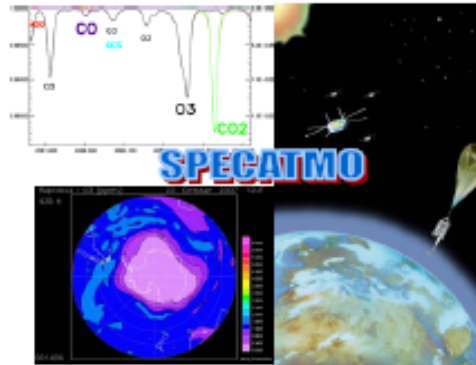


DESCRIPTION DU PROJET

Pièce 3

DE LA SPECTROSCOPIE A L'ATMOSPHERE : MESURES ET MODELES



THEME : Maîtrise des techniques de mesures optiques et de simulations mises en œuvre pour l'étude de la composition chimique de l'atmosphère terrestre.

Comité Scientifique :

- **HURET Nathalie**, Maître de Conférences (HDR) LPCE/UMR 6115 CNRS, Université d'Orléans et OSUC, membre du conseil scientifique du programme national de chimie atmosphérique (LEFE-CHAT) de l'INSU.
nathalie.huret@cnrs-orleans.fr
- **PERRIN Agnès**, DR. CNRS au LISA (UMR 7583 Université Paris 7, Université Paris Est et CNRS). Responsable scientifique du Laboratoire Européen Associé HiRes. Membre du conseil scientifique de la base de données spectroscopiques HITRAN. perrin@lisa.univ-paris12.fr
- **LACOME Nelly**, PR. , UMR 7075, Responsable du Directoire de la Recherche et de la Valorisation à l'Université Pierre et Marie Curie.
- **FLAUD Jean-Marie**, Dr-ex CNRS, Directeur du LISA Créteil,
- **CATOIRE Valéry**, Maître de Conférences (HDR) LPCE/CNRS, Université d'Orléans et OSUC, responsable de l'équipe atmosphère du LPCE.
- **HAUCHECORNE Alain**, DR. CNRS, Directeur du Service d'Aéronomie-IPSL, Paris.

Comité d'Organisation :

- **Nathalie Huret**, Maître de Conférences (HDR), LPCE/CNRS, Université d'Orléans et OSUC.
- **Agnès Perrin**, DR. CNRS, LISA.
- **Gilles Poulet**, PR. et directeur adjoint du LPCE-CNRS, Université d'Orléans et OSUC.
- **Gwenaél Berthet**, CR. LPCE-CNRS et OSUC, Orléans.
- **Daubin Jeanine**, Responsable de la formation permanente, CNRS- Délégation Centre Poitou-Charentes
- **Vergès Elisabeth**, directeur de l'Observatoire des Sciences de l'Univers de la région centre (OSUC).

SITUATION SCIENTIFIQUE ET OBJECTIFS :

Les enjeux :

Justification de l'intérêt du thème et des objectifs de l'Ecole sur le plan de la recherche:

- *A partir de quels constats, analyses, diagnostics concernant la recherche ce projet a-t-il été élaboré?*

La compréhension et le suivi de la composition chimique de l'atmosphère terrestre s'appuient sur le développement d'instruments embarqués sur différents types de vecteurs (avions, ballons stratosphériques, plateformes satellites) utilisant des techniques de mesures optiques dans les domaines UV-visible, infrarouge, micro-onde. Ces techniques ont pu être mises en œuvre grâce à l'apport des spectroscopistes de laboratoire qui s'attachent à caractériser les spectres d'absorption et d'émission des différentes espèces chimiques atmosphériques.

Cependant les différentes communautés scientifiques actrices de cette problématique (spectroscopistes de laboratoire et physico-chimistes de l'atmosphère) travaillent le plus souvent en parallèle et ont peu d'interactions. Le but de cette Ecole est de rassembler des chercheurs, des enseignants-chercheurs ainsi que des jeunes chercheurs ou post-doctorants pour leur donner des compétences solides dans le domaine situé à la frontière entre la physico-chimie de l'atmosphère et la physique moléculaire. Il est prévu de rassembler des jeunes chercheurs et des chercheurs plus expérimentés issus de ces communautés afin de créer une forte synergie pour améliorer leur compétitivité au niveau international avec des transferts directs et rapides des résultats obtenus en laboratoire vers les mesures atmosphériques (définitions des molécules clés à mesurer – et accessibles à la mesure, gammes de longueurs d'onde à échantillonner, amélioration de la précision des mesures spectroscopiques de certaines espèces à des températures réalistes par rapport aux conditions atmosphériques). Cette synergie sera également mise au service de la stratégie de développement des instrumentations des missions futures et ce dans le contexte international de la prévision opérationnelle de la qualité de l'air.

Le but de cette école est également de mettre en commun les compétences et de développer des collaborations afin d'aboutir à une meilleure compréhension des grands problèmes actuels soulevés par les physiciens et les chimistes de l'atmosphère terrestre autour des méthodes optiques de sondage de l'atmosphère dans le domaine micro-onde, infrarouge et/ou du visible ultraviolet.

- *Correspond-il à un axe prioritaire de développement formulé par le(s) département(s) scientifique(s)?*

En 2005 une réunion nationale « L'interface chimie-spectroscopie atmosphériques » a été organisée par l'INSU à Villeneuve d'Ascq les 7 et 8 avril afin de faire interagir ces communautés.

Plus récemment, au cours du dernier colloque à Dijon en septembre 2007 (« The Twentieth Colloquium on High Resolution Molecular Spectroscopy ») ainsi que pendant la réunion de l'ICSA (Interfaces Chimie-Spectroscopie Atmosphériques) à Marseille en juin 2007 et au cours du premier congrès associé à l'instrument satellite IASI (Infrared Atmospheric Sounding Interferometer) à Anglet en novembre 2007, il a été mis en évidence la nécessité

d'organiser une telle école. En Mai dernier le colloque du pôle de compétence thématique de Chimie Atmosphérique ETHER (CNRS/INSU/CNES/IPSL), a réuni ces différentes communautés autour des questionnements associés au développement de la base de données et des activités associées (modélisation, analyse de données). Il est apparu au cours de toutes ces discussions la nécessité de développer les liens et interactions entre ces communautés et d'apporter une valeur ajoutée au niveau national en terme de valorisation des données satellites, ballons et avions. Ce projet s'inscrit parfaitement bien dans un des axes prioritaires du département "Planètes Univers". En outre le conseil scientifique du programme national de chimie atmosphérique (LEFE-CHAT) de l'INSU a émis à plusieurs reprises le souhait du rapprochement des communautés de physique moléculaire et de physico-chimie de l'atmosphère. Annuellement, environ 40 projets sont soumis auprès de ce conseil mais il s'avère que, au cours des 5 dernières années, seul un projet rassemblait des spécialistes de ces deux communautés.

Cette école participera donc à la structuration de la communauté afin de donner aux futurs chercheurs de solides notions sur ces 2 thèmes scientifiques et les amener vers cette double approche afin de réunir à terme ces deux communautés pour des objectifs communs .

- Le projet accompagne-t-il un groupe structuré (GDR, GIS...) s'ouvrant à la communauté scientifique?

Il accompagne une des thématiques majeures "L'atmosphère de la Terre et des planètes géantes" du Laboratoire Européen (LEA) « Spectroscopie Moléculaire à Haute Résolution » (<http://hires.ulb.ac.be/members.htm>), coordonné par Agnès Perrin (LISA, Créteil). Il est aussi partie prenante du GDR de spectroscopie moléculaire (GdR SPECMO). Il s'inscrit enfin également au sein des groupes de validation des satellites européens ODIN, ENVISAT, IASI et canadien SCIAT-ACE. Il s'appuie également sur le pôle thématique ETHER.

(<http://ether.ipsl.jussieu.fr>)

- S'agit-il d'un projet novateur relié à l'émergence d'une thématique ou d'une technique?

Comme mentionné plus haut le projet est novateur dans le sens où il réunit plusieurs communautés scientifiques (spectroscopistes, physiciens de l'atmosphère, chimistes de l'atmosphère, modélisateurs) autour de l'étude de molécules d'intérêt atmosphérique afin de construire une synergie permettant de répondre au mieux aux problématiques scientifiques actuelles et émergentes liées à la compréhension des mécanismes atmosphériques et climatiques.

- S'agit-il d'un projet interdisciplinaire, destiné à faire se rencontrer des communautés scientifiques?

Absolument, comme indiqué ci-dessus, l'enjeu est de réunir plusieurs communautés scientifiques (spectroscopistes, physiciens de l'atmosphère, chimistes de l'atmosphère, modélisateurs).

- Quels sont les objectifs scientifiques de l'école?

Ils sont multiples et présentés ci-dessous :

1. Fournir aux physiciens moléculaires des compétences solides en physico-chimie de l'atmosphère afin de permettre la définition des objectifs scientifiques précis en

ce qui concerne les molécules à étudier et les domaines spectraux pertinents pour le développement d'instruments atmosphériques.

2. Donner aux physiciens et chimistes de l'atmosphère une vision réaliste et quantitative (en terme de précision par exemple) des possibilités des méthodes optiques de détection de ces espèces.
3. Etablir un état des lieux des techniques spectroscopiques actuelles et de leurs avantages et limites en ce qui concerne les applications atmosphériques.
4. Donner aux spécialistes de la modélisation atmosphérique les connaissances nécessaires leur permettant d'expertiser les mesures atmosphériques qu'ils utilisent et utiliseront de plus en plus pour contraindre leurs simulations.

- *Quels sont les objectifs stratégiques de l'école? (par rapport à une politique, affichée ou non)*

La stratégie de l'école est de décroisonner les différentes communautés scientifiques pour :

1. Former les chercheurs pour permettre le décroisonnement des communautés.
2. Sensibiliser les physiciens de l'atmosphère à l'intérêt des nouvelles techniques spectroscopiques expérimentales et théoriques de la phase gazeuse disponibles actuellement.
3. Donner aux physiciens moléculaires des informations précises afin qu'ils soient en lien direct avec les questions scientifiques actuellement en jeu dans la communauté des physiciens de l'atmosphère.
4. Etablir un dialogue fructueux entre les deux communautés et mettre en place des projets coordonnés pour la préparation de futures missions satellite.

Objectifs de formation :

- *Justification du choix du "dispositif école"*

Le choix du dispositif s'est porté sur une « école thématique » en raison de l'absence d'émergence de projets coordonnés sur la base des différents acteurs (physiciens moléculaires et physico-chimistes de l'atmosphère) au sein du programme national. Cette école trouve sa source également dans les contacts développés au cours des congrès associés aux missions satellites. Contrairement à un colloque où des résultats scientifiques sont présentés en parallèle, une école thématique va permettre aux acteurs de ces différents domaines de travailler sur un projet commun. De plus une école apportera cette double compétence à la source pour les chercheurs de demain de ces différentes communautés scientifiques.

Public concerné :

- *prioritairement*

L'école s'adresse prioritairement aux jeunes chercheurs et post-doctorants. Elle est dédiée aux physiciens moléculaires concernés par l'étude de molécules d'intérêt atmosphérique ou qui voudraient s'initier à ce type de problèmes, ainsi qu'aux physiciens ou chimistes de l'atmosphère qui souhaiteraient savoir mieux tirer partie des spectres enregistrés par leurs instruments.

- secondairement

L'école s'adresse aux chercheurs confirmés en spectroscopie moléculaire, physiciens, chimistes concernés par l'étude de molécules d'intérêt atmosphériques ou qui voudraient s'initier à ce type de problèmes.

- Pour quelles raisons ? A partir de quels constats, analyses, diagnostics ce public est-il ciblé?

Double compétence des futurs chercheurs et interaction entre les communautés de spectroscopie de laboratoire et de physico-chimie de l'atmosphère.

- L'école répond-elle à une demande de la part des participants potentiels?

Le programme de l'école répond à la demande directe des laboratoires suivants :

LISA- UMR 7583, sections 4 et 19, Créteil

PhLAM-UMR8523, pour les sections 4, 13 et 18, Villeneuve d'Ascq

LADIR-UMR 7075, section 13, Paris

LPMAA- UMR 7092, sections 4 et 19, Paris

LPCE-UMR 6115, section 19, Orléans

GSMA- UMR 6089, section 4 et 19, Reims

SA-IPSL, section 19, Paris

Les laboratoires suivants seront également partie prenante de cette école.

LOA, section 19

LPM-UPR3361, section 4, Orsay

LSP -UMR 5588, section 04, Grenoble

LASIM-UMR 5579 à Lyon, section 04, Lyon

Laboratoire d'Aérologie (LA), UMR5560, section 19, Toulouse

Le CNRM, Toulouse

Le CERFACS (SU du CERFACS, l'URA 1875), section 19, Toulouse

Le LSCE, UMR 1572, section 19, Saclay et Gif sur Yvette

Le LMD UMR 8539, section, 19, Paris

ICARE, UPR 3021 section 10, Orléans.

LAMP, UMR 6016, section 19, Clermont-Ferrand.

- Existe-il une population concernée à priori? Disponibilité de cette population, motivation?

La population concernée est celle des doctorants, post-doctorants et jeunes chercheurs commençant à travailler sur ce thème dans différents laboratoires. Cette population a priori est disponible dans la période prévue (1 semaine début Juin 2009).

- Existe-t-il au sein du public ciblé des ressources liées à la formation (intervenants, transferts potentiels de savoirs)?

Il existe beaucoup d'experts capables de transmettre leur savoir et ce, dans chacune des disciplines relevant de la thématique. Le comité scientifique s'appuie d'ailleurs sur des chercheurs et des enseignants-chercheurs participant de manière active aux formations de MASTER associées à leurs unités de recherche respectives.

Pré requis :

- *Quelles sont les connaissances pré-requises pour suivre avec profit l'enseignement dispensé par l'école?*

Niveau Master en Sciences Physiques (Physique, Chimie ou Physique de l'atmosphère),

- *Une mise à niveau préliminaire (principalement dans le cas de thématique interdisciplinaire) sera-t-elle nécessaire?*

Le programme de l'école a été spécialement construit de manière à répondre aux besoins des différentes communautés visées.

- *Sera-t-elle intégrée à l'école?*

Pour chaque cours, des rappels indispensables seront donnés aux participants. Pendant 1 jour et demi au début de l'école, des enseignements et Travaux dirigés dédiés au développement de compétences interdisciplinaires sont prévus (cf programme Cours de : Physique de l'atmosphère, Chimie de l'atmosphère, Transfert radiatif, Inversion de spectres).

- *Sinon, quelles sont les recommandations transmises aux participants?*

Sur la base du programme détaillé envoyé à chaque laboratoire début Janvier 2009, ainsi que d'une liste d'ouvrages de référence, il sera demandé aux participants de préparer des questions et les thèmes qu'ils désirent voir traiter lors des séances de discussion.

CONSEQUENCES ATTENDUES :

- *Accompagnement de développement d'une recherche, création ou développement d'une communauté pluridisciplinaire, ouverture d'une thématique, transfert de méthodes et techniques, rencontres, accompagnement des participants dans un changement de thème de recherche, une reconversion...*

Les conséquences attendues concernent tout d'abord le développement de compétences pluridisciplinaires pour les futurs jeunes chercheurs, le renforcement des connaissances des jeunes chercheurs et scientifiques des différentes communautés.

Cela permettra également de proposer aux physiciens moléculaires des objectifs scientifiques précis en ce qui concerne les molécules intéressantes à détecter pour répondre aux questions scientifiques actuelles. De plus cette école permettra également de définir les zones spectrales les plus pertinentes à caractériser pour des raisons d'absence d'interférences du milieu atmosphérique ou de compatibilité d'instrumentation déjà opérationnelle. Les physiciens et chimistes de l'atmosphère disposeront d'une vision réaliste et chiffrée (en terme de précision par exemple) des possibilités des méthodes optiques de détection de ces espèces moléculaires. Enfin, cela permettra de tracer un état des lieux des techniques spectroscopiques actuelles et de leurs limites en ce qui concerne la détectabilité d'espèces moléculaires d'intérêt atmosphérique.

- *Retombées attendues: structuration d'une communauté, création de réseaux d'échanges et de collaborations, identification de besoins en matière de formation, élaboration de nouveaux projets pédagogiques...*

La priorité est également portée sur la structuration de la communauté scientifique nationale, à l'aide de la mise en place de tables rondes où les discussions permettront la création de nouvelles collaborations et de réseaux d'échanges ainsi et que l'émergence de projets coordonnés s'appuyant sur ces différentes communautés.

Il s'agit également lors des discussions de définir la stratégie optimale de valorisation des mesures déjà existantes (espèces chimiques accessibles au vu des derniers résultats de spectroscopie moléculaire, besoin en spectroscopie de la part des physiciens de l'atmosphère). A plus long terme il s'agit de poser les bases des stratégies instrumentales et de développements de modèles pour les missions futures en particulier en lien étroit avec le suivi et la prévision opérationnelle de la qualité de l'air.

GRANDS AXES DU PROGRAMME :

Le programme s'articule autour de 6 axes :

- **Physique de l'atmosphère**
- **Chimie de l'atmosphère**
- **Transfert radiatif**
- **Inversion des spectres**
- **La spectroscopie moléculaire UV-Visible, infrarouge et micro-onde**
- **Les mesures et modèles atmosphériques**

MODALITES PEDAGOGIQUES et ASPECTS INNOVANTS :

Exposés, travail en groupe, travaux dirigés, travaux pratiques, séminaires (présentés par des conférenciers extérieurs, présentés par des participants), ateliers, séances d'affiches, espaces d'échanges informels, etc.

L'aspect innovant de cette école réside dans le fait qu'elle dispense un ensemble de cours pluridisciplinaires non disponibles en France dans aucune des formations de Master.

Groupes d'études organisés sur demande, etc.

Le travail en groupe dans le cadre de TD et TP occupe une place importante de manière à rendre le transfert d'informations plus concret autour de vrais problèmes propres à chaque discipline.

Des Travaux Pratiques sur ordinateurs à l'aide de logiciels utilisés par les chercheurs des différents domaines (modèles de spectroscopie moléculaire, modèles photochimique) permettront aux participants d'acquérir une compétence sur les outils actuellement opérationnels. F. Elie ingénieur de recherche, responsable de l'administration du système réseau du LPCE-CNRS gèrera sur place l'interface informatique de l'école. Le site choisit permet la mise à disposition de PC dans une salle dédiée pour la réalisation de ces travaux

pratiques. Des démonstrations d'instruments seront également présentes. L'analyse de données (spectroscopiques et géophysiques) et de résultats de simulations de modèles atmosphériques est prévue en étroite collaboration avec la base de données ETHER.

Il y aura plusieurs séances de présentation par affiches: en effet il est très important que tous les participants, et plus particulièrement les plus jeunes puissent présenter leur travail, et fassent au moins une présentation par poster, pour initier des discussions avec les intervenants et les autres participants.

3 tables rondes sont prévues sur les thèmes :

- Derniers résultats de spectroscopie moléculaire pour la valorisation des données ballons et satellites : GOMOS, IASI...
- Besoins en spectroscopie moléculaire pour le traitement des mesures atmosphériques
- Stratégies pour les missions futures

Rythme des séances de travail

Il est prévu 5 unités d'enseignement principales. Elles s'articulent autour de 2 séances de cours de 1h30 le matin, ainsi que deux séances de travaux dirigés ou TP de 1h30 l'après-midi. Deux séances de présentation d'affiches sont prévues ainsi que 4 tables rondes en fin de journée dont l'une est dédiée aux questions soulevées par les participants. Un créneau spécifique est également dédié pour la présentation de la base de données ETHER. Des démonstrations d'instruments de laboratoires seront également effectuées.

Au total 36 heures de formation seront dispensées.

Supports pédagogiques:

- *utilisés pour l'enseignement*

Présentation sur vidéo projecteurs et power point,

- Maquettes
- Posters
- TP sur ordinateurs en accès réseau pour l'utilisation de modèles, et données et simulations disponibles sur ETHER.
- Présentation d'instrumentation (cellules optiques, spectromètres, ...)

- *distribués aux participants*

Les copies des cours et TP seront disponibles au début de l'école sous forme papier.

Le livre Physique et Chimie de l'Atmosphère, (R. Delmas, G. Mégie, V-H Peuch, *Collection échelle, édition Belin*, 2005) est un ouvrage récent et présentant de manière très complète les bases nécessaires à tout étudiant débutant dans le domaine de l'atmosphère. Les différents volets de cet ouvrage illustrent parfaitement les problématiques actuelles inhérentes à l'étude de la physico-chimie de l'atmosphère. Cet ouvrage sera distribué aux participants Etudiants. Un financement spécifique est intégré dans le budget de l'école thématique. Le coût de cet ouvrage est de 45 euros l'unité.

Publication de documents ? (lesquels et sous quelle forme?)

Un CD-rom sera envoyé après l'école aux participants. De plus les cours pourront être

téléchargés et seront mis en ligne sur le site Ether.

PROCEDURE D'EVALUATION :

- Modalités de suivi et d'évaluation (groupe de pilotage, bilans, outils...)

A la fin de l'Ecole un questionnaire sera distribué dans lequel les participants pourront évaluer les connaissances qu'ils ont retirées de l'Ecole.

PARTICIPANTS :

Participants rémunérés par le CNRS (y compris BDI) : 10

Participants non rémunérés par le CNRS travaillant dans une unité CNRS : 15

Participants extérieurs : 3

Organisateurs : 3

Intervenants : 10

Nombre total de participants prévus: 41

MODALITES PRATIQUES :

- justification du choix du lieu:

Nous proposons d'organiser cette Ecole dans l'Ile de Ré. En effet l'accès via le TGV est rapide. Le lieu choisi « Résidence Océane » au Bois plage, propose des tarifs en accord avec les tarifs répertoriés au CNRS pour le logement et les repas des participants (cf fiche budgétaire). De plus cette résidence est à même de nous fournir le matériel informatique et une salle spécifique dédiée aux séances de TD/travaux pratiques.

- calendrier des réunions préparatoires

En juillet 2008 lors du congrès PAMO-JSM qui a lieu à Villeneuve d'Ascq où un mini-colloque organisée par A. Perrin est spécialement dédié aux mesures atmosphériques. Nous prévoyons lors de ce mini-colloque d'affiner le programme et les intervenants.

Les réunions pour finaliser l'organisation de l'école auront lieu en octobre 2008, Janvier 2009 et mars 2009.

- communication (annonces, plaquettes, affiches,...)

Il est prévu de diffuser l'information sous forme d'e-mails et de courrier postal (avec un coupon détachable pour l'inscription) auprès de l'ensemble des laboratoires susceptibles d'être intéressés. Des affiches seront aussi envoyées.

Des annonces seront faites à différents colloques (spectroscopie moléculaire, physique de l'atmosphère, planétologie, astrochimie, CNES...). De plus, du côté des physiciens moléculaires on utilisera le carnet d'adresse du GDR-SpecMO et qui permet de contacter 30 laboratoires.

Les informations relatives à cette école seront également diffusées via la banque de données ETHER du CNES.

L'annonce de cette école sera également présentée au Conseil Scientifique du programme national de chimie atmosphérique LEFE-CHAT et diffusée par son intermédiaire à l'ensemble de la communauté.