

# HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Département d'Évaluation de la Recherche

Évaluation de l'unité :

Groupe de Spectrométrie Moléculaire et  
Atmosphérique

GSMA

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Université de Reims Champagne-Ardenne - URCA

Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS

Campagne d'évaluation 2016-2017 (Vague C)

## Rapport d'évaluation

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous.

Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité.

**Nom de l'unité :** Groupe de Spectrométrie Moléculaire et Atmosphérique

**Acronyme de l'unité :** GSMA

**Label demandé :** UMR

**N° actuel :** 7331

**Nom du directeur  
(2016-2017) :** M. Georges DURRY

**Nom du porteur de projet  
(2018-2022) :** M. Georges DURRY

## Membres du comité d'experts

**Président :** M. Johannes ORPHAL, Karlsruher Institut für Technologie, Allemagne

**Experts :** M. Jean-Claude BERNARD, Institut Non Linéaire de Nice (représentant des personnels d'appui à la recherche)

M. Arnaud CUISSET, Laboratoire de Physico-Chimie de l'Atmosphère, Dunkerque (représentant du CNU)

M<sup>me</sup> Nadine HALBERSTADT, Laboratoire Collisions, Agrégats, Réactivité, Toulouse

M. Jean-Christopher LAMBERT, Institut Royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique, Belgique

M. Lionel POISSON, CNRS, Laboratoire Interactions, Dynamiques et Lasers, Saclay (représentant du CoNRS)

**Délégué scientifique représentant du HCERES :**

M. Christian BORDAS

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Jean-François DOUSSIN, CNRS

M<sup>me</sup> Astrid LAMBRECHT, CNRS

M. Didier MARCOTTE, Université de Reims Champagne-Ardenne

Directrice de l'École Doctorale :

M<sup>me</sup> Sandrine BOUQUILLON, ED n°547, « Sciences, Technologie, Santé »

## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le Groupe de Spectroscopie Moléculaire et Atmosphérique (GSMA) est une UMR CNRS - Université de Reims Champagne-Ardenne créée au 1er Janvier 2000, mais cette unité existe depuis bien plus longtemps avec un statut d'association au CNRS qui a évolué.

Localisé sur le campus de l'Université de Reims Champagne-Ardenne, le laboratoire développe historiquement des activités dans le domaine de la spectroscopie moléculaire appliquée à la physique de l'atmosphère adossée à une forte composante de physique moléculaire fondamentale et d'instrumentation (spectromètres, lasers, ...).

Au cours des dernières années, le GSMA a connu un élargissement thématique important notamment à l'aéronomie et à la planétologie ainsi qu'à l'effervescence avec des recrutements externes.

### Équipe de direction

Le directeur de l'unité est M. Georges DURRY.

### Nomenclature HCERES

ST2 Physique, ST3 Sciences de la terre et de l'univers, ST4 Chimie

### Domaine d'activité

Les activités du GSMA couvrent les domaines de la spectroscopie moléculaire théorique et expérimentale : de la recherche fondamentale jusqu'aux applications dans l'aéronomie, la détection de gaz-traces atmosphériques, la cinétique chimique, et l'effervescence.

Le laboratoire est organisé en 6 équipes au cours de la période évaluée (structuration retenue pour l'analyse équipe par équipe) :

- E1 : Physique Moléculaire Théorique (PMT) ;
- E2 : Mesures Spectroscopiques et Analyses (MSA) ;
- E3 : Spectrométrie Laser et Applications (SLA) ;
- E4 : Réactivité des Processus Atmosphériques (RPA) ;
- E5 : Effervescence Champagne et Applications (ECA) ;
- E6 : Aéronomie.

Au cours du prochain contrat quinquennal, ces 6 équipes seront fusionnées en 3 équipes :

- Physique Moléculaire et Spectroscopie ;
- Aéronomie ;
- Effervescence & Champagne.

## Effectifs de l'unité

Composition de l'unité	Nombre au 30/06/2016	Nombre au 01/01/2018
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	21	21
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	4	4
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	12	11
N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.)	2	
N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM)	1	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N7 : Doctorants	12	
TOTAL N1 à N7	52	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	13	

Bilan de l'unité	Période du 01/01/2011 au 30/06/2016
Thèses soutenues	19
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2
Nombre d'HDR soutenues	

## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

Le Groupe de Spectroscopie Moléculaire et Atmosphérique (GSMA) est un laboratoire de pointe au niveau international, tant sur le plan expérimental que théorique, dans ses deux thématiques principales : Spectroscopie Moléculaire et Aéronomie.

En plus de sa visibilité en recherche fondamentale, il faut souligner le grand succès des applications et des liens créés avec le milieu socio-économique. Cette réussite s'appuie sur un personnel dynamique et enthousiaste dans ses activités de recherche, et également dans la recherche de contrats nationaux, binationaux et européens. Le GSMA a ainsi pu pallier - dans une certaine mesure - le handicap de ne pas se trouver dans un Programme d'Investissements d'Avenir (PIA). Il a également su établir des liens avec de grands centres nationaux pour mieux s'intégrer dans la communauté scientifique, et pris des responsabilités dans les conseils et programmes nationaux (CNU, CoNRS, programme de Chimie Atmosphérique LEFE-CHAT) ainsi qu'au comité d'évaluation de GENCI (Grand équipement national de calcul intensif).

Le GSMA participe clairement au rayonnement de l'Université de Reims Champagne-Ardenne (URCA) par le haut niveau de sa recherche, mais aussi par l'implication de ses enseignants-chercheurs dans la formation des étudiants. L'effort d'augmentation du nombre d'étudiants en doctorat annoncé par la tutelle lors de la visite du comité d'experts devrait s'appuyer sur les laboratoires de ce niveau. Une bonne visibilité des thématiques de recherche du GSMA au sein de l'URCA est donc nécessaire afin de proposer des thèses de haut niveau dans les parcours d'enseignement.

Il faut également souligner l'attention que le personnel et la direction ont portée aux recommandations de l'évaluation précédente, et l'effort de restructuration en deux équipes autour des deux grands axes de « Physique Moléculaire et Spectroscopie » et d'« Aéronomie » plus une petite équipe « Effervescence et Champagne ». Ce regroupement est accompagné par la création de thèmes scientifiques transversaux qui devraient favoriser l'interdisciplinarité. Le comité espère que cette restructuration, toute récente, portera ses fruits au cours du prochain contrat quinquennal.

Enfin, on ne peut que saluer le travail remarquable de gouvernance du laboratoire, qui a non seulement encouragé et accompagné le fort dynamisme scientifique et investi beaucoup d'énergie au niveau de l'URCA pour la place du GSMA, mais a également réussi, avec le personnel du laboratoire, à trouver une formule originale qui leur permette d'adhérer à une évolution importante de la structure.

### 3 • Appréciations détaillées

#### Critère 1 : qualité et production scientifiques

##### Points forts et possibilités liées au contexte

Le GSMA est composé de 21 enseignants-chercheurs, 4 chercheurs, 12 BIATSS, et 14 doctorants et post-doctorants. Il a 230 publications dans des revues internationales à comité de lecture à son actif sur la période évaluée, dont certaines à très fort facteur d'impact (1 Science, 2 PNAS), ce qui est d'un très bon niveau pour un laboratoire avec une forte majorité d'enseignants-chercheurs. Le laboratoire a clairement fait un effort de publication vers des revues à plus fort taux d'impact. Parmi les résultats marquants on peut citer la résolution d'une controverse de 20 ans sur la caractérisation de l'état de transition dans la dissociation de l'ozone, les premières prédictions *ab initio* de spectres des molécules de méthane et d'éthylène ayant permis le doublement du nombre de bandes interprétées, les résultats remarquables sur l'atmosphère de Pluton qui ont valu une médaille de bronze du CNRS à un jeune chargé de recherche (CR), la responsabilité d'un spectromètre laser embarqué sur la mission Russe vers Phobos (lune de Mars) pour l'analyse de la sub-surface, et l'analyse très médiatisée des messages chimiques dans des bouteilles de champagne de plus de 170 ans découvertes dans la mer Baltique.

En plus des publications, le laboratoire a mis au point plusieurs prototypes et pris de nombreux brevets pour la détection de traces de gaz, et a développé une méthode de calcul unique au monde pour fournir des listes de raies aux bases de données moléculaires d'intérêt astrophysique et planétologique.

##### Points à améliorer et risques liés au contexte

Un effort certain a été fait pour publier dans des revues de facteur d'impact plus élevé. Toutefois, la qualité de la recherche et des résultats obtenus mériterait de tenter cette opération de façon plus systématique.

Dans le contexte actuel de raréfaction des crédits pour la recherche, le GSMA a su trouver des contrats qui permettent de maintenir son activité au plus haut niveau. Le laboratoire étant de petite taille et la compétition étant forte dans ce domaine, il est nécessaire d'être le plus présent possible dans les candidatures au niveau national et international.

##### Recommandations

Le comité d'experts recommande de tenter de façon plus systématique de publier certains travaux dans des revues de facteur d'impact plus élevé, par exemple dans *PCCP*, *J. Chem. Phys.* ou *J. Phys. Chem.* plutôt que *J. Quant. Spectr. & Rad. Transf.*

Il encourage le GSMA à continuer son effort de recherche de contrats, notamment en développant la coopération avec la communauté scientifique en Europe et dans le monde et en se proposant plus souvent comme porteur de projets.

Enfin, le comité recommande aux membres de l'unité de veiller à se concentrer sur ses thématiques phares, à la fois dans un souci d'efficacité au vu de son effectif limité et dans un souci de visibilité.

##### Appréciation sur ce critère

Le GSMA couvre des approches de la spectroscopie moléculaire fondamentale jusqu'aux applications en aéronomie, planétologie, œnologie... avec des approches théoriques et expérimentales originales de premier plan au niveau international. Grâce à des partenariats nationaux et internationaux, l'unité a su développer des outils et des instruments qui se situent à la pointe de la recherche internationale.

## Critère 2 : rayonnement et attractivité académiques

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le GSMA fait preuve d'une grande attractivité académique, avec de nombreux chercheurs invités, de nombreux doctorants dont la quasi-totalité vient de l'extérieur, l'établissement d'un LIA (Laboratoire international associé) avec la Russie, sa participation à un nombre impressionnant de contrats et de projets ANR. Son fort rayonnement est attesté par l'organisation de conférences nationales et internationales, ainsi que par l'attribution d'une médaille de bronze CNRS.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Au regard de la qualité de la recherche de l'unité, il devrait être possible d'obtenir plus d'invitations dans des conférences internationales, notamment pour les « presque seniors ».

La présence du GSMA au niveau des projets européens (H2020, ERC) est très modeste.

### Recommandations

Le comité d'experts incite le laboratoire à viser plus d'invitations dans des conférences internationales, par un effort des seniors à participer aux comités scientifiques et à proposer leurs collègues plus jeunes.

Il incite également les membres du laboratoire à collaborer avec les grands acteurs de la recherche au niveau international, afin d'assurer le leadership de projets et notamment de projets européens.

### Appréciation sur ce critère

Le GSMA a une bonne visibilité et attractivité nationale et internationale, qui peut cependant encore être améliorée.

## Critère 3 : interactions avec l'environnement économique, social, culturel et sanitaire

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le GSMA a de très bonnes interactions avec le monde économique. Il est très bien positionné au niveau valorisation : startups, brevets, interactions avec grands partenaires industriels (Schlumberger, Thales, Total, maisons de Champagne, clients de la start-up Aerovia ...). Il maintient également de fortes interactions avec l'environnement économique local (production de vin de Champagne, recherche sur l'impact et devenir de pesticides...). Les mesures de composés atmosphériques d'intérêt pour le climat sont un sujet de grande actualité. De manière générale, les sujets de recherche du GSMA sont très intéressants pour le grand public et pour les étudiants.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le GSMA est déjà actif dans la vulgarisation de la science, mais pourrait encore améliorer ses efforts dans ce domaine. Aussi, les interactions avec les collectivités et l'industrie locales mériteraient d'être développées davantage.

### Recommandations

Le comité d'experts encourage le GSMA à continuer et à s'investir encore plus dans ses activités concernant les interactions avec l'environnement économique, social, culturel et sanitaire, d'autant plus que le laboratoire se trouve assez isolé dans son contexte académique à Reims.

### Appréciation sur ce critère

Les sujets de recherche du GSMA et leurs applications constituent une très bonne base pour les interactions avec l'environnement économique, social, culturel et sanitaire. Le laboratoire a déjà entamé un certain nombre d'actions dans ce sens, mais elles devraient encore être élargies et multipliées.

### Critère 4 : organisation et vie de l'unité

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Le GSMA est un laboratoire de taille relativement petite avec visiblement de très bonnes interactions. Par ailleurs, le comité d'experts a constaté une très bonne communication au sein du laboratoire, autour d'un directeur très disponible et accessible.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le comité a noté l'absence de stratégie pour formaliser le rôle des futurs responsables d'équipes (« animateurs ») et leurs liens avec la direction. Il y a un certain risque pour le développement des équipes regroupées.

Les séminaires thématiques, qui sont importants pour les échanges inter-équipes et la formation des thésards, n'ont pas été installés de manière systématique et ont actuellement disparu.

#### Recommandations

Le comité recommande au GSMA de profiter de la réorganisation pour insuffler une nouvelle dynamique dans l'activité du conseil de laboratoire et dans l'animation scientifique des quatre axes (thèmes scientifiques). Le GSMA doit développer et formaliser sa communication et ses discussions scientifiques internes (par exemple à travers les séminaires) et utiliser la nouvelle structure en 2+1 équipes pour alléger la charge du directeur, et aussi anticiper le futur changement de direction.

### Appréciation sur ce critère

Le GSMA fonctionne visiblement très bien, avec une bonne organisation, mais la communication interne devrait encore être améliorée et formalisée.

### Critère 5 : implication dans la formation par la recherche

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Le GSMA est fortement impliqué dans la formation (École Doctorale N° 547 « Sciences, Technologie, Santé »). Le comité est impressionné par le nombre de doctorants. Le GSMA est aussi responsable de plusieurs volets de la formation master.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le plus grand risque est sans doute le faible effectif dans les formations scientifiques locales. Par ailleurs, le nombre d'allocations de doctorat est très faible. Ainsi, l'unité peine à recruter des doctorants au niveau local, surtout à cause des faibles effectifs d'étudiants de l'URCA souhaitant continuer en thèse, et notamment dans la filière Sciences Physiques.

#### Recommandations

Le comité d'experts recommande d'associer de manière visible et formelle les jeunes maîtres de conférences (MCF) au co-encadrement de thèses et de les inciter à préparer leurs HDR.

### Appréciation sur ce critère

Le GSMA est fortement impliqué dans la formation par la recherche. Pour l'avenir, la préparation des HDR des jeunes MCF est très importante.

### Critère 6 : perspectives et stratégie scientifique à cinq ans

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Le comité d'experts félicite le GSMA d'avoir pu trouver une formule pour le regroupement des équipes avec une stratégie commune. Les nombreuses collaborations et contrats sont des points forts actuels et aussi pour l'avenir. Une possibilité de développement serait peut-être de considérer des synergies possibles avec d'autres unités de l'URCA dans des domaines proches.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le comité invite le GSMA à entamer une discussion interne concernant la gouvernance, en particulier le rôle des « animateurs » d'équipes et de thématiques. Les départs à la retraite sont un risque - il faut préparer les remplacements stratégiques bien à l'avance.

#### Recommandations

Le comité recommande de préparer à temps les remplacements des départs à la retraite et aussi la transition vers la prochaine direction de l'unité. Les synergies possibles avec d'autres unités de l'URCA dans des domaines proches sont à considérer.

### Appréciation sur ce critère

Le comité d'experts apprécie la stratégie du GSMA concernant sa restructuration, mais invite le laboratoire à mieux développer la gouvernance interne, en particulier pour clarifier le rôle des « animateurs ».

## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Physique Moléculaire Théorique et modélisation numérique (PMT)

**Nom du responsable :** M. Vladimir TYUTEREV

### Domaine d'activité de l'équipe

L'équipe PMT a pour domaine d'activité les calculs ab initio d'états excités (pour de petites molécules), la spectroscopie moléculaire théorique et les simulations de dynamique moléculaire en phase gazeuse et liquide.

### Effectifs

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2016	Nombre au 01/01/2018
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	2
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	1	1
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.)		
N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM)		
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N7 : Doctorants	1	
TOTAL N1 à N7	5	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2011 au 30/06/2016
Thèses soutenues	2,5
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	
Nombre d'HDR soutenues	

## Avis global sur l'équipe

PMT est une petite équipe (4 membres permanents, 2-4 doctorants et 4 CDD IR ou IE au cours du contrat passé) qui regroupe les théoriciens du GSMA travaillant principalement sur le calcul des surfaces de potentiel de très haute précision pour les états électroniques fondamentaux de molécules triatomiques, couplé à la modélisation des spectres d'absorption/émission de molécules vibrationnellement excitées. Ces recherches sont d'un grand intérêt pour les bases de données spectroscopiques internationales (HITRAN, GEISA...). Un autre axe de recherche concerne la dynamique moléculaire appliquée à l'étude de la stabilité d'agrégats multichargés.

Malgré son faible effectif, cette équipe de théoriciens est de pointe au niveau international en ce qui concerne la détermination de surfaces d'énergie potentielle *ab initio* pour la spectroscopie de petites molécules ( $H_3^+$ ,  $O_3$ ,  $CH_4$ ). Elle a su développer ses propres outils pour la modélisation et l'analyse de spectres de vibration-rotation de petites molécules (méthane, éthane), notamment le code TENSOR qui tient compte de la symétrie et permet de traiter toutes les variétés isotopiques. Cela lui a permis de résoudre une controverse datant de 20 ans sur l'existence ou non d'une barrière dans la voie de dissociation de l'ozone, et de contribuer de manière active aux bases de données spectroscopiques internationales pour des espèces atmosphériques (HITRAN-2013, Harvard USA) ainsi qu'à la constitution d'un site web pour la spectroscopie de l'ozone avec l'IAO à Tomsk (Russie). De plus, un nouvel axe a conduit à des résultats très intéressants sur la localisation des charges et la fission des gouttelettes chargées dans l'ionisation par électro-nébulisation (électrospray) grâce à la mise en place de simulations Monte Carlo classique.

Il est dommage que ces succès indéniables en recherche n'aient pas été accompagnés de possibilité de promotion, les plus jeunes, un CR recruté depuis 10 ans et un MCF recruté sur chaire CNRS depuis 6 ans, n'ayant pas encore soutenu leur HDR.

Dans le nouveau schéma proposé pour le prochain contrat quinquennal, 3 des 4 membres de cette équipe rejoindront la nouvelle équipe « Physique moléculaire et spectroscopie » (dont le responsable actuel, qui prendra sa retraite en 2018 et poursuivra en éméritat), le 4ème rejoignant l'équipe « Effervescence et Champagne », ce qui devrait permettre de développer de nouvelles synergies. Les 3 premiers membres se retrouvent dans le thème transversal Molécules d'intérêts atmosphérique et planétologique. Il faudra porter une attention particulière à ce que le MCF qui rejoint l'équipe « Effervescence et Champagne » ne soit pas isolé, car il n'émarge à aucun des thèmes transversaux.

## Critère 1 : qualité et production scientifiques

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe PMT est constituée de 3 enseignants-chercheurs (dont une chaire CNRS pour 4 ans) et d'un chargé de recherche. Elle a 77 articles à son actif dans des journaux internationaux de rang A sur la période 2011-2015, ce qui constitue une production exceptionnelle si on considère uniquement 3 ETP en recherche. La majorité des articles est publié dans *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* mais il y a aussi 2 *PRL*, 3 *PRA*, plusieurs *J. Chem. Phys.*, *JPCA*, *PCCP*. Il est à noter que la plupart de ces articles sont publiés en collaboration avec des équipes nationales ou internationales, et une bonne proportion en collaboration avec l'équipe 2 (MSA).

Parmi les résultats remarquables on peut citer la résolution d'une controverse datant de 20 ans sur la possible existence d'une barrière de type « reef » (n'atteignant pas l'énergie de dissociation) dans la dynamique de dissociation de l'ozone par la détermination précise de sa surface d'énergie potentielle au voisinage de l'état de transition, les développements théoriques en vue d'attribuer des transitions vibrationnelles pour cette molécule, et le calcul de très haute précision de la surface de  $H_3^+$  avec incorporation d'effets de couplages non adiabatiques et relativistes. Il faut noter également la mise au point d'un outil de simulation pour les spectres moléculaires en vibration-rotation (TENSOR), ainsi que la production et l'amélioration d'un programme de Monte Carlo classique pour les agrégats multichargés produits notamment lors d'électro-nébulisation. Enfin, en collaboration avec l'équipe E5 (ECA), l'équipe a contribué à éclaircir le rôle de l'interaction entre l'éthanol et le dioxyde de carbone dans les vins de champagne.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Malgré la forte production scientifique on note un nombre de communications orales invitées modeste : une par an à l'exception de 2014 où il y en a eu 4. Mais l'équipe fait preuve d'un bon dynamisme dans les communications

orales internationales (3/an en moyenne) et nationales (4/an en moyenne), et un gros effort de participation par affiches (67 sur la période) qui devrait porter ses fruits.

### Recommandations

Veiller à proposer les plus jeunes membres de l'équipe pour des conférences invitées ou contributions orales dans des conférences internationales.

### *Appréciation sur ce critère*

Excellente production couvrant le développement théorique, les calculs de surfaces de haute précision, la modélisation des transitions ainsi que la dynamique des noyaux pour la détermination d'états liés moléculaires très excités. Cette activité est basée sur une équipe de 4 personnes dont 3 enseignants-chercheurs, mais entourée de nombreux doctorants (environ 14 années-ETP sur la période) et post-doctorants (environ 6 années-ETP d'IR/IE). Cette activité repose donc pour beaucoup sur le personnel non permanent et sur la possibilité d'en trouver le financement. Cette répartition explique probablement l'écart important que l'on trouve dans le ratio entre les articles publiés et les conférences invitées qui concernent plus spécifiquement les permanents.

Cette étendue thématique peut s'avérer difficile à conserver dans la durée, dans le contexte national et européen d'une chute des financements.

### Critère 2 : rayonnement et attractivité académiques

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a de bonnes collaborations au niveau national et international chaque fois que le sujet s'y prête, ce qui est important au regard de sa petite taille et de son éloignement relatif des grands centres de recherche. Sa contribution aux bases de données spectroscopiques très appréciée lui apporte une reconnaissance internationale. L'équipe a été porteuse de plusieurs projets nationaux et internationaux (1 ANR, 1 INSU, PNP CNRS, plusieurs projets binationaux et un projet européen, VAMDC), et participe aux réseaux nationaux (GDR) et à des structures internationales (LIA SAMIA). Le coordinateur de l'équipe est membre de plusieurs comités de conférences internationales dans son domaine.

L'équipe n'a pas effectué de recrutement sur cette période, ce qui peut se comprendre au vu de sa taille et des recrutements qui ont eu lieu lors du contrat précédent (un CR et un MCF sur chaire CNRS). Elle a accueilli 5 doctorants, dont un en cotutelle, un sur financement brésilien et une bourse CIFRE. L'équipe n'a donc pas de problèmes pour trouver des étudiants à l'international ainsi que pour obtenir les financements correspondants.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

L'isolement thématique à Reims représente une difficulté pour le recrutement d'étudiants.

### Recommandations

Etant donné le contexte local, le comité d'experts ne peut que recommander de continuer à attirer des étudiants de l'extérieur et à rechercher des financements à l'international. En particulier, il serait bon de développer des codirections avec des expérimentateurs.

### *Appréciation sur ce critère*

L'équipe a une très bonne visibilité nationale et internationale comme l'atteste la liste des contrats et des projets nationaux et internationaux qui sont ou ont été actifs durant le mandat précédent.

### Critère 3 : interactions avec l'environnement économique, social culturel et sanitaire

#### Points forts et possibilités liées au contexte

La recherche de cette équipe de chimie théorique est plutôt orientée vers des thématiques fondamentales, mais elle a su obtenir une bourse CIFRE en s'impliquant dans des collaborations avec l'équipe E5, plus liée au monde économique.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

D'un point de vue culturel, les thèmes de recherche de l'équipe devraient lui permettre de participer à quelques activités de vulgarisation, autour de la molécule d'ozone et de l'importance de sa dynamique pour le climat par exemple.

#### Recommandations

Le comité d'experts recommande de garder un œil ouvert sur les possibilités de collaborer avec d'autres équipes (du laboratoire ou extérieures) dont la recherche est plus liée au monde économique. Il suggère également que les membres de l'équipe s'intéressent à des activités de vulgarisation et diffusion de la science, notamment autour de la molécule d'ozone.

#### Appréciation sur ce critère

L'équipe a une activité de type fondamental, avec des applications dans le domaine de la spectroscopie de petites molécules qui servent essentiellement à la recherche atmosphérique, planétologique et astrophysique. Les possibilités d'interaction avec l'environnement économique sont limitées, mais des activités de vulgarisation et de diffusion des connaissances, notamment autour de la molécule d'ozone, pourraient être développées.

### Critère 4 : organisation et vie de l'équipe

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Il s'agit d'une petite équipe (deux professeurs, un CR1 et un MCF), ce qui ne nécessite pas d'organisation formelle à condition que les membres interagissent régulièrement dans leur travail.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Aucun des deux jeunes chercheurs de l'équipe (un chercheur CNRS recruté depuis 10 ans, un MCF recruté sur chaire CNRS depuis 6 ans) n'a passé son HDR. Un des chercheurs a de fait changé de thématique au cours du contrat, ce qui n'est pas un problème en soi, mais risque d'affecter le potentiel de recherche de l'équipe et de fragiliser la carrière de celui-ci.

Un doctorant actuel est un enseignant du secondaire ayant obtenu de passer sa thèse en 6 ans comme étudiant salarié, ce qui est très méritant et montre une forte motivation. Il existe tout de même un risque de découragement à cause de la durée et des exigences d'un travail de thèse.

#### Recommandations

Le comité d'experts recommande de porter une attention particulière à la carrière des plus jeunes. Il faut notamment les inciter à passer leur HDR, et faire le nécessaire pour qu'ils soient invités dans des conférences et qu'ils puissent ainsi faire reconnaître leur travail.

#### Appréciation sur ce critère

Le fait d'être une petite équipe ne nécessite pas d'organisation formelle à condition que les membres interagissent régulièrement dans leur travail. Toutefois les membres seniors ont une responsabilité vis-à-vis des plus jeunes et doivent veiller à leur déroulement de carrière.

## Critère 5 : implication dans la formation par la recherche

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a formé 4 doctorants qui ont soutenu leur thèse dans la période ainsi que 2 étudiants en master, et une autre thèse est en cours. Elle est aussi impliquée dans la formation de 5 étudiants américains (une semaine en novembre 2014, une autre prévue 2016) dans le cadre d'une collaboration avec l'Université du Missouri financée par la NSF (National Science Foundation).

Le coordinateur de l'équipe est membre titulaire élu du conseil de l'école doctorale de l'université. Un des membres de l'équipe intervient dans deux formations courtes de l'École Doctorale STS.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

De même que pour l'ensemble du laboratoire, il est difficile de recruter des étudiants locaux. Il est également difficile de se faire une place dans les enseignements locaux étant donné le faible nombre d'étudiants.

### Recommandations

En attendant les résultats de l'action de la nouvelle équipe de la présidence de l'URCA en faveur du développement des études doctorales, la solution (d'ailleurs déjà utilisée par l'équipe) est de se tourner vers l'international ou vers d'autres universités nationales.

La collaboration avec l'Université du Missouri est une bonne piste, même s'il n'est pas très courant pour des étudiants des Etats-Unis de venir faire une thèse en France. Il serait peut-être plus efficace de chercher à participer à l'Erasmus Mundus en cours pour la chimie théorique, ou de tenter d'en proposer un autre autour des outils pour la spectroscopie.

### Appréciation sur ce critère

Le comité d'experts salue la très bonne implication de l'équipe dans la formation par la recherche, comme en témoigne le nombre d'étudiants formés par 4 personnes et ce, malgré les difficultés liées au faible taux d'étudiants de l'URCA qui vont jusqu'à la thèse.

## Critère 6 : perspectives et stratégie scientifique à cinq ans

### Points forts et possibilités liées au contexte

Cette petite équipe a prévu de fusionner avec les équipes E2 et E3 pour former le groupe « Physique Moléculaire et Spectroscopie » pour 3 d'entre eux (dont le responsable actuel qui prendra sa retraite en 2018 et poursuivra en éméritat), et d'étoffer le groupe « Effervescence » pour le dernier membre. Les 3 premiers se retrouvent dans le thème transversal « Molécules d'intérêts atmosphérique et planétologique », le 4<sup>ème</sup> dans aucun. Cette nouvelle répartition rapprochera les théoriciens des expérimentateurs et devrait ainsi faciliter les interactions entre eux.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le risque lié à cette nouvelle organisation est l'isolement thématique par dilution des théoriciens dans les nouveaux groupes. En particulier, le fait pour un des membres de ne se retrouver dans aucun des axes transversaux est un risque.

### Recommandations

Il faudra veiller à garder une interaction forte entre théoriciens pour les thèmes qui leur sont propres. La priorité devrait être pour eux de développer des interactions avec les autres membres de leur nouveau groupe. En conséquence, s'ils cherchent à élargir leur éventail de techniques numériques ou de thématiques, il leur est recommandé de se rapprocher d'autres laboratoires nationaux ou internationaux qui ont déjà une expertise dans le domaine.

*Appréciation sur ce critère*

L'équipe a très probablement fait un bon choix dans cette restructuration qui devrait conduire à un renforcement des interactions internes au laboratoire. Cependant, les responsables devront veiller à ce que les théoriciens ne se retrouvent pas trop isolés.

**Équipe 2 :** Mesures Spectroscopiques et Analyses (MSA)

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Maud ROTGER

### Domaine d'activité de l'équipe

Spectroscopie expérimentale et analyse de spectres de molécules d'intérêt atmosphérique et planétologique. Quatre molécules principalement ciblées : l'eau, le méthane, l'ozone et l'éthylène.

### Effectifs

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2016	Nombre au 01/01/2018
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	4	4
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.)		
N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM)	1	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N7 : Doctorants	3	
TOTAL N1 à N7	8	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2011 au 30/06/2016
Thèses soutenues	1
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	
Nombre d'HDR soutenues	

### Avis global sur l'équipe

L'équipe MSA a une longue expérience et une reconnaissance internationale autour de la spectroscopie expérimentale et l'analyse de spectres de molécules d'intérêt atmosphérique et planétologique. Cette équipe se

concentre sur 4 molécules : l'eau, le méthane, l'ozone et l'éthylène et a la capacité d'occuper sur la scène internationale une position de leadership dans la spectroscopie infrarouge (IR) à haute-résolution de ces molécules. L'acquisition du nouveau spectromètre Bruker IFS125HR, le développement d'une cellule refroidissable, le renforcement des collaborations avec les équipes E1 (PMT) et E3 (SLA) sont autant d'atouts pour relever ce défi. L'équipe MSA doit être tournée vers l'avenir au travers de projets originaux d'envergure internationale. Malgré des effectifs limités, l'équipe doit poursuivre ses efforts dans la formation par la recherche en master et doctorat.

### Critère 1 : qualité et production scientifiques

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Sur la période janvier 2011 - juin 2016, l'équipe MSA a assuré une production scientifique de qualité et continue dans des revues centrées sur la spectroscopie moléculaire et l'étude des molécules d'intérêt atmosphériques avec deux années 2013 et 2014 très riches en publications (23 ACL soit 57,5 % des 40 ACL sur la durée du contrat). Ils ont démontré la possibilité de publier dans des revues à plus haut facteur d'impact (PRL avec l'équipe E1 en 2014 ; JCP en 2012). Toute l'équipe diffuse ses travaux à travers des communications orales internationales en continu sur la période 2011-2015 (en moyenne 4 par an pour 4 titulaires).

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

85 % des publications se retrouvent dans les deux seules revues JQSRT et JMS. On constate une baisse sensible de la production après 2014 et seulement deux conférences invitées pour l'équipe sur toute la durée du contrat.

#### Recommandations

Les facteurs d'impact des revues choisies demeurent modestes. Si JQSRT est principalement la revue de référence pour cette thématique, les résultats obtenus par cette équipe pour certains travaux mériteraient publication dans des revues à plus haut facteur d'impact (JCP, JPC, PCCP). (NB. Recommandation déjà faite lors du précédent contrat).

L'acquisition du spectromètre Bruker, le développement de la cellule refroidissable et l'implication remarquée de l'équipe dans des projets utilisant la ligne AILES du synchrotron SOLEIL doivent permettre notamment de faire repartir à la hausse la production scientifique de ces deux dernières années. Par ailleurs, l'équipe MSA doit améliorer son rayonnement à l'international en s'impliquant, par exemple, dans des réseaux ou des comités européens afin d'augmenter le nombre de conférences invitées.

#### Appréciation sur ce critère

La production de l'équipe est conséquente et de qualité. Le travail expérimental et d'analyse spectroscopique centrée sur des molécules d'intérêt atmosphérique contribue à alimenter les bases de données internationales. Néanmoins il est nécessaire de veiller à maintenir cette production en diversifiant les revues et en visant des journaux à plus hauts facteurs d'impacts face à la concurrence internationale. L'équipe mérite d'accroître sa visibilité internationale en particulier à travers les conférences invitées.

### Critère 2 : rayonnement et attractivité académiques

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'expertise développée sur la spectroscopie des molécules d'eau, du méthane, de l'ozone et plus récemment de l'éthylène rend l'équipe MSA incontournable auprès des bases de données internationales (HITRAN, GEISA) : les travaux sur l'eau, le méthane (financés par l'ANR CH4@Titan) et l'éthylène ont permis d'intégrer respectivement le projet IUPAC et le réseau VAMDC et d'alimenter ce dernier avec la création d'une nouvelle base de données.

L'équipe maintient son leadership sur la spectroscopie infrarouge de l'ozone grâce à ses financements (ANR, LEFE-ChAT et ESA) et son réseau collaboratif (Grenoble, observatoire Dobson, réseau NDACC).

En 2013, l'acquisition d'un interféromètre Bruker IFS125 HR apporte de nouvelles opportunités en termes d'attractivité de l'équipe (réponses à des appels d'offres, ESA, ANR-Eco-Industrie).

Enfin l'équipe rayonne à travers l'implication de ses membres dans une large variété de comités (CS LEFE-ChAT, LIA SAMIA, CS PAMO/JSM, CA SFP, CNU) et dans l'organisation de réunions/conférences scientifiques (congrès ASA-Hitran, colloque PAMO/JSM, workshop ozone).

### Points à améliorer et risques liés au contexte

L'équipe MSA n'est pas porteuse de projets européens et internationaux d'envergure (ESA, LIA...). Les financements régionaux et européens obtenus pour l'achat du spectromètre Bruker sont insuffisants pour équiper l'instrument d'un compartiment échantillon nécessaire à la spectroscopie d'absorption.

### Recommandations

Le rayonnement et l'attractivité de l'équipe MSA doivent être maintenus à travers le portage de projets d'envergure nationale et internationale (en particulier, il s'agira de financer à court terme le compartiment échantillon du spectromètre Bruker) et le positionnement de ses membres permanents dans des structures actives participant au rayonnement de la spectroscopie moléculaire d'espèces d'intérêt atmosphérique. L'acquisition du spectromètre Bruker IFS125HR et de la cellule refroidissable doit contribuer à améliorer l'attractivité et le rayonnement de l'équipe.

### Appréciation sur ce critère

L'équipe MSA rayonne sur les plans nationaux et internationaux par son expertise sur les analyses spectroscopiques de composants clés pour la physico-chimie atmosphérique. Les financements obtenus et le positionnement de ses membres dans les réseaux de la thématique attestent de ce rayonnement. Néanmoins la concurrence sur la thématique spectroscopie infrarouge à haute résolution reste forte et la plupart des financements obtenus par l'équipe prennent fin en 2016, ce qui lui implique de se repositionner si possible comme porteur sur de nouveaux projets de recherche d'envergure nationale, européenne et internationale.

### Critère 3 : interactions avec l'environnement économique, social culturel et sanitaire

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Tous les enseignants-chercheurs de l'équipe MSA interagissent avec le grand public à travers leurs participations dans le monde éducatif du primaire au supérieur (manifestation « Classes en fac » pour le primaire, forums métiers pour le collège, « Forum Avenir Etudiants » pour le supérieur). Par ailleurs, l'équipe a obtenu une ANR-Eco-Industrie via un projet commun avec Environnement-SA, démontrant sa capacité à interagir avec l'environnement économique.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

L'interaction de l'équipe MSA avec l'environnement économique, social culturel et sanitaire se limite à des actions ponctuelles dans le monde éducatif et un seul partenariat avec le privé.

### Recommandations

La recherche menée par l'équipe mérite d'être vulgarisée plus largement en interagissant plus régulièrement avec d'une part les collectivités locales, départementales et régionales et d'autre part le monde industriel.

### Appréciation sur ce critère

L'équipe MSA participe dans sa globalité à diverses manifestations ponctuelles organisées dans le monde éducatif. Le projet ULIS avec Environnement-SA démontre la capacité du groupe à collaborer avec le monde industriel. L'interaction avec le grand public peut néanmoins être étendue en s'intégrant mieux au tissu économique local, départemental et régional.

#### Critère 4 : organisation et vie de l'équipe

##### Points forts et possibilités liées au contexte

Les 5 enseignants-chercheurs sont parfaitement intégrés dans l'équipe MSA, chacun s'y retrouve avec un partage équilibré des tâches scientifiques, du développement instrumental jusqu'à l'analyse et à la modélisation des spectres IR et UV (ultra-violet).

L'équipe MSA peut s'appuyer sur le service technique avec, en particulier, un ingénieur de recherche dont la majeure partie des activités est consacrée à la mise en service des nouveaux équipements phare : spectromètre Bruker, cellule refroidissable.

##### Points à améliorer et risques liés au contexte

Chaque enseignant-chercheur de l'équipe MSA a, en plus de ses activités de recherche, de lourdes responsabilités pédagogiques et administratives particulièrement chronophages.

Le départ à la retraite du professeur émérite entraîne une réorganisation de l'équipe et une évolution des orientations scientifiques.

##### Recommandations

Au regard de l'effectif limité de ses membres, l'équipe MSA doit veiller à ne pas se disperser et à se recentrer sur des activités pour lesquelles elle occupe une position de premier plan sur la scène internationale.

#### Appréciation sur ce critère

L'équipe MSA intègre parfaitement ses 5 enseignants-chercheurs aux compétences complémentaires. Leur investissement pour le laboratoire, pour l'université et pour la communauté de spectroscopie française est incontestable. Le regard du groupe doit néanmoins être tourné vers l'avenir afin de saisir des opportunités nouvelles et d'occuper une position de haut rang sur la scène internationale.

#### Critère 5 : implication dans la formation par la recherche

##### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe MSA, dans sa quasi-totalité, a encadré et encadre en continu des doctorants financés sur des supports variés (région, ministère, cotutelles, contrats). Une collaboration avec Tunis initiée en 2013 a permis de mettre en place deux thèses en cotutelle. L'encadrement se fait dès le master (6 M2 et 4 M1 encadrés sur le contrat). Parallèlement, certains membres de l'équipe sont sollicités pour donner des cours de spectroscopie expérimentale dans des écoles d'été organisées par des GDR internationaux. On note enfin des prises de responsabilités importantes dans l'animation de formations de master en lien avec les métiers de l'éducation et de l'enseignement.

##### Points à améliorer et risques liés au contexte

Les membres de l'équipe MSA n'ont pas pour l'instant de responsabilité dans des masters adossés à la recherche. Le nombre de doctorants encadrés n'est pas à la hauteur du nombre de masters encadrés probablement en raison de la difficulté à obtenir des allocations doctorales.

##### Recommandations

L'équipe doit veiller à ce que l'ensemble de ses membres titulaires habilités ou non participent à l'encadrement doctoral ou de master. L'implication de membres de l'équipe MSA vis-à-vis d'un master adossé à la recherche avec une connexion à l'international serait un point très positif.

### Appréciation sur ce critère

L'équipe MSA dans sa quasi-totalité s'implique dans la formation par la recherche en master et doctorat. De nouvelles opportunités en termes de cotutelle de thèse sont apparues avec la Tunisie. Les responsabilités des enseignants-chercheurs de l'équipe sont centrées pour l'instant sur le Master MEEF et l'agrégation interne de Physique-Chimie. L'équipe MSA a toutes les capacités pour prendre une part active dans la création et le développement de masters adossés à la recherche.

### Critère 6 : perspectives et stratégie scientifique à cinq ans

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Les équipes E1 (PMT), E2 (MSA) et E3 (SLA) se regroupent naturellement pour le prochain contrat en une équipe « Physique Moléculaire et Spectroscopie » qui couvrira la modélisation moléculaire, la mesure et l'analyse des spectres ainsi que le développement d'instruments innovants. Ce regroupement permettra d'adopter une taille critique et de renforcer les collaborations existantes entre les différents aspects. L'un des membres de l'équipe MSA prendra en charge l'animation thématique transversale « Molécules d'intérêt atmosphérique et planétologique » et œuvrera à favoriser l'interdisciplinarité et à conduire la prospective et la réflexion scientifique dans le domaine. La volonté de porter un M2 à caractère professionnalisant est clairement exprimée dans le projet. La future équipe a toutes les capacités à porter le projet M2 IGOR (Instrumentation - Gaz - Optique - Rayonnement).

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

L'isolement thématique territorial et la non intégration dans les PIA imposent à la future équipe de créer des partenariats forts interrégionaux. L'affaiblissement du potentiel scientifique avec les départs en retraite de deux professeurs de la future équipe « Physique Moléculaire et Spectroscopie » apparaît à l'horizon du prochain contrat. Enfin le rôle et l'action de l'animateur thématique doivent être clarifiés.

#### Recommandations :

- orienter la politique de recherche de l'équipe vers des laboratoires de la fédération des sciences de l'environnement ;
- dynamiser encore cette politique avec l'obtention de nouveaux contrats industriels et de recherche au niveau national, européen et international ;
- continuer à diversifier les sources de financement des bourses de doctorats ;
- impliquer les jeunes chercheurs et enseignants-chercheurs dans l'encadrement doctoral et dans les responsabilités scientifiques et œuvrer pour la promotion des plus méritants ;
- l'affaiblissement du potentiel scientifique est à anticiper avec l'émergence de nouveaux leaders.

### Appréciation sur ce critère

La fusion des 3 anciennes équipes PMT, SLA et MSA donne une véritable masse critique à l'équipe « Physique Moléculaire et Spectroscopie » du GSMA et décroïssonne totalement les travaux de modélisation théorique, d'analyse spectroscopique et d'instrumentation innovante. La réorganisation thématique avec une cible définie autour des molécules d'intérêt atmosphérique et planétologique renforce la transdisciplinarité et la lisibilité du projet de recherche. Pour le prochain contrat, l'enjeu est de veiller à la bonne dynamique et au renouvellement du potentiel en recherche.

**Équipe 3 :** Spectrométrie Laser et Applications (SLA)

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Virginie ZENINARI

### Domaine d'activité de l'équipe

L'équipe SLA a une activité dédiée au développement (tests et amélioration) de sources laser de nouvelles générations ainsi qu'à l'utilisation de ces sources en spectroscopie de molécules d'intérêt atmosphérique (mesures de paramètres spectroscopiques et détection de traces de gaz). L'équipe s'est spécialisée dans les lasers à cascade quantique (QCL) émettant dans la gamme de l'IR moyen. L'équipe est experte dans la détection de traces par spectrométrie photo-acoustique. Elle mène une recherche très appliquée transférable technologiquement qui se valorise à la fois au travers de publications et de brevets. Cette équipe est à l'origine de la start-up Aérovia qui exploite les développements réalisés.

### Effectifs

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2016	Nombre au 01/01/2018
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	4 (3,3)	4
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.)		
N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM)		
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N7 : Doctorants	2 (1,5)	
TOTAL N1 à N7	6 (4,8)	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2 (1,8)	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2011 au 30/06/2016
Thèses soutenues	4
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	
Nombre d'HDR soutenues	

## Avis global sur l'équipe

L'équipe « Spectrométrie Laser et Applications » est une petite équipe qui consacre son activité aux développements de lasers et dispositifs de détection de trace en utilisant des cellules photo-acoustique. Cette équipe est très impliquée dans la valorisation de ces développements et est auteur de nombreux brevets. Elle possède un lien privilégié avec la start-up Aerovia qui exploite ses brevets. Cette dynamique de valorisation a permis à l'équipe d'obtenir des contrats et d'établir un partenariat avec un laboratoire de Thales. L'équipe, très impliquée dans la formation par la recherche avec de nombreux encadrements, bénéficie aussi de financements doctoraux variés.

La réorganisation prévue pour le prochain contrat quinquennal est une opportunité pour créer une plus forte interaction avec les équipes expérimentales du laboratoire et améliorer ainsi la valorisation scientifique des résultats, via des publications dans des revues à haut facteur d'impact.

## Critère 1 : qualité et production scientifiques

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est constituée de 4 enseignants-chercheurs, dont un en disponibilité sur la période examinée. Le travail de l'équipe a conduit à la publication de 18 articles et de 21 brevets portant sur 7 procédés ou dispositifs. Il s'agit donc d'une équipe orientée vers les applications et la valorisation de son activité.

Parmi les résultats obtenus, nous pouvons citer le développement de lasers à cascade quantique montés en cavité étendue permettant une large accordabilité ainsi que le développement de cellules photo-acoustiques miniaturisées destinées à la détection de traces de gaz sur le terrain.

La production scientifique de l'équipe est continue dans des revues centrées essentiellement sur l'instrumentation et la détection (environ 3 publications par an). Dans le cadre d'une recherche très appliquée en lien avec le transfert de technologies, le point fort réside dans les brevets et extensions : l'équipe est à l'origine de l'ensemble des brevets et extensions du laboratoire avec 21 réalisations en 4 ans (7 familles de brevet). Les communications lors de conférences sont nombreuses, environ 14 par an, principalement sous forme d'affiches.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

La valorisation des développements par brevets réduit la visibilité de l'équipe auprès de la communauté scientifique. De plus, l'équipe SLA peine à produire des publications (ACL) dans des journaux à bons facteurs d'impact (à l'exception du Sensors & Actuators B de 2016). Par ailleurs, la proximité avec la start-up Aerovia peut conduire à une limitation du champ de recherche à celui imposé par le marché de celle-ci.

## Recommandations

Les développements technologiques doivent se faire en lien avec un projet d'expérience permettant de valoriser scientifiquement les efforts réalisés.

Une meilleure collaboration avec les autres équipes du laboratoire doit permettre à cette équipe instrumentale de mieux valoriser ses développements à travers des publications de plus haut rang ainsi que des conférences internationales mettant en avant les avancées technologiques dans le développement d'instrumentation innovante.

## Appréciation sur ce critère

L'équipe SLA est très dynamique en termes de recherche appliquée et est à l'origine de l'ensemble des brevets et extensions du laboratoire GSMA. Bien que l'équipe publie et diffuse ses travaux régulièrement sur la durée du contrat, la contrepartie de la recherche menée réside dans un taux de publication modeste, avec des facteurs d'impact limités en comparaison avec les équipes de développements instrumentaux en spectroscopie existant au niveau national et surtout international.

## Critère 2 : rayonnement et attractivité académiques

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a été impliquée dans 7 contrats de différents types (région, DGA, ANR, Eureka), avec parfois des industriels, qui ont permis de financer les développements réalisés.

L'expertise développée par l'équipe SLA et son fort partenariat avec le laboratoire III-V de Thales-Alcatel a permis d'obtenir des financements conséquents tout au long du contrat via divers types de projets (2 projets ANR coordonnés). L'un de ces projets a contribué par ses résultats à la création d'une start-up par les chercheurs du laboratoire III-V. L'équipe atteste d'un rayonnement international à travers son implication dans le projet franco-allemand MERLIN associant CNES et DLR. La responsable de l'équipe fait partie du comité scientifique du GDR SPECMO et l'ensemble de l'équipe participe aux expertises de projets ANR.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

L'implication de l'équipe dans des projets d'envergure européenne et internationale reste modeste d'autant plus qu'elle est très dirigée vers les applications ce qui est pourtant un critère recherché dans la formation de consortium européens.

### Recommandations

Le rayonnement et l'attractivité de l'équipe MSA doivent être maintenus à travers le portage de projets d'envergure nationale et internationale et le partenariat privilégié avec des entreprises comme Thales-Alcatel. L'équipe doit accroître ses ambitions à travers le montage de projets européens ou de type ANR-Maturation. Individuellement, les membres de l'équipe peuvent accroître leur visibilité dans les réseaux de recherche en spectroscopie moléculaire.

### Appréciation sur ce critère

L'équipe MSA rayonne sur les plans nationaux et internationaux par son expertise dans le développement de sources et de systèmes de détection innovants. Elle a réussi à créer une collaboration privilégiée avec un poids lourd de la technologie française. Les recherches menées ont démontré leur fort potentiel en termes d'innovation à travers notamment la création de la start-up Aerovia. Les financements obtenus lors du contrat sont conséquents et variés. Néanmoins, à l'exception du projet MERLIN, les autres financements obtenus prennent fin en 2016, ce qui implique à l'équipe de se repositionner si possible comme porteur sur de nouveaux projets de recherche d'envergure nationale et internationale.

## Critère 3 : interactions avec l'environnement économique, social culturel et sanitaire

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a produit 7 innovations qui ont conduit à la production de 21 brevets. Par ailleurs, ses membres sont très impliqués dans la start-up Aerovia fondée en 2010 par, entre autres, une partie de l'équipe. L'équipe est donc en très bonne relation avec l'environnement économique.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Même si 2 membres de l'équipe s'impliquent dans la fête de la science ou les « Journées Portes Ouvertes » de l'IUT, les actions destinées à promouvoir les recherches auprès du grand public restent limitées.

### Recommandations

La recherche menée par l'équipe pourrait être vulgarisée plus largement en interagissant davantage avec d'une part les collectivités locales, départementales et régionales et d'autre part le monde éducatif. L'équipe doit tirer profit de ses liens privilégiés avec le monde de l'entreprise.

### Appréciation sur ce critère

A travers les brevets et extensions qu'elle dépose, l'équipe SLA interagit fortement avec l'environnement économique. L'interaction mérite d'être étendue au grand public désireux de se sensibiliser à l'innovation technologique de pointe.

### Critère 4 : organisation et vie de l'équipe

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est constituée de 4 personnes dont une en disponibilité depuis 2011. La structuration de son activité est adaptée à la recherche appliquée, avec une gestion en mode projet. C'est une opportunité pour intéresser des étudiants souhaitant effectuer une thèse en recherche tout en observant le mode de fonctionnement d'une start-up.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Une trop grande proximité avec la start-up Aerovia peut marginaliser l'équipe au sein du laboratoire. Une plus grande interaction avec les autres groupes est souhaitable.

#### Recommandations

Une plus forte interaction scientifique avec les autres équipes, comme cela est fait avec l'équipe « Effervescence », par exemple dans le cadre de contrats, pourrait permettre de mieux valoriser scientifiquement les productions du groupe.

### Appréciation sur ce critère

Le comité d'experts note une très bonne organisation et vie d'équipe.

### Critère 5 : implication dans la formation par la recherche

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Par la composition exclusivement constituée d'enseignants-chercheurs, l'équipe est très impliquée dans la formation des étudiants. Elle a formé 5 stagiaires M1 et 4 M2. Par ailleurs 4 thèses ont été soutenues et 2 sont en cours. 4 post-doctorants ont été encadrés dont 3 co-encadrements avec l'équipe « Aéronomie » du laboratoire, mais aussi le LISA de Créteil. Les financements obtenus sont variés. La thématique dont l'activité est organisée en mode projets semble attirer les étudiants dans le cadre actuel de la formation pré-doctorale proposée à Reims.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Les non HDR de l'équipe n'apparaissent pas dans l'encadrement doctoral et/ou postdoctoral.

#### Recommandations

L'équipe doit veiller à ce que l'ensemble de ses membres titulaires habilités ou non soient partie prenante de l'encadrement doctoral ou postdoctoral. La thématique de l'équipe doit permettre aux étudiants de master, doctorants et postdoctorants formés de s'insérer professionnellement dans la recherche et le développement d'applications technologiques innovantes. Ces étudiants ou jeunes chercheurs doivent pouvoir bénéficier de l'expérience des encadrants dans la création de start-up et la valorisation des technologies développées.

### Appréciation sur ce critère

L'équipe SLA s'implique dans la formation par la recherche en master et doctorat. Les membres de l'équipe habilités dirigent exclusivement les doctorants et post-doctorants. Les opportunités de financement de contrats doctoraux sont nombreuses et variées en raison de la thématique de l'équipe, mais aussi grâce à son dynamisme.

L'équipe SLA, à travers sa forte interaction avec l'environnement économique, dispose de tous les atouts pour assurer le devenir des étudiants formés à leur recherche au-delà du monde académique.

### Critère 6 : perspectives et stratégie scientifique à cinq ans

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe va rejoindre intégralement le groupe « Physique Moléculaire et Spectroscopie », ce qui la rendra plus proche des utilisateurs potentiels de ses développements. On peut espérer que cette nouvelle configuration conduira à une stimulation de la coordination entre les besoins et les développements. Ce regroupement permettra d'adopter une taille critique et de renforcer les collaborations existantes entre les aspects modélisation, analyses spectroscopiques et développement instrumental. En particulier, les développements instrumentaux réalisés par l'équipe SLA pourront être mieux valorisés en termes d'applications spectroscopiques fondamentales.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le regroupement dans la future équipe « Physique Moléculaire et Spectroscopie » permettra de développer plus d'interactions au sein du laboratoire, mais ne doit pas conduire à un isolement à l'égard des groupes « Aéronomie » et « effervescence » qui possèdent actuellement de fortes interactions avec l'équipe.

#### Recommandations

Il pourrait être pertinent de proposer des développements avec objectif de recherche dans le cadre des thèses proposées, impliquant un volet développement et un volet mesure/spectroscopie/modélisation.

Dynamiser encore la politique de valorisation avec l'obtention de nouveaux contrats industriels et de recherche au niveau national, européen et international. Continuer à diversifier les sources de financement des bourses de doctorats.

#### Appréciation sur ce critère

Le regroupement prévu semble pertinent au regard de la taille du groupe actuel et de son activité. La fusion des 3 équipes PMT, SLA et MSA donne une véritable masse critique à l'équipe « Physique Moléculaire et Spectroscopie » du GSMA et décroïsonne totalement les travaux de modélisation théorique, d'analyse spectroscopique et d'instrumentation innovante. La réorganisation thématique avec une cible définie autour des molécules d'intérêt atmosphérique et planétologique renforce la transdisciplinarité et la lisibilité du projet de recherche. Pour le prochain contrat, l'enjeu est de veiller à la bonne dynamique et au renouvellement du potentiel en recherche.

**Équipe 4 :** Réactivité des Processus Atmosphériques (RPA)

**Nom du responsable :** M. Abdelkhaleq CHAKIR

### Domaine d'activité de l'équipe

L'équipe RPA « Réactivité des Processus Atmosphériques » oriente ses études sur la cinétique et la spectroscopie des contaminants atmosphériques organiques, principalement dans les phases gazeuses et particulaires aux conditions troposphériques. Ses travaux sont principalement de nature expérimentale et reposent sur un équipement instrumental varié et de précision. Les travaux fournissent des données cinétiques, mécanistiques et spectroscopiques nécessaires aux applications de modélisation numérique de la composition atmosphérique. Les travaux des dernières années se sont focalisés sur la dégradation atmosphérique de composés en phase gazeuse et à l'interface air/particule.

### Effectifs

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2016	Nombre au 01/01/2018
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2	2
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.)		
N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM)		
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N7 : Doctorants	3	
TOTAL N1 à N7	5	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2011 au 30/06/2016
Thèses soutenues	5
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	
Nombre d'HDR soutenues	

## Avis global sur l'équipe

Malgré son petit effectif en permanents, l'équipe RPA a une très bonne productivité scientifique, avec 28 publications dans des journaux internationaux avec comité de lecture depuis 2011. L'équipe s'investit beaucoup dans l'enseignement (responsables de master, encadrement de 10-15 stagiaires de master en moyenne par an) et dans la formation doctorale (5 thèses soutenues depuis 2012). Par ailleurs, l'équipe a organisé le 36<sup>ème</sup> colloque annuel du « Groupe Français de Cinétique et Photochimie » en 2016. Enfin, l'équipe a réussi à trouver des financements par contrats avec des partenaires locaux (URCA : projet AQUAL, BQR), nationaux (projet collaboratif LEFE/CHAT) et internationaux (Université de Nouvelle Calédonie, ENSA Agadir, ENSAT Tunis, Université Telemann).

La réorganisation du GSMA permettra à cette équipe, qui fusionnera avec l'équipe E6 (Aéronomie) pour le prochain contrat quinquennal, de créer des fructueuses collaborations internes surtout concernant le développement instrumental.

## Critère 1 : qualité et production scientifiques

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le taux de publication d'articles avec comité de lecture est appréciable (5,4 en moyenne par an pour 2 EC et 3 doctorants), compte tenu du fait que les deux seuls membres permanents de l'équipe assument également des charges d'enseignement et d'encadrement.

L'équipe RPA s'investit résolument dans l'encadrement de stagiaires et de doctorants. La soutenance de thèses (5 sur la période) est importante et apparemment stable dans le temps.

L'équipe a visiblement développé des thèmes de recherche originaux au niveau national. Elle collabore avec succès avec d'autres laboratoires en France et ailleurs dans le monde.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

L'équipe RPA ne compte que 2 permanents, dont un à moins de dix ans de la retraite, ce qui est en-deçà de la masse critique nécessaire à la survie d'un groupe dans une perspective à long terme et pour la pérennité de l'expertise. Son regroupement avec l'équipe E6 au sein d'une grande équipe d'aéronomie pour le prochain contrat est donc une perspective louable.

Assez logiquement, la production scientifique de l'équipe semble très liée au nombre de doctorants. On note un pic de publications en 2013 suivant un pic de communications en 2011, pics probablement associés à la concrétisation des résultats d'au moins trois des doctorants en activité au début de la période évaluée.

Dans le même ordre d'idées, si le taux de publications est important (28 en 5 ans), on peut s'étonner du nombre plutôt modéré de communications orales (2 invitées + 10 internationales + 4 nationales). Lors du pic de publications de 2013, on note seulement 4 communications orales nationales et aucune internationale. Peut-être est-ce à mettre à nouveau en relation avec la taille modeste de l'effectif et ses charges d'enseignement.

## Recommandations

L'équipe doit bien veiller à gérer les risques inhérents à une petite structure. Elle doit améliorer la stabilité de la production d'articles et du nombre de communications. Par ailleurs, cette équipe doit bien saisir les opportunités liées à la nouvelle organisation du GSMA.

## Appréciation sur ce critère

La qualité des équipements, du savoir-faire et de la production scientifique de l'équipe RPA est reconnue aux niveaux national et international. Cette reconnaissance résulte de l'organisation de colloques scientifiques à fréquentation élevée et par un certain nombre de communications orales (dont 2 communications invitées) et par affiche. La réputation de l'équipe et de ses travaux lui confère une attractivité académique (voir point suivant) concrétisée par l'intérêt exprimé par un nombre stable de doctorants et de stagiaires.

## Critère 2 : rayonnement et attractivité académiques

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe RPA inscrit résolument ses activités dans le contexte universitaire. Elle s'investit clairement dans l'encadrement de stagiaires et de doctorants de l'Université de Reims.

Les activités proposées semblent attractives pour la communauté étudiante : l'équipe encadre en moyenne 3 doctorants, ainsi que des projets et stages de fin d'études pour environ 10 à 15 stagiaires par an.

Les deux permanents de l'équipe ont également participé à la création en 2012 d'une mention en « Sciences de l'environnement », et ont pris chacun la responsabilité d'un Master, en « Management de l'Environnement Déchets et Energie » et « Génie des Environnements Naturels et Industriels ».

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Pas de point faible identifié à propos du rayonnement et de l'attractivité académiques.

### Recommandations

Le comité d'experts encourage l'équipe RPA à poursuivre ses efforts pour attirer des étudiants de l'extérieur et participer à des projets nationaux et internationaux. L'équipe pourrait aussi mieux développer des collaborations en Europe.

### Appréciation sur ce critère

La qualité des équipements, du savoir-faire et de la production scientifique de l'équipe RPA lui confère une attractivité académique évidente, concrétisée par l'intérêt exprimé par un nombre stable de doctorants et de stagiaires, malgré le relatif désintérêt des étudiants pour les disciplines scientifiques.

## Critère 3 : interactions avec l'environnement économique, social culturel et sanitaire

### Points forts et possibilités liées au contexte

Les études de l'équipe RPA concernant le devenir atmosphérique de contaminants organiques et des pesticides sont tout à fait importantes et intéressantes aussi pour l'industrie et l'agriculture, en particulier pour les organismes publics chargés de la surveillance de la qualité de l'air, de l'eau et du sol. Ce type de travaux présente effectivement des possibilités de collaborations et de financements extérieurs.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Malgré le nombre remarquable de projets de l'équipe, il est probablement possible d'augmenter les interactions avec l'environnement économique et social local.

### Recommandations

L'équipe pourrait discuter du développement et des applications des thèmes de recherche avec des acteurs extérieurs, y compris pour trouver des financements supplémentaires.

### Appréciation sur ce critère

Le rapport de l'équipe reste assez vague sur ses interactions avec l'environnement social, économique et culturel. Si les études menées sur la dégradation des pesticides touchent à une problématique sanitaire et économique réelle, les interactions avec des acteurs extérieurs ne sont pas bien visibles.

#### Critère 4 : organisation et vie de l'équipe

##### Points forts et possibilités liées au contexte

La taille très modeste de l'équipe RPA ne semble ne pas être un problème pour mener à bien les nombreuses tâches qui lui sont/qui elle s'est attribuées. La coopération et les interactions entre les membres de l'équipe sont bien développées.

##### Points à améliorer et risques liés au contexte

La petite taille de l'équipe RPA l'expose aux problèmes de gestion optimale des ressources. L'absence potentielle d'un permanent pourrait immédiatement réduire la capacité de recherche et d'encadrement de cette équipe de manière dramatique, avec des graves conséquences pour les contrats et la formation doctorale.

##### Recommandations

L'organisation et la vie de l'équipe RPA devraient profiter pleinement de la nouvelle organisation du GSMA.

##### Appréciation sur ce critère

Le comité d'experts a bien noté la bonne organisation de cette équipe, mais il tient aussi à souligner le risque associé à sa très petite taille. L'intégration de cette équipe dans la nouvelle organisation du GSMA est donc particulièrement importante.

#### Critère 5 : implication dans la formation par la recherche

##### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe RPA s'implique significativement dans la formation à la recherche. Elle s'investit activement dans l'encadrement de stagiaires et de doctorants de l'Université de Reims.

En outre, les deux permanents de l'équipe ont participé à la création en 2012 d'une mention en sciences de l'environnement, et ont pris chacun la responsabilité d'un Master, en « Management de l'Environnement Déchets et Energie » et « Génie des Environnements Naturels et Industriels ». L'équipe a encadré 5 doctorants depuis 2011, 3 autres thèses viennent de démarrer. De plus, l'équipe a encadré des projets et des stages de fin d'études pour les masters M1 et M2, en moyenne 10 à 15 stagiaires par an, ce qui est tout à fait remarquable.

##### Points à améliorer et risques liés au contexte

Il y a un risque important associé à la petite taille de cette équipe, mais qui pourrait être réduit suite à la nouvelle organisation du GSMA.

##### Recommandations

Le comité tient à encourager l'équipe à continuer ses efforts à trouver des financements extérieurs pour la formation de doctorants.

##### Appréciation sur ce critère

Le comité d'experts souligne très favorablement la très grande implication de l'équipe RPA dans la formation par la recherche, aussi bien dans les masters à l'URCA que par la formation de doctorants.

## Critère 6 : perspectives et stratégie scientifique à cinq ans

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe va développer la prise en compte de la réactivité atmosphérique des contaminants organiques pour aborder les différentes problématiques de la pollution atmosphérique en mettant en place des expérimentations, basées sur la spectroscopie IR et UV pour la quantification.

Les recherches sur les polluants atmosphériques organiques émergents, notamment les pesticides, seront développées avec un questionnement pertinent d'un point de vue environnemental : de quelle manière la transformation photochimique des pesticides dans l'atmosphère conduit-elle à la dégradation de la qualité de l'air ? Quels sont les effets des produits de dégradation sur l'environnement ?

La grande actualité des sujets de recherche de cette équipe présente de nombreuses possibilités d'interactions avec des partenaires extérieurs.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

L'équipe est indiscutablement limitée dans son développement par sa petite taille.

### Recommandations

Bien que très informatif, le rapport de l'équipe RPA reste assez vague sur ses perspectives et sur sa stratégie scientifique à 5 ans. Si l'idée est de poursuivre dans la voie empruntée, il est probable que les thématiques abordées resteront d'actualité pendant encore de nombreuses années. Le comité tient à encourager l'équipe à poursuivre les activités entreprises, avec éventuellement un élargissement des études à d'autres communautés que celles dans lesquelles l'équipe a coutume d'évoluer.

### Appréciation sur ce critère

L'équipe RPA a visiblement entamé une très bonne dynamique et stratégie depuis quelques années. Le comité d'experts l'encourage à continuer dans cette direction et à prendre des initiatives pour développer les collaborations au sein du GSMA et avec des partenaires extérieurs.

**Équipe 5 :** Effervescence Champagne et Applications (ECA)

**Nom du responsable :** M. Gérard LIGER-BELAIR

### Domaine d'activité de l'équipe

L'équipe ECA travaille sur l'étude des processus physicochimiques liés aux phénomènes d'effervescence et de mousse, non seulement en œnologie, mais de façon plus large dans les liquides chargés en gaz dissous.

### Effectifs

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2016	Nombre au 01/01/2018
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3 (2,2)	3
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.)		
N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM)		
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N7 : Doctorants	1 (0,5)	
TOTAL N1 à N7	4 (2,7)	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2 (1,2)	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2011 au 30/06/2016
Thèses soutenues	2,5
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	
Nombre d'HDR soutenues	

### Avis global sur l'équipe

Malgré sa petite taille, cette équipe a une très bonne production scientifique et une grande visibilité, grâce à un sujet de recherche original et des approches expérimentales et théoriques innovantes. Depuis son intégration au GSMA en 2012, l'équipe ECA a développé des collaborations très fructueuses avec d'autres équipes du GSMA :

modélisation de la dynamique moléculaire avec l'équipe PMT, spectrométrie laser appliquée à l'étude du CO<sub>2</sub> et des composés organiques volatils (COV) dégagés lors de l'ouverture d'une bouteille de vin de Champagne avec l'équipe SLA. Par ailleurs, l'équipe collabore avec d'autres laboratoires en France et dans le monde. Les interactions avec le monde économique sont tout à fait impressionnantes. Enfin, l'équipe a beaucoup travaillé dans la diffusion de la culture scientifique (presse écrite, radio, télévision), entre autres par la publication d'un ouvrage « Champagne, la vie secrète des bulles » en 2015. Cette jeune équipe est un succès pour le GSMA.

### Critère 1 : qualité et production scientifiques

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe ECA a publié depuis 2011 au total 33 articles dans des journaux internationaux avec comité de lecture (y compris dans des journaux de très grande visibilité comme *PNAS*, *Biogeosciences*, *Physics World* ...) et 13 autres ouvrages ou chapitres d'ouvrage, ce qui est très important pour sa taille.

La qualité des travaux scientifiques de cette équipe est absolument incontestable.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

La diversité des sujets de recherche dans cette équipe est assez grande et demande une très bonne organisation. Avec seulement 2,2 permanents (1 PR, 1 MCF plus 0,20 % de PR) cette diversité présente un certain risque.

#### Recommandations

Vu le succès et la qualité scientifique de cette équipe, ainsi que la diversité de ses sujets de recherche, un recrutement serait tout à fait bénéfique pour pérenniser et élargir les approches expérimentales et théoriques.

#### Appréciation sur ce critère

Le comité d'experts souligne la qualité de la production scientifique de l'équipe ECA et l'encourage à continuer ses travaux avec autant de succès dans les années à venir.

### Critère 2 : rayonnement et attractivité académiques

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Sans aucun doute, cette équipe est exemplaire pour son rayonnement et son attractivité académique. Les études menées par l'équipe ont une très grande visibilité dans la région, au niveau national et international.

L'équipe collabore avec d'autres structures académiques comme l'Institut Jules Guyot (Université de Bourgogne), le Centre de Recherche Paul Pascal (Bordeaux), le CEA de Bordeaux, l'Institut Jean le Rond d'Alembert (Université Paris 6) et le Helmholtz Center à Munich (Allemagne).

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Comme pour d'autres équipes du GSMA, la petite taille de l'équipe ECA est un risque potentiel.

#### Recommandations

Comme cela a déjà été signalé, le comité d'experts encourage un renforcement de cette équipe, de préférence par un chercheur expérimentateur.

### Appréciation sur ce critère

Les sujets de recherche de l'équipe ECA constituent effectivement la base de sa grande attractivité académique et de son rayonnement, mais cela ne va pas de soi. Le comité a bien noté les grands efforts de cette équipe dans ce secteur et l'en félicite.

### Critère 3 : interactions avec l'environnement économique, social culturel et sanitaire

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Les interactions de l'équipe ECA avec le monde économique sont nombreuses : maisons de Champagne, Coca Cola, AMORIM, BIOLAFFORT... et fructueuses sur le plan de la recherche, mais aussi sur le plan financier. Ce sont des possibilités uniques que l'équipe ECA a su saisir avec grand succès.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le comité n'a pas identifié de points à améliorer ou de risques liés au contexte sur ce critère.

#### Recommandations

Le comité d'experts encourage l'équipe ECA à continuer ses efforts dans les interactions avec l'environnement économique, tout en gardant son approche scientifique rigoureuse.

### Appréciation sur ce critère

Les partenariats de l'équipe ECA avec différents acteurs socio-économiques sont nombreux et bénéfiques, aussi bien sur le plan financier qu'en science appliquée.

### Critère 4 : organisation et vie de l'équipe

#### Points forts et possibilités liées au contexte

C'est une très petite équipe qui semble très bien organisée. Le comité a bien noté sa très bonne intégration dans le GSMA et ses collaborations fructueuses avec les équipes PMT et SLA. La collaboration avec l'actuelle équipe Aéronomie est tout à fait prometteuse.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Comme cela déjà été mentionné, la petite taille de cette équipe est un risque potentiel.

#### Recommandations

L'équipe doit garder son identité dans la nouvelle organisation du GSMA, ce qui est d'ailleurs prévu dans le futur organigramme.

### Appréciation sur ce critère

Dans la nouvelle organisation du GSMA, cette équipe sera, et de loin, la plus petite. Il est très important que cela ne pose pas de problème en ce qui concerne la communication et l'organisation interne.

### Critère 5 : implication dans la formation par la recherche

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe ECA a encadré 3 thèses depuis 2011, une 4<sup>ème</sup> est en cours. Par ailleurs, elle encadre aussi des stagiaires M1 et M2 de l'URCA et des stagiaires DNO (Diplôme National d'Œnologue), certains en co-encadrement avec des maisons de Champagne. Elle a aussi encadré un post-doctorant pendant toute l'année 2014.

Par ailleurs, elle a publié plusieurs ouvrages à vocation pédagogique.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le comité d'experts n'a pas identifié de points à améliorer ou de risques liés au contexte.

#### Recommandations

Le comité recommande de continuer les activités de formation par la recherche avec des partenaires extérieurs, mais aussi avec les autres équipes du GSMA.

#### Appréciation sur ce critère

Malgré sa petite taille, l'équipe ECA est très bien impliquée dans la formation par la recherche.

### Critère 6 : perspectives et stratégie scientifique à cinq ans

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe ECA a très bien formulé ses perspectives et sa stratégie scientifique à cinq ans dans le dossier, en évoluant à partir de ses activités actuelles.

Le comité a bien noté un nouveau sujet, le dégazage de CO<sup>2</sup> dans un lac au Cameroun, ce qui est une application intéressante de l'expertise de l'équipe.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

La nouvelle organisation du GSMA présente un risque potentiel pour cette équipe car elle sera la plus petite. En outre sa thématique de recherche est assez différente de celles des deux autres futures équipes (« Physique Moléculaire et Spectroscopie » et « Aéronomie »).

#### Recommandations

Le comité d'experts encourage l'équipe ECA à continuer à exceller dans sa thématique et à élargir ses collaborations au sein du GSMA, en particulier sur la base des techniques expérimentales de spectroscopie.

#### Appréciation sur ce critère

L'intégration de l'équipe ECA au GSMA a visiblement été un succès. Il est important de soutenir cette équipe dans les années à venir afin qu'elle puisse réaliser ses projets scientifiques.

**Équipe 6 :** Aéronomie

**Nom du responsable :** M. Georges DURRY

### Domaine d'activité de l'équipe

Les activités de recherche de l'équipe d'Aéronomie concernent les atmosphères terrestre et planétaires, avec un axe principal de modélisation et un soutien expérimental.

Les travaux des dernières années sur l'atmosphère terrestre ont été consacrés plus particulièrement à la vapeur d'eau dans la région d'altitude de l'UT/LS (« upper troposphere/lower stratosphere »), avec un focus sur des phénomènes d'origine dynamique comme les « overshoots » dans la région tropicale. Les travaux en planétologie se sont concentrés sur l'atmosphère et la surface de Titan, avec en particulier l'analyse des observations de la sonde Cassini de particules (nuages, brume, haute atmosphère) et de la réflectivité de la surface, l'optimisation du modèle de circulation 3D de Titan (parallélisation du calcul et développement d'un nouveau modèle de microphysique), et l'étude des mécanismes de formation des aérosols à partir de la phase gazeuse.

### Effectifs

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2016	Nombre au 01/01/2018
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	7 (6,5)	6
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3	3
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.)	2	
N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM)		
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N7 : Doctorants	3	
TOTAL N1 à N7	15 (14,5)	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2011 au 30/06/2016
Thèses soutenues	4
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2
Nombre d'HDR soutenues	

## Avis global sur l'équipe

L'équipe Aéronomie du GSMA est une équipe très dynamique qui a produit un nombre impressionnant de résultats scientifiques concernant l'atmosphère terrestre et la planétologie.

Elle a coordonné des campagnes de mesures atmosphériques (instruments embarqués sur ballons) en France, au Brésil, au Canada et en Suède, et elle a participé à la préparation de missions spatiales, en collaboration avec des agences spatiales (CNES, CSA, NASA, ESA...) et dans l'analyse de données spatiales comme celles en provenance de la sonde Cassini. Elle a par ailleurs développé et utilisé des modèles numériques (modèle de circulation 3D de Titan, modèle de formation d'aérosols, modèle méso-échelle BRAMS, modèle lagrangien MiPLASMO ...) pour l'interprétation des données ainsi obtenues.

Le développement d'instruments de sondage atmosphérique (Pico-SDLA, AMULSE ...) et des spectromètres TDLAS (« tunable diode laser spectroscopy ») pour la mission Phobos-Grunt et de MTDLAS (« Martian » TDLAS) pour la mission Exomars démontrent la grande expertise de l'équipe dans ce domaine.

Par ailleurs, l'équipe a coordonné deux ANR blanches (Apostic et TRO-pico), dont une a donné lieu à l'organisation d'un grand colloque international à Reims en 2015. L'équipe a aussi organisé un workshop international sur Titan à Reims en 2016.

Plusieurs membres de l'équipe sont très impliqués dans l'organisation de la recherche en France (Comité National du CNRS) et de l'enseignement à l'URCA. Deux chercheurs de l'équipe sont co-fondateurs de la start-up Aerovia.

C'est une équipe qui bénéficie d'une très bonne visibilité à tous les niveaux : local, national et international. Les recrutements des dernières années et le soutien technique au GSMA ont visiblement été très utiles pour cette équipe. Le comité d'experts a noté par contre que l'équipe, malgré ses nombreuses collaborations nationales et internationales, n'est pas directement impliquée dans un grand projet européen.

## Critère 1 : qualité et production scientifiques

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a publié 67 articles dans des journaux internationaux avec comité de lecture depuis 2011, ce qui est remarquable pour une équipe de 6,5 ETP (dont 3 CR1). La qualité de ces travaux est excellente et fait l'objet de publications marquantes notamment dans de nombreux journaux d'astrophysique (*Icarus*, *Astrophys. Journal*) ou des revues à très fort impact (*PNAS*). Parmi les résultats marquants on peut citer en particulier les mesures atmosphériques avec des instruments spectroscopiques embarqués sur des ballons (PicoSDLA, micro-SDLA, AMULSE), la mesure de flux de gaz d'effet de serre avec ECoFlux et pour ICOS, la préparation d'instruments originaux (TDLAS) pour des missions spatiales (Phobos-Grunt, Exomars), et la modélisation de la dynamique atmosphérique dans la région UT/LS (BRAMS), l'analyse de données du sondeur Cassini, le modèle de circulation 3D de Titan et la modélisation de la formation d'aérosols dans l'atmosphère de Titan. L'excellence de cette dernière activité a en particulier été récompensée par la remise de la médaille de bronze du CNRS en 2015 à un jeune CR1 de l'unité.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

La diversité des thématiques scientifiques dans cette équipe est relativement grande, malgré l'approche commune de l'« Aéronomie ». Pour une équipe de 6,5 ETP, cela représente beaucoup d'efforts, en particulier avec le développement instrumental, la mise au point de modèles numériques, les campagnes de mesures atmosphériques et la préparation de missions spatiales. Il y a un certain risque de dispersion.

## Recommandations

Le comité d'experts recommande à l'équipe de faire attention à ce que ses nombreuses activités ne mènent pas au fractionnement (au moins partiel) de l'équipe.

### Appréciation sur ce critère

La qualité des recherches conduites comme la production scientifique de l'équipe Aéronomie sont incontestablement excellentes et se placent au premier plan international, surtout concernant les mesures atmosphériques avec des instruments embarqués et les analyses de données Cassini.

### Critère 2 : rayonnement et attractivité académiques

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe Aéronomie a un fort rayonnement local, national et international. Le rayonnement international est confirmé par des collaborations avec des équipes russes et américaines de renom, qui se traduisent en particulier par des échanges de chercheurs. Elle a accueilli plusieurs fois des chercheurs étrangers pour 1-4 mois. Par ailleurs, elle collabore avec des partenaires en France et dans le monde entier.

La liste de contrats 2011-2016 (ADEME, CNES, 2 ANR, ESA, CHAT-LEFE ...) est impressionnante et illustre bien son attractivité pour les organismes nationaux et internationaux. Les soutiens accordés à cette équipe par le CNES et par l'INSU sont particulièrement importants. Enfin les collaborations avec d'autres équipes de laboratoires très actifs du domaine en France (LATMOS, LP2CE, LA, CNRM-GAME, LMD, LACy ...) sont nombreuses.

Par ailleurs, l'équipe a réussi à recruter deux CR au cours de la période évaluée (en 2011 et en 2015).

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Malgré son rayonnement important l'équipe n'a pas participé directement à un grand projet européen (ni réseau européen, ni projet ERC). Les projets de recherche de cette équipe demandent un financement externe très conséquent ce qui peut être un risque dans la période actuelle.

#### Recommandations

Le comité d'experts encourage l'équipe Aéronomie à s'investir davantage dans des projets européens (H2020, programmes ICOS, IAGOS, ACTRIS ...) et de soumettre des projets en réponse aux appels d'offre de l'ERC. Le savoir-faire de cette équipe concernant le développement d'instruments spectroscopiques mobiles est sans aucun doute très intéressant pour beaucoup de projets actuels et futurs (y compris les services Copernicus).

### Appréciation sur ce critère

L'équipe Aéronomie est aussi excellente sur le plan du rayonnement et de l'attractivité académique. Néanmoins, elle peut encore développer plus de collaborations en Europe, par exemple via des projets H2020, ERC ou Copernicus.

### Critère 3 : interactions avec l'environnement économique, social culturel et sanitaire

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Deux chercheurs de l'équipe ont participé à la création en 2010 de la start-up Aerovia, incubée jusqu'à 2014 et depuis installée dans ses propres locaux à Reims avec une dizaine de salariés.

L'équipe est très impliquée dans des activités diverses et régulières de diffusion et de vulgarisation scientifique à Reims et en Région Champagne-Ardenne.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le comité n'a pas identifié de points à améliorer ou de risques liés au contexte sur ce critère.

## Recommandations

Le comité d'experts encourage l'équipe Aéronomie à poursuivre ses efforts concernant les interactions avec l'environnement économique, social culturel et sanitaire, en particulier dans la période actuelle de post-COP21. L'impact de ses travaux concernant l'atmosphère terrestre doit être bien communiqué, en particulier auprès du grand public chez qui l'attente est forte dans ce domaine.

### Appréciation sur ce critère

La participation de l'équipe Aéronomie dans la start-up Aerovia est importante, comme ses activités de diffusion et de vulgarisation des connaissances.

### Critère 4 : organisation et vie de l'équipe

#### Points forts et possibilités liées au contexte

La taille de l'équipe est relativement grande par rapport aux autres équipes du laboratoire, mais le comité n'a pas constaté de problèmes d'organisation ou de communication. Les recrutements des dernières années ont visiblement très bien été intégrés dans l'équipe.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le nombre de projets différents de cette équipe et le stress associé à la préparation de campagnes atmosphérique ou des missions spatiales sont peut-être parfois difficiles à gérer en même temps.

## Recommandations

Le comité d'experts propose à l'équipe Aéronomie de bien veiller à ce que le nombre de projets reste gérable aussi dans les années à venir, surtout avec des financements externes qui pourraient s'orienter à la baisse.

### Appréciation sur ce critère

L'équipe semble bien fonctionner malgré les nombreux projets ambitieux.

### Critère 5 : implication dans la formation par la recherche

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Les enseignants-chercheurs de l'équipe sont fortement impliqués dans la formation par la recherche. Ils encadrent des thèses (4 soutenues sur la durée du contrat et 3 en cours). Par ailleurs, le devenir des docteurs formés dans l'équipe (post-docs en France, en Russie, en Algérie, en Arabie Saoudite et aux Etats-Unis) démontre bien leur qualité. Un docteur de l'unité a été recruté en IR2 au GSMA en 2015. La plupart des thèses sont financées sur des ressources externes.

Les enseignants-chercheurs donnent des cours en sciences de l'atmosphère en master à l'URCA, ainsi que dans le master de planétologie d'Île-de-France. Un des membres de l'équipe est responsable de la mention Master « Physique-Chimie ».

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le risque majeur pour cette équipe est la difficulté à trouver de bons doctorants et post-doctorants, surtout avec le faible soutien de l'URCA, ce qui nécessite des financements externes qui pourraient se voir réduits dans les prochaines années. Il faudra être vigilant à avoir un flux régulier de doctorants dans les années à venir, les trois thèses en cours ayant toutes débuté en 2016.

## Recommandations

Le comité recommande à l'équipe de poursuivre ses activités de formation par la recherche et surtout de bien veiller à trouver de bons doctorants et les financements (externes) nécessaires, par exemple en cherchant à obtenir des soutiens de l'Europe (H2020 ou ERC).

### Appréciation sur ce critère

Les nombreuses activités de l'équipe et la diversité des thématiques abordées permettent à l'équipe de participer fortement à la formation par la recherche.

### Critère 6 : perspectives et stratégie scientifique à cinq ans

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'analyse des données TRO-pico pour le bilan local et continental de la vapeur d'eau dans la basse stratosphère est très importante. Par ailleurs, la participation de l'équipe à la campagne Stratéole-2 (2019-2022) est également un point fort pour l'équipe Aéronomie.

Les nouveaux instruments AMULSE et versions miniaturisées de pico-SDLA seront lancés sous de petits ballons-sondes - ce qui pourrait beaucoup aider dans la validation des réseaux internationaux comme TCCON et des satellites comme OCO-2, Tansat, Sentinel-5P, OCO-3, GOSAT-2, MicroCarb, GEOCarb...

La possibilité de participer à la mission Exomars-2018 (capteur ODS, capteur TDLAS) dont le lancement est maintenant prévu pour 2020 est une grande opportunité pour l'équipe.

L'analyse de données de Cassini sur Titan va continuer, mais l'équipe va aussi s'impliquer dans l'interprétation de données de Pluton (New Horizons).

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le nombre de projets est ambitieux pour une équipe de 6,5 permanents. Par ailleurs, certains sujets de recherche comme les PSC (nuages stratosphériques polaires), ou les exoplanètes et les disques protoplanétaires ne devraient pas devenir trop importants, car l'équipe n'a probablement pas la masse critique pour être compétitive avec d'autres acteurs qui travaillent depuis longtemps dans ces domaines.

## Recommandations

Le comité d'experts recommande à l'équipe de bien se concentrer sur les projets les plus importants et les plus visibles comme les campagnes de mesures en ballon et la préparation de missions spatiales.

### Appréciation sur ce critère

La stratégie scientifique de l'équipe Aéronomie est ambitieuse, ce qui est nécessaire pour rester à son niveau d'excellence actuel. Cependant l'équipe développe déjà de nombreux projets et le risque de dispersion, surtout avec des ressources externes en baisse, ne doit pas être sous-estimé.

## 5 • Déroulement de la visite

### Dates de la visite

Début : Lundi 14 novembre 2016 à 08h30

Fin : Mardi 15 novembre 2016 à 17h00

### Lieux de la visite

Institution : URCA, UFR Sciences

Adresse : Moulin de la Housse, 51687 Reims

### Deuxième site

Institution : Aerovia

Adresse : Bât. CREA, 2 Esplanade Roland Garros, 51100 Reims

### Locaux spécifiques visités

Laboratoires des équipes RPA, SLA, ECA, MSA et Aéronomie

### Déroulement ou programme de visite

Lundi 14 novembre 2016 : 09h30 - 10h30 Présentation du bilan du GSMA par le directeur M. Georges DURRY

10h30 - 15h30 Présentations des équipes

16h00 - 17h00 Discussion avec les représentants des tutelles

17h00 - 18h00 Visite des équipes et start-up Aerovia (1/2)

Mardi 15 novembre 2016 : 08h45 - 11h00 Visite des équipes (2/2)

11h15 - 11h45 Rencontre avec ITA et BIATOSS

11h45 - 12h15 Rencontre avec les doctorants et post-doctorants

12h15 - 12h30 Entretien avec la directrice de l'École Doctorale

12h30 - 13h00 Rencontre avec les chercheurs et enseignants-chercheurs

14h00 - 14h30 Rencontre avec la direction de l'unité

14h30 - 17h00 Préparation du rapport (à huis clos)