



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

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :  
Laboratoire de Génie des Procédés et Matériaux  
LGPM  
sous tutelle des  
établissements et organismes :  
École Centrale des Arts et Manufactures



Novembre 2013



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

Section des Unités de recherche

*Pour l'AERES, en vertu du décret du 3  
novembre 2006<sup>1</sup>,*

- M. Didier HOUSSIN, président
- M. Pierre GLAUDES, directeur de la section  
des unités de recherche

*Au nom du comité d'experts,*

- M. Gilbert CASAMATTA, président du  
comité

---

<sup>1</sup> Le président de l'AERES « signe [...], les rapports d'évaluation, [...] contresignés pour chaque section par le directeur concerné » (Article 9, alinea 3 du décret n°2006-1334 du 3 novembre 2006, modifié).



# 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 :	Laboratoire de Génie des Procédés et Matériaux
Acronyme de l'unité :	LGPM
Label demandé :	Équipe associée
N° actuel :	EA 4038
Nom du directeur (2013-2014) :	M. Patrick PERRE
Nom du porteur de projet (2015-2019) :	M. Patrick PERRE

## Membres du comité d'experts

Président :	M. Gilbert CASAMATTA, Université de Toulouse
Experts :	M. Gérald DEBENEST, Institut National Polytechnique de Toulouse
	M. Fabrice PATISSON, École des Mines de Nancy
	M <sup>me</sup> Isabelle PEZRON, Université de Technologie de Compiègne, (représentante du CNU)
	M. Daniel THOMAS, Université de Technologie de Compiègne

### Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Christophe GOURDON

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

M. Benoît GOYEAU, directeur de l'École Doctorale 287, Sciences pour l'Ingénieur

M<sup>me</sup> Estelle IACONA, École Centrale des Arts et Manufactures



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le Laboratoire de Génie des Procédés et Matériaux (LGPM) a été créé en 2004 par regroupement de trois anciennes unités autour d'un sujet commun, fort et fédérateur : l'étude des transferts aux interfaces dans les procédés. Il s'agit d'une équipe associée à l'École Centrale Paris (EA 4038) qui bénéficie d'une unité de lieu (ECP) et de gestion administrative. Le laboratoire intervient sur deux champs d'investigation en étroite interaction : le Génie des Procédés et les Matériaux.

### Équipe de direction

M. Patrick PERRE (directeur), M. Hervé DUVAL (directeur-adjoint), M<sup>me</sup> Marie-Laurence GIORGI (chef d'équipe), M. Moncef STAMBOULI (chef d'équipe), M<sup>me</sup> Dominique PAREAU (chef d'équipe) et M<sup>me</sup> Sandra JULIEN-ANCHIER, gestionnaire.

### Nomenclature AERES

ST5, Sciences pour l'Ingénieur (SPI)

### Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité <sup>2</sup>	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	4	3
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	14	14
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	8	7
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	7	3
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	4	4
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>37</b>	<b>31</b>

<sup>2</sup> Les effectifs de l'unité sont supérieurs à la somme des effectifs des équipes en raison des services mutualisés.



Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	20	
Thèses soutenues	31	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité *	3	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	7



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

Le Laboratoire de Génie des Procédés et Matériaux (LGPM), laboratoire sous la tutelle unique de l'École Centrale de Paris (ECP) a connu une période de flottement après sa restructuration déjà engagée lors de l'évaluation précédente en 2009, et ce jusqu'à la nomination en 2010 de son nouveau directeur. A ce moment-là, l'équipe de direction mise en place a installé une gouvernance simple et efficace, insufflé rapidement une dynamique très forte, tant sur le plan scientifique qu'organisationnel, qu'au niveau du ressenti des équipes et de l'encadrement doctoral ; l'équipe de direction a remobilisé l'ensemble des personnels autour d'un projet fédérateur et structuré les activités en mettant en place trois plateformes mutualisées d'imagerie, de conception expérimentale et de logiciels.

Aujourd'hui la production scientifique du laboratoire est de qualité, on note une grande agilité dans les échanges inter-équipes, et une forte adhésion de l'ensemble des personnels et étudiants de recherche. Le LGPM a retrouvé une grande attractivité. En attestent le fort accroissement du nombre de doctorants et post-doctorants et la richesse et la profondeur des échanges internationaux.

Au niveau du fonctionnement et de l'investissement, le LGPM a su assurer un niveau de ressources très satisfaisant, notamment grâce à la Chaire Biotechnologies Blanches, et en faisant croître notablement son niveau de ressources privées.

Son projet scientifique est séduisant avec une prise de risques raisonnée dans le domaine de la modélisation du vivant. Le LGPM fait valoir une compétence forte dans le domaine des approches multi-échelles et des phénomènes aux interfaces et sait rester fidèle à sa culture de laboratoire d'ingénierie en bornant les approches locales à l'échelle des milieux continus.

En conclusion, dans le cadre des grandes mutations en cours, à savoir le rapprochement entre l'ECP et SupElec, la création de l'Université de Paris-Saclay et l'aménagement du plateau de Saclay, le LGPM apporte une compétence forte et quasiment unique en Génie des Procédés. Il doit pouvoir donc jouer un rôle de pivot dans le contexte de la création du département recherche « Mécanique, Matériaux et Energétique » de la future Université de Paris-Saclay.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Organisé en trois grandes thématiques, Matériaux et Bio-Matériaux, Chimie et Procédés Séparatifs et Bio-Procédés, le LGPM met en avant des faits marquants extrêmement révélateurs de la qualité des recherches, tant sur le plan expérimental que théorique, de la fluidité des échanges entre équipes et du dynamisme du laboratoire. On peut citer :

- les approches multi-échelles sur les transports couplés dans le traitement thermique de la biomasse et les transferts massiques dans les milieux poreux hygroscopiques (application à la performance thermique des bâtiments) ;
- l'originalité des recherches sur les émulsions détoxifiantes à finalités thérapeutiques ;
- la mise en oeuvre de la simulation numérique directe pour modéliser le dépôt turbulent d'inclusions à l'interface métal liquide-laitier ;
- la contribution décisive du LGPM à la recherche de traces de vie sur Mars, dans le cadre de la mission spatiale Curiosity (projet MOMA) ;
- la création de la Chaire de Biotechnologies Blanches entre les locaux de Châtenay-Malabry et une implantation réussie au cœur de la plus grande bio-raffinerie européenne à Reims/Pomacle. Cette expérience présente un bilan extrêmement positif du point de vue de la production scientifique. L'implantation réussie sur le site de Pomacle est saluée par l'ensemble des acteurs locaux et, en même temps, l'intégration dans la vie et la politique scientifique du site de Châtenay-Malabry est remarquable.



### Points faibles et risques liés au contexte

Il n'y a pas de réels points faibles ou de risques qui pourraient mettre en péril ce laboratoire. Toutefois, on peut noter une certaine hétérogénéité suivant les équipes, notamment en ce qui concerne le nombre de citations.

Par ailleurs, si les échanges entre les enseignants-chercheurs, personnels BIATOS et doctorants semblent fluides, on note peu de publications communes aux différentes équipes, et le cloisonnement scientifique entre équipes est encore trop fort et trop visible.

La stratégie de niches d'excellence est bonne mais le spectre d'activités peut-être encore trop vaste eu égard la taille de l'équipe.

La structuration du site de Saclay est porteuse d'espoirs mais la taille trop réduite de l'équipe pourrait induire des risques de dilution.

### Recommandations

L'analyse faite ci-dessus conduit aux recommandations suivantes :

- on peut souhaiter que l'ambition affichée dans le domaine de la modélisation du vivant soit explicitée à travers une analyse des risques et un diagramme SWOT ;
- compte-tenu de sa taille, le LGPM affiche une politique de niches d'excellence réaliste qui doit être mieux installée dans le contexte d'une « coopétition » à l'échelle mondiale ;
- à l'horizon des cinq ans, après une phase de consolidation, l'organisation en équipes devrait être repensée, voire dépassée, grâce à une réflexion de type matriciel entre compétences partagées/platformes et thèmes de recherche spécifiques. Tout indique que cette réflexion est déjà présente, elle devra présenter une forme plus aboutie.

Le LGPM est déjà visible dans les processus engagés dans l'écosystème de Saclay et clairement associé aux réflexions et projets (IDEX Paris-Saclay, LABEX LAPSIS...). Mais son insertion mérite une réflexion stratégique plus poussée par cercles concentriques, à savoir :

- le LGPM lui-même ;
- le LGPM dans le contexte du rapprochement ECP-SupElec ;
- le LGPM dans le département recherche « Mécanique, Matériaux et Energétique » de la future université de Paris-Saclay ;
- le LGPM et l'installation sur le plateau de Saclay.

La qualité et la dynamique scientifiques du LGPM demandent une politique de croissance et donc de ressources humaines ambitieuse. Le soutien moral de la tutelle unique à ce jour est clairement exprimé. Mais en raison des flottements récents et du fort taux de départs en retraite constatés et prévisibles, ce soutien demandera une pugnacité certaine pour être concrétisé. Le LGPM devra donc envisager également d'autres leviers :

La réussite de la Chaire en Biotechnologies Blanches indique que cette politique doit être poursuivie.

Par ailleurs, l'association avec un organisme de recherche national comme le CNRS, déjà envisagée dans le passé, devrait à nouveau être remise à l'ordre du jour.



### 3 • Appréciations détaillées

#### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Sur le plan de la qualité scientifique et de la production, si une certaine hétérogénéité se fait ressentir suivant les équipes, notamment en ce qui concerne le nombre de citations, le bilan global est très positif avec en particulier deux publications dans Science. Le comité veut souligner la dynamique très forte de ce laboratoire. La production moyenne s'établit à 1,33 publications par an et par chercheur (en considérant 14 EC et chercheurs permanents et 103 publications pour 5,5 années), avec un facteur d'impact moyen de 2,8.

On note par ailleurs avec satisfaction quelques collaborations avec les autres laboratoires de l'École, cette tendance peut être, naturellement, renforcée.

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Sur le plan du rayonnement et de l'attractivité académiques, le LGPM a un rayonnement international large et des relations profondes et fécondes, notamment avec l'Australie, le Brésil, le Mexique, la Russie, la Tunisie et les USA (NASA). On peut noter un prix de l'UNESCO.

Le nombre de doctorants qui avait fortement décliné dans les années 2008-2010 est à nouveau en forte croissance, et la présence de post-doctorants qui était anecdotique est devenue régulière. Il y a aujourd'hui 21 doctorants, 4 post-docs, ce qui pour une population de 13 enseignants-chercheurs dont 6 HDR est remarquable.

#### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

En ce qui concerne l'impact social, économique et culturel, le laboratoire a depuis de nombreuses années, notamment à travers le thème Chimie et Procédés Séparatifs, établi une recherche partenariale forte avec des grands groupes, établissements publics et industriels (CEA, Dupont de Nemours, Rio Tinto, CNES, NASA, BRGM, ERAMET, EURODIA ...), mais collabore également avec les start-up issues de l'incubateur local (Emulsar, Adionics). Notons l'activité de prise de brevets (2 en 2008, 1 en 2009), traduisant la volonté de valoriser la recherche menée. Les membres de l'équipe sont également impliqués dans des activités d'expertise avec l'industrie. Différentes actions de diffusion de culture scientifique sont également réalisées, au niveau du « Café Sciences » de l'École Centrale, et de la Fête de la Science.

Un point fort dans ce domaine de l'impact est bien sûr la chaire en Biotechnologies Blanches.

#### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'unité

Du point de vue de l'organisation et de la vie de l'entité, là encore la dynamique est très positive. L'adhésion au projet et à la vie du LGPM de l'ensemble des acteurs, des doctorants aux enseignants-chercheurs en passant par les personnels BIATOS, est totale.

Le séminaire mensuel apparaît aux acteurs utile et suffisant ; ils y sont assidus et participatifs.

La structuration en équipes apparaît au comité d'experts comme une étape réussie et a permis d'installer une gouvernance simple et efficace. Mais elle ne peut être considérée comme une fin en soi. Si les échanges entre les enseignants-chercheurs, personnels BIATOS et doctorants semblent fluides, on note peu de publications communes aux différentes équipes.

#### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

En ce qui concerne l'implication dans la formation par la recherche, parfaitement à son aise dans une École Doctorale de site (ED 287, Sciences pour l'Ingénieur), qui entretient des liens fusionnels avec l'École et ses laboratoires, le LGPM participe fortement à la culture de la formation par la recherche de l'ECP.

L'ensemble des personnels (doctorants, post-doc, ITA et enseignants-chercheurs bien sûr) est fortement sollicité pour les activités d'enseignement.





Enfin, l'attractivité de ce laboratoire pour les diplômés ingénieurs de l'École jugée encore insuffisante par la tutelle est pourtant forte pour une école d'ingénieurs : 15% des doctorants sont diplômés de l'ECP.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Enfin, en ce qui concerne la stratégie et le projet à cinq ans, le LGPM a un projet scientifique bien ancré sur les compétences présentes.

La forte évolution du site de Paris-Saclay présente autant d'opportunités que de menaces pour le LGPM, qui y apporte une compétence différenciée en Génie des Procédés mais dont la taille trop réduite peut entraîner des effets de dilution.



## 4 • Analyse thème par thème

**Thème 1 :** Matériaux / Biomatériaux

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Marie-Laurence GIORGI

**Effectifs**

Effectifs du thème	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2	2
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	3
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	3	3
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	3	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>11</b>	<b>9</b>

Effectifs du thème	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	9	
Thèses soutenues	16	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	4



## • Appréciations détaillées

Comme l'ensemble du laboratoire, le groupe thématique Matériaux et biomatériaux développe à son meilleur niveau un génie des procédés spécifique de son domaine, ici l'élaboration et la transformation des matériaux de deux types : matériaux métalliques et biomatériaux. On retrouve les approches multi-échelles, le souci d'associer expérimentation et modélisation, d'aller de la compréhension des phénomènes à la simulation des réacteurs, et on note des spécificités matériaux comme la prise en compte de la relation entre (micro)structure et propriétés et des compétences particulières en physico-chimie des surfaces, en modélisation des phénomènes interfaciaux et en modélisation des milieux poreux. Ce socle de compétence peut être considéré comme remarquablement large compte tenu de la taille modeste de ce groupe (2 ETP EC et C ; 3 ETP ITA). Quelques faits marquants relatifs la période (2008-13) ont été portés à l'attention du comité d'experts qui les ont retenus. Le développement d'une petite installation de laboratoire originale de chute d'une goutte métallique sur une surface métallique ou hétérogène métal-oxyde a montré son potentiel pour obtenir des données de base sur le mouillage réactif. Son développement et sa valorisation seront poursuivis avec de nouveaux projets sur la galvanisation et sur la corrosion en sels fondus. La simulation numérique directe du dépôt turbulent d'inclusions d'oxydes à l'interface métal-laitier est une belle illustration de l'application des premiers principes à la résolution de problématiques industrielles. Cet acquis méthodologique sera valorisé dans le projet par l'étude, sur les mêmes bases, de la suspension d'objets mous, qu'il s'agisse de radeaux en surface de métal liquide ou de fibres en bioréacteur. La modélisation des transferts réactifs dans un lit de particules de biomasse, compétence nouvellement apportée au groupe, sera utile pour la modélisation macroscopique des procédés impliquant les biomatériaux. La caractérisation des mécanismes d'usure par tribocorrosion a permis de mettre en évidence le rôle des sollicitations mécaniques en plus de la corrosion chimique. Pour tester le comportement de futurs matériaux isolants issus de biomasse et donc hygroscopiques, une nouvelle méthode de caractérisation, fondée sur une sollicitation en face avant des échantillons et des mesures en face arrière, a été mise au point. Il s'agit de l'un des moyens expérimentaux arrivés au laboratoire avec son directeur. Ceux-ci n'étaient pas encore tous opérationnels lors de la visite, mais sont intégrés aux actions projetées du groupe.

Les publications de l'équipe sont en nombre important (3,4 publications par an / ETP) dans des revues de bon niveau dans le domaine. Les modes de classement sont divers mais on peut noter que le spectre des journaux est large et s'inscrit bien dans la volonté de publier là où le thème trouve sa place.

Du point de vue du rayonnement scientifique, le niveau d'implication dans les projets nationaux et internationaux est très important. Des contrats ANR mais aussi des programmes européens ont été obtenus ces dernières années, avec une forte accélération ces trois dernières années. Les liens tissés avec le Brésil mais aussi l'Australie sont forts et pérennes. Une distinction notable a été obtenue dans l'équipe avec un prix de l'UNESCO. Ces dernières années, une formation « Training » a été organisée ; un workshop ainsi qu'une conférence majeure du domaine du séchage à l'échelle européenne ont aussi été portés par les membres du laboratoire. L'équipe participe à deux groupes thématiques de l'ANCRE.

Ces dernières années, un jeune maître de conférences a été recruté sur un poste 62è section en modélisation multi-échelle. C'est à l'heure actuelle le seul recrutement effectué. Le recrutement envisagé d'un ingénieur de recherche en calcul scientifique sera indéniablement un atout pour mener à bien les nombreux projets envisagés en simulation.

Le projet du groupe thématique s'inscrit dans celui du laboratoire, avec notamment la volonté de se tourner vers l'utilisation de matériaux biosourcés, le recyclage et l'utilisation sobre des matières non renouvelables comme les métaux. Fort de ses compétences en physico-chimie des surfaces, transferts couplés réactifs, milieux dispersés, et en modélisation multi-échelles, le groupe s'engagera dans trois des quatre axes du projet du laboratoire : interfaces, biomasse du futur et modélisation du vivant, ce qui représente globalement une évolution thématique forte vers les applications issues du vivant. En modélisation et simulation, aux côtés des méthodes classiques (transferts couplés réactifs, approche 'dual scale') et des méthodes particulières acquises (Boltzmann sur réseau, Material Point Method) le groupe souhaite s'engager sur les automates cellulaires.



## Conclusion

### ▪ *Avis global sur le thème :*

Le groupe thématique matériaux du LGPM est sur un créneau étroit et bien pensé du point de vue de la communauté existante. La thématique biomasse et matériaux, depuis l'échelle fine jusqu'à l'échelle d'ingénierie avec des méthodologies à développer pour certains nouveaux items est une continuité des actions passées reconnues de ce laboratoire enrichies par l'arrivée du directeur qui amène avec lui la dynamique internationale et nationale acquises à Nancy. Le groupe thématique matériaux du LGPM présente un bilan récent solide. Basé sur ses acquis, il a construit un projet réaliste dans un secteur porteur thématiquement et permettant de trouver des moyens d'appui.

Ce projet s'inscrit dans une dynamique provenant de l'histoire du LGPM avec l'appui des nouveaux entrants apportant des compétences supplémentaires. Les thèmes envisagés sont complémentaires, alliant phénoménologie, théorie et simulation numérique avec des partenariats envisagés très solides. L'équipe s'engage dans la voie du changement d'échelle, depuis les plus petites (pore, interface) vers le procédé en présence d'une phase vivante et évolutive. Le couplage fort entre transport de masse et de chaleur mais aussi avec la structure devrait être précisé du point de vue méthodologique. Ce projet n'est pas une rupture mais une évolution notable et ambitieuse des activités des membres actuels du groupe. Il élargit disciplinairement les thèmes, en se rapprochant des problématiques du secteur aval (production d'énergie, interaction habitat/vivant) tout en garantissant un socle important de travaux fondamentaux. Les partenariats académiques envisagés sont clairement exposés et apparaissent solides. Les moyens de collaborations ne sont malheureusement pas précisés. Du point de vue industriel, il apparaît une volonté de consolider les acquis.

L'environnement pouvant évoluer, les thèmes traités par ce groupe pourront eux aussi suivre aisément. La généralité des approches envisagées semble constituer une base de transfert thématique viable dans les approches complexes et couplées de transport de masse et de chaleur en milieu actif.

### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Les publications de ce groupe thématique sont bien dirigées vers les journaux de rang A majeurs du domaine.

Les membres du groupe sont impliqués en local, national et à l'international dans divers comités et conseils.

Les approches modélisation et expérimentation sont bien présentes et menées de concert avec des objectifs à terme amenant le laboratoire à pouvoir proposer de nouvelles méthodologies à toutes échelles. Cela pourrait amener dans le cas des bioprocédés et matériaux à des innovations technologiques.

Le laboratoire et ce groupe bénéficient de l'accès aux ateliers de conception mécanique et électronique.

Le thème Matériaux est bien impliqué dans la formation par la recherche. Ses évolutions ont amené des enseignements innovants avec en particulier l'apparition d'un cours « modélisation du vivant » porté par le LGPM. Les formations de master sont accessibles aux étudiants en échange, en particulier avec le Brésil et la Chine. Comme le reste du laboratoire, et comme les autres laboratoires de l'ECP, ce groupe bénéficie de la valorisation de la recherche auprès des étudiants conduite par la direction de l'ECP.

### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

La visibilité de la structure est à renforcer afin de pouvoir attirer des collaborateurs futurs.

L'approche scientifique envisagée apparaît cohérente mais pâtit d'un nombre d'ETP un peu faible au regard des actions envisagées.

Le financement de ce groupe thématique était par le passé essentiellement assuré par de nombreux contrats industriels. Il semble que le groupe s'oriente comme l'ensemble du laboratoire vers une répartition ¼ privé ¾ public. Il faudra veiller à ce qu'il n'en résulte pas une baisse dommageable des ressources.



▪ *Recommandations :*

L'évolution thématique envisagée vers le vivant est motivante et porteuse, elle est en cohérence avec le projet du laboratoire auquel le groupe adhère. Elle doit cependant continuer d'être progressive et ne devra pas se faire au détriment des compétences pointues acquises en métallurgie d'élaboration. Une analyse SWOT des projets devrait être réalisée pour aider à juger les choix faits.

Les orientations thématiques et les outils théoriques et expérimentaux envisagés dans le projet pourraient amener l'équipe à des publications majeures mais il conviendra de jauger le facteur temps/risque.

Il faut aussi remarquer que la partie caractérisation des milieux à l'échelle locale et les développements associés ne sont pas nouveaux, et leur valorisation devra être pensée pour éviter de se retrouver face à des laboratoires en ayant fait leur domaine.

L'équipe devrait faire l'inventaire de l'ensemble des collaborations possibles afin d'éviter les prises de risque importantes dans un contexte humain encore limité. Il faudra veiller à obtenir les moyens humains nécessaires.



**Thème 2 :** Chimie et procédés séparatifs

**Nom du responsable :** M. Moncef STAMBOULI

**Effectifs**

<b>Effectifs du thème</b>	<b>Nombre au 30/06/2013</b>	<b>Nombre au 01/01/2015</b>
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2	1
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	3
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	3	2
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	1
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>10</b>	<b>7</b>

<b>Effectifs du thème</b>	<b>Nombre au 30/06/2013</b>	<b>Nombre au 01/01/2015</b>
Doctorants	8	
Thèses soutenues	10	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2



## • Appréciations détaillées

Les activités de recherche de l'équipe thématique Chimie et Procédés Séparatifs (2,9 ETP EC et C ; 4 ETP ITA) ont l'originalité d'allier une chimie de pointe (chimie analytique, électrochimie ...) et les méthodes du génie des procédés, avec un souci de compréhension et de modélisation des phénomènes, et avec une approche multi-échelles.

Les faits marquants à souligner dans la période (2008-2013) sont tout d'abord la participation aux recherches portant sur l'analyse de traces pour des applications spatiales, concrétisées par le succès de la Mission Curiosity (Recherche de traces de vie sur Mars), ce qui permet de donner de la visibilité au laboratoire de par les nombreuses publications (dont deux dans le journal « Science »), les communications dans des congrès internationaux, ainsi que les actions vers le grand public. Cette activité, sera poursuivie dans le prochain contrat avec l'objectif en particulier de repousser le plus possible les limites de détection. Par ailleurs, les recherches sur l'extraction de traces mettant en œuvre des membranes liquides émulsionnées (poursuivies en collaboration avec la Faculté de Pharmacie de Châtenay-Malabry pour les applications thérapeutiques), sont appliquées également désormais à la purification de molécules issues de la biomasse (en collaboration avec l'équipe Bio-procédés), ce qui est une étape très importante pour la production de biomolécules de haute valeur ajoutée aux propriétés bien contrôlées. Un autre développement, dans cette thématique, concerne l'intensification des transferts de masse et de chaleur à l'interface liquide-liquide. Ce thème présente un potentiel intéressant s'il s'ouvre à des champs d'applications plus larges et contribue au renforcement des collaborations avec les deux autres équipes thématiques du laboratoire. Cette volonté d'accroître les collaborations internes est d'ailleurs bien affichée dans le projet du laboratoire, en particulier concernant l'interaction avec le vivant et l'intensification des procédés de transfert aux interfaces. Notons que l'équipe bénéficie de la forte compétence technique du laboratoire, avec le matériel et le personnel permettant la conception et la réalisation de bancs expérimentaux, ainsi que la mise en œuvre de moyens d'analyse et d'instrumentation très performants.

L'activité de publications est très correcte et de bon niveau (en moyenne 2,7 publications par an et par ETP). Les collaborations académiques et partenariales, au niveau national et international (Tunisie, Russie, Italie, Mexique, Etats-Unis ...), sont bien concrétisées par des publications communes. En contrepartie, malgré un nombre notable de thèses en partenariat avec les autres équipes du laboratoire, on note peu de publications communes aux différentes équipes. Le nombre de citations est inégal suivant les thématiques. Nous relevons en particulier un bon taux de citations concernant les publications sur l'analyse de traces pour la recherche spatiale, l'extraction des ions métalliques, et l'électrolyse classique et bipolaire. Notons la rédaction de plusieurs publications techniques dans les cahiers des Techniques de l'Ingénieur.

La composition du personnel enseignant-chercheur de l'équipe a évolué puisqu'un enseignant-chercheur (MCF) a quitté l'équipe récemment (transfert sur un poste CNRS). Les enseignants-chercheurs de l'équipe ne sont donc plus que 3 dont un MCF très dynamique (qui n'a pas encore passé son HDR, malgré son haut potentiel) et deux Professeurs portant les thématiques « historiques » de l'équipe (procédés membranaires et électro-membranaires, extraction aux interfaces liquides-liquides).

## Conclusion

### ▪ Avis global sur le thème :

Globalement, le point fort de cette équipe réside dans son expertise en matière d'approche multi-échelles, incluant l'analyse des phénomènes locaux dans laquelle les savoir-faire expérimentaux et métrologiques sont de très bon niveau et les capacités de modélisation des transferts couplés de masse, d'énergie et de quantité de mouvement également très convaincants. Ces compétences sont celles d'un Génie des Procédés mature dans ses approches et moderne dans ces outils.



▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Le point fort de l'équipe Chimie et Procédés Séparatifs réside dans une recherche partenariale bien ancrée, sur des thématiques pluridisciplinaires et plutôt originales au niveau national, et bénéficiant d'importants moyens techniques et analytiques. Le projet phare de cette équipe est incontestablement le développement de dispositifs miniaturisés embarqués pour l'analyse de traces sur Mars. Ce sujet illustre parfaitement comment l'ensemble des compétences de l'équipe, à la fois dans les domaines expérimental et théorique, peuvent se rassembler sur un objectif commun.

▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

Les thématiques de recherche présentées sont nombreuses, et concernent de nombreux domaines d'application, mais ne reposent que sur un très petit nombre de chercheurs et enseignants-chercheurs qui doivent veiller à bien identifier les niches d'excellence sur lesquelles concentrer leurs activités, pour ne pas risquer de faire face à une surcharge d'activités trop importante, les activités d'enseignement étant également très soutenues.

▪ *Recommandations :*

Le comité d'experts recommande de :

- valoriser davantage les collaborations avec les deux autres équipes du laboratoire, avec qui les compétences sont largement partagées. Une meilleure synergie leur conférerait une masse critique leur permettant de mieux exploiter leurs talents ;

- renforcer l'équipe au niveau des thématiques du Génie des Procédés, en encourageant les profils multidisciplinaires matériaux et/ou vivant, pour favoriser les liens entre équipes ;

- mieux positionner les activités par rapport au contexte national et international, afin de ne pas se disperser, et de permettre une réelle faisabilité du projet, en terme d'adéquation entre les objectifs et les moyens.





**Thème 3 :** Bio-procédés

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Dominique PAREAU

Effectifs

Effectifs du thème	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	3
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	2	2
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	3	2
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	2
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>10</b>	<b>9</b>

Effectifs du thème	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	3	
Thèses soutenues	5	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	1



- **Appréciations détaillées**

L'unité a su créer les conditions pour que la chaire de biotechnologies blanches (bioprocédés) soit présente et soutenue par les acteurs industriels et les collectivités locales sur le site de Pomacle-Bazancourt. Ce site est le siège de la plus importante Bioraffinerie d'Europe et le choix de l'unité comme partenaire pour l'essor de cette chaire n'est pas anodin du point de vue scientifique et technologique. Les acteurs industriels de cette bioraffinerie ont une capacité d'industrialisation et de « scaling up » exceptionnelle. La proximité entre les deux partenaires dans le cadre de la chaire permet à l'unité de faire ressortir des questions de recherche amont très intéressantes qui éclairent l'évolution des technologies.

Dans un certain nombre de domaines, comme la captation de CO<sub>2</sub> par micro-algues, le LGPM est capable d'avoir des approches intégrées très séduisantes, telle que l'intégration dans l'architecture d'un immeuble d'une unité de traitement des eaux usées.

Il faudrait toutefois que le LGPM se positionne plus précisément par rapport à d'autres laboratoires qui peuvent revendiquer une antériorité forte dans les domaines de recherche concernés, exemple : micro-algues et GEPEA.

## Conclusion

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

- la notoriété du LGPM qui a conduit l'ensemble des acteurs du site de Pomacle à s'appuyer sur ce laboratoire pour les aspects Bioprocédés. Ce choix risqué s'est avéré payant ;
- cette collaboration robuste va contribuer à développer la réflexion multi-échelles sur la modélisation du vivant et entraîner d'autres thématiques du laboratoire (downstream processing, ...).

### *Points faibles et risques liés au contexte :*

- les forces impliquées dans la chaire et le thème bioprocédés sont encore modestes ;
- après le fort engagement du début, en régime permanent, la distance entre sites peut finir par peser.

### *Recommandations :*

Compte tenu de la modestie des moyens mobilisés sur cette thématique, il faudra veiller à mobiliser d'autres moyens pour assurer l'essor du domaine. Ces moyens peuvent être obtenus auprès des acteurs industriels ou des collectivités locales, mais il sera aussi souhaitable de mobiliser d'autres compétences à l'intérieur même de l'unité, c'est vrai par exemple pour le « downstream » et la purification.

Il faudrait veiller à favoriser les échanges au quotidien entre les personnels de Pomacle et ceux de Châtenay-Malabry.



## 5 • Déroulement de la visite

Date de la visite :

Début : Mercredi 13 novembre 2013 à 8h

Fin : Mercredi 13 novembre 2013 à 18h

Lieu de la visite

Institution : École Centrale des Arts et Manufactures

Adresse: Grande Voie des Vignes, Châtenay-Malabry

Locaux spécifiques visités :

Laboratoire LGPM dans son intégralité

Déroulement ou programme de visite

08:00 - 08:30	Accueil et réunion à huis-clos du comité d'experts
08:30 - 09:30	Présentation du bilan global du laboratoire
09:30 - 11:00	Visite du laboratoire. Rencontre avec les chercheurs
11:00 - 12:00	Présentation du projet global du laboratoire
12:00 - 12:30	Entretien avec les représentants de la tutelle
12:30 - 13:30	Déjeuner (buffet)
13:30 - 14:00	Entretien avec les ITA et BIATOS
14:00 - 14:30	Entretien avec les enseignants-chercheurs
14:30 - 14:45	Entretien avec le responsable de l'École Doctorale
14:45 - 15:00	Pause
15:00 - 15:30	Entretien avec les doctorants et post-doctorants
15:30 - 16:00	Entretien final avec l'équipe de direction
16:00 - 18:00	Debriefing du comité d'experts à huis-clos
18:00	Fin de la visite.



## 6 • Observations générales des tutelles

Châtenay-Malabry, le 28 février 2014

Objet : réponse de l'Ecole Centrale Paris au rapport préliminaire du comité de visite : Laboratoire LGPM

Monsieur le Président,


L'Ecole Centrale Paris, ainsi que la Direction du laboratoire remercie le comité pour la qualité des échanges lors de la visite du laboratoire Génie des Procédés et Matériaux.

Nous avons examiné attentivement le rapport préliminaire d'évaluation du laboratoire et nous nous félicitons de l'avis très positif porté sur le projet scientifique et sur la gouvernance du laboratoire.

L'établissement a bien noté les recommandations faites par le comité, en particulier, concernant l'organisation scientifique du laboratoire, la réflexion stratégique dans le contexte local (création de CentraleSupélec, création de l'université Paris Saclay et déménagement à Gif-Sur-Yvette) et national et la politique de ressources humaines du laboratoire.

Vous trouverez ci-joint les remarques proposées par la direction du laboratoire et validées par l'Ecole Centrale Paris.

Veillez agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes sincères salutations.



Hervé Biausser  
Directeur

Châtenay-Malabry, le 28 février 2014

*Objet: Réponse de la direction du LGPM au rapport préliminaire du comité de visite.*

Le directeur du LGPM, le comité de direction et tous les membres du laboratoire s'associent pour remercier le comité d'évaluation présidé par Gilbert Casamatta pour son travail de préparation, pour la qualité des échanges lors de la visite et pour son travail de synthèse.

Après une lecture attentive du rapport préliminaire du comité d'évaluation, la direction du laboratoire constate avec plaisir que le fonctionnement du laboratoire, sa gouvernance, son attractivité et son projet ont été perçus très positivement par le comité.

Nous avons aussi bien noté que la dynamique impulsée ces dernières années devait être prolongée : nous allons bien sûr suivre ce précieux conseil. La structuration en trois équipes clairement identifiées mais en interaction croissante a impulsé une excellente dynamique et a apporté la réactivité indispensable dans un laboratoire en mutation, même si cela ne s'était pas encore concrétisé par des publications communes. Nous allons donc certainement pérenniser cette **organisation en équipes** qui permet d'avoir un groupe opérationnel. Pour prolonger cette dynamique nous envisageons le passage de trois à deux équipes au cours du prochain quinquennal.

Du point de vue de la production scientifique, notre objectif durant la prochaine période se décline en trois objectifs complémentaires :

- Maintenir, voire augmenter, la production dans nos domaines d'excellence,
- monter significativement en puissance sur les bio-procédés, notamment à l'interface entre modélisation et sciences du vivant,
- encourager fortement la publication de travaux communs à plusieurs équipes.

Enfin, comme vous l'avez noté, notre projet est en pleine construction. Il va bien au-delà d'un simple prolongement de nos activités antérieures. Cela comporte bien évidemment des risques et notre crédibilité sur ce projet ne pourra être évaluée qu'au terme du prochain contrat. La réflexion autour de ce projet doit donc rester très active durant ces prochaines années et nous devons être capables de réajuster nos objectifs en fonction du contexte et de nos avancées. Afin de structurer cette réflexion, nous avons effectué une analyse SWOT (tableau page suivante) qui devra elle aussi être actualisée en fonction de nos avancées. En cohérence avec ce qui a été dit sur les équipes, cette analyse est proposée au niveau du laboratoire et concentrée principalement sur notre projet en sciences du vivant.

Ce tableau montre bien que le risque principal de notre projet est sur les sciences du vivant, eu égard à la taille modeste de notre laboratoire, à notre position de challenger sur ces aspects et à l'effervescence

scientifique, nationale et internationale, autour de ces thématiques, notamment en raison du changement climatique et de la raréfaction des ressources fossiles.

Face à ces risques, nous avons plusieurs atouts, à commencer la réactivité d'un groupe de taille modeste aujourd'hui parfaitement opérationnel. Pour relever le défi des sciences du vivant, nous allons développer des études sur les transferts couplés bioactifs en veillant à trouver le bon équilibre entre modélisation et caractérisation expérimentale, notamment grâce aux outils modernes d'imagerie disponibles au laboratoire ou dans notre réseau de collaboration. La richesse de l'environnement de Paris-Saclay et l'argent incitatif du labex Lasips et de l'idex nous permet d'ailleurs de compléter nos collaborations nationales et internationales par des collaborations de proximité.

Dans un premier temps, nous travaillerons sur des systèmes biologiques bien maîtrisés : une souche unique de microorganismes étudiée sur des cultures en géométrie et conditions de croissance bien contrôlées. Fort de ces premières expériences, nous savons que les applications viendront naturellement grâce à notre ancrage sur Pomacle, le cœur français des bioraffineries.



	POSITIF	NEGATIF
FACTEURS INTERNES	<p><b>FORCES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taille modeste</li> <li>• Des niches d'excellence</li> <li>• Des acquis en modélisation multiéchelles et multiphysiques qui nous permettent d'aller vers les système bioactifs</li> <li>• Niveau de publication en croissance</li> <li>• Equilibre EC/personnel technique</li> <li>• Equilibre expérience/modélisation</li> <li>• Recrutements à venir</li> </ul>	<p><b>FAIBLESSES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taille modeste</li> <li>• Effectif en décroissance</li> <li>• Lisibilité encore faible</li> <li>• Une bonne partie du projet porte sur de nouveaux domaines</li> <li>• Le LGPM n'est pas une UMR</li> </ul>
FACTEURS EXTERNES	<p><b>OPPORTUNITES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richesse de l'université Paris-Saclay</li> <li>• Bon positionnement dans cette université en cercles successifs (CentraleSupélec, Labex Lasips, institut d'Alembert, Idex...)</li> <li>• Raréfaction des ressources minières (énergie et matières premières)</li> <li>• Ancrage sur Pomacle, fort support de la région Champagne sur les sujets biotech</li> <li>• Collaboration APT en Ile de France et en Champagne Ardenne</li> <li>• Plusieurs collaborations internationales pérennes avec des groupes performants</li> </ul>	<p><b>RISQUES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taille de l'université Paris-Saclay</li> <li>• Notre projet est sur un domaine très concurrentiel à l'échelle nationale et mondiale</li> <li>• Nous sommes challengers sur les biotechnologies et les sciences de la vie</li> <li>• Effet de mode biomasse et biotech : beaucoup d'instituts revendiquent ces domaines</li> </ul>