



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur  
l'unité :

Service de Chimie Bio organique et de Marquage

iBiTec-S CEA/Saclay

sous tutelle des

établissements et organismes :

CEA

Juillet 2010



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

## Rapport de l'AERES sur l'unité :

Service de Chimie Bio organique et de Marquage

iBiTec-S CEA/Saclay

sous tutelle des établissements et  
organismes :

CEA

Le Président  
de l'AERES

Jean-François Dhainaut

Section des unités  
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Juillet 2010



## Unité

**Nom de l'unité :** Service de Chimie Bioorganique et de Marquage - Institut de Biologie et Technologie de Saclay

**Label demandé :** Service CEA

**N° si renouvellement :**

**Nom du directeur :** M. Bernard ROUSSEAU

## Membres du comité d'experts

**Président :**

M. Jean-Charles QUIRION, INSA de Rouen

**Experts :**

M. René GREE, Université de Rennes 1

M. Jean SUFFERT, Faculté de Pharmacie, Université de Strasbourg

M. Stefano CALDARELLI, Université P. Cézanne Aix-Marseille

M. Alberto BIANCO, UPR 9021 CNRS, IBMC, Strasbourg

**Expert(s) proposés par des comités d'évaluation des personnels (CNU, CoNRS, CSS INSERM, représentant INRA, INRIA, IRD.....) :**

## Représentants présents lors de la visite

**Délégué scientifique représentant de l'AERES :**

M. Pascal DUMY

**Représentant(s) des établissements et organismes tutelles de l'unité :**

Mme Nathalie GRAS-NAULIN représentante de la Direction Générale du CEA

M. Jacques NEYTON représentant de la Direction des Sciences du Vivant au CEA

M. Michel RIVA Chef de l'Institut de Biologie et de Technologie de Saclay (iBiTec-S)



# Rapport

## 1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite :

Le comité s'est réuni le 3 mars 2010. La visite débuta par une présentation du Directeur de l'Unité. Cet exposé fut suivi par la présentation des responsables d'équipes. L'après-midi était dédié aux discussions avec les personnels de l'équipe, les doctorants et les représentants des organismes de tutelle.

- Historique et localisation géographique de l'unité et description synthétique de son domaine et de ses activités :

Le Service de Chimie Bioorganique et de Marquage de l'Institut de Biologie et de Technologie de Saclay est une équipe CEA. Elle est rattachée à la Direction des Sciences du Vivant du CEA. Ce service a été dirigé par Charles Mioskowski de 1991 à 2007. Son directeur actuel est Bernard Rousseau, Frédéric Taran en est le Directeur-adjoint. Son activité est centrée sur la chimie bioorganique et la préparation et l'utilisation de molécules marquées. Les différents axes développés portent sur le radiomarquage, l'étude des transporteurs d'iode, les techniques d'imagerie, l'étude du stress oxydant, la chimie des nano-objets, la chimie verte et la catalyse. Pour cela elle développe de nouvelles méthodologies de synthèse, prépare et caractérise des composés d'intérêt biologique et/ou marqués. Cinq équipes constituaient ce service lors de ce quadriennal, suite au retour prochain de l'un des animateurs, une équipe de chimie combinatoire et criblage haut-débit devrait se reconstituer prochainement. Le service est constitué de 22 permanents dont 7 chercheurs et 5 ingénieurs pour un total de 10 producteurs.



## Equipe de Direction :

M. Bernard ROUSSEAU : Directeur de l'UMR depuis 2007

M. Frédéric TARAN : Directeur adjoint

- Effectifs de l'unité : (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	0	0
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	7	8
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	23	-
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	15	15
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	10	-
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	33	10
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	6

## 2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global:

Le Service de Chimie Bioorganique et de Marquage de l'iBiTec-S présente dans son ensemble un bilan de très haute qualité. Plusieurs thèmes développés constituent des axes originaux (transporteurs d'iode, radiomarquage de molécules actives au <sup>3</sup>H et au <sup>14</sup>C, , fonctionnalisation de nanotubes, biosenseurs, étude du stress oxydant ...). La production scientifique est d'excellente qualité avec de nombreux articles dans des journaux à haut facteur d'impact. Le Service est rattaché à la Direction des Sciences du Vivant du CEA, et s'est constitué en cinq équipes en 2005 pour répondre à une demande de cette Direction. Les équipes sont donc de taille très réduite (1 ou 2 permanents). Bien que la vision d'ensemble soit satisfaisante, certains thèmes de recherche se retrouvent dans plusieurs équipes (nanotubes, encapsulation du xenon, ...) ce qui peut nuire à la visibilité des groupes. On note aussi une certaine disparité thématique dans certaines équipes, ce qui peut gêner leur reconnaissance. Constituées de jeunes chercheurs, les équipes font généralement preuve d'un grand dynamisme. Les ingénieurs participent très souvent aux recherches et sont régulièrement associés aux publications.



- **Points forts et opportunités :**

Des équipes efficaces, motivées, et disposant de jeunes chercheurs dynamiques.

Des approches qui vont de la méthodologie de synthèse dans des domaines spécifiques (synthèse asymétrique, catalyse, ...) aux applications dans différents domaines dont la chimie des produits naturels (synthèse totale), la synthèse de composés pour l'imagerie, les nanosciences, les applications biologiques (étude des transporteurs de l'iode). Certains domaines constituent une véritable spécificité nationale, c'est le cas pour le radiomarquage.

Très bonne production scientifique avec plusieurs articles dans des journaux à haut facteur d'impact (Angew. Chem.; J. Am. Chem. Soc.; PNAS; Nature Chem. Biol.).

Capacité à résoudre le problème lié au décès du précédent Directeur. Le Comité tient à souligner le rôle joué par l'actuel Directeur pour maintenir l'homogénéité du groupe.

Jeunesse des équipes, la pyramide des âges montre que l'équipe ne devrait pas subir de bouleversements dans les prochaines années.

Une bonne présence dans les appels d'offre nationaux et internationaux qui se traduit par l'obtention de 12 contrats soutenus par l'ANR et la participation à 4 projets européens.

Un encadrement doctoral satisfaisant avec 23 thèses soutenues depuis 2006 et 10 doctorants présents en 2010.

Une animation scientifique correcte avec l'organisation de conférences.

- **Points à améliorer et risques :**

La taille très réduite des équipes et la dispersion des thèmes abordés dans certaines d'entre elles.

Certains thèmes de recherche se retrouvent dans plusieurs équipes ce qui nuit à la lisibilité de la structuration des groupes.

L'isolement de ce centre de recherche qui n'est pas réellement intégré dans une des grandes structures de recherche locales (Châtenay-Malabry, Orsay, Gif-sur-Yvette).

La faible implication des chercheurs dans les instances nationales mériterait une réflexion de l'ensemble des responsables d'équipe.

Il faut enfin souligner la diminution de la dotation CEA qui est passée de 480.000 euros en 2007 à 0 euro cette année !

- **Recommandations au directeur de l'unité :**

Augmenter la participation des chercheurs à la prise de décision et à la réflexion à mener sur l'homogénéité des recherches.

Veiller à l'émergence de projets novateurs et propres à chaque équipe.

Inciter les chercheurs de certaines équipes à développer la valorisation de leurs travaux.



- Données de production :

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	10
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	0
A3 : Taux de producteurs de l'unité [A1/ (N1+N2)]	10/10
Nombre d'HDR soutenues	5
Nombre de thèses soutenues	23
Autre donnée pertinente pour le domaine (à préciser...)	

### 3 • Appréciations détaillées :

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :
  - Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats :

L'Unité développe des sujets extrêmement variés qui vont de la méthodologie de synthèse, à la fonctionnalisation de nanotubes ou à l'étude de problèmes biologiques (synthèse d'agents pour l'imagerie, étude des mécanismes du transport de l'iode ou du stress oxydant). Le radiomarquage reste une spécificité du groupe et a conduit à des résultats de premier ordre.

- Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :

La production scientifique est excellente avec plus de 100 publications et 8 brevets pour 10 publiants. 23 Thèses ont été soutenues.

- Qualité et pérennité des relations contractuelles :

L'Unité développe un nombre limité de relations contractuelles, ce qui peut paraître surprenant étant donné la qualité et l'originalité des recherches.



- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

- **Nombre et renommée des prix et distinctions octroyés aux membres de l'unité, y compris les invitations à des manifestations internationales :**

La reconnaissance internationale est correcte pour certains domaines, concrétisée par des conférences invitées ou plénières et plusieurs programmes de collaborations internationales. On note cependant d'assez grandes disparités entre équipes.

- **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers :**

L'unité n'a pas connu de recrutement dans les dernières années. Il existe des projets de recrutement dans un futur proche, il conviendra de veiller à choisir des candidats de haut-niveau et pouvant apporter de nouvelles compétences. Le recrutement des post-doctorants est satisfaisant.

- **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité :**

L'équipe est très bien impliquée dans le tissu national et bénéficie à ce titre de plusieurs subventions. Sa participation aux appels d'offre est très satisfaisante avec l'obtention de 12 subventions de l'ANR et des ressources externes d'un montant annuel moyen de 800 k€.

- **Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des laboratoires étrangers :**

Plusieurs chercheurs participent à des programmes d'échanges avec des partenaires étrangers. Cela s'est traduit par la participation à 4 projets européens et au développement d'un important réseau de collaborations extérieures.

- **Valorisation des recherches, et relations socio-économiques ou culturelles :**

La valorisation de la recherche reste à améliorer. On notera cependant que quatre brevets ont été déposés.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'unité:**

- **Pertinence de l'organisation de l'unité, qualité de la gouvernance et de la communication interne et externe :**

La structuration de ce laboratoire est particulière, vraisemblablement en raison de son appartenance au CEA. Les équipes sont de taille réduite (1 à 2 permanents). Les chercheurs communiquent naturellement entre eux ce qui ne rend pas indispensable l'existence des structures habituelles (conseil d'unité, conseil scientifique). Les décisions sont prises par le directeur après discussions avec les chercheurs. Certains d'entre eux se sont plaints du manque de visibilité des décisions prises au sommet de la structure (Direction des Sciences du Vivant et IbiTec-S). Les relations avec les autres composantes de l'iBiTec-S pourraient certainement être renforcées.



- Pertinence des initiatives visant à l'animation scientifique, à l'émergence, et à la prise de risques :

Globalement, le nombre ainsi que la qualité des conférences et des séminaires invités sont convenables. L'organisation des journées thématiques ou « thésards - post-doc » semble répondre aux attentes de chacun. On peut regretter le peu d'enthousiasme manifesté par l'ensemble du personnel à profiter de la proximité géographique de grands centres de recherche pour assister aux manifestations qui y sont organisées. Les chercheurs semblent disposer d'une bonne autonomie pour aborder les thématiques qu'ils souhaitent, cependant il n'existe aucune politique d'incitation à la prise de risque, vraisemblablement en raison de la taille réduite du laboratoire.

- Implication des membres de l'unité dans les activités d'enseignement et dans la structuration de la recherche en région :

L'implication des chercheurs dans l'enseignement est faible mais correcte étant donné leur isolement des centres universitaires.

- Appréciation sur le projet :
  - Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :

Les chercheurs entendent développer les travaux en cours. Deux projets seront abandonnés prochainement. Le comité n'a pas perçu de véritable projet novateur. L'absence de crédits récurrents peut en partie justifier cette situation. Il conviendrait de réfléchir à une vision de l'ensemble du groupe pour regrouper certains thèmes communs sur un seul responsable, tout en gardant la possibilité d'établir des collaborations.

- Existence et pertinence d'une politique d'affectation des moyens :

Le Directeur a précisé dans ses exposés qu'il visait un renforcement de deux des équipes (12 et 16). Le faible nombre de permanents rend difficile tout redéploiement des effectifs. Une rotation des affectations des bourses de thèse est en place.

- Originalité et prise de risques :

Les équipes ont en général présenté des projets qui s'inscrivent dans la poursuite des axes actuellement développés. Le Comité a apprécié le projet de l'équipe 14 qui compte ouvrir son expertise à la compréhension des mécanismes biologiques impliqués dans le transport de l'iode.



## 4 • Analyse équipe par équipe et/ou par projet

### EQUIPE 12

Intitulé de l'équipe : Nanosciences

Nom du responsable : M. Eric DORIS

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	0	0
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	1	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité) non permanent	5	-
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1	1
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	5	-
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	7	1
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	1

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'équipe Nanosciences développe depuis quelques années une recherche sur la chimie des nanotubes et des nanoparticules. En parallèle, elle a mis au point la synthèse totale de molécules thérapeutiques au moyen de nouvelles réactions. Les objectifs concernent le développement d'outils applicables dans le domaine biomédical. Un accent particulier a été mis sur la fonctionnalisation de nanotubes de carbone. Cette recherche qui se développe dans un contexte national et international extrêmement compétitif se place à un très haut niveau comme en témoigne l'excellent niveau des publications (i.e. 2 publications dans *Angew. Chem.* et 5 dans *JACS*) et l'invitation du responsable de l'équipe à différentes Ecoles Thématiques et séminaires. Plusieurs thèses ont été soutenues ou sont en cours. La recherche est soutenue par des contrats nationaux et internationaux. Des collaborations avec des groupes industriels sont également établies.



Des résultats majeurs ont été obtenus du point de vue de la chimie. Il faut noter l'étude sur l'utilisation de nanotubes de carbone comme support pour générer des anneaux à l'échelle nanométrique qui ont un fort potentiel comme nouveaux systèmes de vectorisation des médicaments.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement :**

Le rayonnement de l'équipe Nanosciences est remarquable. L'équipe a des collaborations étroites avec les autres équipes du Service et avec des Centres de recherche nationaux et internationaux. Plusieurs brevets ont été déposés. La qualité des projets et des résultats se reflète dans les différents contrats nationaux et internationaux obtenus et les invitations à des Ecoles Thématiques et séminaires. La dynamique, la visibilité et l'attractivité de l'équipe a permis de recruter récemment un nouveau chercheur. Un certain nombre de post-doctorants et doctorants (3 thèses défendues) contribuent également de manière très efficace au développement des différents projets.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'équipe ou du projet :**

SANS OBJET

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet s'inscrit dans la continuation d'axes de recherche très intéressants et originaux en cours de développement. Néanmoins, ce projet devrait être mis plus en valeur et plus focalisé. L'exploration de la chimie et la fonctionnalisation de nanotubes de carbone avec des molécules d'intérêt thérapeutique sont un des aspects innovants qui comporte quelques risques, mais qui a certainement un gros potentiel pour des applications biomédicales. Les moyens pour développer le projet sont garantis par un certain nombre des contrats.

- **Conclusion :**

- **Avis :**

L'équipe Nanoscience est un des groupes de recherche leader en France et au niveau international sur le développement de méthodes pour la synthèse totale et la fonctionnalisation des nanoparticules et en particulier des nanotubes de carbone. Elle est composée de chercheurs très actifs avec une production scientifique et un rayonnement remarquables.

- **Points forts et opportunités :**

Recherche de très haut niveau international. Excellente production scientifique très originale et de haut niveau. Nombreuses collaborations au niveau national et international. Partenariat industriel.

- **Points à améliorer et risques :**

Les différents axes et les objectifs du projet

- **Recommandations :**

L'équipe Nanosciences a maintenu au cours du dernier contrat quadriennal un niveau national et international très élevé. Elle devrait mieux définir et valoriser le projet de recherche qui s'inscrit dans la continuation des axes thématiques actuels.



## EQUIPE 13

**Intitulé de l'équipe :** Tritium et auto assemblage,

**Nom du responsable :** M. Bernard ROUSSEAU

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	0	0
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	1
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité) non permanent	7	-
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1	1
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	5	3
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	1

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :
  - Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats :

Les recherches développées par ce groupe sont centrées dans deux axes distincts. D'une part, l'équipe met au point le marquage sélectif au tritium de molécules possédant des activités biologiques significatives et reconnues afin de permettre de déterminer, par RMN du solide le couplage dipolaire à longue distance tritium-tritium et donc la conformation active de la drogue. Le deuxième axe concerne la synthèse de senseurs au xénon encapsulé dans un macrocycle organique (cryptohane), qui conduit à des variations du signal RMN du  $^{129}\text{Xe}$  en fonction de modifications de la cage ou de ses fonctionnalités. Par exemple, cette technique permet de mesurer la quantité de  $\text{H}_2\text{O}_2$  dans la cellule par modification fonctionnelle du cryptophane qui subit une oxydation sur l'un de ces cycles aromatiques. Il est ainsi possible d'observer des signaux clairs en RMN du  $^{129}\text{Xe}$  du produit oxydé. Le premier axe est très original et possède un fort potentiel scientifique, tandis que le deuxième axe a été déjà partiellement exploré depuis une dizaine d'années par d'autres laboratoires, en France et à l'étranger. On remarquera une activité autour de senseurs au xénon dans l'équipe 15.



- **Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :**

Ces deux sujets de recherche ont conduit l'équipe à publier ses résultats dans d'excellents journaux à diffusion internationale et à hauts facteurs d'impact (JACS, PNAS, Angew. Chem., Anal. Chem.). L'équipe a publié 22 articles depuis 2005, ce qui représente une production scientifique tout à fait appréciable.

- **Qualité et pérennité des relations contractuelles :**

2 contrats ANR accompagnent ces recherches mais la pérennité de ces contrats n'est pas assurée dans un avenir proche.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement :**

- **Nombre et renommée des prix et distinctions octroyés aux membres de l'équipe ou à ceux qui participent au projet, y compris les invitations à des manifestations internationales :**

Il n'a pas été reporté de prix et distinction pour cette équipe dans le document fourni par le service.

- **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers :**

L'effectif actuel de l'équipe n'est pas amené à évoluer vers le recrutement de nouveaux chercheurs dans un proche avenir.

- **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité :**

Les projets actuels qui sont la continuation de ceux développés à ce jour devraient apporter de nouveaux développements originaux afin de préserver des possibilités de financements extérieurs ou de pôle de compétitivité.

- **Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des équipes étrangères :**

Pas de participation à des programmes internationaux ou nationaux et aucune collaboration avec des équipes étrangères à ce jour.

- **Valorisation des recherches, et relations socio-économiques ou culturelles :**

Ce volet n'a pas d'objet dans le contexte des travaux réalisés par l'équipe.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'équipe ou du projet :**

Le premier point noté ci-dessous n'a pas pu être évalué par manque d'information de la notice fournie aux experts-évaluateurs.



- Pertinence de l'organisation, qualité de la gouvernance et de la communication interne et externe :

Sans objet ou d'appréciation difficile

- Pertinence des initiatives visant à l'animation scientifique, à l'émergence, et à la prise de risques :

Il a été noté quelques initiatives donnant la possibilité aux doctorants de participer à des séminaires ou conférences spécifiques. Il y a également une à deux conférences par mois d'une personnalité scientifique extérieure au CEA.

- Implication des membres dans les activités d'enseignement et dans la structuration de la recherche en région :

L'un des membres de l'équipe participe à des cours de niveau M2 à Orsay et Paris 5

- Appréciation sur le projet :
  - Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :

Le projet scientifique à long terme est structuré sur les résultats obtenus dans le dernier quadriennal. Le projet est de qualité et pourrait certainement évoluer dans des directions où la prise de risque est supérieure à son niveau actuel.

- Existence et pertinence d'une politique d'affectation des moyens :

Les experts ont été informés de la baisse dramatique des financements récurrents qui pénalise fortement tout le service, donc chaque équipe de façon individuelle. Dans ce contexte là, il est donc difficile d'envisager une politique d'affectation des moyens.

- Originalité et prise de risques :

Elle reste limitée, le travail développé et les projets étant essentiellement basés sur les résultats obtenus au cours du dernier quadriennal.

- Conclusion :
  - Avis :

Il s'agit là d'une équipe dynamique avec une production scientifique de qualité. La présence de quatre doctorants au sein de cette équipe constitue un plus indéniable pour une prise de risque mesurée dans la mise en place de nouvelles thématiques de recherche.

- Points forts et opportunités :

Originalité des sujets, constitution de l'équipe.

- Points à améliorer et risques :

Re-dynamisation de sujets existants, mise en place de collaboration



- **Recommandations :**

Veiller à la recherche d'applications nouvelles des techniques utilisées dans le domaine du marquage au tritium et de la RMN du  $^{129}\text{Xe}$ .

Veiller à une animation scientifique régulière permettant aux doctorants d'élargir leur champ de vision scientifique.

Veiller à la présentation des résultats lors de séminaires ou conférences extérieures.

Augmenter la participation à des congrès internationaux

**EQUIPE 14**

**Intitulé de l'équipe :** Transport et métabolisme de l'iode

**Nom du responsable :** M.Yves AMBROISE

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	0	0
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	1	1
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	1	-
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	0	0
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	1	1
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	1



- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production:**

- **Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats:**

Les recherches développées dans cette équipe sont axées sur la découverte des molécules organiques permettant l'étude du mécanisme du piégeage de l'iode et de son stockage par des organismes vivants. Ces études sont conduites à la fois sur les glandes thyroïdes de mammifères et sur des algues marines. De puissants inhibiteurs ont été découverts par screening et par design. Des résultats très spectaculaires ont également été obtenus sur la localisation des protéines impliquées, par des techniques d'imagerie nanoSIMS.

Cette recherche est de grande qualité et très originale. Les résultats obtenus à ce jour ont un impact fort dans la découverte des mécanismes permettant de véhiculer et stocker l'iode en milieu naturel.

- **Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions:**

La qualité et la production des publications sont très bonnes avec des articles dans des revues à haut facteur d'impact, en rapport avec la taille de l'équipe (2 personnes actuellement).

- **Qualité et pérennité des relations contractuelles:**

L'équipe n'est associée à aucun contrat particulier à ce jour et ne bénéficie donc pas de ressource du type ANR ou autres.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement:**

- **Nombre et renommée des prix et distinctions octroyés aux membres de l'équipe ou à ceux qui participent au projet, y compris les invitations à des manifestations internationales:**

Le leader de ce groupe a été invité dans 2 congrès internationaux importants pour faire état de ses résultats.

- **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers:**

Ce point est certainement à renforcer car aujourd'hui il n'y a qu'une doctorante accompagnant les efforts de recherche du seul permanent. Il est prévu l'arrivée d'un autre doctorant dans l'équipe pour le quadriennal 2010-2013.

- **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité:**

Aucune action n'a été renseignée sur ce point.

- **Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des équipes étrangères:**

L'équipe est actuellement engagée dans des collaborations avec l'Université de Northwestern à Chicago, et celle d'Ohio State à Columbus(USA)



- Valorisation des recherches, et relations socio-économiques ou culturelles:

La valorisation des recherches poursuivies n'a pas été discutée à ce jour par le responsable de l'équipe.

- Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'équipe ou du projet:
  - Pertinence de l'organisation, qualité de la gouvernance et de la communication interne et externe:

Compte tenu de la taille de l'équipe, il n'y a pas de politique de gouvernance à ce niveau.

- Pertinence des initiatives visant à l'animation scientifique, à l'émergence, et à la prise de risques:

L'animation scientifique se fait au niveau du service et n'a donc pas lieu d'être au niveau de l'équipe, toujours au vu de sa petite taille.

- Implication des membres dans les activités d'enseignement et dans la structuration de la recherche en région:

Pas d'implication spécifique sur le plan des tâches d'enseignement

- Appréciation sur le projet:
  - Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme:

Le projet scientifique est clairement annoncé, il est pertinent et très attractif. Il constitue un développement logique des résultats intéressants publiés à ce jour.

- Existence et pertinence d'une politique d'affectation des moyens:

Les experts-examineurs ont été informés de la baisse dramatique des financements récurrents qui pénalise fortement tout le service, donc chaque équipe de façon individuelle. Dans ce contexte-la, il est difficile d'envisager une politique d'affectation des moyens.

- Originalité et prise de risques:

Ce groupe fait partie des meilleurs spécialistes mondiaux du domaine. La recherche est originale, bénéficiant de la prise de risque effectuée lors du démarrage de ce sujet ambitieux.

- Conclusion:
  - Avis:

L'équipe 14 a sans conteste un fort potentiel de recherche grâce au développement de sujets originaux dans un domaine important de la chimie bioorganique. L'identification des cibles de nouveaux modulateurs de l'absorption et du relargage de l'iode constitue un problème majeur pour la compréhension des mécanismes impliqués in vivo au niveau des protéines.



- **Points forts et opportunités:**

Originalité des recherches et méthodologies développées. Bonne production scientifique en qualité et quantité. Projet solide et ambitieux.

- **Points à améliorer et risques:**

Taille faible de l'équipe, devrait être étoffé par l'arrivée de personnel permanent et/ou post-doc. Animation scientifique à améliorer.

- **Recommandations:**

Le potentiel de cette jeune équipe est incontestable. La créativité scientifique et le dynamisme du leader du groupe sont des points importants pour la bonne activité du groupe qui doit être maintenue et renforcée dans les années à venir.

## EQUIPE 15

**Intitulé de l'équipe :** Synthèse de composés bioactifs et développement de nouvelles méthodologies en synthèse organique.

**Nom des responsables:** M. Thierry LE GALL et Mme Marie-Pierre HECK

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES):

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	-	-
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	-	-
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1	1
N5 : Nombre de post-doc	3	3
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	3	2
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2



- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production:**

- **Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats:**

Les sujets de recherche sont de qualité, mais le renouveau de sujets originaux et porteurs reste à établir. Actuellement, l'équipe continue de développer essentiellement une chimie mise en place par l'ancien directeur du service.

- **Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :**

La production scientifique est bonne en qualité et en quantité: 16 publications dont un bon nombre dans des journaux à facteur d'impact élevé; 11 communications orales et 16 communications par affiche ont été présentées. Il faut rajouter à cela 1 conférence. 5 thèses ont été soutenues pendant le dernier quadriennal et 3 thèses sont en cours.

- **Qualité et pérennité des relations contractuelles:**

Elles sont bonnes: l'équipe a obtenu le soutien de 3 contrats pendant la période 2005-2009, un contrat DGA et 2 ANR en 2008 et 2009.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement:**

- **Nombre et renommée des prix et distinctions octroyés aux membres de l'équipe ou à ceux qui participent au projet, y compris les invitations à des manifestations internationales:**

Aucun prix, ni distinction particulière n'ont été obtenus par les membres de l'équipe, ni d'invitation à des manifestations internationales.

- **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers:**

L'équipe est bien active dans ce domaine et ne souffre pas du manque de recrutement de doctorants et post-doctorants. Pour le contrat 2010-2013, 2 doctorants et 3 post-docs seront impliqués dans les programmes de recherche. Aucun chercheur étranger ne travaille au sein de l'équipe.

- **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité:**

Les financements extérieurs, comme indiqué plus haut, proviennent de contrats DGA et ANR. Pas de participation à des Pôles de compétitivité.

- **Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des équipes étrangères:**

Plusieurs programmes de collaboration sont en place avec le CEA (intra-muros) le CNRS, le CRSSA de Grenoble, la Faculté de Médecine de Strasbourg. À l'étranger, on a pu noter des collaborations avec l'Institut de Pathologie de Lausanne, le Scripps Research Institute à La Jolla (CA, USA) ainsi que l'Université de York, et le Cancer Research Institute (Ontario, USA).



- Valorisation des recherches, et relations socio-économiques ou culturelles:

Il n'est pas noté d'action de valorisation immédiate dans le cadre des recherches de cette équipe.

- Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'équipe ou du projet:
  - Pertinence de l'organisation, qualité de la gouvernance et de la communication interne et externe:

Comme pour toutes les autres équipes du service, la notion de gouvernance n'a pas d'objet dans cette structure sous la forme actuelle de l'équipe. Il y a une bonne coordination entre les deux permanents responsables de cette équipe.

- Pertinence des initiatives visant à l'animation scientifique, à l'émergence, et à la prise de risques:

L'animation scientifique se fait sous la forme de 2 séminaires par mois organisés au sein du service et regroupant toutes les équipes.

- Implication des membres dans les activités d'enseignement et dans la structuration de la recherche en région:

Pas d'activité particulière notable d'enseignement dans des établissements du supérieur.

- Appréciation sur le projet:
  - Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme:

Le projet scientifique repose beaucoup sur les thématiques développées depuis plusieurs années au sein de cette équipe. Ce travail, initié par l'ancien directeur du service, aujourd'hui décédé, est une continuation des résultats obtenus et ne comporte pas beaucoup d'initiatives nouvelles ou de prise de risques particuliers vers de nouveaux sujets de recherche émergents.

- Existence et pertinence d'une politique d'affectation des moyens:

Les moyens actuels proviennent uniquement des contrats DGA, et ANR obtenus par l'équipe.

- Originalité et prise de risques:

Au vu des travaux actuels et des projets présentés par l'équipe 15, il n'apparaît pas, à priori, de grande originalité et de prise de risque dans l'élaboration de nouveaux sujets en accord avec les thématiques développées jusqu'à aujourd'hui.

- Conclusion:
  - Avis:

L'activité scientifique de l'équipe 15 se situe à un bon niveau avec une bonne production tant en quantité qu'en qualité. La présence de jeunes chercheurs dynamiques (doctorants et post-doc) est un point très positif pour la vie et la pérennité des sujets développés.



- **Points forts et opportunités:**

Contrats ANR assurant des moyens substantiels à l'équipe, présence de jeunes chercheurs, nombreuses collaborations

- **Points à améliorer et risques:**

Améliorer la créativité dans la recherche de nouveaux sujets, faible visibilité nationale et internationale au travers de séminaire ou conférences.

- **Recommandations :**

Certaines recherches, en particulier dans le domaine de l'encapsulation du  $^{129}\text{Xe}$ , devraient être considérées en relation avec l'équipe 13. Il est difficile d'apprécier la place de certains sujets de recherche en rapport avec les préoccupations scientifiques plus établies de l'équipe, par exemple le projet sur le développement de nouveaux acides de Lewis organiques.

## EQUIPE 16

**Intitulé de l'équipe :** 14C labelling laboratory.

**Nom du responsable :** M. Frédéric TARAN

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	0	0
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	4	4
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	4	-
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1	1
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	3	-
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	6	2
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	1



- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

L'équipe 14C labelling développe trois thématiques de recherche basés sur une approche commune liée à l'utilisation de nouvelles stratégies de synthèse couplées au « screening » à haut débit. Les trois axes concernent le radio marquage avec du <sup>14</sup>C de nanotubes de carbone pour des études de biodistribution, la catalyse organométallique et le développement de molécules pour complexer des métaux toxiques. Cette recherche développée au niveau national et international se place à un très haut degré comme en témoigne l'excellent niveau des publications (i.e. 2 publications dans *Angew. Chem.* et 1 dans *JACS*) et l'invitation du responsable de l'équipe à différents congrès. Un certain nombre de thèses ont été soutenues ou sont en cours. La recherche est soutenue par des contrats nationaux et internationaux.

Des résultats majeurs ont été obtenus du point de vue du marquage de nanotubes de carbone. La préparation de ces nanotubes radio marqués avec le <sup>14</sup>C représente le premier exemple apparu dans la littérature et a permis d'obtenir les premiers résultats de la biodistribution et l'accumulation en utilisant une technique d'imagerie alternative qui ne nécessite pas une fonctionnalisation avec des sondes fluorescentes. La méthodologie de criblage combinatoire avec essai immunologique développée par l'équipe est devenue un outil transversal avec application à la catalyse et à la découverte de complexants pour le piégeage de métaux.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement :**

Rayonnement excellent : on remarquera la participation à deux projets européens (PC6 et 7), ainsi que à deux projets ANR, deux projets internes du CEA et un contrat industriel. Le prix 2007 de la division de catalyse de la SFC a été décerné à l'animateur de l'équipe. L'animateur de l'équipe assure la vice-direction du service.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'équipe ou du projet :**

SANS OBJET

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet s'inscrit dans la continuation d'un certain nombre d'axes novateurs et originaux en cours de développement. Le radio marquage des nanotubes de carbone est un des aspects innovants qui comporte le plus de risques, mais qui s'insère dans la problématique liée à la toxicité des nanotubes de carbone. On remarquera l'intérêt des aspects de catalyse verte sur support de type polysaccharides comme substitut naturel et à faible impact environnemental de macromolécules d'origine fossile. Enfin, l'application des méthodes de criblage rapide à la catalyse de couplage et à la recherche de métaux poursuit, dans des directions originales, les résultats obtenus pendant le quadriennal.

Les moyens pour développer le projet sont garantis par des nombreux contrats nationaux et internationaux.



- **Conclusion :**

- **Avis :**

L'équipe 14C labelling est composée d'un groupe de chercheurs dynamiques et très actifs qui développent trois thématiques émergentes avec des sujets frontières en France et au niveau international. Elle a une production scientifique et un rayonnement remarquables.

- **Points forts et opportunités :**

Recherche de très haut niveau international. Excellente production scientifique très originale et de haut niveau. Nombreuses collaborations au niveau national et international. Partenariat industriel.

- **Points à améliorer et risques :**

Survie des thématiques très dépendantes de sources de financements extérieurs.

- **Recommandations :**

A soutenir.



### IBITEC-S/Service de chimie bio organique et de marquage (SCBM)

Note de l'unité	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A	A+	A	B	A

Nom de l'équipe : Nanosciences

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A+	A+	A+	non noté	A

Nom de l'équipe : Tritium et auto assemblage

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A	A	B	non noté	A

Nom de l'équipe : Transport et métabolisme de l'iode

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A+	A	A+	non noté	A+



Nom de l'équipe : Synthèse de composés bioactifs et développement de nouvelles méthodologies en synthèse organique

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
B	A	B	non noté	B

Nom de l'équipe : 4C Labelling Laboratory

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A+	A+	A+	non noté	A



énergie atomique • énergies alternatives

L'Administrateur Général

Monsieur Pierre GLORIEUX  
Directeur de la section des Unités de recherche

AERES  
20, rue Vivienne  
75002 PARIS

Saclay, le 13 juillet 2010

N/Réf. : DPg/AN/np/2010-131

Objet : Observations du CEA sur le rapport d'évaluation du « Service de chimie bio-organique et de marquage » (iBiTec-S/SCBM)

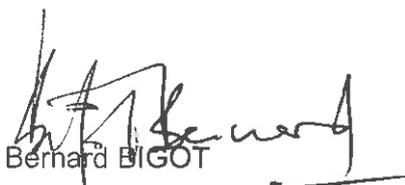
Monsieur le Directeur,

Je remercie tout d'abord l'AERES pour la qualité du rapport d'évaluation sur l'activité du « Service de chimie bio-organique et de marquage » situé au sein de l'Institut de biologie et de technologies de Saclay et pour la pertinence des observations et recommandations qui ont été faites. Nous considérons en effet ce service comme une composante de premier plan de notre potentiel de recherche au regard de nos missions.

En tant qu'Administrateur Général de l'Etablissement CEA, je tiens à préciser que la dotation du CEA, évoquée à la page 5 du rapport d'évaluation, n'est pas nulle cette année après avoir été de 480 000 euros en 2007. En effet, la dotation des unités du CEA provenant de la subvention reçue de l'Etat pour charge de service public est globale et couvre, avec les ressources extérieures, la masse salariale des personnels affectés, les frais d'infrastructure et, pour partie, les dépenses d'investissements et de fonctionnement des programmes de recherche... Les dépenses liées aux programmes de recherche sont également, couvertes, pour partie, par les ressources propres collectées par l'unité (ANR, PCRD, contrats industriels, ...). La diminution de la subvention reçue que vous évoquez est le résultat de contraintes budgétaires très importantes que le CEA connaît actuellement et qui affectent l'ensemble des unités.

Par ailleurs, je puis vous assurer que je prêterai la plus grande attention à la mise en œuvre des actions qui permettront de répondre aux recommandations formulées par l'Agence.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de mes cordiales salutations.

  
Bernard BIGOT



Objet : Réponse au rapport du comité de visite AERES du Service de Chimie Bioorganique et de Marquage (CEA / iBiTec-S)

Je voudrais au nom de tout le Service de Chimie Bioorganique et de Marquage exprimer notre reconnaissance pour le travail d'évaluation effectué. Je me réjouis de l'avis très positif que le comité a émis et tiens à le remercier pour les suggestions d'amélioration du fonctionnement de notre service. Je souhaiterais cependant apporter quelques précisions et faire quelques commentaires :

- Le comité juge que la valorisation de la recherche reste à améliorer. Ce jugement tient peut être au fait que le rapport contient une erreur : 8 brevets ont été déposés et non pas 4 comme indiqué. Cependant, une amélioration est toujours souhaitable.
- Le comité indique que, si le service bénéficie d'une bonne implantation dans les réseaux nationaux, il jouit d'une faible implantation dans les universités voisines. Cette perception ne nous semble pas refléter correctement la réalité. Je signalerai en particulier sur ce point notre participation à un projet européen avec la faculté de pharmacie de Chatenay-Malabry.
- Le comité relève que certains thèmes de recherche semblent être présents dans plusieurs équipes (nanotubes, encapsulation du xénon) ce qui nuirait à la lisibilité de la délimitation des équipes. Cette impression résulte sans doute d'une présentation insuffisamment claire de nos thématiques respectives lors de la visite du service, en effet :
  - o La thématique nanotubes de carbone est clairement identifiée dans l'équipe 12 (fonctionnalisation et utilisation comme système de délivrance de médicaments). L'équipe 16 a apporté ses compétences en marquage au  $^{14}\text{C}$  dans le cadre d'un projet visant à mesurer la toxicité des nanotubes de carbone. Certaines thématiques des deux équipes ont bien le même objet, les nanotubes de carbone, mais les objectifs des études et la chimie associée sont totalement différents.
  - o Bien que la thématique biosenseurs pour l'imagerie xénon soit commune aux équipes 13 et 15, les molécules cages, cucurbituril et cryptophane, ont des propriétés totalement différentes qui justifient pleinement d'étudier en

parallèle ces deux types de molécule. Les deux projets requièrent une chimie et des savoir-faire bien distincts que ne possèdent aucune des deux équipes prise isolément.

- Le comité n'a pas perçu de véritable projet novateur. L'unité considère que cet avis du comité ne prend pas suffisamment en compte plusieurs projets récemment initiés et qui impliquent des prises de risque importantes :
  - o **marquage isotopique** : deux projets ambitieux ont été initiés et ont déjà conduit à des méthodes et des outils uniques au monde : i) la mesure, par RMN du solide, de la distance entre deux atomes de tritium afin d'étudier la conformation de molécules liées à leur cible biologique ii) la synthèse de nanotubes de carbone marqués au  $^{14}\text{C}$  pour des études toxicologiques. Ce dernier résultat est particulièrement important pour répondre aux questions sociétales posées par l'utilisation des nano-objets.
  - o **conception et synthèse de biosenseurs pour l'imagerie xénon** : L'imagerie est un domaine important pour le diagnostic et la santé humaine. Le concept d'imagerie utilisant l'encapsulation du  $^{129}\text{Xe}$  dans des molécules cages n'est effectivement pas nouveau et a été publié en 2001. Cependant si des progrès méthodologiques importants en RMN ont été réalisés depuis, la synthèse des bio-sondes est restée à l'état embryonnaire et aucune molécule n'a permis de valider la méthode *in vivo*. Dans ce domaine très compétitif, le CEA peut jouer un rôle majeur grâce à sa triple compétence : chimie de synthèse, RMN et imagerie (Neurospin). Depuis 2 ans, nous avons engagé un ambitieux programme visant à concevoir et synthétiser efficacement des molécules cages hydrosolubles et possédant une forte affinité pour le xénon.
  - o **« chimie verte »** Ce nouvel axe de recherche a été initié en collaboration avec l'université de Montpellier en 2007 seulement. De nouveaux catalyseurs issus de la biomasse ayant des performances remarquables ont été obtenus.



Bernard Rousseau