



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur
l'unité :

Laboratoire Science des Procédés Céramiques et de
Traitements de Surface (SPCTS)

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université de Limoges

ENSCI

CNRS (INC principal – INSIS secondaire)

Novembre 2010



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire Science des Procédés Céramiques et de
Traitements de Surface (SPCTS)

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université de Limoges

ENSCI

CNRS (INC principal – INSIS secondaire)

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Novembre 2010



Unité

Nom de l'unité : Laboratoire Science des Procédés Céramiques et de Traitements de Surface

Label demandé : UMR CNRS

N° si renouvellement : 6638

Nom du directeur : M. Thierry CHARTIER

Membres du comité d'experts

Président :

M. Francis MAURY, CIRIMAT, ENSIACET, Toulouse

Experts :

Mme Cathie VIX, Institut de Sciences des Matériaux, Mulhouse, CoCNRS

M. Jean Marc HEINTZ, ENSCBP, Bordeaux

M. Alain GLEIZES, Université Toulouse

M. Khaled HASSOUNI, Université Paris 13

M. François WEISS, INP Grenoble

M. Yves WOUTERS, SIMAP, Grenoble

M. Philippe PAPET, Université Montpellier 2, CNU

M. Jean Pierre BONINO, Université Paul Sabatier, Toulouse

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Georges HADZIIOANNOU

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

M. Jean François TASSIN, DAS CNRS INC



Rapport

1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite :

Le comité de visite du SPCTS s'est déroulé les 29 et 30 Novembre 2010. La première journée commença par une présentation générale du bilan du SPCTS faite par son directeur. Elle fut suivie d'une discussion avec les membres du comité et une première réunion à huis clos. Les 3 axes du Laboratoire ont ensuite été présentés par leurs responsables tandis que des activités scientifiques ont été mises en exergue par trois exposés donnés par des membres de l'axe. Une discussion a suivi chaque intervention orale et une courte réunion à huis clos du comité a été tenue après chaque présentation des axes. Le projet scientifique de l'Unité a été présenté par son directeur en fin de journée, après les présentations des trois axes.

La seconde journée a été consacrée successivement à une rencontre avec le conseil de Laboratoire, les représentants des personnels, les doctorants et les tutelles. Les ITA/IATOS ont en particulier eu l'occasion de s'entretenir avec leur homologue du comité. Le comité s'est réuni en fin de matinée pour une délibération à huis clos et la suite du programme a été consacrée à la visite du Laboratoire.

Le Comité a apprécié l'accueil du laboratoire et le remarquable travail de préparation et de présentation du bilan et du projet.

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

Le SPCTS est une UMR dépendant de 3 tutelles : le CNRS, l'Université de Limoges (Faculté des Sciences et Techniques, IUT, ENSIL et Faculté de pharmacie) et l'Ecole Nationale Supérieure de Céramique Industrielle (ENSCI). A noter que l'ENSCI vient d'obtenir le statut d'INSA Partenaires avec l'ENSI de Bourges. Le SPCTS est rattaché à l'Institut de Chimie du CNRS en principal (section 15 du CoNRS) et à l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes en secondaire (section 10 du CoNRS). Depuis l'été 2010 Il est installé sur le site d'Ester (hormis un groupe dont le déménagement est programmé dans les prochains mois). Ce Laboratoire est le pilier principal de l'Institut des Procédés Appliqués aux Matériaux (IPAM), l'un des 4 instituts structurant la recherche à l'Université de Limoges (membre du PRES Limousin, Poitou, Charentes). Le périmètre du SPCTS a été légèrement étendu lors du précédent quadriennal par l'intégration de quatre enseignants chercheurs de la Faculté de Pharmacie (section CNU 85).

Fort du contexte local et des compétences pluridisciplinaires déployées, le SPCTS a pour objectif de comprendre et maîtriser des procédés d'élaboration appliqués aux céramiques et aux traitements de surface, en vue de réaliser des objets présentant les propriétés d'usage requises pour répondre à des besoins socio-économiques. Cela recouvre des études fondamentales sur les mécanismes qui régissent les propriétés et des développements de procédés innovants d'élaboration et de mise en forme des matériaux céramiques (poudre, massif, couches minces).

Les 3 principaux secteurs adressés sont : (i) énergie-environnement, (ii) santé et (iii) technologies pour l'information et les communications (TIC). Pour se faire, le Laboratoire est structuré en trois axes : **Axe 1** - Procédés céramiques ; **Axe 2** - Procédés de traitement de surface ; **Axe 3** - Organisation structurale multi-échelle des matériaux. Trois thèmes transverses favorisent la fertilisation des idées et des prises de risque nécessitant des compétences multiples et interdisciplinaires (un 4ème est en gestation).

- Equipe de Direction :

Elle est constituée du directeur et des 3 responsables d'axes (conseil de direction). Ce 'codir' s'appuie sur un conseil de Laboratoire de 12 membres représentant les différentes catégories de personnels et sur un comité Hygiène & Sécurité de 17 membres.



- 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)	45	47
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	12	13
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaire 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	29	3
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	23	25
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	7	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	54	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	38	37

Le SPCTS est donc constitué de 85 permanents et d'environ autant de non permanents (docs, post-docs et CDD). Les enseignants chercheurs dépendent principalement des sections du CNU 33 (21) et 62 (10) mais aussi 28 (6), 31 (6) et 85 (4). Les chercheurs CNRS sont rattachés aux sections du CoNRS 15 (6), 10 (5) et 9 (1).

2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global sur l'unité:

Le SPCTS est un acteur majeur en science des matériaux céramiques au niveau national. Que ce soit dans le développement de nouveaux procédés céramiques ou de traitements de surface par voie sèche, les indicateurs de notoriété et de reconnaissance sont nombreux à témoigner de son rayonnement. Constitué de chimistes, physiciens et spécialistes de génie des procédés, il mène harmonieusement des recherches fondamentales d'un excellent niveau scientifique et des travaux plus finalisés, impliquant des développements technologiques, sur des problématiques à fort impact sociétal. Bénéficiant de l'appui de ses tutelles et de l'environnement régional, fort de compétences pluridisciplinaires, impliqué dans deux laboratoires communs et s'appuyant sur deux centres de transferts, le SPCTS est particulièrement efficace dans la valorisation de ses résultats. Il s'en suit une grande visibilité et une reconnaissance importante comme en témoigne les nombreuses collaborations nationales et internationales. Très impliqué dans les filières de formation du pôle de Limoges, il démontre une bonne attractivité avec un flux et un placement des doctorants et post-doctorants particulièrement remarqué. La gouvernance est facilitée par une structuration en trois axes bien équilibrés, à forte autonomie, et renforcés par des thèmes transverses propices au ressourcement et à l'aboutissement de projets pluridisciplinaires.

- Points forts et opportunités :

Points forts :

Des compétences uniques dans le paysage national en matériaux et procédés céramiques avec un rayonnement international avéré.



Trois secteurs applicatifs bien ciblés (Energie & environnement ; Santé ; TIC) limitant la dispersion des moyens, garantissant une bonne efficacité et réactivité, ce qui conduit à des faits scientifiques saillants dans chacun de ces domaines.

Une production scientifique soutenue et de très bonne qualité. Une bonne reconnaissance internationale se traduisant par de nombreuses conférences invitées et organisations de congrès.

Une forte politique de valorisation (contrats, brevets, transferts et création d'entreprise) volontariste, efficace et partagée par l'ensemble des personnels.

Des investissements en matériels scientifiques conséquents garantissant de bonnes perspectives.

Opportunités :

Les collaborations locales, principalement avec XLIM, sont une force à maintenir, voire à renforcer pour pleinement profiter des atouts du site.

Les 50 % de MCF recrutés sur la période écoulée hors du site de Limoges doivent être un facteur de dynamisme et de créativité.

Le regroupement du SPCTS sur le site du Centre Européen de la Céramique (CEC) doit permettre de renforcer l'animation scientifique, les collaborations internes et la vie du Laboratoire.

• Points à améliorer et risques :

Les axes 1 et 2 sont bien implantés et ont de solides partenariats, notamment sous forme de laboratoires communs qu'il convient de préserver car c'est une source d'ouverture intellectuelle. Piliers historiques du Laboratoire, ils occupent un positionnement national réputé. Attention cependant au renouvellement des générations.

L'axe 3 est bien intégré au SPCTS. Il apporte des compétences fortes en chimie du solide et analyse structurale principalement dans le domaine de l'énergie et des TIC, et notamment par l'accès aux grands instruments. C'est cependant un domaine plus concurrentiel au niveau national où sa visibilité peut s'améliorer en ayant l'ambition de publier dans des revues à facteur d'impact supérieur (progrès déjà enregistrés) et en formalisant davantage ses collaborations internes. Sa forte implication dans des moyens communs et dans trois des quatre thèmes transverses dilue quelque peu la visibilité de son leadership qui est pourtant réel (ne pas trop mettre en opération transverse des actions qui le sont par essence et dont il est porteur).

Une marge de progrès sur l'international en particulier au travers de projets européens existe.

Un très bon placement des doctorants (55/56 placés dans les 3 mois) pouvant constituer un réseau d'anciens pas encore vraiment exploité (nécessité de cultiver pour cela un « esprit plus labo qu'axe »).

• Recommandations:

Les animations scientifiques mises en place à l'initiative des axes doivent être diffusées et davantage ouvertes à tout le Laboratoire. L'idée d'un responsable « animation scientifique » est à réfléchir.

Les efforts pour préserver les études fondamentales indispensables au ressourcement sont à préserver.

Assurer la relève de personnalités scientifiques très reconnues pour pérenniser certaines thématiques très porteuses (plasma thermique).



- Données de production :

(cf. http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres_Identification_Ensgts-Chercheurs.pdf)

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	60
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	7
A3 : Taux de producteurs de l'unité $[A1/(N1+N2)]$	100 %a
A4 : Nombre d'HDR soutenues (cf. Formulaire 2.10 du dossier de l'unité)	7
A5 : Nombre de thèses soutenues (cf. Formulaire 2.9 du dossier de l'unité)	56

a) Les jeunes entrants sont considérés comme publiants avec une production faite à l'extérieur du Laboratoire. Deux personnels portés dans le formulaire 2.2 du Bilan à la rubrique « autres enseignants chercheurs » sont non publiants mais conformément à la formule A3 ils ne sont pas pris en compte.

3 • Appréciations détaillées :

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

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

Les recherches sont focalisées sur 3 domaines particulièrement porteurs dans la conjoncture actuelle : (i) énergie-environnement, (ii) santé et (iii) technologies pour l'information et les communications (TIC). Les différents projets sont essentiellement portés par l'un des trois axes qui structurent le Laboratoire : axe 1 - Procédés céramiques ; axe 2 - Procédés de traitement de surface, et axe 3 - Organisation structurale multi-échelle des matériaux. Quatre thèmes transverses regroupent les principales collaborations inter axes : (i) Dispositifs multi-échelle et multimatériaux pour les nouvelles technologies de production d'énergie, (ii) Matériaux hautes températures et réactivité des solides, (iii) Matériaux fonctionnels pour les TIC, de l'optique aux hyperfréquences et (iv) Nanosciences et nanotechnologies, réalisation de nanostructures à base de matériaux céramiques (naissant).

Dans chacun des trois domaines applicatifs plusieurs faits saillants peuvent être relevés à titre d'exemples. Concernant l'énergie, on peut citer de nouvelles générations de barrières thermiques pour aubes de turbine, de nouveaux matériaux d'électrolyte pour SOFC et cœur de piles, de nouvelles architectures catalytiques multiéchelles pour la production de gaz de synthèse ou d'hydrogène à partir de gaz naturel ou de biomasse, ce dernier résultat étant acquis dans le cadre du laboratoire commun avec Air Liquide (9 brevets déposés sur le vaporéformage et des matériaux en test dans les unités industrielles) et la valorisation de biomasse par plasma thermique.

Dans le domaine de la santé, l'élaboration de biocéramiques à microstructure et architecture spécifiques pour des applications en ingénierie tissulaire osseuse couplée à de la fonctionnalisation de ses implants pour stimuler la repousse osseuse est un point fort incontestable. La fonctionnalisation est aussi exploitée à des fins thérapeutiques via la vectorisation et libération contrôlée de principes actifs. L'élaboration d'implants 3D HAP par stéréolithographie est une première mondiale.

Les relations fortes avec XLIM permettent des avancées significatives dans le domaine des TIC. La maîtrise de l'élaboration de composants diélectriques micro-ondes par stéréolithographie et de circuits à trois dimensions par le procédé jet d'encre permet la conception de nouvelles architectures de composants et a conduit à la création de la start-up Ceradrop (prototypage rapide). L'expertise forte en procédé de dépôt par ablation laser et PECVD permet le



développement de MEMS. La synthèse de verres à base d'oxyde de tellure présentant une non linéarité optique de 2ème et 3ème ordres est exploitée pour l'élaboration de fibres et/ou guides d'ondes.

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

La production scientifique est particulièrement solide. L'essentiel du bilan sur la période 2006-2009 fait état de : 445 articles dans des revues internationales à comité de lecture (ACL) soit 2,8 ACL/ETP.an ; 21 ouvrages ou chapitres d'ouvrages ; 145 articles dans des revues nationales (ACLN) ou sans comité de lecture (ASCL) ; multiples contributions dans des actes de congrès internationaux (112) et nationaux (28), 13 brevets prioritaires et 8 extensions internationales. Des chercheurs ont été (co)éditeurs de 19 ouvrages ou actes de congrès. Les articles ACL sont publiés dans des revues internationales de science des matériaux, céramiques et procédés d'un très bon niveau se traduisant par un facteur d'impact moyen de 1,8 en croissance entre 2006 (1,6) et 2010 (2,2), et supérieur au facteur d'impact moyen de ce domaine (1,2). Cet indicateur de qualité est en croissance pour les trois axes.

Les 97 conférences invitées données dans des congrès internationaux et nationaux soulignent le très bon rayonnement du Laboratoire. En plus de ces invitations, les 598 communications orales ou par affiches et les 21 séminaires donnés dans des organismes et sociétés savantes assurent une diffusion importante des résultats et un bon impact dans le domaine. La mise en archive ouverte est également un point positif à souligner. 56 thèses ont été soutenues (1,5/HDR).

Les 3 axes contribuent équitablement à cette production. Ceux qui mènent les actions de valorisation les plus soutenues sont légitimement un peu en-deçà de la moyenne du Laboratoire mais ils contribuent au rayonnement via d'autres critères comme leurs succès en valorisation, innovations et transfert.

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

Les relations contractuelles sont fortes et les partenaires sont remarquablement fidélisés par exemple via deux Laboratoires Commun (Air liquide) et Correspondant (CEA). Le SPCTS participe à plusieurs réseaux nationaux (e.g. 10 GdR), à des programmes Européen, à des collaborations internationales formalisées par des accords bilatéraux (celle avec le Japon est à souligner) et à de nombreux projets multipartenaires (11 ANR). Il est particulièrement bien soutenu par la Région Limousin à travers les projets CPER et les appels d'offres régionaux ainsi que par le pôle Européen de la Céramique. Bon dynamisme dans la réponse aux appels d'offres compétitifs avec des taux de succès satisfaisants (21 %) par rapport à la moyenne nationale.

- **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 :**

Plusieurs prix de thèse ont été attribués par des sociétés savantes (GFC) et la région Limousin et quelques chercheurs ont été distingués lors de communications dans des congrès. La renommée est plus visible à travers les nombreuses conférences invitées dans des congrès nationaux et internationaux. Le SPCTS a organisé 3 congrès internationaux et 2 nationaux. Il a également co-organisé ou participé à des comités scientifiques d'une quarantaine de congrès internationaux et de 22 colloques nationaux. Il a été retenu pour organiser le congrès biennuel de l'European Ceramic Society en 2013.

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

Les flux positifs entrants/sortants de chercheurs CNRS (+2) et enseignants chercheurs (+7) témoignent de la bonne attractivité. 100 % des chercheurs recrutés et 50 % des enseignants chercheurs recrutés sont externes au site (hors les 4 EC intégrés par extension du périmètre en 2008). Le recrutement de non permanents externes à Limoges est également bon avec 9/12 post-docs (75 %) et 22/56 doctorants (40 %).



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

Le SPCTS a un budget non consolidé d'environ 3 M€/an (TTC) constitué des dotations de base (15,4 %), des réponses aux appels d'offres ANR-FUI (41 %), des contrats directs avec l'industrie (12 %), de l'Europe (2,4 %) et la Région (8,5 %). Les ressources propres, hors crédits récurrents et CPER, représentent 70 % de ce budget non consolidé. La capacité à trouver des financements externes est forte. Il participe à 11 ANR et en coordonne 5 (45 %). Il participe à la gouvernance du pôle de la céramique.

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

Le SPCTS participe à plusieurs collaborations européennes via des programmes de type REX, STREP, EUREKA, COST, INTERREG et à des collaborations internationales via des réseaux et des accords bilatéraux (1 PICS, 7 PAI et des collaborations avec 6 autres pays). Notons une forte collaboration avec 3 établissements japonais de Nagoya (NITECH, JFCC, AIST).

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

Le SPCTS mène une politique de valorisation volontariste qui se traduit par de nombreux contrats avec des industriels, directs (29) et indirects (par exemple 6 ANR avec industriels), 8 projets FUI labellisés par au moins un pôle de compétitivité et 2 Laboratoires Communs avec l'industrie (Air liquide, CEA). Il participe à la gouvernance du Pôle Européen de la Céramique, a déposé 13 brevets prioritaires (+ 8 extensions internationales) et a contribué à la création d'une start-up en 2006 (Ceradrop, 10 salariés actuellement). Près de 50 % des doctorants sont financés ou cofinancés par l'industrie. Deux centres techniques (CTTC, CITRA) labellisés CRT prennent appui sur les compétences du Laboratoire.

- Appréciation sur 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 :

Le directeur et les responsables des 3 axes thématiques constituent un comité de direction. Ce 'Codir' de quatre personnes est particulièrement réactif pour les prises de décision concertées. Le Conseil de Laboratoire (12 membres) se réunit tous les 2-3 mois et produit un compte rendu diffusé à tous les personnels. Plusieurs assemblées générales sont tenues annuellement, notamment en automne pour la présentation des nouveaux entrants. Un comité H&S (17 membres) conseille la direction. Notons la mise en place d'une démarche d'amélioration continue de la sécurité qui conduit à une communication renforcée, via notamment l'intranet, et une augmentation des formations liées à H&S.

Le comité de direction s'était fixé un contrat d'objectif que chacun s'est efforcé d'atteindre (e.g. augmentation de la qualité et quantité des publications ACL).

L'entretien avec les personnels ITA-IATOS a fait ressortir l'aspect positif de la réorganisation des services communs, mutualisés au niveau du Laboratoire, à l'occasion du déménagement sur le site du CEC. Ceci devrait à termes gommer les différences de mode gestion qui existaient dans les sites antérieurs.

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

Des présentations scientifiques au niveau de l'ensemble du SPCTS sont souvent couplées à des assemblées générales.



Les axes ont leur propre animation scientifique incluant notamment des présentations de doctorants et d'invités externes. Cela conduit globalement à environ une manifestation mensuelle. Il est cependant impératif que celles-ci soient ouvertes à l'ensemble du Laboratoire.

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

Au-delà d'une contribution à la formation par la recherche très significative avec 56 thèses soutenues (et 131 Masters), les membres du SPCTS sont très impliqués dans les filières d'enseignement de l'Université, de l'ENSCI et de l'Ecole doctorale du PRES (Science et Ingénierie en Matériaux, Mécanique, Energétique et Aéronautique). Ils assurent la responsabilité (pédagogique et/ou administrative) dans le LMD « matériaux céramiques » ainsi que dans les autres filières (ENSIL, ENSCI, IUFM, Fac. Pharmacie, IUT).

Plusieurs personnels sont impliqués dans le fonctionnement des instances locales et la structuration de la recherche en région ; à titre d'exemple, la direction de l'IPAM, la participation au Conseil d'Administration du pôle de la Céramique et les différents conseils d'établissements.

- **Appréciation sur la stratégie et le projet :**

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

Le SPCTS développe des thèmes spécifiques et originaux, axés sur les céramiques et les traitements de surface par voie sèche, en s'appuyant sur des compétences fortes et reconnues. Il mène une recherche partenariale soutenue tout en maîtrisant le pilotage de ses activités qu'il a orienté délibérément dans les domaines de l'énergie, la santé et les TIC. Ces domaines sont des priorités sociétales fortes pour de nombreuses années (cf. rapport SNRI). Il est pertinent de ne pas diversifier davantage les secteurs d'application pour garder une bonne visibilité. Sa structuration interne et une culture sur projet qui semble bien implantée lui donne une bonne réactivité. Les recherches contractuelles n'entachent pas des prises de risques visant un horizon plus lointain. C'est notamment via des thèmes transverses que les risques les plus grands peuvent être pris car ils sont alors partagés et bénéficient de la pluridisciplinarité souvent nécessaire.

L'effort va être poursuivi sur les thèmes transverses existants. Le projet du prochain quadriennal s'inscrit dans cette dynamique positive. La forte implication dans les filières d'enseignement du site assure un vivier indispensable.

Il est à noter qu'un projet de conseil scientifique avec personnalités extérieures sera mis en place au niveau de l'IPAM.

- **Cohérence du projet avec l'environnement territorial (en termes de thématique et de soutien au transfert technologique)**

Les activités de valorisation bénéficient de plusieurs atouts comme les 2 laboratoires communs, l'appui des 2 centres de transfert et le fort soutien de la Région et du Pôle de la Céramique.

La nouvelle implantation sur le site du CEC devrait renforcer les actions de valorisation et la visibilité internationale du SPCTS déjà très bonnes sur les matériaux céramiques.

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

L'affectation en interne des moyens financiers telle que pratiquée ne semble pas poser de problème jusqu'à maintenant : une forte autonomie financière des axes a été notée. Celle des moyens humains est discutée au niveau du comité de direction suite à des propositions des axes. La période écoulée a démontrée une bonne capacité à recruter au-delà du renouvellement des départs à la retraite grâce à un soutien fort des tutelles. Il n'y a pas de signe d'infléchissement de cette politique, le SPCTS étant considéré par les tutelles comme un pilier important de ce site académique.



Des redéploiements internes d'ITA/ITRF ont récemment été effectués pour assurer le fonctionnement des services communs et des plateformes du CEC. Les personnels ont adhéré mais il convient d'attendre le régime de croisière pour s'assurer que les personnels qui menaient des activités personnelles de recherche (ITA-HDR notamment) puissent trouver un équilibre avec leur action collective. D'autre part, la direction a démontré sa vigilance et capacité à renouveler les postes susceptibles de se libérer.

- Originalité et prise de risques :

Les 4 thèmes transverses sont une source d'initiatives et ils ne sont pas encore tous au même niveau de maturité : une marge de progrès existe donc. Le 4ème vient de démarrer et une thématique « modélisation » est également envisagée ; cette activité étant pratiquée dans les 3 axes il y a effectivement matière à réfléchir pour la rendre encore plus efficace.

4 • Analyse équipe par équipe et/ou par projet

Intitulé de l'équipe : Procédés Céramiques

Nom du responsable : Fabrice ROSSIGNOL (CR1-CNRS)

- 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)	17	18
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 y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	7	7
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	4	4
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	4	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	23	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	10	9

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'axe « Procédés Céramiques » regroupe 22 permanents, 2,16 ITA (ETP), 34,5 non permanents avec une production scientifique qui s'élève à 130 publications (soit 32,5 publications/an) et 10 brevets. Une progression très marquée du facteur d'impact moyen des publications au fil des années a été notée. Une start-up avec 10 emplois à la clé a été créée à partir des activités de prototypage rapide développée dans ce groupe. L'activité contractuelle est très forte avec des partenaires académiques et industriels, français et étrangers, conduisant à des programmes collaboratifs de natures différentes (programmes CNRS, ANR, FUI/FCE, 2 ADEME, 2 DGA). Tout comme le Laboratoire, cet axe est un acteur majeur du Pôle Européen de la Céramique (assurant notamment la vice-présidence).



Cette équipe mène une recherche intégrée allant de la synthèse des poudres aux propriétés d'usage en passant par la mise en forme d'objets et la modélisation des processus de consolidation. Il s'agit au final de maîtriser l'ensemble des étapes du procédé d'élaboration permettant d'obtenir un objet avec une microstructure et une architecture adaptées à une fonction particulière ; l'idée directrice est que la maîtrise des propriétés d'un matériau céramique doit non seulement passer par la compréhension des mécanismes qui contrôlent ces propriétés mais également par la maîtrise du procédé d'élaboration.

Les travaux de recherche de ce groupe s'articulent autour de 4 thèmes : (i) 'Biomatériaux fonctionnalisés (céramiques et applications thérapeutiques)', (ii) 'Suspensions et procédés', (iii) 'Matériaux de hautes performances' et (iv) 'Production de syngaz'. Ce dernier est développé dans le cadre du Laboratoire commun CNRS/Air Liquide (LMIPG) créée en 2005 au sein du SPCTS et dirigé par un membre de cette équipe.

Thème « Biomatériaux » : ce thème affiche une orientation principale autour de la fonctionnalisation de biocéramiques phosphocalciques, avec pour finalité le développement de dispositifs médicaux implantables ostéoinducteurs par greffage de molécules favorisant le processus de biominéralisation, et/ou capables d'assurer un traitement thérapeutique par incorporation et libération contrôlée de principes actifs. Une attention particulière est portée à la maîtrise des formulations chimiques, des microstructures et des architectures des matériaux pour leur fonctionnalisation thérapeutique et/ou biologique. De nombreux paramètres tels que la composition chimique, la chimie de surface, la morphologie, la distribution poreuse multi-échelle de la matrice phosphocalcique ainsi que la nature de liaisons chimiques entre matrice et molécules actives sont pris en compte.

Les travaux se regroupent dans deux grands axes: (i) la maîtrise de la chimie des céramiques pour proposer des biocéramiques phosphocalciques avec des fonctionnalités bien définies par de nouveaux procédés et (ii) le développement de nouvelles matrices céramiques phosphocalciques à porosité contrôlée. Ce thème s'est bien structuré au cours des dernières années en profitant du caractère multidisciplinaire du groupe. L'intégration réussie de 4 chercheurs avec un praticien hospitalier a permis de renforcer cette thématique avec une chaîne de compétences qui peut aller jusqu'au patient.

Thème « Matériaux de Haute température » : L'essentiel des travaux porte sur des systèmes non-oxydes ultra-réfractaires qui correspondent à des phases carbures, nitrures et borures. Ce thème propose des démarches innovantes d'élaboration de céramiques dont certaines propriétés sont renforcées (résistance thermomécanique, transparence, tenue à l'oxydation...) pour répondre au mieux aux sollicitations sévères dans leur domaine d'application respectif (barrière thermique pour la propulsion, gaine étanche pour la fission nucléaire...). L'activité du thème s'articule autour de trois axes : (i) synthèse et formulation de poudres spécifiques de céramiques non-oxydes par la voie organo-métallique ou par celle de réactions solide-solide (couplage de la synthèse de précurseurs précéramiques et du procédé de spray-pyrolyse pour préparer des poudres nanostructurées), (ii) la physico-chimie du frittage, conventionnel ou non, de systèmes monolithiques ou composites comprenant des aspects de modélisation ou de simulation numérique et (iii) la validation expérimentale des propriétés d'usage souvent dans des environnements sévères (comportement thermomécanique et réactivité). Une attention particulière est portée sur la maîtrise de l'élaboration de ces céramiques en prenant en compte des poudres de départ à l'échelle nanométriques et par l'utilisation de procédés de frittage appropriés comme le frittage flash SPS et SHS afin d'assurer un bon contrôle des micro- ou nanostructures. Il s'agit de comprendre l'effet des paramètres du procédé de frittage SPS (contrainte appliquée, variété cristalline) sur l'évolution des microstructures et des changements de phase. Les mécanismes de frittage en comparaison avec les procédés conventionnels sont également étudiés et complétés par modélisation et simulation numérique. Pour le comportement en environnement sévère, les liens entre microstructure, chimie et propriétés d'usage sont recherchés.

Thème « Suspensions et procédés ». Il concerne les procédés de mise en forme des céramiques par l'optimisation des procédés classiques (coulage en bande, extrusion, électrophorèse...) et le développement de procédés originaux en mettant l'accent sur les procédés "numériques". Le développement de ces procédés s'appuie sur une recherche fondamentale amont, qui vise à mieux comprendre et maîtriser la structuration des suspensions colloïdales qui influencent les propriétés des pièces. Cette approche consiste à établir un lien entre la chimie de surface de particules modèles et la structuration des suspensions associées sur des bases théoriques et expérimentales. Deux procédés de mise en forme tout à fait innovants sont à souligner : la stéréolithographie qui permet de reconstruire des pièces 3D couche par couche avec une précision dimensionnelle élevée conduisant à des propriétés nouvelles et/ou améliorées et l'impression jet d'encre qui vise la réalisation de structures tridimensionnelles. Il faut relever le fait que les travaux menés sur l'impression jet d'encre ont conduit à la création d'une spin-off. Le potentiel de la stéréolithographie a permis, lui, une première mondiale par la fabrication d'un implant crânien en hydroxyapatite fabriqué par cette technique et implanté au CHU de Limoges.



Thème « Production de syngaz » (Laboratoire commun SPCTS/Air liquide : Laboratoire des Matériaux Inorganiques pour Procédés Gaziers (LMIPG)). Ce Laboratoire créé en 2005 a pour objectif le développement de matériaux et de systèmes céramiques avec pour finalités l'amélioration des technologies actuelles et la mise en place de nouvelles technologies de production d'hydrogène. La stratégie scientifique s'articule autour de 3 axes qui correspondent à des actions sériées dans le temps :

A court terme : il s'agit de développer un procédé de production d'hydrogène par vaporéformage d'éthanol issu de la biomasse par l'utilisation de matériaux catalytiques à architectures micro-nanostructurés multiéchelles complexes obtenus par maîtrise parfaite de toutes les étapes d'élaboration.

A moyen terme : le but est de développer une technologie innovante de production de gaz de synthèse basée sur l'utilisation d'échangeurs -réacteurs céramiques de haute performance-fonctionnant à température élevée et sous environnement agressif.

A long terme : il s'agit de lever les verrous d'un nouveau procédé de réformage du gaz naturel basé sur le développement de réacteurs catalytiques membranaires.

Le travail de recherche réalisé est de grande qualité avec le souci de se baser sur des approches fondamentales (maîtrise des procédés, compréhension des microstructures) pour développer des matériaux à application.

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

Les activités de recherche développées au sein de cet axe « Procédés Céramiques » se déploient également dans les axes transverses 'Dispositifs multiéchelles et multimatériaux pour des nouvelles technologies de production d'énergie', 'Matériaux Hautes températures et réactivité des solides' et 'Nanoscience et nanotechnologies, réalisation de nanostructures à base de matériaux céramiques'.

Tout comme l'ensemble du Laboratoire, les thématiques de recherche de cette équipe s'inscrivent fortement dans les axes de recherche prioritaires de la SNRI que sont l'énergie, la santé et le domaine technologie de l'information et de la communication.

A partir du cœur de métier du Laboratoire, et par association avec des équipes de biologistes, un axe de recherche d'un excellent niveau scientifique a pu être développé dans le domaine des biocéramiques.

Les activités de cet axe 1 qui s'articulent autour de trois thématiques de recherche et d'un laboratoire de recherche commun sont très cohérentes avec des synergies très fortes qui conduisent cette équipe à un positionnement original et unique qui lui donne une visibilité nationale et internationale incontestable, avec des expertises d'excellence dans le domaine des matériaux céramiques et des procédés. Ce groupe présente une recherche contractuelle très forte aussi bien avec des partenaires académiques qu'industriels et du monde socio-économique ; contractualisation qui se formalise sous différents aspects : programmes ANR, FUI, contrats industriels... Les activités s'inscrivent également dans une stratégie régionale en articulation avec des CTI, les centres hospitaliers, les pôles de compétitivités, les autres composantes de l'université et en particulier le laboratoire XLIM. La capacité à recruter ainsi que le placement des chercheurs, post-doctorants et étudiants est excellent.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet présenté est très pertinent et original et il confortera encore plus la position spécifique et unique de ce groupe dans le paysage national. Bien que s'appuyant sur une continuité des activités de très haut niveau, le projet de ce groupe a pour ambition finale de réduire l'empirisme de façon à rendre les procédés céramiques robustes et ainsi conduire à des composants à propriétés reproductibles, améliorées ou spécifiques. Ce projet revêt un caractère aussi bien fondamental (structuration des suspensions colloïdales, compréhension des mécanismes de frittage par des procédés non conventionnel) qu'appliqué (fonctionnalisation de biomatériaux pour l'ostéoinduction et/ou pour des traitements thérapeutiques, matériaux pour le nucléaire, valorisation de procédés de prototypage déjà existants ou nouveaux). Pour le volet 'synthèse de poudres et suspensions', la simulation numérique sera prise en compte dès la phase amont. Une attention particulière sera également portée sur la chimie de fonctionnalisation avec un intérêt pour la chimie 'click'. Le développement de la thématique sur 'les matériaux haute température' intégrera une approche incluant la synthèse des précurseurs précéramiques, le frittage non conventionnel, la caractérisation et la détermination des propriétés en conditions sévères. Enfin, les efforts porteront au sein du laboratoire commun Air liquide/CNRS sur le développement d'une solution alternative à la technologie actuelle de vaporéformage incluant



notamment un 'scale-up' de la technologie de stéréolithographie. A plus long terme, il s'agira de proposer des réacteurs catalytiques qui constitueront une véritable rupture technologique.

Compte-tenu de l'expertise des membres de cet axe et de la dynamique d'animation, la faisabilité de ce projet à moyen et long termes ne fait aucun doute. Certaines études présentent des prises de risques mais leur réussite aura alors des retombées académiques et industrielles de tout premier plan.

La politique d'affectation des moyens humains et financiers est tout à fait pertinente au regard des objectifs de ce projet.

- **Conclusion :**

- **Avis global sur l'équipe :**

Les expertises de haut niveau de l'axe « **Procédés Céramiques** » lui confère une place unique dans le paysage de la recherche nationale et internationale. La qualité et production scientifique sont excellentes. L'impact de leurs recherches leur permet d'être fortement sollicité par des partenaires académiques et industriels en raison de leurs spécificités dans le domaine des procédés céramiques, des biocéramiques et en s'appuyant également sur le développement de procédés de prototypage innovants. La qualité et pérennité de ses recherches contractuelles est remarquable tout en veillant à développer en amont des travaux de recherche fondamentales de tout premier plan. L'implication forte des chercheurs et enseignants-chercheurs dans les filières de formation est également à souligner. L'existence d'un laboratoire CNRS/Air liquide est un véritable atout d'autant plus que la stratégie scientifique de ce laboratoire commun est en parfaite cohérence et synergie avec les autres thématiques de cet axe 1.

- **Points forts et opportunités :**

Position unique dans le paysage national et international avec une très bonne notoriété ;

Excellent niveau scientifique ;

Grande réactivité et prise de risque dans les thématiques de recherche ;

Augmentation très nette des publications dans des journaux à fort impact ;

Recherche contractuelle très forte aussi bien avec des partenaires académiques qu'industriels ;

Excellente intégration dans le tissu local avec une véritable stratégie vis-à-vis des partenaires du site académiques ou industriels ;

Collaboration en réseaux très marquée ;

Forte valorisation des recherches ;

Bon équilibre recherche fondamentale/recherche appliquée ;

Bonne implication dans les filières de formation ;

Pertinence et originalité du projet à moyen et long terme.

- **Points à améliorer et risques :**

Il reste une marche de progrès sur l'international, en particulier au travers de la participation à des projets européens. Toutefois, l'implication des membres de ce groupe dans plusieurs projets européens récemment déposés, en attente de réponse, est à souligner.

- **Recommandations :**

Compte-tenu des nombreuses sollicitations des chercheurs et enseignants-chercheurs de ce groupe, en raison de leurs compétences spécifiques, il faudra veiller à éviter la dispersion et l'implication dans de trop nombreux projets ou dans des structures de recherche plus "d'affichage" qu'opérationnelles.



Il faudra aussi maintenir l'effort sur les préoccupations fondamentales de manière à nourrir le développement des applications.

Intitulé de l'équipe : Procédés de Traitements de Surface

Nom du responsable : Alain DENOIRJEAN (CR1-CNRS)

- 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)	17	18
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	5	5
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	4	1
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	6	5
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	2	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	20	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	17	18

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

Trois thématiques principales ont été dégagées dans cet axe « Procédés de Traitements de Surface ».

Les recherches menées sur « les plasmas thermiques et les procédés de projection » sont tout à fait pertinentes avec des résultats très originaux et novateurs sur des aspects liés aux effets de fluctuation dans les plasmas d'arc, à la dynamique de fusion-évaporation et de mouvement de particules ou gouttes liquides injectées dans des écoulements de plasmas thermiques ou encore l'étude de l'impact de ces gouttes sur des substrats de traitement. Ces travaux sont d'une très grande qualité scientifique et bénéficient d'une approche couplant des études expérimentales délicates et de la modélisation numérique de très haut niveau. Le dynamisme de cette thématique et la reconnaissance dont elle jouit sont attestés par le nombre d'implication dans la rédaction et la direction de rédaction d'ouvrages dans lesquels sont impliqués les membres de l'équipe. Enfin, ces travaux ont un impact important dans la communauté internationale travaillant sur les procédés de projection et les plasmas thermiques.

De même, les travaux portant sur la thématique « couches minces et nanostructures » sont de très haut niveau. Les recherches sur les procédés de dépôt assistés par laser (PLD) sont réellement d'une grande originalité. Ils s'appuient sur la conception de dispositifs expérimentaux très sophistiqués et permettant d'élaborer une large gamme de nanostructures et/ou matériaux nanostructurés avec des objectifs d'application très pertinents, et qui tiennent fortement compte de l'existence d'une synergie locale pouvant faire émerger un pôle qui couvre à la fois les aspects matériaux et systèmes dans le domaine de l'électronique et l'optique (coll. étroite avec XLIM). Les travaux menés sur la CVD assistée par plasma s'appuient d'une part sur une grande expertise dans le domaine des matériaux et de leurs procédés d'élaboration et, d'autre part, sur des collaborations pertinentes avec des laboratoires développant des



sources plasmas. Les objectifs sont bien ciblés et s'intègrent bien à la structuration locale de la recherche dans le cadre de pôles de compétitivité nationaux reconnus.

La thématique « réactivité » est plus hétéroclite et peut être découpée en trois actions. La première sur la réactivité des plasmas hors équilibre, s'appuie sur des compétences fortes en techniques de diagnostic de plasmas de décharges à basse pression. La production scientifique est de bonne qualité mais la pertinence des objectifs et des applications peut être améliorée dans le contexte du SPCTS si ses objectifs étaient plus cohérents avec ceux des recherches réalisées au sein de la thématique « couches minces et nanostructures ». La deuxième action concerne la détermination de données de base (thermodynamiques, coefficient de transport). Cette action 'historique' du SPCTS s'appuie sur des compétences bien établies de chercheurs chevronnés. Les résultats obtenus par ces chercheurs reconnus dans leur domaine sont de bonne qualité. Cette recherche est par ailleurs menée dans le cadre d'un grand nombre de collaborations bilatérales avec des laboratoires nationaux et étrangers. Enfin la réactivité à la surface de solide correspond également à une action ancienne du laboratoire avec des travaux originaux sur la modification ou le traitement de surface par laser infrarouge.

Globalement au niveau de l'axe, la qualité et l'impact de la production scientifique sont d'un niveau très bon, voire excellent, avec un rapport de publications ACL par chercheur à temps plein, de l'ordre de 14 sur le quadriennal. Il faut noter un accroissement significatif de l'impact des revues où sont publiés les ACL. En ce qui concerne les doctorants et les thèses soutenues dans l'ensemble de cet axe, leur nombre est voisin de 2 doctorants/permanent sur la période, ce qui constitue une très bonne moyenne. La quasi-totalité des doctorants a au moins une ou deux publications à l'issue de la soutenance. Enfin la qualité des relations contractuelles est excellente et présente une bonne pérennité. Cet axe a su établir de nombreux partenariats, notamment à travers des projets de types FUI et a également une relation privilégiée avec un laboratoire du CEA sur des applications liées à la projection.

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

Globalement le rayonnement et l'attractivité de l'équipe sont très bons mais on note d'assez fortes disparités suivant les activités, certaines thématiques telles que plasmas thermiques, projection et couches minces (surtout PLD) ont un rayonnement et une notoriété internationaux excellents, d'autres thématiques étant plus en retrait sur ce point. De façon générale, la capacité à attirer ou à recruter des étudiants et des chercheurs de haut niveau est bien avérée. La réussite aux appels d'offre est assez remarquable même si là aussi, la thématique sur la projection plasma tire mieux son épingle du jeu, et l'interaction avec les pôles de compétitivité est très satisfaisante.

La valorisation de la recherche est excellente et se traduit par 2 brevets, un DIL (OSEO innovation), de nombreux contrats, aussi bien auprès de PME, que de grands groupes industriels ou d'EPIC (relations fortes avec le CEA), un taux d'insertion professionnelles des docteurs de 100 % et l'organisation de séminaires industriels. Il faut également noter la contribution aux centres de transfert labellisés CRT qui rejaillit sur l'ensemble du SPCTS. Enfin la participation à des programmes internationaux reste, comme pour l'ensemble du laboratoire, un peu faible.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet général de l'axe « Procédés de Traitements de Surface » est bien perçu et se situe essentiellement dans la poursuite des activités de recherche antérieures en s'appuyant sur des moyens expérimentaux lourds et de haut niveau et des compétences en modélisation bien reconnues.

Si l'on examine plus finement les diverses thématiques, il apparaît que pour les procédés de projection, les projets sont pertinents avec des objectifs qui répondent d'une part à l'intensification des recherches sur des thèmes compétitifs comme par exemple le développement de procédés de projection de solution et de suspension et, d'autre part, à l'émergence de nouveaux procédés de plasma thermique comme la PVD assistée par plasma thermique. L'équipe s'engage également sur un projet ambitieux visant à analyser les phénomènes ayant lieu dans les dispositifs de frittage par arc. De même, le développement d'outils de modélisation et de diagnostics d'écoulements de plasmas thermiques avec des suspensions et poudres présente un grand nombre de défis où la prise de risque est importante.

Concernant la thématique sur les couches minces et les nanostructures, les objectifs sont liés d'une part à la réalisation de films pour des composants optiques et électroniques et d'autre part aux applications de revêtements durs pour la mécanique. La réalisation de ces deux objectifs nécessite l'investigation de problématiques fondamentales liées à l'interaction laser-matériau, l'interaction plasma-surface et les phénomènes de transport dans les écoulements de plasmas. Il s'agit là de questions fondamentales très délicates et dont le traitement nécessite une prise de risque importante. Compte tenu de la capacité en ressources humaines de cette thématique et de la diversité



des questions mentionnées dans le texte du projet, il aurait été souhaitable de cibler un peu plus les problématiques dans le texte du projet et de préciser les points qui seront traités en interne et ceux qui le seront dans le cadre de collaborations (questionnement du comité sur les travaux sur les oxydes de titane et sur les matériaux ferroélectriques).

Dans le cadre de la thématique réactivité, l'action sur l'analyse de la réactivité en plasma hors équilibre propose un projet en continuité du travail actuel. L'examen montre que le point le plus original dans cette action concerne le diagnostic du plasma. Il apparaît donc qu'il y a de réelles synergies entre cette action et la thématique couches minces et nanostructures, plus particulièrement les travaux menés sur la PECVD où les chercheurs ont des compétences en procédés et matériaux. La pérennité des travaux sur la détermination des données de base ne semble pas assurée à long terme et devra être discutée au sein de l'équipe. Enfin dans le domaine de la réactivité de surface et des solides, le projet s'appuie de façon cohérente sur les compétences de l'équipe et les divers travaux sur les carbures (en particulier carbures de titane) sont prometteurs.

Enfin, de façon globale pour cet axe 2, le projet n'évoque pas le problème de départs à court et moyen termes d'un certain nombre de chercheurs (au sens large, ce qui inclut des enseignants-chercheurs et des ingénieurs de recherche), de leur remplacement éventuel et de réorientations possibles ou nécessaires d'activités de recherche.

- Conclusion :

- Avis global sur l'équipe :

Les travaux menés par l'équipe sont de très bonne qualité scientifique. L'équipe mène des études sur des procédés complexes mettant en jeu des phénomènes souvent couplés d'interaction fluide-matériaux, d'interaction rayonnement-matière, de transport dans des milieux hors équilibre, réactifs et parfois diphasiques. La prise de risque en termes de recherche se situe clairement au niveau des systèmes expérimentaux étudiés et des approches : l'étude de plasmas de projection fait appel à des expériences lourdes.

Modéliser ou diagnostiquer des systèmes aussi complexes que les plasmas de projection, les arcs dans des milieux granulaires ou encore les plasmas résultant de l'interaction entre lasers et matériaux constitue un défi en soi et certains travaux rattachés à ces actions sont très originaux. Les études sur la réactivité sont menées par des chercheurs de grande expérience avec des compétences reconnues. Le rayonnement de ce thème, notamment à l'international et à travers des conférences invitées, n'est cependant pas à la mesure du potentiel de compétence dont il bénéficie. De même, les recherches menées dans le cadre de ce thème pourraient faire l'objet d'une implication plus importante dans les réponses aux appels d'offre (ANR, régions, CEE, etc.).

L'aspect valorisation, notamment à travers des contrats industriels directs, se situe à un niveau remarquable.

- Points forts et opportunités :

- Projection thermique et procédés d'arc sont des thèmes forts et reconnus internationalement ;
- Le thème « couches minces et nanostructures » est reconnu pour ses recherches originales et pertinentes ;
- Le flux de doctorants financés à partir de sources très diverses ;
- Qualité de la production scientifique en nette augmentation ;
- Relations contractuelles industrielles importantes et relativement pérennes.

- Points à améliorer et risques :

- Départs à la retraite à court et moyen termes ;
- Dispersion thématique qui nuit à la cohérence du projet scientifique ;
- Collaborations et visibilités internationales à renforcer.



– Recommandations :

En ce qui concerne l'axe plasma thermique qui dispose de personnalités scientifiques très reconnues, et parfois de premier plan international, l'un des défis pour les 8 prochaines années sera probablement d'utiliser le potentiel de jeunes chercheurs et enseignants-chercheurs dont dispose l'axe pour assurer la relève des leaders actuels de la thématique, tout en recrutant des jeunes de bon niveau.

L'axe nanostructures et couches minces souffre de la faiblesse des ressources humaines qui met en danger la pérennité des recherches, notamment sur la PLD. Le renforcement de cette thématique par le recrutement de nouveaux chercheurs semble indispensable.

Le thème réactivité pourrait améliorer son rayonnement au niveau international et augmenter sa participation aux projets en réponse aux appels d'offre nationaux et européens. Compte tenu des départs prévus lors du prochain quadriennal, une des actions émergeant dans ce thème risque de s'arrêter. Il serait souhaitable de mener une réflexion sur l'opportunité de prolonger/adapter cette action.

Une interaction plus importante entre le thème réactivité et les deux autres thèmes est très souhaitable. En particulier, des chercheurs travaillant sur le diagnostic des plasmas hors équilibre amèneraient à l'axe couche mince et nanostructures un tissu de compétences de grande qualité et couvrant tous les aspects nécessaires à l'étude des procédés PECVD (de la physique des plasmas aux matériaux). Une telle association devrait en outre permettre à cette action de bénéficier de relations contractuelles plus importantes et de donner plus d'impact à ses recherches.

De manière générale, il est souhaitable d'accroître les interactions entre les différents thèmes afin de mettre à profit les synergies existantes dans cet axe et d'en renforcer sa cohésion.

Intitulé de l'équipe : Organisation Structurale Multiéchelle des Matériaux

Nom du responsable : Philippe THOMAS (DR2-CNRS)

- 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)	11	11
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	3	4
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	7	0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	6	2
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	1	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	10.5	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	11	9



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

Les recherches dans le domaine des matériaux de cet axe 3 couvrent un large domaine de la science des matériaux. On peut noter la cristallographie des matériaux tellurites, l'étude des ferro- et piézoélectriques sans plomb, les nanoparticules d'oxydes métalliques, la nanostructuration, et les hétérostructures épitaxiales. Ce qui est remarquable et assez unique dans le paysage national est que les chercheurs de cet axe développent des méthodes/outils basés sur la diffusion/diffraction des RX particulièrement bien adaptés à l'étude de l'ordre local et à moyenne distance. Parmi les résultats remarquables et de grande qualité, il y a le développement d'un modèle d'ordre local des composés tellurites qui est utilisé pour la simulation en RMC pour les verres du système TeO₂-TiO₂. De plus, l'aspect structural des nanoparticules d'oxyde est abordé à partir de la diffusion totale des RX (PDF des nanocristaux) et de calculs ab initio. A partir de ces outils, des modes d'acquisition et d'analyses ont été développés pour les hétérostructures (dimension des nanoparticules, déformations et analyse des défauts), ce qui a permis l'interprétation des données adaptées à ces matériaux. Enfin pour l'analyse quantitative de la microstructure des matériaux nanostructurés, basée sur la diffusion centrale et la diffraction des RX, l'adaptation/conception d'un instrument sur une ligne de l'ESRF est en cours.

Une part importante des activités de recherche de cet axe est délibérément tournée vers l'apport de réponses scientifiques à des questions que se pose la communauté des chimistes du solide.

Le bilan scientifique de cette équipe, constituée de trois chercheurs CNRS (1DR et 2CR) et de onze enseignants-chercheurs (5 PR et 6 MCF), est très satisfaisant, comme l'attestent :

le nombre et la qualité des publications de niveau international (125 publications avec un IF moyen de 2,02, ce qui donne une moyenne de 2,8 publications/ETP.an),

- la participation à 4 ouvrages scientifiques,
- la direction de 6 ouvrages ou revues (éditeur),
- le nombre important de conférences invitées (40),
- l'encadrement de 16 thèses soutenues au rythme de 4 par an (en moyenne).

Il y a un nombre conséquent de collaborations locales (1 PPF), nationales (participation à 3 GDR) et internationales (réseau Européen FAME et EMMI, 1 COST et 1 programme INTERREG). De plus, l'axe a eu 3 ANR, dont une en tant que coordinateur. Ce bilan est remarquable et met bien en évidence le rayonnement scientifique de cette équipe. Cependant, il n'y a pas de participation contractualisée avec des entreprises ce qui peut se justifier par le caractère plus fondamental des thématiques par rapport aux deux autres équipes.

Ces éléments illustrent la reconnaissance des membres de cet axe 3 dans la communauté scientifique de la chimie du solide et des matériaux. Les chercheurs de cette équipe, y compris les doctorants, participent de manière active à la diffusion des résultats de leurs recherches.

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

S'il n'y a pas de prix et distinctions significatifs octroyés aux membres de cet axe 3, on peut cependant noter qu'il y a une quarantaine de conférences invitées sur les 4 années examinées.

Les 16 thèses soutenues dans les quatre dernières années montrent, avec les neuf en cours, que cette équipe est attractive pour les étudiants. Parmi ceux-ci certains sont étrangers. De plus les étudiants formés par la recherche au sein de cette équipe trouvent tous un emploi dans le domaine scientifique pour lequel ils ont été formés, ce qui montre que l'activité d'encadrement doctoral est bien réelle et efficace.

Les ressources contractuelles acquises au profit du SPCTS pour le seul axe 3, se montent, pour la période examinée, à une somme de 692 k€ (hors CPER). Malgré l'absence notable de contrats industriels, la capacité à obtenir des financements externes sur des appels d'offre compétitifs souligne la propension de cette équipe à collaborer et à valoriser son travail de recherche.



- **Appréciation sur le projet :**

Le projet de cet axe « Organisation Structurale Multiéchelle des Matériaux » s'inscrit d'une part dans la continuité des travaux réalisés et d'autre part dans la mise en œuvre de moyens d'investigations pour des études spécifiques du désordre dans les matériaux. Il reflète bien le dynamisme de cette équipe. Dans son aspect général ce projet vise à :

maintenir l'équilibre entre les aspects fondamentaux et appliqués,

augmenter le spectre des collaborations nationales et internationales, en essayant de coopérer avec des équipes qui apporteront leur compétence sur des sujets bien identifiés,

réaffirmer la volonté de continuer à s'investir sur des thèmes transversaux avec les autres membres du SPCTS (axes 1 et 2).

De plus, ce projet qui est basé sur la continuité des thématiques en cours fait aussi apparaître l'émergence d'activités de recherches qui constituent de réelles prises de risques. C'est le cas en particulier de l'analyse quantitative de la microstructure des matériaux nanostructurés, basée sur la diffusion centrale et la diffraction des RX, qui a pour objectif la conception d'un instrument sur une ligne de l'ESRF.

- **Conclusion :**

- **Avis global sur l'équipe :**

Cette équipe est très dynamique, avec une très bonne qualité des travaux de recherches. Les études de la structure des matériaux (en particulier l'ordre local) sont abordées d'un point de vue fondamental (diffraction haute résolution, diffusion totale...) et appliqué (synthèse de verres, de céramiques, de nano particules et de films minces). La production scientifique est de qualité et la diffusion des résultats est bien mise en évidence par le nombre d'actions de coopérations nationales et internationales.

- **Points forts et opportunités :**

On peut noter les points d'expertises suivants : l'étude des matériaux à paire libre pour l'optique non linéaire, le développement de méthodes/outils spécifiques et originaux. En effet, sur ces différents points, cette équipe occupe une position de leader au niveau national (matériaux de type tellurites) et possède une reconnaissance internationale, soulignée par le nombre de conférences invitées. Cette position rend cette équipe attractive pour les doctorants et post-doctorants. De plus le placement des doctorants est très bon.

- **Points à améliorer et risques :**

Les principaux points à essayer d'améliorer sont d'une part le renforcement à la participation à des programmes internationaux (plus forte implication dans des réseaux Européens et autres...) et d'autre part de valoriser par des publications ciblées dans des revues à plus fort facteur d'impact (amplement justifié par la qualité des résultats obtenus). Le risque majeur de ces recherches est qu'elles restent dans le futur trop confinées dans le monde universitaire. Il faut développer l'ouverture vers le monde industriel et transférer les savoirs et compétences par le biais de partenariats stratégiques ciblés.

- **Recommandations :**

Eviter une trop grande dispersion thématique dans les projets par rapport au potentiel d'enseignants-chercheurs,

Essayer de créer un lien de partenaires au travers de programme internationaux.



Intitulé UR / équipe	C1	C2	C3	C4	Note globale
Science des Procédés Céramiques et de Traitements de Surface	A+	A	A+	A+	A+
Equipe PC (ROSSIGNOL)	A+	A	Non noté	A+	A+
Equipe PTS (DENOIRJEAN)	A+	A	Non noté	A	A
Equipe OSMM (THOMAS)	A+	A	Non noté	A+	A+

C1 Qualité scientifique et production

C2 Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement

C3 Gouvernance et vie du laboratoire

C4 Stratégie et projet scientifique

Statistiques de notes globales par domaines scientifiques

(État au 06/05/2011)

Sciences et Technologies

Note globale	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	Total
A+	6	9	12	8	12	11	58
A	11	17	7	19	11	20	85
B	5	5	4	10	17	8	49
C	2	1	2				5
Total	24	32	25	37	40	39	197
A+	25,0%	28,1%	48,0%	21,6%	30,0%	28,2%	29,4%
A	45,8%	53,1%	28,0%	51,4%	27,5%	51,3%	43,1%
B	20,8%	15,6%	16,0%	27,0%	42,5%	20,5%	24,9%
C	8,3%	3,1%	8,0%				2,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Intitulés des domaines scientifiques

Sciences et Technologies

ST1 Mathématiques

ST2 Physique

ST3 Sciences de la terre et de l'univers

ST4 Chimie

ST5 Sciences pour l'ingénieur

ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication

Limoges, le 22 mars 2011

Le Président

à

Monsieur le Président
AERES
20 rue Vivienne
75 002 PARIS

Service Recherche

Affaire suivie par V. REYTIER

Tél. 05 55 14 91 49
Fax. 05 55 14 91 88
recherche@unilim.fr

Nos réf : Rech&VR n°532

OBJET

Rapport d'évaluation S2UR12000178 – Science des Procédés Céramiques et de Traitements de Surface - 0870669E

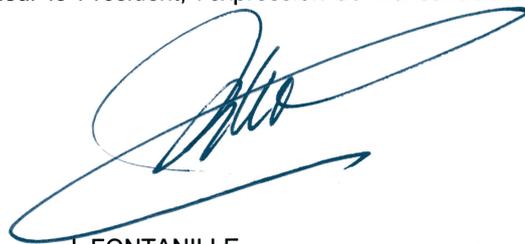
Monsieur le Président,

Le personnel et la direction du laboratoire SPCTS tiennent à remercier le comité d'évaluation AERES, présidé par F. Maury, pour la qualité de son travail d'expertise et pour ses différentes recommandations constructives qu'il va prendre en compte pour affiner sa politique scientifique et ses performances.

Le SPCTS se félicite des appréciations générales positives du comité sur le bilan, notamment celles relatives à la structuration pertinente du laboratoire, à l'originalité des thèmes de recherche, à l'excellence de la production scientifique, à son rayonnement et également sur son projet. Les observations et commentaires des membres du comité sur les différents points de l'évaluation n'amènent donc pas de remarques particulières.

Le SPCTS se sent conforté dans sa stratégie scientifique orientée, i) sur le coeur de ses compétences en science des matériaux céramiques et de traitements de surface, uniques dans le paysage national, ii) sur les secteurs applicatifs qu'il a ciblé (Energie et Environnement, Santé, TIC) et, iii) sur l'interdisciplinarité à l'interface de ses domaines de recherche porté par des thèmes transversaux.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de ma considération distinguée.



J. FONTANILLE