM	DREM	1	
Total			30	
Moyenne			3	

Tableau A-4.2 : Répartition des thèses encadrées sur la période 2013-2018

On constatera que le taux moyen d'encadrement est de 3 doctorants par HDR avec un maximum de 8 sur la période de 5 ans, ce qui est raisonnable et souhaitable pour aboutir à un encadrement efficace et un accompagnement continu.

Durant le présent contrat le nombre de stagiaires de M2 Lillois s'est maintenu (29 étudiants sur la période), probablement en partie du fait de la meilleure visibilité des activités du laboratoire dans le nouveau parcours du master de Physique. En complément nous avons bénéficié de la création des filières « double diplôme » avec l'Université Libanaise et l'Université de Oujda. De même la création de la filière internationale « Atmospheric Environment » du parcours « Lumière-Matière » du M2 de Physique a contribué à l'arrivée de stagiaires de M2 étrangers, dont quelques uns ont choisi de faire leur stage puis une thèse au LOA.

Le nombre de thèses soutenues durant la période 2013-2018 a presque doublé par rapport à celui du précédent contrat (18 contre 10). Il est clair que la diversification des co-financements et les apports budgétaires du labex y ont largement contribué comme on peut le constater dans le tableau ci-dessous. Comme cela avait été souligné dans le bilan, section 2 – Présentation de l'écosystème de l'unité, nos principaux partenaires (CNES et Région Hdf) ont fortement soutenu le laboratoire et l'université de Lille a, en général, accepté de nous accompagner sur les sujets co-financés par nos partenaires. La politique de co-financement de thèse du labex a exercé un effet-levier évident auprès de notre tutelle universitaire et nos partenaires.

Le tableau A-4.3 ci-dessous rassemble les informations sur les financements et la durée des thèses soutenues sur la période 2013-2018

Année de soutenance	Nom	Equipe	Financement	Durée de la thèse (mois)	Dernière situation connue
2013	Y. Karol	IAR	CNES-CNRS	48	Ingénieure chez GRASP-SAS
2013	A. Lopatin	IAR	Ambassades	48	Ingénieur chez GRASP-SAS
2013	T. Fauchez	IRN	CNRS-DGA	38	Ch. contractuel – NASA/GSFC (USA)
2013	A. Mortier	IAR	ULille	38	Ch. contractuel – Met. Off. (Norvège)
2014	M. Desmons	IRN	CNES-Région HdF	46	Ch. contractuelle – KNMI (Pays-Bas)
2014	A. Fedarenka	IAR	CIMEL-Région HdF	47	Chercheur (Biellorussie)
2014	V. Louf	IRN	ULille-Région HdF	37	Ch. contractuel - Monash Univ. Melbourne (Australie)
2015	F. Peers	IAR	ULille	38	Ch. Contractuelle UK Met. Office
2016	V. Bovchaliuk	IAR	ULille-Région HdF	48	
2016	R. Nohra	IRN	ULille-Région HdF	40	Prof. du Secondaire (Arras, France)
2016	Q. Coopman	IRN	ULille	38	Postdoc au KIT (Allemagne)
2016	G. Merlin	IRN	CNES-Région HdF	38	Prépa. CAPES
2016	J. Rusalem	IAR/IRN	ULille-Région HdF	Abandon	Ing. d'Etude dans une SSI (France)
2017	F. Unga	IAR	CaPPA-Région HdF	41	Postdoc à Chypre

2017	L. Rivellini	IAR	CaPPA	38	Postdoc à Hong Kong
2017	L. Deaconu	IAR	CaPPA-ULille	38	Postdoc à Oxford
2018	L. Li	IAR	CaPPA-Région HdF	39	Ch. Contractuel (Chine)
2018	C. Chen	IAR	Allocation Chinoise	39	Postdoc (LOA)
2018	M Patou	IRN	ULille-MétéoFrance	42	Ing. Recherche contractuel AERIS

Tableau A-4.3 : financements et durées des thèses soutenues sur la période 2013-2018

Pour toutes les thèses soutenues les étudiants avaient signé un contrat doctoral ou un contrat de recrutement dans le cas de financements spécifiques (provenant d'organismes étrangers par exemple). Ils ont tous bénéficié d'un financement, même si on peut regretter que le montant de certaines allocations de recherche reste trop modeste. C'est le cas notamment des financements octroyés par les ambassades pour des thèses en cotutelle. Dans ce type de situation le laboratoire soutient financièrement l'étudiant lors de son séjour au laboratoire. Il faut souligner que le LOA accueille aujourd'hui plus de doctorants étrangers que par le passé.

La durée des thèses est généralement de 38 à 39 mois et plusieurs des thèses qui sont allées au-delà étaient des thèses en cotutelle avec des laboratoires étrangers. Les étudiants ont passé plusieurs mois supplémentaires dans leur laboratoire d'origine avant de pouvoir soutenir leur thèse. Cela a été notamment le cas pour les étudiants d'origine biélorusse. On notera que le taux d'abandon a été heureusement très faible (1/19), le seul abandon étant dû à des soucis de santé de l'étudiant.

Au delà des 36 mois de financement et à la suite du contrat doctoral, le laboratoire s'engage à soutenir les doctorants qui, pour des raisons justifiées, ne réussissent pas à terminer leur thèse en trois ans. Dans quelques cas cela passe par le soutien à l'obtention d'un poste ATER à la Faculté des Sciences et Technologies. Dans la majorité des cas c'est le laboratoire qui soutient financièrement l'étudiant jusqu'à sa soutenance, afin de terminer sa thèse dans de bonnes conditions. Le doctorant est alors sous contrat avec ULille ou le CNRS en fonction des crédits utilisés.

4- Suivi des doctorants en liaison avec les écoles doctorales et attention portée à l'insertion professionnelle des docteurs

A leur arrivée dans le laboratoire, l'ensemble des stagiaires de M2 et les jeunes doctorants bénéficient d'une formation de base et d'un appui technique en informatique si nécessaire. Le laboratoire finance des cours de français à tous les doctorants étrangers afin de faciliter leur intégration. Si possible, ils participent à un colloque, un symposium, une école, une fois par an et sont encouragés régulièrement à présenter leur travail lors de séminaires ou de la journée des doctorants du laboratoire ou à l'extérieur. Par ailleurs une journée des doctorants est organisée par l'Institut de l'Environnement, l'IRePSE, et par le labex CaPPA une fois par an. Les doctorants du laboratoire sont invités à y présenter leurs résultats et ainsi à échanger avec les chercheurs d'autres disciplines.

Depuis 2010, l'ED-104 a mis en place des Directeurs d'Etudes Doctorales (DED) sectoriels dont la mission est d'assurer un relai de l'ED et un suivi de proximité des doctorants au sein des domaines scientifiques de l'ED. Ces DED sont à la disposition des doctorants pour les conseiller sur leur parcours de formation doctorale, le choix de leurs formations, et pour répondre à toute question en relation avec la thèse. Ils assurent également un entretien annuel de réinscription, avec un bilan de l'avancement de la thèse et des perspectives de soutenance. A cette occasion, ils valident les crédits pour les formations suivies durant l'année écoulée. Ils apportent leurs conseils pour le choix des formations à venir. En cas de difficultés, ils sont les premiers relais de l'ED pour trouver une solution précoce. Depuis 2015, F. Parol est l'un de ces DED. C'est C. Brogniez qui assurait ce rôle auparavant. Il assure le lien entre l'ED-104 et les étudiants du LOA et du LPCA (Université du Littoral Côte d'Opale).

Depuis 2016, la généralisation des comités de suivi de thèses s'est effectuée, avec l'obligation d'organiser au moins un comité sur la durée de la thèse. Le DED est chargé de veiller à la tenue de ces comités dans le secteur dont il a la charge.

En 2016, l'ED a introduit un entretien préparatoire à la soutenance, concrétisé par la mise en place d'une « autorisation d'engager la procédure de soutenance ». Au cours de cet entretien, le bilan final du parcours doctoral est réalisé, et le DED vérifie que les conditions requises pour la soutenance sont réunies : minimum de 60 crédits de formation validés, valorisation des travaux de recherche par au minimum une publication ou une communication orale dans un congrès effectuée par le doctorant.

Pour sa communication interne, l'Ecole Doctorale dispose d'une liste de diffusion à destination des encadrants (edsmre-info), et de listes de diffusions pour les doctorants (classés par année : doctsmre1, doctsmre2, etc...). Ces listes sont gérées sous le protocole SYMPA par le CRI de l'université de Lille. C'est par ce canal que transitent les différentes informations : annonces de conférence de l'ED, offres de formations, de post-docs, d'emploi, ainsi que les annonces administratives. Elles sont systématiquement relayées en interne par le DED du laboratoire.

L'insertion des jeunes docteurs après leur thèse est encouragée en les incitant notamment à participer aux Doctoriales qui sont organisées annuellement par le Collège Doctoral. Ceux qui décident de poursuivre par un postdoctorat afin de s'intégrer in fine dans la recherche académique bénéficient des réseaux de recherche des membres du laboratoire. Pour l'ensemble des thèses soutenues durant la période 2013-2018, le devenir du docteur est précisé dans le tableau A-4.3 lorsque la situation est connue.

5- Labellisation nationale ou internationale des formations (Erasmus mundus p. ex.)

Dubuisson P.

Responsabilité de trois parcours de Master 2 :

M2 International « Atmospheric Environment », porté par le Labex CaPPa

M2 généraliste recherche - Double Diplôme avec l'Université libanaise (Beyrouth)

M2 généraliste recherche - Double Diplôme avec l'Université de Oujda (Maroc)

6- Accompagnement des séminaires de doctorants par des chercheurs ; degré de participation des doctorants à la vie de l'entité de recherche

La politique du laboratoire est d'encourager l'ensemble des doctorants à effectuer au moins une conférence en anglais durant leur thèse et si possible dans une grande conférence internationale (EGU, AGU, ...). Le laboratoire organise également une journée des doctorants à l'automne, avec présentations orales et posters, qui permet d'effectuer un tour d'horizon de leurs résultats récents ou en cours et favorise les échanges entre groupes et l'intégration des doctorants entrants. Les différentes structures de coordination et projets auxquels contribue le laboratoire (IRePSE, CaPPa, CLIMIBIO) ont mis en place également des séminaires et/ou journées annuelles des doctorants qui favorisent par ailleurs l'animation scientifique du secteur de l'environnement lillois.

Les doctorants sont impliqués à de nombreux niveaux dans la vie de l'unité. Ils ont un représentant élu au Conseil de laboratoire. Tous les doctorants participent aux réunions organisées par le responsable de leur équipe de recherche respective. Ils contribuent régulièrement aux actions de communications (accueil de visiteurs extérieurs, de collégiens et lycéens).

Environ les deux tiers des doctorants de la période 2015-2018 ont effectué des enseignements en tant que moniteurs (64h/an), soit durant leurs 2ème et 3ème année, soit durant la 3ème année uniquement. Ils ont été intégrés dans les équipes pédagogiques des formations de l'ex-UFR de Physique, de l'IUT ou de l'Ecole de Chimie en fonction de leur demande et de la disponibilité d'heures d'enseignement.

7- Mobilisation des chercheurs dans le montage de formation de niveau master

Dubuisson P.

Responsabilité (Directeur des Etudes et Président de jury) du Master 2 Mention Physique – Parcours « Lumière-Matière », comprenant cinq spécialités:

M2 généraliste recherche (Lasers, Photonique, Spectroscopie et Optique Atmosphérique)

M2 International « Atmospheric Environment », porté par le Labex CaPPa

M2 généraliste recherche - Double Diplôme avec l'Université libanaise (Beyrouth)

M2 généraliste recherche - Double Diplôme avec l'Université de Oujda (Maroc)

M2 Lasers et applications – M2 à vocation professionnelle

Riedi J.

Responsabilité (Directeur des Etudes et Président de jury) du Master 2 Mention Physique – Parcours « Instrumentation, Mesures et Qualité »

Dossier d'autoévaluation des unités de recherche

Pujol O.

Responsable du parcours du Master de Physique « Préparation Agrégation Externe de Physique ».