



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur
l'unité :

Sciences Pour l'Environnement

SPE

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université de Corse

CNRS



Novembre 2011



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

Section des Unités de recherche

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des Unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glaudes



Unité

Nom de l'unité :	Sciences Pour l'Environnement
Acronyme de l'unité :	SPE
Label demandé :	UMR
N° actuel :	6134
Nom du directeur (2009-2012) :	M. Paul-Antoine BISGAMBIGLIA
Nom du porteur de projet (2013-2017) :	M. Paul-Antoine BISGAMBIGLIA

Membres du comité d'experts

Président :	M. Jean-Bernard SAULNIER, ENSMA, Poitiers
Experts :	M. Christian ANGELBERGE, IFP, Paris (représentant du CoCNRS) M ^{me} Catherine BOYEN, Laboratoire « Végétaux marins et biomolécules » CNRS, Roscoff M ^{me} Ana CAVALLI, Télécom Paris-Sud, Paris M. Alexis COPPALE, CORIA, INSA Rouen (représentant du CNU) M ^{me} Francine FAYOLLE, ONIRIS, Nantes M ^{me} Mariana HARAGUS, Université de Franche-Comte, Besançon

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Hassan PEERHOSSAINI

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

M. Antoine AIELLO, Université de Corse

M. Denis VEYNANTE, DAS, INSIS-CNRS



Rapport

1 • Introduction

Date et déroulement de la visite :

La visite s'est déroulée du lundi 21 novembre à 8 h 15 au mardi 22 novembre à 16 h. Elle a débuté le lundi à Vignola et le comité d'experts s'est transféré ensuite à Corte où il est arrivé en début d'après midi. En fin d'après midi ont eu lieu des entretiens avec les doctorants, les enseignants et les chercheurs, et les personnels techniques et administratifs. Le comité a quitté Corte pour Bastia lundi soir et s'est rendu mardi sur le site de Biguglia pour poursuivre ses auditions. Un entretien s'y est également déroulé avec le président d'université et le DAS de l'INSIS. La visite du comité s'est achevée mardi à 16 h.

(Voir agenda en annexe)

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

Le rappel de la genèse du laboratoire et de l'Université de Corse permet de comprendre et d'expliquer les choix stratégiques et l'organisation actuelle de l'UMR SPE 6134.

En 1981, quelques chercheurs en physique et en mathématiques se sont réunis autour d'une même problématique, les énergies renouvelables et en particulier solaires. Après quelques années, l'équipe regroupait tous les physiciens, les mathématiciens, les informaticiens et la plupart des chimistes de l'Université de Corse. L'UMR SPE 6134 a été créée sur cette base en 2000 et s'est progressivement ouverte à tous les autres chercheurs des « sciences exactes » de manière systématique. Du fait de la faiblesse historique du potentiel industriel et productif de l'île, les actions se sont focalisées progressivement sur la défense, la mise en valeur ou l'exploitation du potentiel naturel exceptionnel de la Corse, le titre du laboratoire partant de « Systèmes Physiques de l'Environnement » puis devenant « Systèmes pour l'Environnement » et, à ce jour, « Sciences pour l'Environnement ».

Accueillir des enseignants de plus de 12 sections du CNU, couvrant un vaste domaine d'expertise, tel les mathématiques appliquées (26), l'informatique (27), la physique théorique (29), la chimie (31,32), les sciences de l'univers (35,36), la mécanique / énergétique (60, 62), l'automatique et le traitement du signal (61), la biologie / biochimie (64,65,67,68), justifiait bien une certaine phase de maturation pour aboutir à une structure de recherche cohérente et adaptée aux attentes de la société insulaire.

La formation que le comité d'experts a visitée possède tout d'abord une équipe de physiciens et mathématiciens (COMA) qui apportent une solide compétence théorique (champs quantiques et physiques de la gravitation, modélisation stochastique de séries intermittentes, mécanique des fluides et écoulements géophysiques...), offrant par exemple à l'équipe opérant sur les énergies renouvelables (ENR), des outils pour maîtriser la production électrique de fermes éoliennes face à la variabilité des vents et des échelles de turbulence...

Essentiellement dans un positionnement transversal, l'équipe TIC développe des méthodes de modélisation permettant d'interconnecter les modèles et vise le déploiement de réseaux de capteurs sans fils nécessaires pour l'acquisition de données, pour des modèles environnementaux (feux, gestion des ressources en eau, tourisme durable, ENR, surveillance risques industriels, ...).

Quant aux équipes plus typiquement centrées sur l'environnement, elles recouvrent quatre grands secteurs :

- Les énergies renouvelables (ENR) en particulier autour du solaire (étude des ressources, analyses statistiques, en relation avec COMA, production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables, stockage à l'aide du vecteur hydrogène...). Ces thématiques ont bien leur place dans un laboratoire axé sur les sciences pour l'environnement, au sens où le développement des énergies renouvelables contribue, en principe, à limiter les émissions de gaz à effet de serre, l'échauffement de la planète et le dérèglement climatique.
- L'analyse et la maîtrise des feux de forêts (FEUX). Les recherches entreprises s'inscrivent ici dans un cadre applicatif fort, visant à contribuer à la lutte passive et active contre les incendies, ainsi qu'à l'analyse et à la compréhension de leurs conséquences en termes environnementaux, à travers le développement d'outils de lutte et de prévision à l'attention des professionnels du feu. Le groupe rassemble les différentes expertises nécessaires à l'étude de ces phénomènes caractérisés par des interactions complexes : combustion, thermique, chimie,



traitement du signal, informatique et écologie et peut s'appuyer pour la modélisation sur TIC et COMA, ainsi que sur TIC pour les capteurs.

- À partir des ressources naturelles existant en Corse, l'équipe ressources naturelles (RN) a su développer une expertise très intéressante dans l'analyse de la composition de ces plantes tout en recherchant des débouchés à l'utilisation de différentes fractions. Elle s'appuie sur les spécificités végétales de l'île de Corse, mène la caractérisation des plantes, vise par exemple la compréhension des mécanismes d'action de certaines molécules végétales vis-à-vis des bactéries et aborde l'étude de la biodiversité végétale insulaire.
- Le groupe Gestion et valorisation des eaux en Méditerranée (GEM) rassemble des compétences pluridisciplinaires en biologie, écologie et géologie, qu'il exploite par exemple sur deux systèmes hydrogéologiques locaux (l'aquifère multicouches de Bonifacio et une source karstique en centre Corse). Un autre volet particulièrement important est la caractérisation par des approches ultra structurales (microscopie électronique) de parasites de poissons (eau douce et milieu marin), de mollusques, de rongeurs et d'insectes...

L'essentiel des forces est concentré à Corte, avec, pour schématiser, une présence forte de l'équipe ENR à Ajaccio (Vignola) et, un peu moins fort à ce jour, de GEM à Biguglia près de Bastia.

De plus, il faut noter dès à présent l'existence de deux plateformes spécifiques et originales :

- l'une, « Myrte », à Vignola, sur le stockage de l'énergie électrique renouvelable (photovoltaïque) en impliquant entre autres le vecteur hydrogène,
- l'autre, « Stella Mare », à Biguglia, qui se déclinera à terme en 4 pôles, un pôle de recherche, un pôle de transfert de technologie en aquaculture, un pôle de formation pour les professionnels de la filière halieutique et un pôle de vulgarisation vers les scolaires et le grand public. Elle est pilotée par une Unité Mixte.

Equipe de Direction :

Directeur : M. Paul Antoine ISGAMBIGLIA

Directeur Adjoint : M. Félix TOMI

Voilà campé le paysage, et le rapport va mettre plus en détail l'accent sur les atouts, mais aussi sur les limites et les faiblesses de l'UMR, à travers l'analyse de son bilan, de son projet et des auditions effectuées sur place.



Effectifs de l'unité :

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
N1 : Enseignants-chercheurs	60	61	57
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC	3	3	3
N3 : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	3	1	1
N4 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	10,5	10,5	
N5 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	7		
N6 : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	21		
N7 : Doctorants	51		
N8 : Thèses soutenues	42		
N9 : Nombre d'HDR soutenues	10		
N10 : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	32		
TOTAL N1 à N7	155,5	75,5	61

* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

** Nombre de producteurs de la période 2008-2011 qui seront présents en 2013-2017.

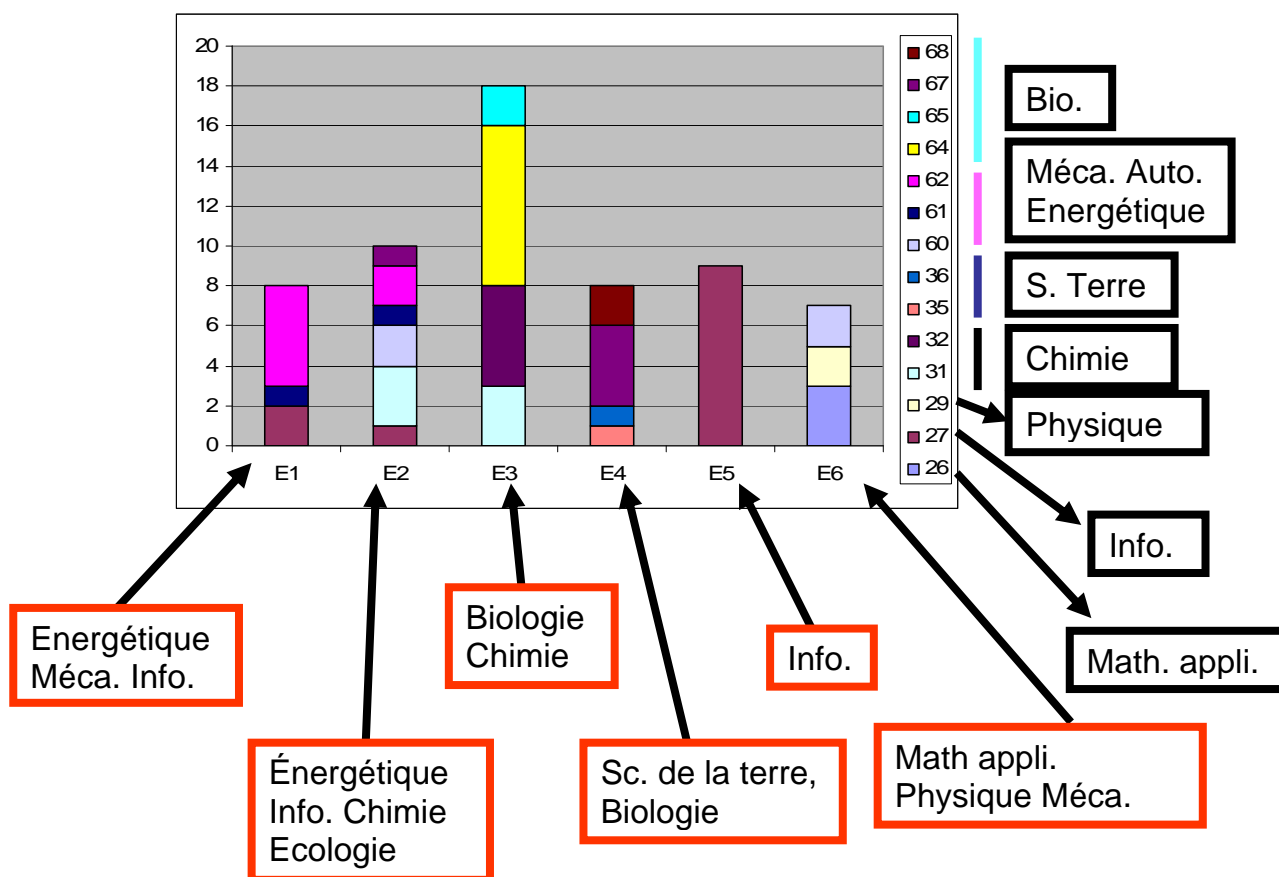
Définition et téléchargement des critères :

<http://www.aeres-evaluation.fr/Evaluation/Evaluation-des-unites-de-recherche/Principes-d-evaluation>.

2 • Appréciation sur l'unité

Avis global sur l'unité :

La figure ci dessous met en évidence la constitution globale tout à fait pluridisciplinaire de l'unité SPE, à l'égard des sections du CNU.



On observe le caractère mono disciplinaire de l'équipe TIC (E5) qui repose essentiellement sur la section 27 (informatique). Deux équipes impliquent la biologie, d'une part avec la chimie (équipe RN, E3) et d'autre part avec les sciences de la terre (GEM, E4). Les recherches en énergétique se répartissent entre celles qui couvrent plutôt les énergies renouvelables (ENR, E1) et les aspects feux de végétation (Feux, E2). Enfin, la physique théorique (COMA, E6) relève d'un équilibre entre mathématiques appliquées, physique des constituants élémentaires et mécanique.

On note l'absence d'enseignants-chercheurs relevant de la section 63 (Génie électrique, électronique, photonique et systèmes), ce qui est surprenant, compte tenu d'une part du caractère nécessairement généraliste de la formation dispensée par l'université, en particulier dans le domaine du génie électrique et de l'électronique, et d'autre part, des besoins de recherche dans ces mêmes disciplines (énergie électrique d'origine renouvelable).

Des croisements disciplinaires s'opèrent effectivement au sein de ENR, FEUX, RN, mais nettement moins bien au sein de GEM entre sciences de la terre, biologie et écologie. À l'inverse, les coopérations entre TIC et FEUX, voire entre COMA et ENR constituent une bonne amorce à renforcer.

Les 5 équipes (ENR, FEUX, RN, GEN et TIC), présentées comme des « projets structurants », sont bien intégrées dans l'environnement local de l'unité et bénéficient de moyens financiers importants de la part de la Région. L'équipe COMA, jusque là positionnée sur des thématiques théoriques et plutôt fondamentales, fournit un effort pour entrer dans le jeu de la politique de l'Université, qui affiche clairement un soutien privilégié aux équipes orientant les applications de leurs travaux vers la défense de l'environnement, la mise en valeur ou l'exploitation du potentiel naturel de la Corse. Cette ouverture de COMA devra recevoir en retour un encouragement clair (implication dans les programmations, soutiens aux séminaires, postes d'accueil de chercheurs étrangers de haut niveau...).



Il manque une véritable politique d'animation scientifique, tant au niveau des équipes (mis à part COMA qui organise de véritables séminaires, et cela doit clairement être encouragé), qu'à celui de l'ensemble de la formation. Ce manque est préjudiciable à la fois aux doctorants, aux chercheurs et aux personnels de soutien à la recherche et devra être rapidement corrigé. L'université peut avoir ici un rôle pro actif, compte tenu des retombées évidentes en termes de rayonnement (budget pour faciliter la venue de conférenciers sur l'île, voire la visite de membres de SPE dans les laboratoires du continent). La présence de la formation sur 2 sites, voire bientôt 3, n'est pas considérée comme un obstacle à la mise en place d'une réelle animation scientifique (se doter par exemple de moyens de vidéoconférence).

On a identifié trop peu de collaborations suivies avec des laboratoires du continent, ce qui a d'ailleurs pour conséquence de donner une impression d'isolement, qu'il s'agit également de corriger rapidement, en particulier dans le cas de l'équipe ENR.

Le tableau ci-dessous permet de formuler quelques remarques générales sur les effectifs, le potentiel habilité, les thèses soutenues...

Equipe	Effectif							HDR			Thèses		Potentiel Habilité		Cadres A
	Pr	MCF	CR	DR	PrEm	Doct,	Post doc	Global	dont sout,	dont MCF	sout,	charge en doctor.	Initial	Final	A/(A+B)
E1	2	6				13	8	5	3	3	5	2,6	25%	75%	25%
E2	1	9	1		1	2	5	3	2	2	4	0,7	9%	27%	9%
E3	5	13			2	20	1	7	2	2	21	2,9	28%	39%	28%
E4	2	6				3	4	5	1	3	6	0,6	50%	63%	25%
E5	3	6				5	3	4		1	4	1,3	44%	44%	33%
E6	3	4		2		8	0	8	2	3	2	1,0	67%	89%	56%
SPE	16	44	1	2	3	51	21	32	10	14	42	1,6	35%	51%	29%

Le nombre des habilitations à diriger des recherches s'est accru sensiblement, passant, pour SPE dans son ensemble, de 35 % à sensiblement 50 % à la fin de la période quadriennale analysée. Mais on note cependant de nettes disparités :

- Les membres de l'équipe COMA sont quasiment tous habilités.
- Les équipes ENR et GEM ont bien progressé (de 25 à 63 % et de 50 à 63 %).
- les équipes RN et TIC demeurent encore à encourager, sur ce plan, puisqu'étant encore en dessous de 50%.
- Bien qu'en progrès, la situation est par contre très préoccupante pour l'équipe FEUX (E2). Une politique indispensable de renforcement en cadres A (1 seul professeur sur 11 membres) sera facilitée si cette équipe fournit rapidement un effort pour accroître le nombre des habilités.

La politique de dotation en cadres A constitue en fait le reflet de la situation en habilités : si COMA paraît ici comme bien dotée, un effort pourrait être engagé en revanche à l'égard des 4 autres équipes (ENR, RN, GEM, TIC), et il est effectivement urgent de pourvoir l'équipe FEUX en cadre A supplémentaire (9 % de cadres A est un handicap pour l'avenir d'une équipe que le comité d'experts a jugée active, prometteuse, et susceptible de devenir la référence nationale, pour autant qu'elle accueille rapidement au moins un professeur supplémentaire).

Pour ce qui est de la charge en doctorants (doctorats en cours rapportés au nombre d'habilités), trois typologies peuvent se distinguer :



- Un déficit de doctorants se manifeste clairement chez FEUX et GEM ;
- La charge semble quasi normale chez TIC et chez COMA ;
- Par contre, une surcharge sensible est identifiée chez ENR et RN (surcharge liée peut être au grand nombre de contrats pour ENR et à l'insuffisance du nombre des HDR pour RN).

La production scientifique est en général de niveau acceptable, mais elle est hétérogène et inégale entre les équipes. Il est parfois difficile d'identifier les revues « phares » dans lesquelles publient les membres de l'unité. Le nombre des non producteurs est de l'ordre de quelques unités. Le comité d'experts encourage vivement la formation à augmenter le nombre de publications dans des revues internationales de premier plan.

Points forts et opportunités :

- Équipements techniques et expérimentaux de très bon niveau dans tous les champs couverts par l'unité, et souvent originaux (microscopie électronique, plateau de combustion, plateforme informatique DEVSimple...);
- Thématiques de recherche s'inscrivant parfaitement dans le contexte économique et social corse et méditerranéen. L'unité a contribué à la diffusion des technologies à destination des PME et des partenaires régionaux ;
- Présence de deux plateformes originales, Myrte et Stella Mare dans des domaines bien en prise avec les attentes sociétales (énergies renouvelables dans un contexte insulaire ; aquaculture et pêche durables).

Points à améliorer et risques :

- Il faut veiller à trouver un équilibre entre la prise en main et l'exploitation des plateformes à des fins technologiques et de transfert, d'une part et le maintien d'une recherche de base de qualité et originale d'autre part. Si, grâce à une recherche amont de qualité, des travaux de recherche débouchent sur de réelles possibilités d'applications (PME, partenaires industriels, professionnels de la pêche...), cela constitue une excellente opération de valorisation. Cependant, les équipes devront éviter de devenir des prestataires de service, et, pour cela, afficher au sein de l'UMR des problématiques scientifiques solides (voir les recommandations pour ENR et pour GEM).
- Les ressources financières proviennent en grande partie des programmes CPER : nécessité de diversification.
- Nombre d'équipes présentent un caractère multidisciplinaire : attention à conserver un « esprit de laboratoire », et veiller à renforcer les croisements disciplinaires, pour ne pas avoir des équipes qui fonctionnent côte à côte sans interactions.
- Renforcer la visibilité nationale et internationale, en commençant par les secteurs qui ont des atouts dans ce domaine.

Recommandations :

- Le comité d'experts encourage la formulation d'une **politique scientifique claire** pour le prochain quinquennal, permettant d'aller au-delà de l'actuelle concentration sur des aspects technologiques et de montage d'infrastructures nouvelles. Il recommande en particulier vivement que les équipes **ENR et GEM** revoient de façon plus détaillée leur projet et la stratégie scientifique pour les 4 années à venir et il demande, que pour chacune de ces deux équipes, **un vrai projet de recherche scientifique** lui soit à nouveau soumis.
- Il suggère avec insistance d'organiser des séminaires scientifiques réguliers, ouverts et accessibles à tous les membres du laboratoire (accès éventuel par visioconférence pour limiter les problèmes de déplacements).
- Le comité d'experts recommande de mieux exploiter l'attractivité que peuvent représenter les thématiques couvertes par le laboratoire pour attirer des chercheurs au-delà du contexte régional corse, et en particulier des étudiants en thèse et post-doctoraux.
- Il renouvelle ici les conseils déjà évoqués pour préparer la politique de l'emploi, en améliorant le nombre des habilités.
- Le comité d'experts encourage vivement l'équipe GEM et l'UMS à se doter de compétences et d'outils dans le domaine de la biologie moléculaire.



- Il suggère de même d'intégrer à SPE des compétences de recherche en génie électrique et électronique (section 63 du CNU).
- Il recommande enfin de clairement soutenir la recherche fondamentale de COMA, et d'orienter les prochains recrutements dans cette direction, en encourageant l'intensification des coopérations avec les équipes où l'apport de la physique et des mathématiques appliquées sera susceptible de générer de véritables ruptures.



3 • Appréciations détaillées

Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

La production scientifique est en général de niveau acceptable, mais elle est hétérogène et inégale entre les équipes. Il est parfois difficile d'identifier les revues « phares » dans lesquelles publient les membres de l'unité. Le nombre des non producteurs est de l'ordre de quelques unités. Le comité d'experts encourage vivement la formation à augmenter le nombre de publications dans des revues internationales de premier plan.

Le nombre de thèses soutenues est faible, compte tenu du potentiel d'encadrement.

Appréciation sur l'intégration de l'unité dans son environnement :

Très bonne intégration des 5 équipes (ENR, FEUX, RN, GEM, TIC), l'exception étant l'équipe COMA qui commence cependant à dégager des collaborations au sein de SPE, qui lui permettront, à terme, de répondre à la politique actuelle de l'établissement.

Une part très importante du financement pour le précédent contrat a été obtenue grâce au CPER, et les matériels expérimentaux dont dispose l'unité sont de très haute qualité. Le laboratoire devra maintenant valoriser l'ensemble de cet équipement en s'orientant vers des appels d'offre nationaux et européens permettant en particulier le financement de thèses d'excellence, mais également de personnels contractuels qui pourraient faire défaut pour l'entretien et la valorisation du matériel acquis.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'unité de recherche :

Côté recherche fondamentale en physique et en mathématique, la reconnaissance internationale est acquise à travers les publications dans des revues de grande renommée. Cependant, la participation à des programmes nationaux et internationaux est très faible et doit être améliorée.

Pour l'ensemble, on note un très faible nombre de conférences invitées de bon niveau, à l'échelle internationale, et l'absence de post-doctorants ou étudiants de haut niveau.

Les deux grandes plateformes sont de nature à rehausser l'attractivité de l'unité, mais il faudra pour cela qu'un projet scientifique de grande qualité soit mis en œuvre : les équipes ENR et GEM ont les ressources pour cela et le comité d'experts a demandé expressément la ré-écriture de leur projet.

Appréciation sur la gouvernance et la vie de l'unité :

L'unité regroupe des thématiques et des disciplines très différentes, ce qui est lié à la faible taille de l'Université de Corse et à la nécessité d'avoir un laboratoire de taille significative. Le choix de travailler sur des projets structurants s'est avéré pertinent et a quasiment atteint ses objectifs.

L'ambiance a été décrite comme bonne (doctorants, enseignants, ITA et IATOS) et la répartition sur 3 sites ne semble pas, à ce jour, constituer un obstacle majeur à la bonne marche de l'unité. L'animation scientifique est jugée insuffisante : seul un séminaire est organisé par l'équipe COMA, avec une bonne fréquence des exposés.

Pour ce qui est des doctorants, l'avis est globalement positif (voir § Appréciation sur l'implication de l'unité dans la formation).

Côté enseignants, il ressort que la charge d'enseignement est perçue comme relativement forte. Par ailleurs, les passages de MCF à PR semblent vécus comme difficiles et mal définis, en particulier à l'égard du choix nécessaire et traditionnel, qui vise à établir un équilibre entre les promotions internes et les recrutements extérieurs.

L'entretien avec les personnels ITA et IATOS a confirmé la qualité de l'ambiance et il s'est dégagé un point de vue plutôt positif à l'égard des plateformes, qui sont perçues comme des atouts pour renforcer la visibilité du laboratoire. À l'égard des questions d'hygiène et de sécurité, il est noté un besoin de renforcer la compétence sur le site de Vignola (mise en place de Myrte), et l'on a apprécié que l'ingénieur sécurité de la Délégation régionale apporte son concours. En outre, la sensibilisation des personnels aux risques liés à des manipulations de produits dangereux (comme par exemple lors de test en combustion) peut être améliorée, par exemple par la mise à disposition d'équipements de protection adaptés. Les offres de formation ne semblent pas pleinement exploitées, et un effort particulier d'information par la Délégation CNRS, coordonnée avec la diffusion par la Direction, serait bienvenue à ce sujet. Enfin, l'encouragement à soutenir une HDR semble appréciée par les IR.



Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans :

On réservera pour le moment le cas des équipes ENR et GEM, auxquelles le comité d'experts a demandé de réviser leur projet scientifique. Dans l'ensemble, le projet scientifique de SPE est en cohérence avec celui qui a fait l'objet du contrat quadriennal qui s'achève : cela atteste de ce que la trajectoire est en phase quasiment stabilisée.

Il faut de toute façon noter la préoccupation du comité, déjà mentionnée, qui a trait à la présence des plateformes Myrte et Stella Mare. Ces outils sont à la fois une grande chance et porteurs d'opportunité pour SPE, qui devrait acquérir une position de leader visible, à l'échelle nationale et internationale, dans deux domaines :

- L'usage de l'électricité d'origine renouvelable et le rôle de dispositifs pour son stockage - en particulier sous forme d'hydrogène - et son déstockage, qui sont susceptibles de grandement faciliter l'intégration dans le réseau électrique de ces sources non fossiles et fortement intermittentes.
- Le développement de nouvelles infrastructures de recherche et de transfert de technologie dans le domaine de l'aquaculture et de la pêche durables, avec un volet formation à l'égard des professionnels de la pêche et de la filière aquacole.

Si, grâce à une recherche amont de qualité, des travaux de recherche débouchent sur des réelles possibilités d'applications (PME, partenaires industriels, professionnels de la pêche...), cela constitue une excellente opération de valorisation. Cependant, les équipes devront éviter de devenir des prestataires de service, et, pour cela afficher au sein de l'UMR des problématiques scientifiques solides (voir les recommandations pour ENR et pour GEM).

Le comité d'expert rappelle enfin les recommandations (exprimées plus haut) qui portent sur le nombre des habilitations, des thèses, l'organisation des séminaires et d'une façon plus générale, l'amélioration de la vie scientifique de la formation.

Appréciation sur l'implication de l'unité dans la formation :

L'école doctorale a un rôle fédérateur important et les doctorants ont la possibilité de se rencontrer et d'échanger via les doctoriales. Les doctorants apprécient la facilité d'accès aux équipements du laboratoire qui leur permet une utilisation selon leurs besoins. Certains doctorants participent régulièrement à des actions de diffusion de la science, comme par exemple les fêtes de la science.

Un bon nombre de doctorants sont financés par la collectivité territoriale et le nombre d'allocataires est très faible. Un certain nombre de doctorants de l'unité ne possède pas de financement, ce qui devra être amélioré. Les étudiants étrangers viennent des pays non européens. Ceux qui résident à Corte regrettent par ailleurs une difficulté liée aux démarches administratives qui ne peuvent être réalisées sur place : il n'existe a priori pas de service « international » à l'université permettant de les aider. L'hébergement, par contre, est relativement aisé et peut être proposé sur place par l'unité.

Au sein de chaque équipe, il existe une bonne cohérence entre les doctorants, mais ceux-ci sont peu amenés à se rencontrer entre équipes, si ce n'est à travers l'école doctorale. Le fait que l'unité possède 3 sites ne semble pas être un problème majeur pour les doctorants qui ont peu à se déplacer d'un site à l'autre pour leur manipulations, mais cela n'incite pas à la rencontre et à l'interaction scientifique.

Le tableau des effectifs indique le devenir de 2/3 des doctorants, aucune indication n'est donnée pour le tiers restant.

L'ensemble des enseignants-chercheurs de l'unité a un rôle actif dans l'enseignement, et assume de nombreuses responsabilités administratives et pédagogiques. Il ressort cependant que la charge d'enseignement est perçue comme relativement forte.



4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 1 : Energies renouvelables

Nom du responsable : M. Christian CRISTOFARI

Effectifs

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
N1 : Enseignants-chercheurs	8	8	8
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC	-	-	-
N3 : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	-	-	-
N4 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	1	1	
N5 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	7		
N6 : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	8		
N7 : Doctorants	13		
N8 : Thèses soutenues	5		
N9 : Nombre d'HDR soutenues	3		
N10 : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	6	
TOTAL N1 à N7	37	9	

* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

** Nombre de producteurs de la période 2008-2011 qui seront présents en 2013-2017.

Définition et téléchargement des critères :

<http://www.aeres-evaluation.fr/Evaluation/Evaluation-des-unites-de-recherche/Principes-d-evaluation>.

• Appréciations détaillées

Le groupe Energies Renouvelables est constitué de 8 EC et 1 IATOS, ainsi que de 23 non titulaires (13 doctorants, 3 post-docs, 7 personnels techniques contractuels). Les enseignants relèvent des sections 27 (2), 61 (1) et 62 (5) du CNU.



Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Les activités de recherche portent sur les systèmes utilisant une source d'énergie renouvelable (vent, soleil) et concernent plus particulièrement l'optimisation de l'usage des flux énergétiques naturels (éclairage solaire, vitesse du vent) fortement dépendant du temps et de l'espace, pour répondre à une demande énergétique présentant un caractère fluctuant au long de la journée et des éléments aléatoires.

Elles se développent essentiellement autour des thématiques générales suivantes :

- l'étude des ressources (analyses statistiques, corrélations et modèles, prédiction à différents horizons...) ;
- la production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables d'énergie, à grande échelle (systèmes directement connectés au réseau, impliquant des problèmes de centralisation ou de distribution, de stockage d'énergie, de taille et de stabilité du réseau...) ou à l'échelle décentralisée, multisources (hybridation) ;
- la maîtrise de l'énergie dans l'habitat, à travers des nouvelles générations de capteurs solaires (à air, à matériaux composites, hybride thermique / photovoltaïque, intégrés au bâtiment) et l'optimisation de condenseurs radiatifs pour la récupération d'eau et la climatisation passive.

Ces thématiques ont bien leur place dans un laboratoire axé sur les sciences pour l'environnement, au sens où le développement des énergies renouvelables contribue, en principe, à limiter les émissions de gaz à effet de serre, l'échauffement de la planète et le dérèglement climatique. Il aurait cependant été valorisant de situer les travaux tant au plan national qu'international, pour en dégager la pertinence, et l'originalité (par exemple, les travaux sur la signature de la turbulence du vent et son influence sur la qualité prédictive des modèles de production, les performances d'un capteur combinant thermique et photovoltaïque, les impacts des nouveaux matériaux de revêtement des capteurs...).

Cependant, d'une façon générale, on voit mal la méthodologie retenue, laquelle aurait dû par exemple préciser le rôle de la modélisation (modèles de connaissance, modèles de système, réduction de modèle, place de la commande, traitement des non linéarités...), sa relation aux approches expérimentales, la prise d'information sur les systèmes et leur observabilité...

Un point fort, déjà souligné, concerne la caractérisation des **ressources énergétiques** (soleil, vent) par le développement de traitements statistiques des signaux (séries temporelles et modélisation de la turbulence par cascades aléatoires). Cela est de nature à apporter un élément nouveau dans la prédictibilité de la production de fermes éoliennes ou solaires. Reste par exemple à identifier ce qu'est la trace de la variabilité des vents, des échelles de turbulence,... dans la production des centrales, et les mesures à prendre en conséquence, en termes de conduite de ces centrales.

La **production d'énergie électrique** est plutôt ressentie comme un succession de projets (PEPITE et stockage de l'hydrogène, pompage STEP...), sans évoquer suffisamment les problèmes scientifiques génériques qui se posent, et l'originalité des travaux.

La **maîtrise de l'énergie dans le bâtiment** se situe en fait à l'échelle des composants (capteur à air, volet air - mal défini dans le rapport -, corniche...), sans justifier si ces composants s'avèrent cruciaux et représentatifs des enjeux majeurs actuels. Le dossier d'évaluation évoque le besoin d'approfondir les transferts de chaleur et de masse, sans spécifier sur quels points faire porter les recherches.

Enfin, pour ce qui est de la **condensation radiative**, travaux qui ont débuté en 1998, on situe mal les enjeux actuels de la recherche amont, si ce n'est au niveau des matériaux : où sont les spécificités recherchées, les procédés d'obtention, les caractéristiques attendues, les améliorations induites dans le fonctionnement des systèmes de condensation ?

On note que les travaux présentent, dans l'ensemble un caractère plutôt appliqué, avec l'arrivée récente d'une plateforme (Myrte) qui a vocation à devenir un démonstrateur de stockage d'énergie électrique d'origine renouvelable, impliquant l'hydrogène (électrolyse / pile à combustible). Il faudra bien s'assurer de maîtriser l'équilibre entre la définition des enjeux scientifiques, la recherche des connaissances associées à ces enjeux, et l'usage d'un outil consommateur de moyens humains mobilisés sur des objectifs technologiques (quels sont le rôle et l'implication du CEA ?). Le problème crucial du rendement de la chaîne est malheureusement occulté, mais cela est peut être lié au fait que l'ensemble n'est opérationnel que depuis peu de temps.

Ce caractère appliqué débouche en fait sur un faible nombre de prises de brevets.



Cela dit, la production scientifique est actuellement bien présente, avec 8 producteurs sur 8 ECT, et le bilan sur la période 2007-2011 fait apparaître :

- 42 articles dans des revues internationales à comité de lecture (ACL) soit 2.3 ACL / ECT Equivalent Temps Plein Recherche par an. Le facteur d'impact, à utiliser certes avec modération, se situe de 0.5 à 4, fréquemment 2 ; cela est tout à fait convenable, pour un domaine récent qui est celui des énergies, à l'égard de références classiques pour les thermiciens : IJTS à 1.7, IJHMT à 1.9 et pour la combustion C & F à 1.2) ;
- 59 contributions à des actes de congrès internationaux (51) et nationaux ;
- 1 brevet (condensation de la vapeur d'eau) avec négociation en cours sur la licence ;
- 1 logiciel (dimensionnement du stockage d'ENR par l'hydrogène) ;
- 4 contributions à des ouvrages scientifiques.

Sur les 4 années et demi, 6 thèses ont été soutenues, ainsi que 3 HDR et ce au tout début de la période examinée, ce qui correspond à une moyenne d'encadrement relativement faible, de 0.75 par enseignant-chercheur HDR. Le stock actuel est de 13 doctorants, ce qui devrait conduire à une augmentation sensible pour le prochain exercice.

Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

Les relations contractuelles avec des partenaires industriels, qui découlent des aspects applicatifs des recherches sont bien présentes, mais elles auraient gagné à être mieux chiffrées. On note l'essai de 3 structures dans le domaine de la thermique solaire.

La présence de financements externes tant au plan national (ANR) qu'à celui de l'Europe (réseaux, projet) atteste d'une certaine reconnaissance.

Le groupe participe par ailleurs au pôle de compétitivité CAPénergie, qui a apporté son label au projet ANR PEPITE.

Il a organisé un workshop et une conférence internationale, en partenariat avec le CEA.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

On note 3 prix scientifiques dont un international, un sur les techniques innovantes à l'Ademe et un sur la création d'entreprise innovante.

Cependant le rayonnement à l'international est modeste en termes de conférences invitées qui sont au nombre de 7 (Syrie : 2, Emirats arabes : 1, Roumanie : 1, Allemagne : 1 ...). Par contre, le groupe est présent dans des réseaux européens (3, dont un pour lequel il est porteur) et dans un projet européen.

Il est impliqué dans des relations avec divers centres étrangers (10, dont Croatie, Inde, Pays Bas, Italie, Roumanie...), mais sans que l'on ait de réelles précisions sur la nature des collaborations et leur pérennité.

On ne note pas de mention explicite d'accueil de chercheurs étrangers de haut niveau.

Il a été impliqué dans le projet PEPITE du programme PAN-H.

Au plan des relations avec la communauté nationale, il est regrettable que n'apparaissent pas des collaborations fortes avec des laboratoires de génie électrique (Grenoble, Belfort...) qui opèrent dans le domaine du stockage de l'énergie électrique renouvelable, avec les laboratoires de Lyon (Cethil) ou Chambéry (Locie) dans le domaine de l'intégration du solaire au bâti, ainsi qu'avec l'INES.

On note la présence dans les instances nationales : un représentant du groupe au CNU (section 61) et au CS du département INSIS.

Pour conclure sur ce point, l'attractivité du groupe demeure encore modeste.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans :

Le projet présenté pour les 5 ans à venir demeure dans le même esprit que celui du bilan, axé sur les ressources, la production d'énergie électrique et la maîtrise de l'énergie dans le bâtiment.



Le principal défaut, déjà évoqué lors de l'analyse du bilan, réside dans l'absence de construction scientifique. Des dépôts de projet à l'ANR, la description des enjeux technologiques de la plateforme Myrte pourraient constituer un plus à l'égard d'un projet comportant des objectifs en termes de connaissances nouvelles à acquérir, de méthodes à développer, de métrologie et de modélisations innovantes, mais tout cela n'est guère exprimé.

Apparaît une nouvelle technologie de production électrique dite thermodynamique solaire à basse température, qui n'est même pas définie. Il est vraisemblable qu'elle opère avec des Cycles Rankine Organiques, mettant en jeu un stockage thermique basse température à l'aide de matériaux à changement de phase. Il aurait fallu montrer en quoi ce choix s'avère à ce jour stratégique pour la recherche française, en s'assurant de la présence à termes des relais industriels. Par ailleurs, là également, les enjeux scientifiques demeurent à définir : optimisation des fluides, des matériaux, maîtrise du contrôle, réponse aux sollicitations à caractère aléatoire, durées de vie, procédures de maintenance, analyses des cycles de vie, analyses économiques, et développement d'outils associés, autant de sujets qui présentent d'ailleurs un certain caractère générique.

Plus encore, il est question de déposer un nouveau projet Myrte 2 en tant qu'Equipex, sans que l'on ait identifié les succès et les manques dans Myrte 1 et cela pourrait donner l'impression d'une fuite en avant, laissant peu de place à une réflexion scientifique approfondie. On note bien sûr le passage du stockage d'hydrogène gazeux à celui sur hydrures, mais quels en sont les avantages, voire les inconvénients, qu'en est-il des problèmes thermiques nouveaux dans ce mode de stockage par voie solide ?

Quant au plateau technologique PAGLIA ORBA qui a vocation à associer plusieurs formes de stockage, sur des batteries électriques (PB, Li-ion, Vanadium Redox...), sur l'hydrogène, sur volant à inertie, sa présence est certes bienvenue, mais le défaut demeure : cette UMR n'a pas défini un programme scientifique suffisamment approfondi, même si dans ce cas, on évoque la modélisation, le contrôle, et le couplage à des smart grids.

Le point faible, d'ailleurs identifié par l'équipe, réside dans le nombre limité d'enseignants-chercheurs. Ceux-ci ont déjà de nombreuses charges administratives et dans l'ensemble on ne voit pas de politique d'affectation des moyens. Y aurait-il par exemple des entreprises intéressées par les chaînes Myrte et/ou Paglia, susceptibles d'apporter financements ou moyens humains techniques ?

Au fond, et pour conclure, ces moyens technologiques lourds devraient faire l'objet d'une réflexion approfondie permettant de leur associer un véritable programme scientifique, et cela semble possible. Mais il faudrait également encourager des collaborations avec d'autres laboratoires ayant une approche système des problèmes de production et de gestion de l'énergie renouvelable solaire ou éolienne, et qui ont déjà réfléchi aux enjeux scientifiques. Il y a en effet une réelle originalité dans les moyens technologiques lourds mis en œuvre. La prise de risque provient de ce que l'effort financier substantiel que constituent ces implantations, doit déboucher sur une percée à l'échelle nationale dans le domaine du stockage de l'énergie électrique d'origine renouvelable. Cela passe par un programme scientifique ambitieux et partagé (8 personnes déjà bien chargées n'y suffiront pas) tout en demeurant associé à une démarche de type R&D, avec des acteurs extérieurs à l'UMR dont c'est la vocation.

Conclusion :

▪ *Avis global sur l'équipe :*

L'équipe Energies Renouvelables est installée sur une thématique originale qui contribue de façon cohérente à l'analyse des ressources (solaire, vent) et à leur conversion électrique en mettant l'accent sur les chaînes de stockage, complétée par des travaux sur la maîtrise de l'énergie dans l'habitat, faisant ici la part aux composants solaires thermiques.

Elle est dotée de moyens technologiques constituant des bancs expérimentaux uniques en France (Myrte, Paglia) et qu'il lui faut exploiter :

- Sans se substituer au CEA pour fournir les techniciens d'exploitation ;
- En se dotant d'un programme scientifique solide à construire pour les 5 ans à venir.

Elle a parfaitement les capacités de répondre à ce dernier point.

Elle doit veiller à équilibrer les travaux amont (méthodologie, modélisations, approche système...) et les applications.



La production scientifique est en progrès, mais il faudra améliorer le nombre de thèses soutenues (75 % des cadres ont maintenant une HDR). De même, au plan des conférences internationales, on ne peut qu'encourager les invitations en tant qu'expert à des conférences de haut niveau.

▪ *Points forts et opportunités :*

L'ensemble opère dans une certaine cohésion, ce qui se voit dans les publications et les co-encadrements de thèse. On note également une collaboration bienvenue avec l'équipe 6 (COMA) opérant sur la modélisation physique et numérique. En particulier, la démarche de traitement des données météo est originale et met l'équipe en bonne position au plan national et mondial, pour ce qui est des prédictions de gestion des parcs éoliens et solaires.

La présence des grands équipements Myrte et Paglia constitue une opportunité qu'il s'agit d'associer rapidement à une programmation scientifique adéquate. Il faut insister ici sur l'enjeu majeur que représente la maîtrise, avec un rendement correct, du stockage /déstockage de l'énergie électrique issue des ressources renouvelables (vent, soleil) : elle est de nature à changer sensiblement l'avenir de ces énergies en résolvant les griefs classiques qui leur sont adressés, à savoir les problèmes de disponibilité et d'encombrement des réseaux.

▪ *Points à améliorer et risques :*

Augmenter le nombre de thèses soutenues par rapport à la période passée.

Participer à des conférences de bon niveau international.

L'activité étant plutôt orientée vers une recherche appliquée, il serait bon de mener une politique de brevets plus marquée.

Ne pas se laisser dominer par l'activité de prise en main des plateformes technologiques : il faut que l'équipe sache rester à un niveau de conception amont (modélisation, optimisation, intégration) qui la distingue de groupes de R&D tels que ceux du CEA.

Il faut rester maître d'œuvre de l'utilisation des grands équipements et en particulier s'assurer de donner priorité aux doctorants dans leur exploitation des moyens et au vu des enjeux de connaissance définis dans leur projet scientifique.

L'absence de mise en place d'un programme scientifique approfondi dégageant des questions génériques, des pistes nouvelles de méthodologie (modélisations, instrumentation, matériaux, commande, non linéaire...) constituerait un risque majeur quant à l'appartenance de l'équipe à une UMR.

▪ *Recommandations :*

L'équilibre disciplinaire (27, 61, 62) pourrait être judicieusement renforcé par la présence de spécialiste(s) de la section 63 pour ce qui concerne les aspects relevant du génie électrique et qui sont incontournables, dès lors que l'on aborde la conversion électrique.

Il n'est pas fait mention de séminaires au sein du groupe, alors qu'ils pourraient s'avérer très favorables, tant pour les permanents que les doctorants.

Mener une politique d'échange tant au plan national (génie électrique à INPG, à Belfort, sur les chaînes de stockage, Locie à Chambéry, Cethyl à Lyon sur les aspects intégration au Bâti) qu'international. Cette politique doit mettre en place un double flux (vers et de l'étranger) et elle serait de nature à renforcer l'attractivité de l'UMR.

Augmenter le nombre des publications dans les journaux de rang A.

Augmenter le nombre de brevets.

Améliorer la diffusion des conférences internationales de grand niveau.

La plateforme Myrte ne pourra pas réaliser ses objectifs ambitieux sans une stratégie scientifique clairement définie, ce qui n'est pas le cas actuellement. Le comité d'experts demande donc à l'équipe de formuler formellement et de façon plus détaillée le projet et la stratégie scientifiques pour les 5 années à venir et **souhaite qu'un vrai projet de recherche soit à nouveau**. Dans la même logique il serait judicieux de clarifier les liens entre l'équipe ENR et la plateforme Myrte en termes de projets de recherche et de personnels affectés.



Équipe 2 :

Projet Feux

Nom du responsable : M. Paul Antoine SANTONI

Effectifs

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
N1 : Enseignants-chercheurs	10	11	11
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC	1	1	1
N3 : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	1	1	1
N4 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	3,5	3,5	
N5 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	-		
N6 : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	5		
N7 : Doctorants	2		
N8 : Thèses soutenues	4		
N9 : Nombre d'HDR soutenues	2		
N10 : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3		
TOTAL N1 à N7	22,5	16,5	13

* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

** Nombre de producteurs de la période 2008-2011 qui seront présents en 2013-2017.

Définition et téléchargement des critères :

<http://www.aeres-evaluation.fr/Evaluation/Evaluation-des-unites-de-recherche/Principes-d-evaluation>.

• Appréciations détaillées

L'équipe feux est constituée de 11 EC (dont une personne qui est maintenant recrutée, appartenant au laboratoire WPI (USA), et un professeur émérite), un CR-CNRS, 1,5 IATOS, 2 ingénieurs CNRS ainsi que 8 non titulaires (2 doctorants, 4 post docs, 2 personnels techniques contractuels). Les enseignants relèvent des sections 31 (3), 67 (1), 27 (1), 62 (3) 60 (1), et 61 (2) du CNU. La spécificité de ce groupe est donc un éventail très large de compétences qui peuvent être mises en commun pour réaliser les travaux sur les feux naturels.



Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'approche combine techniques expérimentales, théorie et modélisation et simulation numérique. Les recherches entreprises s'inscrivent dans un cadre applicatif fort, visant à contribuer à la lutte passive et active contre les incendies naturels, ainsi qu'à l'analyse et à la compréhension de leurs conséquences en terme environnemental, à travers le développement d'outils de lutte et de prévision à l'attention des professionnels du feu.

Ces objectifs sont pertinents et correspondent à un réel besoin de meilleures compréhensions et maîtrise des phénomènes complexes intervenant dans les feux de végétation en Corse, dans le monde méditerranéen, mais aussi au niveau international.

L'équipe FEUX regroupe des chercheurs de différentes thématiques nécessaires à l'étude de ces phénomènes caractérisés par des interactions complexes : combustion, thermique, chimie, traitement du signal, informatique et écologie. Elle est structurée en 3 groupes :

- La modélisation et la simulation des feux de végétation ;
- La métrologie appliquée aux feux de végétation ;
- L'analyse thermique, chimique et éco-physiologique pour les feux de végétation.

La volonté affichée pour le quadriennal 2007-2011 a été de faire intervenir de façon pluridisciplinaire les chercheurs de ces groupes dans la réalisation de 4 principaux objectifs :

1. Modélisation et métrologie des feux de forêt ;
2. Simulateur, traitement d'image et réseau de capteurs ;
3. Impacts des écobuages sur les écosystèmes ;
4. Diffuser les connaissances et échanger avec les partenaires nationaux et internationaux.

Au niveau expérimental, on peut distinguer trois niveaux d'étude : laboratoire, parcelle et terrain.

Concernant l'échelle du laboratoire, les travaux réalisés en collaboration avec le laboratoire EM2C ont conduit à proposer des schémas cinétiques réduits, squelettiques et généralisés permettant de décrire la combustion des gaz issus de la pyrolyse de végétaux. En collaboration avec l'Université d'Édimbourg, la combustion de différents végétaux a été étudiée en laboratoire, concernant leur inflammation, la dynamique de combustion et la puissance dégagée. Une extension originale de ces travaux a concerné l'étude et la modélisation de la dégradation thermique et de la combustion sans flamme de tourbes (en collaboration avec les Universités d'Édimbourg et de Tomsk) mais aussi de différents types de végétation méditerranéenne.

Un des points forts de l'équipe consiste à compléter ces études de base en situation simplifiée par des études à l'échelle de parcelles, consistant en des campagnes de brûlage expérimentaux, instrumentés pour étudier les mécanismes de propagation de feux, et en particulier les transferts thermiques, la convection forcée ainsi que la configuration du terrain.

Ces essais à grande échelle, étant plus représentatifs en termes de puissance dégagée, ont permis d'obtenir des données complémentaires par rapport aux expériences de laboratoire. On note la volonté de développer des techniques de mesures innovantes et prometteuses dans le domaine des incendies. Il s'agit de l'application de la Vélocimétrie par Interaction de Particules (PIV) à de grandes zones d'analyses (quelques m²) et du traitement d'images de flamme par stéréovision.

Un autre aspect original des études expérimentales réalisées a concerné l'effet de brûlages dirigés sur la physiologie de la végétation, et a permis de préciser la saison et les fréquences de ces écobuages pour limiter leur impact sur la physiologie des pins étudiés, un résultat directement exploitable en pratique.

De façon très complémentaire, les travaux expérimentaux ont servi de base pour le développement et la validation de simulateurs de feux de végétation développés par l'équipe. Un premier simulateur permet de capitaliser le savoir expérimental sous une forme aisément utilisable par des opérationnels. Le modèle de propagation développé par l'équipe permet d'estimer la puissance d'un feu, ainsi que le rayonnement émis en direction d'une cible. Ce logiciel a été validé à l'aide des mesures de laboratoire disponibles, et des développements récents ont permis d'y intégrer les effets convectifs négligés jusque-là. Ces travaux ont aussi bénéficié de collaborations expérimentales avec le Portugal.



Une extension des travaux de modélisation a abouti au développement en cours du logiciel Forefire permettant la simulation de grands incendies (de l'ordre du millier d'hectares) avec une très haute résolution (de l'ordre du mètre) en un temps de l'ordre de la minute. Ces travaux se poursuivent à travers le couplage avec le logiciel meso-NH de Météo France afin de permettre des simulations couplées feu/atmosphère. Les premiers résultats obtenus montrent le potentiel fortement novateur de cette approche, et sera poursuivi afin de valider la méthode.

L'équipe fait preuve d'une bonne implication dans la diffusion de ces connaissances, autant envers la communauté scientifique nationale et internationale (organisation de conférences et écoles d'été, séminaires de chercheurs étrangers), que pour la vulgarisation de sa recherche.

En résumé, les travaux scientifiques réalisés par l'équipe FEUX sont originaux et de très bonne qualité, au meilleur niveau national et commençant à trouver reconnaissance au niveau international.

Cela se traduit par une très bonne production scientifique, à laquelle tous les EC ont participé et donc tous les membres de l'équipe sont producteurs au sens de l'AERES. Le bilan au cours de la période 2007-2011 fait apparaître pour 11 EC et 1 CR : 51 ACL (toutes les revues sont référencées dans ISI-web ou Scopus) et 40 ACTI.

Sur les 4 années passées, 4 thèses ont été soutenues, ce qui est peu pour le nombre de permanents (11 EC et 1 CR). Il y a 3 HdR, ce qui est satisfaisant par rapport au potentiel de l'équipe.

Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

La thématique de recherche de l'équipe s'inscrit parfaitement dans son contexte régional, et se traduit par de régulières et importantes collaborations avec divers acteurs locaux : ONF, CG et Service Départemental d'Incendie et de Secours de la Corse, Office de l'Environnement de la Corse, Unité d'instruction et d'intervention de la sécurité civile. Ces collaborations facilitent en particulier la réalisation de campagnes de brûlages expérimentales, et débouchent sur des applications permettant directement de valoriser les savoirs, méthodes et simulateurs développés.

Le tissu économique régional caractérisé essentiellement par de petites entreprises ne permet pas de relations contractuelles soutenues. Néanmoins, l'équipe a su mobiliser des entreprises pour soutenir et valoriser ses recherches : Mécénat TOTAL pour la caractérisation du couvert végétal de la Corse, contacts avec une société pour intégrer le logiciel Forefire comme solution de simulation d'incendie dans la suite ESRI.

Les travaux de l'équipe s'inscrivent dans un cadre collaboratif national et international, avec un soutien financier dans le cadre de 2 programmes ANR nationaux, d'un PEPS, d'un PICS avec les Universités d'Edimbourg et de Tomsk, d'un Programme Opérationnel Italie-France Maritime avec divers partenaires italiens et d'un Programme EGIDE avec le Portugal.

En outre, elle est membre des GDR "Feux de compartiments et de végétation" et "Information Signal Image et Vision", et du GIS "Incendie".

Il n'y a pas de pôle de compétitivité régional dans lequel l'équipe pourrait s'engager.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

L'équipe FEUX entretient de nombreuses collaborations avec des laboratoires français actifs en recherche sur les feux et la combustion, ainsi qu'avec des laboratoires et équipes en Italie, au Royaume-Uni, en Russie, en Italie et au Portugal, ainsi qu'au Canada et aux USA. Pour certaines d'entre elles, ces relations ont conduit à l'obtention de financements pour sa recherche.

L'équipe FEUX fait preuve d'une bonne implication dans la diffusion et la vulgarisation de ses recherches. Elle a organisé et co-organisé deux conférences internationales, a organisé une école d'été de combustion, a édité un numéro spécial du *Journal of Combustion* sur les feux de forêt, et a participé à des actions de vulgarisation et de sensibilisation. Elle accueille régulièrement des chercheurs étrangers pour des séminaires.

On peut regretter que ces contacts et cette reconnaissance internationale ne soient pas plus exploités pour attirer des thésards et chercheurs post-doctoraux dans l'équipe. En effet il apparaît que leur recrutement soit plutôt local, ce qui contribue à limiter le nombre de thésards encadrés, et le nombre de post-doctorants accueillis, qui reste en retrait par rapport à l'attractivité de la thématique et de l'équipe.



Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans :

Le projet proposé pour le prochain contrat quinquennal s'inscrit en continuité du contrat actuel, et se décline en 7 objectifs principaux, reprenant les activités en cours. L'objectif mis en avant comme étant fédérateur est la modélisation et la simulation du comportement des feux de végétation à l'échelle d'une vallée.

Les autres objectifs visés sont les suivants :

- Amélioration du modèle de propagation aux échelles du laboratoire et de la parcelle ;
- Étude de la combustion et des transferts intervenant dans les feux de végétation ;
- Caractérisation thermo-chimique et étude du comportement au feu des végétaux ;
- Analyse des conséquences d'un feu sur son environnement à l'échelle de la parcelle ;
- Finalisation d'un outil basé sur la stéréovision permettant l'estimation des caractéristiques géométriques de feu en propagation à l'échelle du laboratoire ;
- Développement d'un outil d'estimation de caractéristiques géométriques de feu en propagation à l'échelle de la parcelle intégrant la vision visible et proche IR.

La structure de l'équipe en 3 groupes est maintenue, et on appréciera le fait que leurs rôles respectifs dans l'atteinte des différents objectifs sont mieux esquissés que dans la phase qui s'achève. Cependant, l'articulation avec les autres équipes du laboratoire gagnerait à être mieux détaillée (capteurs, modélisation...).

Le projet proposé est pertinent et cohérent, et permet de mettre en avant de façon claire les objectifs de l'équipe, et de détailler les collaborations pluridisciplinaires nécessaires pour les atteindre.

Avec le développement de la plateforme d'expérimentations à l'échelle du laboratoire et de la plateforme consacrée aux essais à taille réelle, l'équipe s'est dotée de moyens expérimentaux qui permettront de réaliser les études nécessaires au projet. Il faudra cependant être prudent et conscient de la difficulté à synthétiser des résultats obtenus à des échelles variées, qui iront de quelques grammes pour l'ATG, à plusieurs m² pour les essais menés à l'extérieur.

Il semble qu'il ait été choisi de ne pas poursuivre le développement de la modélisation des phénomènes physico-chimiques de la propagation des feux de forêts avec des approches théoriques ou empiriques, c'est-à-dire de trouver des lois analytiques utiles à l'amélioration des simulateurs opérationnels. C'est ce qui était fait auparavant (par un professeur désormais émérite) mais qui ne semble pas être poursuivi par un autre enseignant-chercheur.

Le risque principal pour l'atteinte des objectifs de l'équipe a trait à la nécessité d'une politique de ressources humaines adaptée. Le personnel permanent se caractérise en effet par un rapport extrêmement défavorable entre MCF et professeurs, ce qui pourrait impacter négativement la pérennité de l'équipe à terme, si des postes de professeurs en nombre suffisants n'étaient pas créés. Il faudra aussi veiller à augmenter le nombre des HDR.

L'exploitation de l'attractivité de l'équipe pour améliorer le recrutement de thésards et post-docs en nombre plus élevé apparaît essentiel.

Pour conclure, l'équipe dispose d'atouts majeurs en termes d'acquis et d'équipements qui, si les risques liés aux ressources humaines sont écartés, sont tout à fait adaptés pour réaliser le projet proposé.

Conclusion :

▪ *Avis global sur l'équipe :*

Au cours du contrat qui s'achève, l'équipe FEUX a su exploiter la richesse de ses équipements expérimentaux pour réaliser une recherche de qualité, trouvant reconnaissance aux niveaux national et international, et soutenu dans le cadre de projets collaboratifs nationaux et internationaux, tout en veillant à sa valorisation dans le cadre de relations soutenues avec des acteurs locaux impliqués dans la gestion des incendies de végétation, et à la commercialisation du simulateur de feux développé. À cet effet, elle a su enrichir ses approches en se rapprochant de la communauté française de combustion.

Le projet pour le prochain contrat quinquennal s'inscrit en continuité de l'actuel, et met en avant de façon plus claire l'approche pluridisciplinaire nécessaire à l'atteinte des objectifs affichés.



- *Points forts et opportunités :*

Les points forts de l'équipe résident dans ses acquis scientifiques de qualité, la présence d'équipements expérimentaux permettant d'entreprendre des recherches variées à des échelles très différentes et faisant intervenir différentes thématiques scientifiques, une équipe jeune et motivée, l'existence de relations soutenues au niveau local, ainsi que des relations internationales avérées et cohérentes, le tout soutenu par des financements nationaux et internationaux. Ces atouts certains devraient permettre à l'équipe FEUX d'étendre sa reconnaissance dans les domaines des feux mais aussi de la combustion, et représentent une réelle possibilité de réaliser des contributions originales dans son domaine.

- *Points à améliorer et risques :*

Les enseignants-chercheurs de l'équipe FEUX relèvent de sections très différentes du CNU : 27, 31, 62, 61 et 67. On comprend bien l'origine de cette situation, qui a été provoquée par les besoins d'enseignements dans une université pluridisciplinaire et de taille modeste. Pour le projet de recherche, ces multiples compétences sont un atout pour aborder un problème aussi complexe que la propagation des feux, mais elles peuvent aussi se révéler difficiles à mettre en commun.

Un risque majeur qui devra être géré au cours du contrat quinquennal à venir est lié aux incertitudes en termes de ressources humaines. Il s'agira de corriger en particulier le déséquilibre flagrant entre nombre de postes de professeurs et de MCF, qui risque de décourager la relève scientifique si cet état de fait n'est pas corrigé. Il est urgent, en particulier, de voir arriver un autre chercheur de rang A, un professeur par exemple. Il apparaît également nécessaire de mettre en place une gestion permettant d'accroître la synergie à l'intérieur de l'équipe.

Il s'agira aussi d'augmenter l'attractivité de l'équipe pour les jeunes chercheurs, et en particulier pour les thésards.

- *Recommandations :*

On ne peut que recommander que l'équipe FEUX profite pleinement de sa reconnaissance et de ses collaborations au niveau national et international pour, d'une part, attirer de jeunes chercheurs de qualité sur cette thématique porteuse, et pour, d'autre part, tenter de suggérer des AAP de type ANR, CE ou autres sur les thématiques des incendies et des feux, en cherchant à cet effet des alliances avec d'autres acteurs et en participant à des groupes actifs dans ce domaine. Le soutien de la Direction de l'UMR et de ses tutelles sera essentiel pour la mise en place d'un nombre suffisant de postes de professeurs en particulier.



Équipe 3 : Ressources Naturelles

Nom du responsable : M^{me} Liliane BERTI

Effectifs

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
N1 : Enseignants-chercheurs	18	18	17
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC	0		
N3 : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	2		
N4 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	2	2	
N5 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	0		
N6 : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1		
N7 : Doctorants	20		
N8 : Thèses soutenues	21		
N9 : Nombre d'HDR soutenues	2		
N10 : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7		
TOTAL N1 à N7	43	20	17

* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

** Nombre de producteurs de la période 2008-2011 qui seront présents en 2013-2017.

Définition et téléchargement des critères :

<http://www.aeres-evaluation.fr/Evaluation/Evaluation-des-unites-de-recherche/Principes-d-evaluation>.

• Appréciations détaillées

Le projet « ressources naturelles » intègre des enseignants-chercheurs de disciplines très variées, venant des sections CNU 31, 32 (chimie), 64, 65 et 67 (biologie et biochimie), et s'appuie sur les spécificités végétales de la Corse.



Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

À partir des ressources naturelles existant en Corse, l'équipe a su développer une expertise très intéressante dans l'analyse de la composition de ces plantes, tout en recherchant des débouchés à l'utilisation de différentes fractions.

Les thèmes principalement développés par l'équipe sont les suivants :

- La caractérisation des plantes par l'étude détaillée de la composition chimique des extractibles :

Des investissements importants ayant été réalisés dans le domaine de techniques analytiques ces dernières années, l'équipe possède désormais un matériel compétitif allié à un savoir-faire important, où le caractère pluridisciplinaire du projet crée une réelle plus-value.

- La compréhension des mécanismes d'action de certaines molécules vis-à-vis des bactéries :

L'activité antibactérienne de certaines huiles essentielles est un axe de recherche particulièrement intéressant pour les entreprises agroalimentaires qui souhaitent s'orienter au maximum vers des molécules d'origine naturelle. L'étude spécifique de certaines plantes corses est tout à fait pertinente.

Une partie des actions ici se font dans le cadre de la fédération de recherche Environnement et Société, cependant, le lien avec la FRES n'est pas toujours bien établi dans le dossier.

- L'étude de la biodiversité végétale insulaire :

La variabilité chimique mais aussi génétique des plantes est étudiée ici, à des fins, par exemple, de sélection des plants en vue d'une culture. Cette étude amont est très intéressante dès lors qu'on recherche des caractéristiques particulières dans les huiles issues de ces plantes.

- La compréhension des mécanismes biochimiques impliqués dans l'élaboration de l'arôme de l'huile d'olive et l'acidification des agrumes :

Le projet montre en particulier l'hétérogénéité liée à la fois à la variété et aux conditions de cultures des produits.

- Les Ecosystèmes littoraux :

L'intégration de cette équipe n'a pas été concrétisée, les EC n'ayant pas atteint les objectifs requis en matière de publication. Le devenir de ces EC n'est cependant pas indiqué à l'heure actuelle.

La production scientifique de l'équipe est bonne, 102 ACL, pour 17 enseignants-chercheurs (+ 2 professeurs émérites). Cela représente un taux de 6 publications par EC pendant le dernier quadriennal, taux correct dans les domaines couverts, sachant que de nombreuses publications sont cosignées par plusieurs membres de l'équipe.

La vérification dans les bases « web of science » et « medline » confirme que tous les membres de l'équipe sont producteurs au regard des recommandations dans leurs disciplines.

Le nombre de thèses soutenues est également important, 21 thèses dont 9 dans le cadre de la Fédération de Recherche Environnement Société. À noter qu'un nombre significatif de thèses soutenues (1/3) au cours du quadriennal précédent n'ont pas bénéficié de financement (ainsi que 3 en cours). L'équipe devra à l'avenir veiller à garantir un financement à chaque thésard.

Par ailleurs, certaines thèses dans le cadre de la FRES n'ont pas donné lieu à des publications identifiées. L'hétérogénéité des pratiques, et des disciplines au sein de la FRES a, semble-t-il, conduit à cet état de fait, ainsi qu'à une difficulté de suivi des docteurs après leur soutenance. Cependant, les directeurs de thèses devront continuer à être vigilants sur ce point.

Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

L'équipe « Ressources naturelles » s'est spécialisée dans l'étude des végétaux de Corse, à ce titre, elle est membre du pôle de compétitivité Parfum, arôme senteur saveur.

Cette spécificité devrait également permettre une valorisation importante auprès d'entreprises locales. Il est difficile, dans le tableau présenté (formulaire 5), d'identifier les actions réalisées spécifiquement par l'équipe RN en matière de valorisation, mais, au vu du bilan financier, le montant des contrats semble relativement faible.



Cette tendance s'améliore à partir de 2009 grâce à l'implication d'industriels dans des projets ANR ou européens portés par l'équipe.

Une part très importante du financement pour le précédent quadriennal a été obtenue grâce au CPER, ce qui est relativement logique compte tenu du caractère insulaire des applications visées. Il sera cependant nécessaire de diversifier les sources de revenus en augmentant notamment la part des contrats. Si l'ensemble de l'UMR semble se placer dans cette dynamique, le projet RN semble être celui pour lequel l'effort devra être le plus important. Comme indiqué précédemment, l'application de l'expertise de l'équipe dans des domaines plus larges pourrait aller dans ce sens. Pour autant, l'équipe devra veiller à ne pas se positionner uniquement en tant que prestataire d'industriels régionaux ou nationaux.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

Peu de prix ont été décernés à l'équipe (hormis un prix de thèse en 2011), et peu de conférences invitées (7) au regard du nombre de publications. Le laboratoire possède une bonne expertise, mais celle-ci pâtit du champ d'application restreint de cette compétence. Il ne fait cependant aucun doute que cela sera amélioré au cours du prochain contrat quinquennal.

L'équipe a subi une forte restructuration dans le précédent quadriennal, avec l'intégration d'enseignants-chercheurs venant d'autres disciplines. L'équipe semble maintenant stabilisée, et va pouvoir recevoir de manière plus significative des post-docs, peu présents pour l'instant. Concernant les thèses, l'attractivité de l'équipe est bonne au vu du nombre de soutenances, par contre, comme indiqué précédemment, l'absence de financement pour certaines de ces thèses est préoccupant.

L'équipe dispose d'un réseau de partenariat important tant au niveau national qu'international (pourtour méditerranéen et Amérique du sud notamment).

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans :

L'équipe possède une expertise reconnue dans le domaine de l'analyse des composés chimiques et elle a pu se doter d'un parc analytique performant pour mener à bien ces missions.

Les objectifs présentés pour le prochain contrat quinquennal sont les suivants :

1. Amplifier l'expertise de l'équipe dans le domaine de l'analyse grâce à la technique RMN, couplée à la spectrométrie de masse. Un des moyens pour diversifier les financements sera de mettre à profit les compétences acquises en les appliquant à d'autres espèces végétales.
2. Dans le cadre du projet BioST, utiliser la catalyse enzymatique afin d'obtenir des produits à label « naturel », dont notamment des fragrances non allergènes.

Cette piste semble peu développée pour l'instant à l'international et est ainsi prometteuse et originale. L'allergénicité de certaines molécules est un problème d'actualité, et le développement de méthodes innovantes tel que le présente l'équipe afin d'obtenir des molécules non allergènes est tout à fait pertinent. Le programme européen en cours va permettre une bonne assise du thème jusqu'en 2013, de nouveaux financements devront être recherchés afin de continuer dans cette voie.

1. Étendre les compétences acquises à la caractérisation des constituants non volatiles.

Cette diversification est recommandée car elle permettra de compléter une expertise déjà reconnue.

En parallèle, la Fédération de Recherche Environnement Société demande à devenir une équipe de recherche sous le nom de BIO DIMI. La FRES a semble-t-il des liens importants avec l'équipe RN (9 thèses co-encadrées). Le thème de recherche proposé par cette équipe, axé sur des études épidémiologiques dans le cadre d'un écosystème insulaire est très intéressant, cependant, il est difficile au vu du dossier d'établir un lien entre ces études émanant du domaine médical et les thèmes développés dans l'équipe « ressources naturelles » de l'UMR SPE. De même le dossier ne permet pas d'identifier clairement les appartenances des personnes citées dans le futur contrat quinquennal. Si la nouvelle équipe est créée, ce point devra être clarifié.



Conclusion :

- *Avis global sur le projet :*

Le projet est cohérent et montre une dynamique d'intégration de compétences très diverses. C'est ce qui fait son originalité et sa qualité.

- *Points forts et opportunités :*

La plus-value de ce projet réside dans la capacité qu'ont eue ses acteurs à mettre en place des outils analytiques très pointus en les mettant au service de la particularité insulaire de leur environnement. La bonne adéquation entre les compétences du laboratoire et les attentes de la région ont permis par l'intermédiaire du CPER la mise en place d'une plateforme d'analyse de haut niveau, accompagnée des compétences scientifiques très variées, nécessaires à une utilisation optimale de ces ressources.

Les compétences du laboratoire sont reconnues, et attestées par un nombre de publications satisfaisant.

- *Points à améliorer et risques :*

Maintenant que la compétence de l'équipe est reconnue sur une thématique très pointue, et que celle-ci possède le parc analytique adéquat, le projet est d'asseoir cette reconnaissance et de la mettre à profit dans des domaines connexes, mais tout en restant toujours centré sur les ressources naturelles insulaires. Il sera intéressant d'élargir le champ d'application à des espèces plus variées.

Comme indiqué précédemment, une partie très importante du financement pour le précédent contrat quadriennal a été obtenu grâce au CPER. Il sera indispensable de veiller à la diversification des ressources financières.

La volonté de l'équipe de *conserver strictement sa cohérence scientifique* est indispensable compte tenu de la diversité des compétences en place, mais pourra s'accompagner d'une ouverture en matière de champ d'application.

- *Recommandations :*

Le lien entre l'étude des écosystèmes et les études épidémiologiques effectué au sein de la Fédération de Recherche Environnement et Société semble très intéressant, mais il n'est pas très clairement exposé dans le dossier. L'organisation proposée par la nouvelle équipe BIORIMI et son interaction avec le projet « ressources naturelles » doit être affiné. Une description plus détaillée de l'investissement de l'équipe RN dans cette FRES est nécessaire, en précisant les objectifs scientifiques qui lui sont spécifiques, ainsi que les personnes impliquées.

Par ailleurs, le dossier indique des collaborations avec un certain nombre de centres INRA, parmi les gens ne figure pas celui de Corse. La discussion avec les membres de l'équipe semble indiquer que des collaborations existent, justement au sein de la FRES, mais là encore, des précisions s'imposent.

En conclusion, l'équipe « Ressources naturelles » dispose d'un potentiel très intéressant du fait de sa pluridisciplinarité et de ses équipements expérimentaux de haute qualité. Son projet est cohérent compte tenu de ces forces, mais peut être plus ambitieux.



Équipe 4 : GEM Gestion et Valorisation des Eaux en méditerranée

Nom du responsable : M. Bernard MARCHAND

Effectifs

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
N1 : Enseignants-chercheurs	8	8	6
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC	0	0	0
N3 : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	0	0	
N4 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	4	4	
N5 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	-		
N6 : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	4		
N7 : Doctorants	3		
N8 : Thèses soutenues	6		
N9 : Nombre d'HDR soutenues	1		
N10 : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	4	
TOTAL N1 à N7	19	12	6

* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

** Nombre de producteurs de la période 2008-2011 qui seront présents en 2013-2017.

Définition et téléchargement des critères :

<http://www.aeres-evaluation.fr/Evaluation/Evaluation-des-unites-de-recherche/Principes-d-evaluation>.

• Appréciations détaillées

Le groupe Gestion et valorisation des eaux en Méditerranée est constitué de 8 EC, 1 IR CNRS et 3 IATOS, ainsi que de 10 non titulaires (4 doctorants et 6 post-doctorants). Les enseignants relèvent des sections 67 (4), 68 (2), 35 (1) et 36 (1) du CNU.



Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Le projet GEM rassemble des compétences pluridisciplinaires en biologie, écologie et géologie. Les objectifs scientifiques de GEM sont calqués à peu de choses près sur les différents contrats (10 au total) obtenus par les scientifiques. On note en particulier, depuis 2007, deux contrats de prestation de services avec EDF (Étude pré et post vidange décennale de barrages électrique en Corse), une collaboration avec le syndicat des aquaculteurs corses (suivi parasitaire de fermes aquacoles), deux contrats européens (MARTE+ et SUBLIMO qui est un projet FP7 Environnement Life+ dans le cadre de l'objectif « Arrêter la perte de biodiversité), deux contrats européens de vulgarisation et diffusion des connaissances (Grundtvig), et un contrat CPER sur le développement d'outils de modélisation des processus hydrologiques.

L'équipe mène des recherches sur deux systèmes hydrogéologiques locaux, l'aquifère multicouches de Bonifacio et une source karstique en centre Corse qui ont permis de mettre en évidence deux nouvelles espèces de miogypsinidés.

Un autre volet important est la caractérisation par des approches ultra-structurales (microscopie électronique) de parasites de poissons (eau douce et marine), de mollusques, de rongeurs et d'insectes. Ces études résultent soit de demandes de la filière pêche et aquaculture, soit de collaborations nationales ou internationales. Chaque caractérisation donne lieu à une publication dans un journal de rang A du domaine (*Parasitology Research, Journal of Parasitology*). Ces travaux sont purement descriptifs et on peut regretter un manque d'ambition scientifique avec par exemple le développement d'approches plus fonctionnelles.

Il n'est pas fait mention dans le rapport, et cela n'a pas été détaillé non plus lors de la visite sur site des travaux portant sur l'étude des réponses spatiales et écophysologiques des écosystèmes terrestres et marins aux changements globaux. Cet axe de recherche a notamment donné lieu à 6 articles de rang A et à une thèse soutenue en 2007 sur la contamination métallique des herbiers à Posidonies. Le comité d'experts s'interroge sur ce point.

L'équipe GEM a œuvré à la mise en place d'une plateforme de microscopie électronique d'un coût total de 1250 k€ comportant un microscope électronique à transmission et un microscope électronique à balayage et a fait l'acquisition d'un spectrophotomètre ICP pour l'analyse des métaux. Ces équipements sont destinés essentiellement à l'étude structurale des parasites avec des utilisations ponctuelles par d'autres équipes de l'unité et à des études de suivi de métaux lourds dans l'environnement, sans que plus de détails ne soient mentionnés.

Un fait marquant et tout à fait positif et qui semble avoir beaucoup mobilisé certains acteurs du projet GEM au cours du contrat quadriennal écoulé, est la mise en place de la Plateforme Marine Stella Mare, grâce à des fonds européens, nationaux et régionaux. Ce projet implique le développement de nouvelles infrastructures de recherche et de transfert de technologie dans le domaine de l'aquaculture et de la pêche durables. La PF Stella Mare a été inaugurée en 2011 et comporte également un volet de formation à destination des professionnels de la filière aquacole et pêche. La première étape de la mise en place de cette plateforme est une base avancée afin de mettre en œuvre des projets de culture d'animaux marins. Pour l'instant deux programmes ont démarré, l'un sur la culture d'une espèce locale d'oursin, *Paracentrotus lividus* dont les populations locales sont en régression à cause d'une sur-pêche, et l'autre sur la production de juvéniles du homard européen, *Homarus gammarus* afin d'enrichir à terme les populations naturelles pour la pêche côtière.

Cinquante articles ont été publiés dans des revues à comité de lecture dont le facteur d'impact est compris entre 1.2 et 2.5, dont 34 en écologie parasitaires ou parasitologie, 6 en fonctionnement des écosystèmes et 4 en géologie. Aucun article n'a été publié rassemblant des auteurs de plusieurs disciplines de GEM, ce qui peut refléter un manque d'intégration au sein du projet.

La répartition des publications au sein des acteurs de GEM est très inégale. On note également deux conférences invitées, dont une internationale et de nombreuses communications à des congrès internationaux.

Quatre thèses ont été soutenues et six post-doctorants français ont été accueillis depuis 2007.

Le projet a développé 16 collaborations nationales et 11 collaborations internationales. Parmi celles-ci, on dénombre 7 projets en écologie parasitaire avec plusieurs pays africains et deux pays européens, l'Angleterre et l'Espagne.

Les acteurs de GEM sont tous enseignants-chercheurs avec des charges d'enseignement et des responsabilités pédagogiques importantes, dont deux sont non-productifs.



Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

L'équipe GEM est fortement intégrée dans le contexte socio-économique local et bénéficie de nombreux contrats tels que des contrats de prestation de service avec EDF et des contrats avec la filière aquacole. Le développement de la plateforme Stella Mare qui est une réponse ambitieuse à une demande émanant des filières pêche et aquacole corses est une réalisation remarquable, d'une part par la rapidité avec laquelle l'équipe a su générer des fonds et faire émerger le projet et, d'autre part, par les infrastructures dédiées qui vont être mises en place. Le volet transfert technologique prévoit en effet, outre la base avancée déjà existante, la construction d'une base expérimentale aquacole de plus de 2000 m² qui comportera de nombreux bassins d'écloseries et de stabulations en conditions contrôlées ainsi qu'un mésocosme. La PF Stella Mare est soutenue par de nombreux partenaires professionnels, institutionnels, scientifiques et associatifs et a été labellisée par le Pôle Mer PACA. Elle a été établie sur le site du cordon lagunaire de Biguglia et s'inscrit dans une volonté de participer au développement d'une aquaculture et d'une pêche durables en Corse et en Méditerranée. Ce projet se déclinera à terme en 4 pôles, un pôle de recherche, un pôle de transfert de technologie en aquaculture, un pôle de formation pour les professionnels de la filière halieutique et un pôle de vulgarisation vers les scolaires et le grand public. La PF Stella Mare est pilotée par une Unité Mixte de Service (UMS) du CNRS avec deux personnels ITA affectés, ce qui est un point fort du dispositif.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

On note seulement deux invitations à des conférences nationales ou internationales et l'équipe n'a accueilli aucun doctorant, post-doctorant ou chercheur étranger au cours du contrat écoulé. L'équipe est cependant impliquée dans plusieurs projets européens en tant que partenaire. Le développement de la PF Stella Mare qui s'inscrit déjà dans un contexte national et international fort avec par exemple une labellisation par le PRES Euro-Méditerranée et le RETI (Réseau d'Excellence des Territoires Insulaires) devrait fournir l'occasion de renforcer le rayonnement et l'attractivité de l'équipe sur le plan national et international dans les années à venir.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans :

Il est assez difficile en l'état actuel du rapport et de la visite sur site de se faire une idée précise du projet scientifique de l'équipe. Il est prévu de continuer les études parasitologiques descriptives ainsi que les études en hydrogéologie dans la continuité du précédent contrat. L'équipe affiche une volonté de s'inscrire, en lien avec le développement de la PF Stella Mare, dans une volonté de mener une recherche amont de qualité, ce qui est positif, cependant aucun axe précis de recherche n'est vraiment détaillé et on ne voit pas bien la stratégie scientifique qui est envisagée. Ce point est regrettable au regard des enjeux ambitieux de la plateforme et pourrait présenter un risque à terme.

Conclusion :

▪ *Avis Global :*

L'avis global est très mitigé. Le bilan scientifique de l'équipe est de qualité moyenne et ne correspond pas à l'affichage de pluridisciplinarité qui est mentionné dans le rapport. On constate plutôt des projets peu novateurs en comparaison des problématiques du même type, menées dans un contexte national et international, conduits en parallèle et sans réelles interactions. Cet aspect se retrouve dans les publications de l'équipe qui produit de façon indépendante dans les domaines de la parasitologie, de l'hydrogéologie et de l'écologie.

▪ *Point fort et opportunités :*

Le point fort et porteur de l'équipe est clairement la mise en place de la PF Stella Mare, réalisation de grande qualité de l'équipe au cours du contrat écoulé. Le pôle transfert technologique de la PF est très robuste et les porteurs ont su se doter de compétences techniques tout à fait adaptées dans le domaine de l'aquaculture pour assurer un bon développement de ce volet en prise avec la problématique de la filière halieutique locale. La PF Stella Mare offre une occasion appréciable pour l'équipe GEM de développer des projets de recherche interdisciplinaires de qualité et de dimension internationale. Il faudrait cependant définir une stratégie scientifique précise et identifier des priorités de recherche à moyen et long terme. Le projet de recherche de la PF Stella Mare se décline en 3 axes, recensement de la biodiversité, relations des chaînes alimentaires et relations avec le changement global, mais il est nécessaire au sein de ces axes de préciser les méthodologies qui vont être utilisées ainsi que les questions scientifiques qui vont être étudiées.



▪ *Recommandations :*

Il est difficile d'envisager que des recherches sérieuses et de qualité sur la biodiversité du littoral corse et sur l'aquaculture soient menées sans inclure dans les projets des approches de biologie moléculaire. Le comité d'experts encourage vivement l'équipe et l'UMS à se doter de compétences et d'outils dans ce domaine. Cela peut tout à fait débiter modestement par des collaborations ou par le recrutement de post-doctorants qui possèdent ces compétences et monter en puissance dans une seconde étape. Il existe à l'heure actuelle tout un vivier de jeunes chercheurs possédant ces compétences, qui seraient susceptibles d'être attirés par l'infrastructure et l'environnement de la PF Stella Mare.

La mise en place de la Plateforme de microscopie électronique est un point très positif à mettre à l'actif de l'équipe GEM qui a su générer les fonds nécessaires à l'acquisition de ces équipements performants et qui possède un personnel dédié qualifié (IR CNRS). L'outil apparaît en l'état actuel de son utilisation, surdimensionné par rapport à l'usage qui pourrait en être fait s'il était mieux valorisé. Le comité d'experts conseille à l'équipe :

- i. de réfléchir à une stratégie d'animation de cette plateforme qui donnerait plus de visibilité aux acteurs régionaux potentiels,
- ii. d'élargir le spectre d'utilisation de l'outil avec par exemple la mise œuvre de techniques de marquage.

La plateforme Stella Mare ne pourra pas réaliser ses objectifs ambitieux sans une stratégie scientifique clairement définie, ce qui n'est pas le cas actuellement. **Le comité d'experts** demande donc à l'équipe de formuler formellement et de façon plus détaillée le projet et la stratégie scientifiques pour les 5 années à venir et **souhaite qu'un vrai projet de recherche soit soumis à nouveau**. Dans la même logique il serait judicieux de clarifier les liens entre l'équipe GEM et l'UMS en termes de projets de recherche et de personnels affectés.



Équipe 5 : TIC
Nom du responsable : M. Jean François SANTUCCI
Effectifs 9

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
N1 : Enseignants-chercheurs	9	10	8
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC			
N3 : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs			
N4 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*			
N5 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*			
N6 : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	3		
N7 : Doctorants	5		
N8 : Thèses soutenues	4		
N9 : Nombre d'HDR soutenues	0		
N10 : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4		
TOTAL N1 à N7	17	10	8

* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

** Nombre de producteurs de la période 2008-2011 qui seront présents en 2013-2017.

Définition et téléchargement des critères :

<http://www.aeres-evaluation.fr/Evaluation/Evaluation-des-unites-de-recherche/Principes-d-evaluation>.

• Appréciations détaillées

Cette équipe a commencé ses activités en 2008. Elle est composée de 9 enseignants-chercheurs (3 professeurs HDR, 6 MCF, dont un seul HDR) et 5 doctorants, dont 4 financés par des contrats régions, et 1 post-doc.



Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'équipe a pour objectif principal l'étude des systèmes complexes, et est organisée autour de deux activités principales :

- 1) la conception d'une architecture logiciel de multi modélisation et de simulation à événements discrets, permettant d'interconnecter des modèles,
- 2) le déploiement de réseaux de capteurs sans fil nécessaires pour l'acquisition de données, pour des modèles environnementaux (feux, gestion des ressources en eau, tourisme durable, ENR, surveillance risques industriels...).

La thématique de recherche comporte un aspect théorique : concepts génériques pour les systèmes complexes et un aspect pratique constitué par la mise en œuvre de ces concepts (bases de données spatialisées, réseaux de capteurs, simulation des systèmes complexes) qui se développent dans un environnement multidisciplinaire.

Dans le cadre du projet, une plateforme technologique a été développée qui permet d'offrir :

- 1) un environnement logiciel de simulation de systèmes complexes (DEVSimPy) ;
- 2) un plateau technique de déploiement de réseaux de capteurs environnementaux.

Le sujet de recherche est pertinent et original, surtout parce que ces recherches se développent dans un environnement multidisciplinaire et que les applications de la plateforme permettent une collaboration avec les autres équipes de l'unité. Mais il faut noter que l'impact majeur de ces recherches se réalise à travers la plateforme DEVSimPy, pour différents types d'applications, dont certaines sont très hétérogènes (propagation d'incendies, gestion de ressources halieutiques, analyse de mythes).

En effet, les activités de recherche sont centrées sur le formalisme DEVS et sur la plateforme DEVSimPy. De nombreuses extensions ont été proposées au formalisme DEVS au vu des besoins exprimés dans les différents domaines d'application développés dans les autres équipes de l'unité.

Ces extensions motivent les activités de recherche. L'équipe dépend pour ses activités de ces besoins. Il n'y a pas d'anticipation des thématiques de recherche indépendante de l'application.

L'environnement multidisciplinaire présente le risque de la dispersion de thèmes de recherche et un manque d'autonomie des thématiques de recherche.

Il semble qu'il manque, dans cette équipe, une dynamique de publication des résultats et d'encadrement de thèses. Elle présente 55 publications, dont environ 20 sont des publications ACL, mais les 35 restantes sont dans des conférences non répertoriées comme ACL. Pour 9 enseignants-chercheurs, il en résulte une moyenne de 2,2 publications par an, ce qui est correct mais pourrait être mieux.

Il n'y a eu que 4 soutenance de thèses, ce qui montre une certaine carence d'efforts pour attirer de nouveaux thésards.

À signaler aussi que pendant ces quatre dernières années, il n'y a eu aucune soutenance de HDR.

Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

L'équipe bénéficie d'une excellente intégration dans son environnement, avec une reconnaissance de la part d'organismes régionaux, qui contribuent au financement des recherches.

Les activités contractuelles sont pérennes et de bonne qualité, avec des partenaires nationaux et internationaux.

L'équipe présente une bonne capacité à obtenir des financements externes. Pas d'activité dans les pôles de compétitivité.



Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

Pas de prix ni de distinctions octroyés à l'équipe.

Faible recrutement des chercheurs, post-docs et thésards.

Faible activité internationale.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans :

Le projet scientifique est cohérent mais pas très novateur, il est en continuité avec les activités actuelles de l'équipe, à savoir la modélisation et la simulation de systèmes complexes et les réseaux de capteurs sans fil.

Dans la partie modélisation de systèmes complexes, il est proposé de renforcer la plateforme DEVSIMPy avec des extensions permettant aux développeurs d'applications d'utiliser DEVSIMPy comme un environnement d'expérimentation et de validation.

Il n'y a pas de politique d'affectation des moyens.

Conclusion :

▪ *Avis global sur l'équipe*

Équipe avec un thème de recherche bien intégré dans un environnement de recherche multidisciplinaire.

▪ *Points forts et opportunités*

Environnement multidisciplinaire qui favorise la collaboration entre les équipes. Excellente intégration régionale.

▪ *Points faibles*

Manque d'autonomie par rapport aux applications des thématiques de recherche.

L'environnement multidisciplinaire présente aussi le risque de la dispersion de thèmes de recherche. Le risque existe que les thématiques de recherche soient très influencées par les applications.

Bien qu'il existe dans l'équipe une dynamique de valorisation des recherches à travers les contrats avec les industriels et les organismes régionaux, il lui manque une dynamique de mise en valeur des résultats à travers des publications ou l'encadrement de thèses. Les professeurs pouvant encadrer des thésards sont très pris par des activités administratives, ce qui a pour conséquence que les thésards ne sont pas très nombreux.

Avec 20 publications ACL pour 9 enseignants-chercheurs, cela fait une moyenne de 2,2 publications par an, ce qui est correct mais pourrait s'améliorer.

▪ *Recommandations*

- Créer une thématique de recherche propre. Éviter la dispersion dans les applications ;
- Augmenter le nombre de publications dans des journaux ;
- Augmenter le nombre d'HDRs et le nombre de thésards ;
- Continuer l'intégration dans l'unité de recherche et au niveau régional ;
- Augmenter les collaborations internationales.



Équipe 6 :

Champs, Ondes et Mathématiques Appliquées (COMA)

Nom du responsable :

M. Yves DECANINI

Effectifs

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
N1 : Enseignants-chercheurs	7	7	7
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC	2	2	2
N3 : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs			
N4 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	0	0	
N5 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*			
N6 : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	0		
N7 : Doctorants	8		
N8 : Thèses soutenues	Lq		
N9 : Nombre d'HDR soutenues	2		
N10 : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	8	8	
TOTAL N1 à N7	17	9	9

• Appréciations détaillées

L'équipe COMA rassemble les recherches de l'UMR en physique théorique et en mathématiques. Constituée de 7 enseignants-chercheurs et 2 chercheurs, elle couvre un spectre très large de thématiques très différentes :

- champs quantiques et physique de la gravitation (1PR, 1 MCF) ;
- interactions lumière-matière (2PR, 2MCF) ;
- modèles stochastiques de séries intermittentes (1 DR) ;
- mécanique des fluides et écoulements géophysiques (1PR, 1DR, 1MCF) ;
- analyse fonctionnelle et harmonique (1 MCF).

Ce nombre sera maintenu dans les années à venir, mais la thématique « interactions lumière-matière » sera remplacée par « acoustique ». Il en résulte une grande hétérogénéité de thèmes au vu des effectifs.



Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

On compte 32 ACL, bien répartis, notamment entre les quatre thématiques de recherche maintenues dans le projet. À noter l'augmentation du nombre des ACL au cours des dernières années : 4 en 2007, 7 en 2010, 9 en 2011. Le nombre est modeste mais certains articles sont de très bon niveau et publiés dans des revues internationales réputées. Une bonne partie de ces articles est le résultat de collaborations entre les membres de l'équipe, qui sont tous producteurs, mais aussi des collaborations avec des chercheurs français et étrangers.

Une seule thèse a été soutenue durant cette période, mais le nombre des doctorants est en progression (8 inscrits depuis 2008, dont 2 ATER et 2 contrats région). Le nombre de bourses de thèse reste faible, compte tenu du potentiel d'encadrement. Ce potentiel a été augmenté pendant cette période par la soutenance de 2 HDR en 2008, ce qui amène le nombre des HDR de l'équipe à 8.

Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

COMA se trouve dans une position particulière. La politique de l'établissement est de favoriser les recherches dans les sciences de l'environnement et ayant un rapport avec la Corse, mais l'équipe COMA n'a pas réussi à réorienter ses recherches, essentiellement fondamentales, afin de fournir un projet structurant dans ce cadre.

Principales conséquences signalées :

- pas de recrutement récent d'enseignant-chercheur durant les dernières années ;
- difficultés pour obtenir des bourses de thèse ;
- absence de crédits provenant de la Région.

Néanmoins, plusieurs collaborations avec d'autres projets de l'UMR (ENR, FEUX, GEM) ont émergé ces dernières années, montrant clairement une volonté d'intégration dans la politique de recherche de l'établissement.

Plusieurs membres de l'équipe participent régulièrement à des actions de promotion de la science : Fête de la Science, concours Faites de la Science, journées portes ouvertes à destination des lycéens. À noter des interviews dans des émissions « grand public ».

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

L'équipe a organisé deux conférences internationales (au Caire) : la conférence euro-méditerranéenne sur les biomathématiques en 2007 et le congrès franco-egyptien en 2010. Elle organise un séminaire présentant une bonne fréquence compte tenu de la diversité thématique et de la situation géographique.

Le nombre des conférences invitées est faible (2 conférences invités, 2 séminaires invités, 2 cours invités), cependant les membres de l'équipe sont impliqués dans plusieurs GDR, dont un GDR européen. Les collaborations suivies sont pour la plupart avec des chercheurs français, les collaborations internationales restent peu nombreuses.

La capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants et étudiants de haut niveau est faible, du fait en autres, de l'impossibilité d'ouvrir régulièrement un Master de physique et/ou de mathématiques.

Durant les années 2006-2009 l'équipe a participé à trois contrats de recherche, dont 1 ANR et 1 PEPS, mais il n'existe pas de contrat ou de demande en cours.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans :

Le projet scientifique est en continuité avec les activités actuelles de l'équipe, avec des objectifs scientifiques bien détaillés pour les 5 thématiques. Une thématique de recherche sera remplacée. Compte tenu de la taille de l'équipe et de la dispersion thématique, la pertinence de ce choix reste discutable et devra être prouvée. À noter la volonté de poursuivre les collaborations récentes avec d'autres thématiques du laboratoire.

Concernant la faiblesse de l'effectif, la voie envisagée est d'intégrer des membres associés que des tâches administratives ou des services d'enseignement trop lourds ont éloigné de la recherche. Le projet reste vague sur les possibilités futures de recrutement. À noter la volonté du laboratoire de remédier à l'absence de recrutements récents et aux prochains départs à la retraite par l'affectation a priori de 3 postes, 1 PR et 2 MCF, lors des prochaines campagnes de recrutement.



Il n'y a pas de politique claire pour trouver des moyens et/ou pour proposer un projet scientifique à même d'obtenir des financements, notamment au niveau local.

Conclusion :

▪ *Avis global sur l'équipe :*

L'équipe COMA mène des recherches en physique théorique et en mathématiques sur 5 thématiques très différentes, un spectre très large, étant donné les effectifs. La production scientifique est en progrès, mais le nombre de thèses soutenues est très faible. Les choix thématiques ne répondent pas aux souhaits de l'établissement, d'où l'absence de recrutement récent et de financement provenant de la Région. Plusieurs collaborations avec d'autres équipes du laboratoire ont été lancées ; elles doivent être développées et poursuivies. La visibilité au niveau national et international doit être accrue.

▪ *Points forts et opportunités :*

- la volonté et la motivation de développer une recherche fondamentale ;
- la production scientifique et les collaborations en progression ;
- les collaborations nouées récemment avec d'autres projets du laboratoire ;
- la volonté du laboratoire de conserver la recherche fondamentale et de combler l'absence de recrutement récent, ainsi que les 2 prochains départs à la retraite, par l'affectation de 3 postes, 1 PR et 2 MCF, lors des prochaines campagnes de recrutement.

▪ *Points à améliorer et risques :*

- l'intégration de l'équipe dans le paysage scientifique national et international ;
- l'absence de contrats en cours et de financements provenant de la région ;
- le faible nombre des bourses de thèse et l'absence des recrutements de post-doctorants ;
- la moyenne d'âge élevée et l'absence de recrutement récent ;
- la dispersion des thèmes et l'absence de thématiques de recherche susceptibles de répondre aux exigences de l'établissement.

▪ *Recommandations :*

- identifier les thématiques susceptibles de renforcer la visibilité de l'équipe au niveau régional, national, et international et augmenter le potentiel de recherche dans ces directions lors des prochains recrutements ;
- rechercher des contrats aux niveaux national et/ou international, permettant aussi de financer des thèses et de recruter des post-doctorants (par exemple, par la participation à des contrats ANR) ;
- développer les collaborations avec les autres projets de l'UMR ;
- élargir les participations à des conférences, notamment internationales ;
- amplifier les efforts pour stabiliser l'ouverture du Master.



Annexe

Planning d'évaluation

UMR SPE 6134 les 21 et 22 novembre 2011

Dimanche 20 - Ajaccio

Accueil des membres du comité et transport à l'hôtel.

Lundi 21 - Matin - Vignola

- 7h30 Rendez-vous à l'hôtel.
- 8h15-8h30 Accueil des membres du comité (Vignola).
- 8h30-9h00 Huis clos du comité.
- 9h00-9h20 Présentation du projet Energies Renouvelables : M. C. CRISTOFARI.
- 9h20-9h30 Présentation des plates-formes Myrte, Paglia Orba : M. P. POGGI.
- 9h30-09h50 Questions des experts sur le projet ENR.
- 09h50-10h00 Pause café.
- 10h00-10h40 Visite des plates-formes et des plateaux techniques du projet ENR : M. M. MUSELLI.
- 10h40-10h55 Visite du plateau technique « huiles essentielles » du projet RN : M. A. BICHELLI.
- 10h55-12h45 Départ pour Corte.
- 12h45-13h45 Buffet à la faculté des sciences - salle 404 bâtiment Conrad.

Lundi 21 - Après Midi - Corté

- 13h45-14h05 Présentation du bilan de l'UMR : M. P. A. BISGAMBIGLIA, M. F. TOMI - salle 201 bâtiment PPDB.
- 14h05-14h15 Questions des membres du comité
- 14h15-14h35 Présentation du projet FEUX et du logiciel ForeFire: M. P. A. SANTONI et M. J. B. FILIPPI.
- 14h35-14h55 Questions des experts sur le projet et le logiciel.
- 14h55-15h15 Présentation du projet Ressources Naturelles : M^{me} L. BERTI.
- 15h15-15h35 Questions des experts sur le projet.
- 15h35-15h45 Visite des plateaux techniques du projet FEUX de forêts : M. P.A. SANTONI, M. D. CANCELLIERI.
- 15h45-15h55 Visite des plateaux techniques du projet Ressources Naturelles : M. J. COSTA, M^{me} L. BERTI.
- 15h55-16h05 Visite des plateaux techniques du projet Gestion de l'eau en Méditerranée : M. Y. QUILICHINI.
- 16h05-16h30 Pause café - salle 404 bâtiment Conrad.
- 16h30-17h00 Entretien des membres du comité avec les Doctorants, Post-Doctorants, ATER... - salle 201 bâtiment PPDB
- 17h00-17h30 Entretien des membres du comité avec les BIATOS et ITA - salle 201 bâtiment PPDB
- 17h30-18h00 Entretien des membres du comité avec les enseignant-chercheurs et chercheurs de l'Unité - salle 201 bâtiment PPDB.
- 18h15 Transport à l'hôtel.



Mardi 22 - Matin - Biguglia

- 7h30 Rendez-vous à l'hôtel.
- 8h00-8h50 Huis clos du comité.
- 8h50-9h10 Présentation de l'équipe COMA : M. Y. **DECANINI**.
- 9h10-9h30 Questions des experts sur l'équipe.
- 9h30-9h50 Présentation du projet TIC et du logiciel DEVSymPy: M. J. F. **SANTUCCI** et M. L. **CAPOCCHI**.
- 9h50-10h10 Questions des experts sur le projet et le logiciel.
- 10h10-10h20 Pause café.
- 10h40-10h50 Présentation de la plateforme Stella Mare : M. S. **AGOSTINI**.
- 10h50-11h10 Questions des experts sur le projet.
- 11h10- 11h50 Visite de la plateforme M. A. **AIELLO**.
- 12h00-13h30 Buffet servi sur place.

Mardi 22 - Après midi - Biguglia

- 13h30-14h15 Entretien du comité avec les tutelles.
- 14h15-14h35 Présentation du projet de l'Unité par son porteur : M. P. A. **BISGAMBIGLIA**, M. F. **TOMI**.
- 14h35-14h55 Questions du comité.
- 14h55-15h55 Huis clos du comité.
- 16h00 Fin de la visite.



5 • Notation

À l'issue des visites de la campagne d'évaluation 2011-2012, les présidents des comités d'experts, réunis par groupes disciplinaires, ont procédé à la notation des unités de recherche relevant de leur groupe (et, le cas échéant, des équipes internes de ces unités).

Cette notation (A+, A, B, C) a porté sur chacun des quatre critères définis par l'AERES. Elle a été accompagnée d'une appréciation d'ensemble.

Dans le cadre de cette notation, l'unité de recherche concernée par ce rapport (et, le cas échéant ses équipes internes) a (ont) obtenu l'appréciation d'ensemble et les notes suivantes :

Appréciation d'ensemble de l'unité SPE :

Unité dont la production, le rayonnement, l'organisation, l'animation et le projet sont bons, mais pourraient être améliorés.

Tableau de notation :

C1	C2	C3	C4
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
B	B	B	B

Appréciation d'ensemble de l'équipe Energies renouvelables :

Équipe dont la production, le rayonnement et le projet sont bons, mais pourraient être améliorés.

Tableau de notation :

C1	C2	C3	C4
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
B	B	-	B

Appréciation d'ensemble de l'équipe Projets Feux :

Équipe dont la production, le rayonnement et le projet sont très bons.

Tableau de notation :

C1	C2	C3	C4
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
A	A	-	A



Appréciation d'ensemble de l'équipe Ressources Naturelles :

Équipe dont la production et le rayonnement sont très bons. Le projet est bon mais pourrait être amélioré.

Tableau de notation :

C1	C2	C3	C4
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
A	A	-	B

Appréciation d'ensemble de l'équipe GEM :

Équipe dont la production est insuffisante. Le rayonnement et le projet sont bons, mais pourraient être améliorés.

Tableau de notation :

C1	C2	C3	C4
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
C	B	-	B

Appréciation d'ensemble de l'équipe TIC :

Équipe dont la production, le rayonnement et le projet sont bons, mais pourraient être améliorés.

Tableau de notation :

C1	C2	C3	C4
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
B	B	-	B

Appréciation d'ensemble de l'équipe COMA :

Équipe dont la production, le rayonnement et le projet sont bons, mais pourraient être améliorés.

Tableau de notation :

C1	C2	C3	C4
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
B	B	-	B



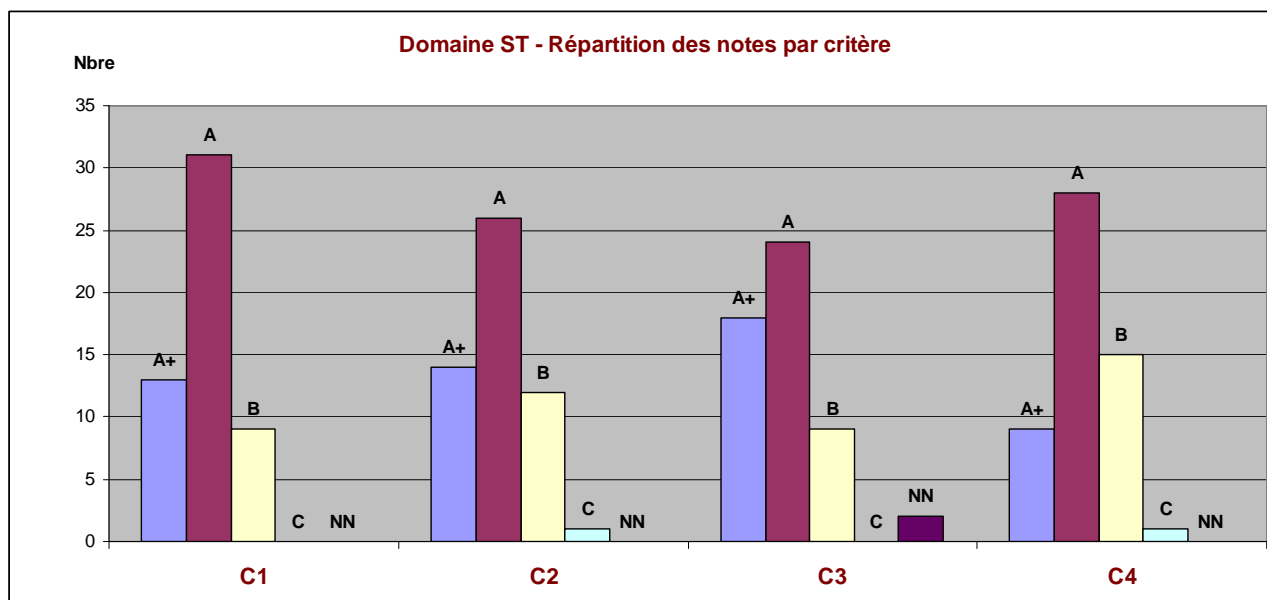
6 • Statistiques par domaine : ST au 10/05/2012

Notes

Critères	C1	C2	C3	C4
	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Gouvernance et vie du laboratoire	Stratégie et projet scientifique
A+	13	14	18	9
A	31	26	24	28
B	9	12	9	15
C	-	1	-	1
Non noté	-	-	2	-

Pourcentages

Critères	C1	C2	C3	C4
	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Gouvernance et vie du laboratoire	Stratégie et projet scientifique
A+	25%	26%	34%	17%
A	58%	49%	45%	53%
B	17%	23%	17%	28%
C	-	2%	-	2%
Non noté	-	-	4%	-





7 • Observations générales des tutelles

Corte, le 19 mars 2012

Monsieur Pierre GLAUDES
Directeur de la section des Unités de Recherche
AERES

Vos références : S2PUR130004554 – SCIENCES POUR L'ENVIRONNEMENT (S.P.E.) – 7200664J

Monsieur le Directeur,

Je vous prie de trouver ci-joint le courrier de Monsieur Paul-Antoine BISGAMBIGLIA en réponse au rapport d'évaluation de l'AERES de l'UMR-CNRS 6134 SPE.

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

Le Président de l'Université de Corse

Paul-Marie ROMANI



Copies :

- Mme Claudine SCHMIDT-LAINE, directrice de l'INSIS du CNRS,
- M. Younis HERMES, délégué régional du CNRS,
- M. Marc MUSELLI, vice-président du conseil scientifique de l'Université de Corse.

Vague C (2013-2017)

Unité de recherche

Réponses – Evaluation AERES

Sciences Pour l'Environnement UMR 6134



UMR CNRS 6134 : Sciences Pour l'Environnement - Université de Corse
Corte : Campus Grimaldi – Tel : +33.4.95.45.01.65
Fax : +33.4.95.45.01.62
Vignola : Route des sanguinaires - Tel : +33.4.95.52.41.44
Bastia : Cordon lagunaire de la Marana
<http://spe.univ-corse.fr>

<i>Présentation Générale</i>	3
<i>Introduction</i>	3
<i>Réponses sur l'appréciation de l'unité</i>	4
<i>Projet Scientifique : Projet - ENR</i>	8
<i>Thématique générale</i>	8
<i>Programme scientifique</i>	10
<i>Axe « Production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables d'énergies »</i> <i>(PESENR)</i>	10
<i>Axe « Etude des ressources énergétiques »</i>	21
<i>Axe « Maîtrise de l'énergie dans l'habitat»</i>	23
<i>Réponses aux questions de l'AERES</i>	24
<i>Réponses : Projet - FEUX</i>	36
<i>Réponses : Projet RN</i>	40
<i>Projet Scientifique : Projet - GEM</i>	42
<i>Contexte et objectifs généraux</i>	42
<i>Perspectives (sur 4 ans)</i>	44
<i>A - Eaux douces</i>	44
<i>B - Eaux littorales et marines</i>	46
<i>C - Parasitologie</i>	51
<i>Objectifs (sur 4 ans)</i>	54
<i>Note explicative concernant la Plateforme Stella Mare</i>	62
<i>Contexte</i>	62
<i>Vision stratégique</i>	63
<i>Perspectives et objectifs quadriennaux</i>	63
<i>Conclusion</i>	65
<i>Note explicative concernant le SERME</i>	66
<i>Réponses : Projet - TIC</i>	68
<i>Réponses : Equipe – COMA</i>	70

Présentation Générale

Les membres du laboratoire remercient le comité d'experts de l'AERES pour l'aide qu'ils leur ont apportée en évaluant leurs travaux. Ils prennent acte des remarques et recommandations formulées dans le rapport et ils en reconnaissent la pertinence et voudraient cependant éclaircir certains points développés ci après.

Conformément aux recommandations, les experts trouverons également les projets scientifiques détaillés pour ENR et GEM.

Les membres de l'UMR espèrent que le comité d'experts prendra en compte ces précisions dans la suite de leur évaluation.

Introduction

Plusieurs raisons structurelles permettent de comprendre voir d'apporter des éléments de réponses concernant les remarques du comité.

1 – Un spectre très large – 12 section CNU

L'originalité de notre unité vient de cette diversité, et d'une ouverture à l'ensemble des « sciences exactes » très récente. Cette structuration a créé des bouleversements profonds tant au niveau organisationnel qu'au niveau des thématiques de recherches. En particulier certaines ont été abandonnées, d'autres ne sont maintenues que pour terminer un processus en cours.

2 – Un service administratif sous dimensionné

L'UMR dispose d'une responsable administrative dans l'unité depuis 2010 et de deux personnels, une catégorie B et une catégorie C (contractuelle), en charge de la gestion financière. Cette structure peut être qualifiée de « familiale » au regard des enjeux scientifiques et en particulier pour accompagner la forte augmentation des contrats.

3 – Une faiblesse de supports de recherche

Nous ne disposons que de deux DR, dont un doit partir à la retraite dans l'année, et de deux CR dont un contractuel qui terminera son contrat en août. Cette situation constitue un lourd handicap et obère la possibilité de développer certains projets.

Réponses sur l'appréciation de l'unité

On note l'absence d'enseignants-chercheurs relevant de la section 63 (Génie électrique, électronique, photonique et systèmes).

Reponse ENR

Il manque une véritable politique d'animation scientifique, tant au niveau des équipes ..., qu'à celui de l'ensemble de la formation.

Compte tenu du peu de personnels administratifs dont dispose l'UMR, nous avons en relation avec l'école doctorale mis en place une politique de formation des doctorants sous la responsabilité de cette structure. Le responsable de cette école, le professeur Jean Costa, est également membre de notre laboratoire.

Nous allons proposer à partir de cette année une politique d'animation scientifique pour le laboratoire, basée sur 6 séminaires organisés par des conférenciers du continent et 6 séminaires thématiques organisés par des membres du laboratoire.

Il y a trop peu de collaborations suivies avec des laboratoires du continent.

Nous comptons en effet moins d'une dizaine de collaborations suivies avec des laboratoires du continent, auxquelles il convient d'ajouter des collaborations suivies avec plusieurs laboratoires européens et des pays du Maghreb. Cela s'est traduit par 224 ACL cosignées avec d'autres laboratoires, 129 (+35% de nos publications) dans le cadre de collaborations nationales et 139 (38%) dans le cadre de collaborations internationales. Nous pensons que ces chiffres auraient permis de casser cette image « d'isolement ».

Un déficit de doctorants se manifeste clairement chez FEUX et GEM.

Dans le projet FEUX, le faible potentiel d'encadrant, les difficultés pour obtenir des financements, et le fait qu'il n'y ait pas de vivier local permettent d'expliquer cette situation.

Dans le projet GEM, à l'exception de la géologie où les personnels habilités sont à quelques mois de la retraite, il y avait jusqu'en 2010 un faible potentiel d'encadrement. De plus, la mise en place de la plateforme Stella Mare a mobilisée plusieurs personnes au cours de cette période. L'ouverture de celle-ci en novembre 2011 et l'obtention de deux contrats européens devraient contribuer rapidement à modifier cette situation.

D'ailleurs, en se référant aux dépôts de sujets de thèses pour l'année 2012, on constate que les deux projets ont proposé des sujets qui pourraient combler ce déficit.

La production scientifique est en générale de niveau acceptable, mais elle est hétérogène et inégale entre les équipes.

L'hétérogénéité de notre production peut s'expliquer par i) notre spectre très large ii) le fait qu'il existe encore des publications issues de recherches menées avant la restructuration de l'unité iii) une politique de publications très différentes entre les projets. Par exemple, certains projets privilégient les communications avec actes dans des congrès.

Il faut veiller à trouver un équilibre entre la prise en main et l'exploitation des plateformes à des fins technologiques et de transfert, d'une part et le maintien d'une recherche de base de qualité et originale d'autre part.

Les deux projets de recherche ENR et GEM sont détaillés dans la suite du document et devraient permettre de présenter les recherches de base qui seront menées en relation avec les plates formes MYRTE et STELLA MARE.

Projet MYRTE : Nous développons depuis près de vingt ans une approche « système » permettant l'optimisation des flux qu'ils soient massiques ou thermiques. A travers la PFT, nous sommes positionnés précisément sur l'Axe « Systèmes » du GdR PACS (Cf. prg scientifique).

Le CEA et HELION présents sur le site de Vignola sont en charge de l'exploitation de la PFT MYRTE. Il s'agit pour nous d'assurer le maintien de notre recherche de base de qualité conduisant à la construction d'ANR et une production scientifique de qualité (Publications de rang A) et en aucun cas devenir des prestataires de services. Dans ce sens, par souci de dissociation des missions, une antenne applicative de l'INES a été développée, l'antenne « INSEME » et ce afin d'assurer des actions de transferts technologiques et de prestations technologiques dans les domaines du Stockage et de la Construction Durable BBC et cette antenne intégrera aussi un data center de gestion d'expérimentations scientifiques.

Projet STELLA MARE : La note explicative en page 62 présente la différence qu'il existe entre l'UMS et la recherche fondamentale menée dans le projet GEM.

Les ressources financières proviennent en grande partie des programmes CPER : nécessite de diversification.

Il est vrai que sur la période écoulée l'unité a bénéficié de crédits importants en provenance du CPER.

Pourtant si l'on se réfère à l'année 2011 on constate que 57% des 3,5 M€ des crédits ouverts proviennent de contrats de recherche, et que ces ressources financières sont en constante augmentation. Nous sommes en effet passés de 417K€ en 2007 à 1838K€ en 2011.

Compte tenu du faible nombre de personnels administratifs mis à notre disposition, toute la gestion des contrats (autre que financière) est à la charge des chercheurs. Il nous semble difficile et préjudiciable à l'activité de recherche d'augmenter ces ressources sans un accompagnement administratif conséquent.

Nombre d'équipes présentent un caractère multidisciplinaire : attention à conserver un « esprit de laboratoire », et veiller à renforcer les croisements disciplinaires, pour ne pas avoir des équipes qui fonctionnent côte à côte sans interactions.

Tous nos projets, mis à part le projet TIC sont pluri-disciplinaires. Durant cette période, notre travail a consisté à regrouper toutes les recherches sur des thématiques communes, en faisant petit à petit l'impasse sur des recherches marginales. Depuis deux ans, nous favorisons également les interactions entre les projets et les disciplines. Ceci s'est traduit en particulier par la mise au concours de 3 postes :

- *PR en mathématiques dans le projet COMA (mis au concours cette année) en liaison avec le projet GEM sur l'aspect marin en mécanique des fluides et des écoulements géophysiques.*
- *MCF en physique dans le projet COMA (mis au concours cette année) sur l'étude des modèles stochastiques dans le domaine des énergies renouvelables en liaison avec le projet RN.*
- *MCF en informatique dans le projet TIC (mis au concours l'année dernière) sur l'étude et la mise au point de capteurs sans fils dans le cadre des feux de forêts en liaison avec le projet FEUX.*

Il recommande en particulier vivement que les équipes ENR et GEM revoient de façon détaillée leur projet et la stratégie scientifique pour les 4 années à venir et il demande, que pour chacune de ces deux équipes, un vrai projet de recherche scientifique lui soit à nouveau soumis.

Voir partie correspondant aux réponses ENR et GEM.

Il renouvelle ici les conseils déjà évoqués pour préparer la politique de l'emploi, en améliorant le nombre d'habilités.

Parmi les 60 personnels de l'unité, 50% possèdent une HDR. Depuis la visite de l'AERES deux nouvelles habilitations ont été soutenues. Les 28 personnes restantes sont pour une moitié de jeunes maîtres de conférences (moins de 6 ans au laboratoire).

En outre, la sensibilisation des personnels aux risques liés à des manipulations de produits dangereux (comme par exemple lors de test en combustion) peut être améliorée, par exemple par la mise à disposition d'équipements de protection adaptés.

La sécurité des expérimentateurs est impérative. Il sera demandé aux ingénieurs responsables de la plateforme de terrain et du laboratoire de combustion de rédiger un guide de sécurité en accord avec l'ACMO de l'UMR comprenant toutes les mesures et matériels nécessaires à la sécurité des personnes et des biens pour les expériences menées en laboratoire.

Projet Scientifique : Projet - ENR

Thématique générale

Le chapitre 17 de l'Agenda 21 (Conférence de Rio, 1992) stipule que les îles sont des cas particuliers à la fois d'un point de vue environnemental et de leur développement; elles ont des problèmes spécifiques et sont extrêmement fragiles et vulnérables. Dans le contexte du développement durable, l'énergie est la pierre angulaire de leur stratégie de planification.

Les limites traditionnelles dans le domaine de l'énergie telles que la distance aux réseaux principaux, la petite échelle, les difficultés de distribution et l'absence de grands marchés traditionnels sont plus que contrebalancées par l'extrême abondance des sources renouvelables d'énergie et l'incroyable adaptabilité et capacité d'intégration des technologies d'énergies renouvelables ; des facteurs qui tranchent avec l'inefficacité et le coût élevé des systèmes à énergie conventionnelle dans ces régions insulaires. En fait, nous pourrions dire que les îles doivent devenir de véritables laboratoires pour l'avenir des énergies « durables ».

C'est dans ce contexte que s'inscrivent les activités du projet « Energies Renouvelables ». Elles s'articulent autour de la gestion optimale des ressources renouvelables d'énergie – l'étude, l'optimisation et le diagnostic des systèmes de production et l'utilisation rationnelle des flux énergétiques déterministes.

*Notre démarche **est d'étudier le système globalement à travers une approche « système »** : en effet, un système utilisant les ressources solaire ou éolienne n'est pas seulement tributaire de sa fiabilité technique et des performances individuelles de ses composants, il dépend de l'agencement des différents composants, de la stratégie de fonctionnement des divers sous-systèmes et de son dimensionnement ; de plus, il est dépendant, par nature, des rythmes et aléas de son approvisionnement en énergie. Cette démarche utilise une méthodologie système globale prenant en compte tous les particularismes liés à l'utilisation des sources renouvelables d'énergie.*

La problématique générale posée par les systèmes utilisant une source renouvelable d'énergie d'origine phénomène (vent, soleil) est la suivante : comment utiliser au mieux un flux énergétique (éclairage solaire, vitesse de vent) fortement dépendant du temps et de l'espace pour répondre à une demande énergétique présente généralement sous une autre forme, elle aussi aléatoire dans le temps ?

La particularité des chaînes de conversion solaire ou éolienne, comme celle de tout système à intrant énergétique d'origine phénomène provient du caractère intermittent de la source du

fait des variations météorologiques non prévisibles. Ainsi, même pour un système parfaitement connu d'un point de vue mathématique, certaines grandeurs telles que rendement, efficacité ou productivité restent liées aux fluctuations spatio-temporelles de la source mais également de la charge. C'est donc pour cette raison que la connaissance et la caractérisation de la source énergétique doivent être étudiées de manière très précise. L'extrait énergétique (la consommation) est lié quant à lui aux besoins de l'utilisateur et/ou aux caractéristiques du réseau de distribution d'énergie. Nous devons également s'assurer du bon fonctionnement de l'ensemble de la chaîne de conversion en effectuant son diagnostic. Le système sera dit en « bon fonctionnement » si les mesures vérifient les équations du modèle. Cette partie détection de défaut est complétée par une approche plus ambitieuse qui consiste à localiser le défaut et proposer le cas échéant un mode de fonctionnement dégradé.

Ainsi, nos recherches se développent autour de trois axes :

La production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables d'énergie (PESENR) :

- *à grande échelle : très souvent, il s'agit de systèmes directement connectés au réseau de distribution. Cette production pose des problèmes du fait de sa forte variabilité qui perturbe le fonctionnement du réseau de distribution. Il faut donc étudier les interactions dynamiques inévitables entre l'offre et la demande et analyser l'intervention de plusieurs facteurs tels que : foisonnement des systèmes de production, stockage d'énergie, taille du réseau, Pour préserver la stabilité du réseau au fur et à mesure de l'augmentation de la capacité installée.*
- *décentralisée multi-sources (appelés hybrides) : il s'agit de systèmes d'approvisionnement en électricité la plupart du temps pour l'alimentation des sites isolés (mais pas nécessairement) couplant divers types de productions telles que éolienne, photovoltaïque et autres. Ils permettent une fourniture d'électricité plus fiable et moins coûteuse. Il convient devant la complexité de ces systèmes de développer des méthodes de dimensionnement intégrant une optimisation de la gestion de l'énergie et une étude de coût de production optimale.*

L'étude des ressources énergétiques :

- *Absolument nécessaire pour les raisons exposées précédemment : étude statistique, développement de corrélation et de modèle, interprétation physique des phénomènes, utilisation de méthodes d'intelligence artificielle, étude des liens pollution atmosphérique-rayonnement solaire, variabilité spatiale par désagrégation d'images satellitaires, prédiction à différents horizons.*

La maîtrise de l'énergie dans l'habitat (MDE) à travers :

- *le développement de capteurs solaires innovants (thermique et/ou photovoltaïque) : dans ce domaine, nous avons déjà développé un capteur solaire à air autonome, un*

capteur solaire en matériau composite et nous travaillons actuellement sur un volet air solaire et un capteur solaire ECS thermique, tous deux à « haute intégration dans l'habitat » et nous continuons nos études sur les capteurs hybrides de production simultanée de chaleur et d'électricité.

- l'étude d'un condenseur radiatif pour la récupération d'eau de vapeur atmosphérique et la climatisation passive. Nous avons mis en place un programme de recherche qui s'articule sur le développement de nouvelles structures de condenseurs avec nos partenaires (CEA, IMT, ...) ainsi que sur l'étude du vieillissement du matériau de condensation.

Nous abordons aussi **le diagnostic des systèmes de production thème intégré dans les axes PESENR et MDE** : étant donnée la complexité des systèmes et le nombre important des paramètres qui entrent dans leur fonctionnement, un automaticien a rejoint notre équipe et développe des méthodologies de diagnostic des systèmes complexes qu'il applique à nos systèmes. On peut ainsi s'assurer du bon fonctionnement de l'ensemble du système et optimiser ainsi la production de ce dernier. A cette démarche est également associée une étude de positionnement de capteurs sous contrainte d'observabilité et de redondance. De même, la complexité de l'évaluation des systèmes, attestée par la multiplicité des critères de comparaison et des acteurs concernés, est étudiée transversalement depuis 2007 avec un économiste (MCF HDR 05) de l'UMR LISA, travaillant et publiant avec l'équipe sur l'approche multicritère de surclassement.

Programme scientifique

Axe « Production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables d'énergies » (PESENR)

L'investissement de développement de la Plateforme MYRTE à hauteur de près de 25M€ nous conduira sur ce quadriennal à concentrer nos efforts de recherche sur les questions d'hybridation de la PAC avec d'autres sources électriques. En effet, MYRTE hybride un **générateur photovoltaïque d'une puissance de 560 kWc** (2240 modules TENESOL 250 Wc couplés à 28 onduleurs SMA de 17 kW triphasés) avec une chaîne hydrogène constituée d'un **électrolyseur de 200 kW** (40 Nm³/h), d'un stockage de gaz H₂ (2800 Nm³ @35 bars) et O₂ (1400 Nm³ @35 bars) et **d'une pile à combustible de 200 kW**. Ce couplage présente une première internationale en termes d'hybridation de puissances installées.

Dans un souci d'assurer des missions de hauts niveaux scientifiques, coordonné par un consortia de laboratoires de recherche de qualité, notre programme scientifique fait partie intégrante du programme scientifique du GDR Piles à Combustible, Systèmes (PACS).

*L'existence de ce groupement de recherche a permis d'organiser les communautés scientifiques des piles à combustible et systèmes (PACS) du CNRS, représentant plus de 150 chercheurs répartis dans une cinquantaine de laboratoires et d'établir des liens forts avec les autres acteurs de la recherche (industriels, universités et autres organismes de recherche) dans le domaine des piles à combustible. Cette structuration a notamment permis la tenue de réunions biennuelles de haut niveau scientifique ainsi que la constitution de consortia de qualité pour répondre avec succès aux appels à projets des agences de financement nationale et communautaire. **Considérant ces résultats et souhaitant poursuivre les efforts de structuration déjà entrepris, les Parties ont décidé de créer un nouveau groupement de recherche 3339 dénommé « Piles A Combustible, Systèmes » (PACS).***

La recherche au sein de ce GdR PACS est organisée autour de trois axes, divisés en sous-groupes thématiques :

Axe « PACEM » : Piles A Combustible à Electrolyte Membrane

- *sous-thématique 1 : Membranes,*
- *sous-thématique 2 : Catalyseurs,*
- *sous-thématique 3 : Cœur de pile,*
- *sous-thématique 4 : Vieillessement,*
- *sous-thématique 5 : Electrolyse.*

Axe « SOC » Cellules à Oxydes Solides

- *sous-thématique 1 : Electrolytes céramiques,*
- *sous-thématique 2 : Nouveaux matériaux d'électrodes,*
- *sous-thématique 3 : Inter-connecteurs et verres de scellement,*
- *sous-thématique 4 : Synthèse, mise en forme des matériaux par voie « sèche » ou « humide »,*
- *sous-thématique 5 : Electrochimie de cœur de pile,*
- *sous-thématique 6 : Performances de piles et durabilité.*

Axe « Systèmes »

- *sous-thématique 1 : Modélisation des systèmes PAC*
- *sous-thématique 2 : Diagnostic de la PAC et des systèmes PAC*
- *sous-thématique 3 : Hybridation de la PAC avec d'autres sources électriques*

Notre programme scientifique répond aux objectifs scientifiques réalistes que s'est fixé le GdR dans l'Axe « Systèmes » à savoir l'hybridation de la PAC avec d'autres sources électriques intégrant la modélisation des systèmes (PV, Electrolyseur, PAC, ...) et le diagnostic.

A noter que notre équipe de recherche réalise des travaux de recherche sur l'hybridation des systèmes connectés réseau et sur l'hybridation des systèmes isolés depuis vingt ans et pionnier en France sur cette thématique de recherche et ainsi présente une compétence reconnue sur l'analyse et l'optimisation de tels systèmes (groupe électrogène, batteries, générateurs photovoltaïques, éoliennes, ...) _L'équipe puis le projet présente à son actif plus d'une centaine de publications.

*C'est dans la continuité de nos recherches que ces plateformes ont donc été développées et ce afin de répondre à un enjeu majeur pour les prochaines années qui est celui lié à la problématique énergétique des îles (700 îles dans l'UE représentant 16 Mh et 10 000 îles à l'international représentant 500 Mh) et afin de permettre une intégration massive des Energies Renouvelables dites intermittentes (solaire et éolien) dans les réseaux électriques insulaires ou dans les Zones Non-Interconnectées, et ainsi de pouvoir dépasser **ce seuil limite des 30% pour l'intégration d'énergies renouvelables**¹.*

Sur cet axe, nous avons développé des instruments scientifiques qui permettront un trait d'union entre expérience et théorie et connaissance pure et connaissance appliquée.

MYRTE² dans sa configuration actuelle est un des premiers résultats que nous avons obtenus par le projet PEPITE³ de l'ANR PAN'H. Ce projet nous a permis de simuler et d'optimiser un système constitué d'une centrale photovoltaïque et d'une chaîne hydrogène. Chacun des sous-systèmes ayant été modélisés et associés. Des algorithmes de pilotage ont été imaginés et testés théoriquement.

Il est question aujourd'hui d'évaluer la capacité technologique du système PV-chaîne hydrogène à répondre à différentes fonctions telles que l'écrêtage de pointes de consommation, le lissage de production, la garantie de production PV. En complément de ces interrogations, une approche technico-économique sera développée. Cette étude doit apporter des informations quant à la pertinence économique du couplage PV-chaîne hydrogène et doit permettre d'identifier les possibilités de réduction des coûts.

Il s'agira donc sur MYRTE de tester la robustesse de ces modèles en les validant par les mesures effectuées, de valider le pilotage du système en travaillant sur les aspects dynamiques (étude de phénomènes transitoires, temps de réponse des sous-systèmes)...

¹ Arrêté du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement à un réseau public de distribution d'électricité en basse tension ou en moyenne tension d'une installation de production d'énergie électrique – Article 22

² Mission hYdrogène Renouvelable pour inTégration au Réseau Electrique

³ Power Study And Experimentation for the Intermittent Energy Management using Electrochemical Technologies

La conception et le dimensionnement de MYRTE sont donc issus des résultats de l'ANR PEPITE. Cette expérimentation est issue de nos travaux et compétences développés depuis plusieurs années au sein de l'équipe : la modélisation, simulation et optimisation de systèmes énergétiques complexes pour l'alimentation des sites isolés, et la problématique de l'interconnexion de sources renouvelables intermittentes sur les réseaux électriques.

L'objectif scientifique du projet PEPITE retenu par l'ANR en 2008, achevé en 2011, avait pour but de démontrer la faisabilité de la filière « électrification hybride EnR – H2 » comme solution pour la gestion des énergies renouvelables intermittentes, démonstration portée conjointement par les laboratoires LITEN du CEA, LAPLACE UMR 5213 de l'INPT, le Centre Énergétique et Procédés de l'École des Mines Paris et ARMINES et la société Hélium Hydrogen filiale d'AREVA.

Une méthodologie d'évaluation technico-économique du couplage PV-chaîne hydrogène a été proposée. Cette méthodologie a ensuite été appliquée pour l'étude d'un scénario de type « écrêtage de pointes » dans le cas de la mise en œuvre de MYRTE.

PEPITE a donc été le premier élément scientifique qui nous a permis de travailler sur l'architecture de MYRTE, son dimensionnement et la simulation de ces applications. Pour cela un code de calcul a été développé, ORIENTE- Optimization of Renewable Intermittent Energies with hydrogeN for auTonomous Electrification qui a fait notamment l'objet d'un dépôt de brevet en France. Il simule la répartition des flux d'énergie au cours du temps entre les différents sous-systèmes et intègre les comportements caractéristiques de ces sous-systèmes. Le code dans sa version définitive a été validé par le Laboratoire LITEN du CEA et le laboratoire LAPLACE partenaires du projet, ainsi que par des comparaisons avec le logiciel TRNSYS, logiciel reconnu dans le domaine de la simulation dynamique de tels systèmes.

Le code ORIENTE, permet de simuler et d'optimiser des systèmes hybrides ENR/H2 de façon précise et offre beaucoup plus de liberté dans le choix de l'optimisation des paramètres ou de la stratégie des flux énergétiques qu'un autre logiciel de type TRNSYS.

Le code numérique ORIENTE a nécessité le codage de l'ensemble des modèles pour chaque sous-système. Son objectif est alors d'estimer tous les couples (PPV : Puissance PV installée, QH2 volume de stockage hydrogène) répondant sans défaillance (Loss of Load Probability = 0%) à la contrainte de charge imposée.

Le logiciel cherche le système optimum pour une puissance PV donnée, puis incrémente celle-ci. Les bornes de cette incrémentation sont définies par l'utilisateur. Pour chacune des simulations, nous connaissons les puissances des composants à installer ainsi que les flux énergétiques et de gaz transitant par ces mêmes composants.

Il permet donc d'analyser les performances du système, d'étudier la gestion des différents flux qui le constitue et enfin de simuler l'évolution des gaz stockés selon les hypothèses de fonctionnement fixées afin de valider la contrainte imposée : assurer une charge donnée (écrêtage sur le réseau ou lissage de la production photovoltaïque).

L'une des premières conclusions « théorique », concernant l'application MYRTE, est qu'écrêter la charge à 4 %, est envisageable avec la taille des composants de ce système. Toutefois, la charge devra être délestée ou modifiée pour les dernières heures de l'année car l'ensoleillement à cette période ne permet pas d'avoir un système reconductible.

De manière synthétique,

- *Le code ORIENTE est validé par l'UDC et par les partenaires (compatible avec les architectures retenues dans le projet ANR).*
- *Le code ORIENTE offre des possibilités de simulation/optimisation décuplées par rapport aux logiciels existants sur le marché (HOMER, TRNSYS, PVSYSY, RETSCREEN etc.)*
- *Le code ORIENTE intègre le calcul des flux thermiques et une analyse des coûts*
- *Le code ORIENTE fait l'objet d'une protection intellectuelle. Logiciel de dimensionnement de systèmes hybrides PV/H2. Propriété intellectuelle déposé sous la référence DL 04175-01 (13/04/2011).*

REF APP : IDDN.FR.001.150020.000.S.P.2011.000.31235

Les perspectives identifiées suite au projet PEPITE qui seront développées dans MYRTE sont les suivantes :

Outil de simulation ORIENTE :

- *Objectif 1- Validation des modèles des sous-systèmes et du système complet via la plateforme technologique MYRTE ;*
- *Objectif 2- Ajustement des paramètres de l'étude économique pour perfectionner cette analyse ;*
- *Objectif 3- Implémentation des modèles de prédictions de la ressource solaire (intelligence artificielle et/ou approches multi-fractales).*

MYRTE doit, dans un premier temps, nous permettre de tester la robustesse des modèles utilisés dans ORIENTE intégrant cet effet d'échelle de puissance et ce en travaillant sur la modélisation des différents sous-systèmes et en les validant par les mesures que nous pourrons faire sur ce grand instrument. A partir du retour d'expérience, nous chercherons à démontrer la faisabilité technique et économique de cette filière de stockage.

Avec cet objectif et dans ce cadre, plusieurs travaux scientifiques seront développés.

I. hybridation Systèmes et Contrôle/Commande pour le pilotage

Le premier aspect de nos travaux va concerner l'étude du système dans sa globalité (analyse macroscopique), des sous-systèmes et des interfaces (analyse « microscopique »). Il s'agira de valider les modèles développés dans ORIENTE et de les faire évoluer en fonction des mesures effectuées. Il s'agira aussi de modéliser les différents blocs technologiques particulièrement multi physiques par des approches de modèles semi-empiriques ou empiriques basés sur une approche macroscopique du comportement des composants (modélisation par l'expérience, approche neuronale, équivalences électriques, ...) ou par des modèles utilisant un formalisme de type graphique (basés sur une approche énergétique macroscopique du système _ bond-graph).

Notre approche est complémentaire à d'autres laboratoires du GdR qui ont des approches de modélisation différentes et fonction des applications envisagées (ex : conception du cœur de la PAC _ membranes électrolytiques, couches catalytiques, de couche de diffusion gazeuse, plaques bipolaires (LEMTA de Nancy, LEPMI de Grenoble, LSGC de Nancy, LET de Poitiers, LMPM de Poitiers, M3M/FCLAB de Belfort).

Des outils et modèles dynamiques seront mis en œuvre afin d'étudier les phénomènes transitoires au sein du système, de valider les modes de fonctionnement (cycles arrêt-démarrage, couplage entre champ photovoltaïque et électrolyseur, temps de réponse de la pile à combustible pour assurer un lissage précis de la production photovoltaïque et commander simultanément le démarrage de l'électrolyseur et le pilotage des onduleurs – fonctionnement en mode dégradé). Les modèles développés devront permettre une modélisation « hardware-in-the-loop », afin de pouvoir proposer d'autres architectures de ce type de système et d'en évaluer la faisabilité technique et leur performance.

Les travaux entrepris dans le projet ANR PEPITE sur l'étude optimale des flux énergétiques seront poursuivis afin de travailler sur l'amélioration de l'efficacité énergétique du système et de son pilotage (injection directe sur le réseau, production d'hydrogène pour assurer un stockage d'énergie prêt à répondre à un besoin donné, ...). Les calculs ont été effectués au pas horaire, des simulations à des pas de temps réduits seront réalisées et ce afin de s'assurer de la validité de nos résultats et en prenant compte notamment les temporisations de démarrage de la pile et de l'électrolyseur.

Sur le diagnostic, la disponibilité et la fiabilité de la PAC pour une utilisation stationnaire (usage domestique ou industriel) dépendent principalement de la détection et de la localisation de défauts en temps réel ainsi que les moyens de reconfiguration en présence de défauts. Nous utiliserons des méthodes basées sur des modèles dynamiques de connaissance pour la surveillance des blocs technologiques (et notamment des PACs). La synthèse d'observateurs basés sur une classe particulière de modèles d'état non linéaires permettra de générer des alarmes par comparaison des sorties réelles et estimées.

La stratégie de gestion de l'énergie devra être explicitée « smart grids ». Les priorités d'orientation des flux d'énergie et de gaz doivent être définies, en fonction de l'état de remplissage du stockage, de la production d'énergie PV et de l'appel de puissance de la charge. Le mode de fonctionnement de la chaîne hydrogène en dehors des périodes d'ensoleillement devra être explicité (maintien des équipements à l'état « prêt à démarrer », arrêt des équipements, etc.). La gestion des flux d'énergie produits ou appelés pour des valeurs inférieures aux seuils de démarrage de l'électrolyseur et de la pile à combustible devra être décrite. De même, la prise en compte dans les simulations de la possibilité de dégrader la production photovoltaïque devra être explicitée.

Les résultats de simulation devront faire apparaître :

- *les profils d'évolution temporelle de certaines variables telles que les pressions d'hydrogène et d'oxygène dans les réservoirs et ce afin d'évaluer le caractère reconvertible du système,*
- *les taux de satisfaction (ou de non-satisfaction) de la charge en temps et en énergie,*
- *le coût actualisé de production de l'énergie rapporté à l'énergie effectivement injectée « vers la charge »,*
- *le coût actualisé de production de l'énergie rapporté à l'énergie totale « potentiellement injectée sur le réseau », c'est-à-dire en tenant compte du surplus de production PV au-delà de la stricte demande de la charge.*

D'autres indicateurs devront également être présentés, tels que :

- *les profils de sollicitation de l'électrolyseur et de la PAC (fréquence de sollicitation en fonction de la puissance ou du débit),*
- *l'encombrement surfacique,*
- *le temps de retour sur investissement en fonction du prix de vente de l'énergie électrique,*

II. Etude des stockages

L'une des briques scientifiques de cette plateforme concerne donc l'étude du stockage à la fois de l'hydrogène et de la chaleur produite par l'électrolyseur et la pile à combustible.

Stockage Hydrogène

Sur cette partie, les compétences scientifiques spécifiques sont détenues par le CEA à travers son laboratoire LITEN (Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Energies Nouvelles) qui est intégré au GdR 3270 ACTHYF. Nous intégrerons ce GdR afin d'échanger et de coordonner co-jointement avec le CEA nos actions dans ce domaine de la filière H2 avec d'autres laboratoires CNRS.

Pour ce type de stockage, deux axes sont étudiés avec le CEA. Le premier concerne l'étude de la fragilisation des matériaux constituant les citernes par l'hydrogène. Des éléments témoins vont être installés début mars afin d'étudier de manière fine le comportement de ce matériau en présence d'hydrogène.

Le second axe concerne une étude comparative entre stockage gaz sous pression et stockage hydrogène sous hydrure. Cette étude s'inscrit dans un programme baptisé HY-CUBE financé par la KIC-INNO Energy de l'EIT. Le projet HY3⁴ a pour objectif, entre autre d'étudier et de tester sur MYRTE le stockage hybride pour des applications stationnaires. Il sera accueilli un élément de stockage hydrogène innovant basé sur des hydrures (MGH2 – stockage solide) développé par une entreprise française McPhy.

L'identification des spécifications du réservoir de stockage McPhy, avec notamment une cinétique de fonctionnement plus rapide que le standard actuel pour répondre à l'application de type énergie renouvelable est à réaliser.

Deux taches sont en cours d'étude :

1 - Besoin en stockage H2 = stockage d'Energies Renouvelables

- *Ecrêtage de la production électrique (bilan journalier)*
- *Lissage de la production électrique (pas plus de 15% de changement de production par tranches de 30 minutes)*

Le fonctionnement prévisible repose sur une utilisation de l'électrolyseur le matin et utilisation de la Pile à combustible le soir.

2 - Aspect cinétique : besoin d'une cinétique rapide

- *le produit devra répondre au besoin du marché Energies Renouvelables*
- *Il paraît intéressant de se caler sur l'état de l'art des capacités de cinétique des électrolyseurs et des Piles à Combustibles*

⁴ Partenaires universitaires : The Royal Institute of Technology (Kungliga Tekniska Högskolan) Sweden, Karlsruhe Institut für Technologie (KIT) Germany, Ulster University England, Warsaw University of Technology

- *Du point de vue projet, il faut être cohérent avec le fonctionnement prévisionnel du système MYRTE de valorisation Energies Renouvelables, définit via des cas de fonctionnement typiques (cas de lissage, cas d'écrêtage, bonne journée, mauvaise journée, journée moyenne, ...) sur 24 heures (données à la minute).*

Ces deux aspects traités, doivent permettre de spécifier et de caractériser l'unité de stockage hydrure. Ces équipements installés sur le site nous permettront de comparer les deux modes de stockage gaz et hydrure (volume stocké, cinétique des réactions, temps de réponse stockage-déstockage....).

Stockage Thermique

Sur cette partie, nous présentons des compétences développées avec PROMES (thèse cotutelle sur les PCM) et nous planifions une participation au GdR AMETH sur le thème 2 relatif aux PCM et ce afin d'échanger et de coordonner nos actions dans ce domaine.

En ce qui concerne le stockage et l'utilisation de la chaleur dégagée par le système, l'objectif est d'améliorer l'efficacité énergétique globale du système et de valoriser ainsi tous les flux énergétiques du système, en :

- *Assurant le refroidissement des systèmes « Pile à combustible et électrolyseur » lors de leur fonctionnement (Conception et réalisation d'un process permettant de réguler les débits et les températures d'eau dans les différents réseaux).*
- *Valorisant la chaleur produite pour chauffer un bâtiment (mise en place d'un système de stockage, stockage la chaleur produite par la chaîne hydrogène, déstockage de la chaleur vers le réseau de chauffage du bâtiment).*

Il s'agira dans un premier temps de comparer deux formes de stockage : stockage par chaleur latente et stockage par chaleur sensible, en comparant la masse et volume de ce type de stockage de chaleur, en étudiant les montées en température, les temps de réaction et de restitution, la stratification dans les unités de stockage....

Les niveaux de température sont de l'ordre de 60-70°C et la quantité d'énergie thermique extraite est de 800 kWh/jour, d'après nos premiers calculs. Une de nos tâches sera d'identifier le matériau à changement de phase permettant de remettre à nos contraintes et une architecture de la boucle thermique est prévue (passage possible de série en parallèle entre les deux ballons de stockage ou bien en les isolants).

Pour cela nous allons travailler sur différents critères :

- *Critères thermiques (température de fusion du PCM qui doit correspondre à la plage de températures d'utilisation, grande chaleur latente de changement de phase,*

grande chaleur massique à l'état liquide comme solide, bonne conductivité thermique pour accélérer le changement de phase).

- *Critères physiques (faible pression de vapeur saturante, faible différence de densité entre l'état liquide et solide du matériau pour pouvoir stocker les deux phases dans le même volume, forte densité pour minimiser le volume de stockage, faible surfusion).*
- *Critères chimiques (stabilité chimique sur de longues périodes, compatibilité avec les matériaux en contact)*

Pour ce qui est de l'utilisation de cette chaleur, il est donc prévu de travailler sur la production de chaleur et de froid pour répondre aux besoins de bâtiment tertiaire (dimensionnement des unités de production, boucle de circulation et de régulation ...).

Tous les travaux scientifiques (modélisation, mode de fonctionnement, ...) seront implémentés dans le code ORIENTE, afin de pouvoir avoir un outil de simulation complet de la chaîne énergétique de type MYRTE.

III. Approche technico-économique

Il s'agit dans cette partie d'estimer le coût de l'énergie produite et stockée par une installation énergétique associant une centrale photovoltaïque, une chaîne hydrogène, et une unité de valorisation de la chaleur connectée réseau. Cette étude sera une étude paramétrique et aura pour objectif d'évaluer la compétitivité de la solution au regard des autres technologies (nécessité de faire du surclassement multicritère basé sur du benchmark).

L'étude paramétrique nous permettra d'identifier à la fois les verrous technologiques à lever et d'identifier des utilisations spécifiques adaptées pour permettre une intégration de la solution sur le marché. Concernant cette partie, l'équipe travaille et publie depuis 2007 avec un économiste MCF HDR 05 de l'UMR LISA sur l'évaluation multicritère de surclassement des systèmes ENR, modélisant les préférences à l'aide de tests de comparabilité et d'acceptabilité par les acteurs.

Ces travaux doivent apporter des réponses aux questions suivantes :

- *quel est le coût de production de l'énergie électrique produite par une centrale PV-H2 répondant à une fonction d'écroûtage des pointes de consommation ?*
- *quel est le coût de production de l'énergie électrique produite par une centrale PV-H2 répondant à une fonction de lissage de production PV (cf. Appel d'offre CRE⁵ 1 pour les centrales en milieux insulaires) ?*

⁵ Commission de Régulation de l'Énergie

- *quel est le coût de production de l'énergie électrique produite par une centrale PV-H2 répondant à une fonction de production PV garantie (cf. Appel d'offre CRE 2 pour les centrales en milieux insulaires) ?*
- *quel est le dimensionnement économiquement optimal d'une centrale PV-H2 répondant à une fonction de stockage donnée ?*
- *pour chacun des scénarios, quels sont les avantages / inconvénients et préférences multicritères selon le type de technologie utilisée pour le stockage des gaz (35b, 50b, 100b, 200b, hydrures ...) ?*
- *quels sont les principaux facteurs de coûts d'une telle plateforme et quelles seraient les possibilités de réduction du coût de production de l'énergie électrique ?*

Les calculs multicritères, notamment technico-économiques doivent être réalisés dans une optique d'exploitation industrielle du système, en s'appuyant sur :

- *les données techniques et économiques du projet MYRTE,*
- *des hypothèses de performances techniques et économiques atteignables à moyen terme (amélioration des rendements, amélioration des durées de vie, réduction des coûts d'investissement et d'exploitation de la chaîne H2,...).*

Pour répondre à ces questions, il est nécessaire de bâtir des outils de simulation numérique afin de calculer le productible du système et sa capacité à répondre à la fonction étudiée (écrêtage, lissage, PV garanti...) sur des durées suffisamment longues pour tenir compte de la variabilité des données météorologiques (utilisation de plusieurs années de données d'éclairement et de température). Des analyses de sensibilité et de robustesse des résultats technico-économiques devront être réalisées pour tenir compte des incertitudes sur certaines des hypothèses effectuées amont.

Les résultats d'optimisation technico-économique doivent faire apparaître l'évolution des valeurs optimales des critères d'évaluation en fonction des plages de variation de leurs composantes. On pourrait par exemple estimer l'évolution du coût de production de l'énergie électrique en fonction de la surface PV installée et de la capacité de stockage.

Enfin, l'intégration d'un mode « perspectives » pourra être implémenté pour des résultats prospectifs et des résultats d'étude de sensibilité pourront être présentés. Il s'agira de définir les variables qui font l'objet d'une incertitude (par exemple : rendement des onduleurs), de fixer les intervalles de variation (par exemple [80%-99%]) puis de représenter l'influence de ces incertitudes sur le coût de production de l'énergie électrique. Par exemple, une approche d'étude de sensibilité de type Monte-Carlo (grand nombre de tirages aléatoires multi-paramètres) peut être utilisée pour représenter l'impact de ces incertitudes sur le coût de production de l'énergie et ainsi juger de la robustesse des résultats technico-économiques.

Les résultats de simulation et d'optimisation technico-économique ainsi que les résultats d'étude de sensibilité devront faire l'objet d'une interprétation critique détaillée. On cherchera avant tout à déterminer des ordres de grandeur de coût actualisé de production de l'énergie électrique et on mettra en avant les principaux facteurs de coût. On analysera la répartition entre les coûts d'investissement et les coûts d'exploitation du système. Des valeurs cibles de coût et de performance pourront être définies pour les différents sous-systèmes (centrale PV, électrolyseur, stockage des gaz, pile), en lien avec une valeur cible de coût de production actualisé « acceptable » pour le marché. Ces valeurs cibles pourront servir à définir un ou plusieurs profils de systèmes de référence et à pratiquer du suivi-évaluation (monitoring) multicritère des systèmes mis en œuvre, pour apprécier ainsi leurs efficacités respectives voire leurs efficacités (efficacités comparées aux coûts). Enfin, des perspectives d'étude devront être proposées (définition de scénarii complémentaires), dans le but d'affiner l'étude de préférences multicritères entre systèmes.

Les résultats obtenus par les premiers calculs multicritères technico-économiques permettront de dégager certaines tendances, qui devront être validées au fur et à mesure de la réalisation du programme expérimental du projet MYRTE (en particulier : validation des modèles techniques et des bilans énergétiques présentés précédemment). A noter qu'un programme scientifique (planification des essais de qualification des sous-systèmes et planification des expérimentations de la plateforme) a été élaboré entre tous les partenaires (document finalisé en février 2012).

Axe « Etude des ressources énergétiques »

I- Prédiction

L'un des éléments clés pour un pilotage optimal des systèmes à source renouvelable d'énergie associés éventuellement à du stockage, consiste en la caractérisation de la ressource (soleil ou vent) afin de pouvoir le contrôler et surtout le piloter, selon les besoins (stockage ou déstockage de l'énergie). Pour cela, il est indispensable de mettre en place des outils et des méthodes de prédiction.

Des travaux dans ce sens sont menés dans l'équipe depuis quelques années, et ont conduit à la soutenance de deux thèses sur le sujet (en 2010 et 2011).

Les outils utilisés sont basés sur des méthodologies stochastiques (processus de Markov, modèles autorégressifs), des méthodologies issues de la théorie des multi-fractales, et des méthodologies issues de l'intelligence artificielle, comme les réseaux de neurones artificiels.

Ces méthodes de prédiction sur des horizons différents ($H+1$, $H+2$, $J+1$) seront ensuite implémentées dans les algorithmes de pilotage des expérimentations MYRTE. Cela nous

permettra d'optimiser le fonctionnement de l'installation, mais de caler nos modèles de prédiction avec la « réalité » in-situ.

Les méthodologies de prédiction basées sur des outils stochastiques et des historiques de données météorologiques seront associés à des prédictions issues d'interprétation d'images satellites et d'images issues de caméras évaluant le rayonnement solaire et le déplacement de masses nuageuses. Ici, l'idée est de se baser sur les images du ciel pour en déduire le mouvement des structures nuageuses et de prévoir la radiation solaire. Les images du ciel sont acquises à l'aide d'images des caméras provenant d'un miroir sphérique et sont traitées avec un réseau de neurones. Ce réseau de neurones détecte la répartition spatiale des nuages en utilisant des séries d'images consécutives passées, et prédit les positions des nuages ainsi que l'irradiation solaire avenir. Afin de poursuivre et d'améliorer nos résultats, nous avons déposé en 2011 une ANR (INEIRIS) « Insertion des énergies intermittentes aux réseaux électriques insulaires » dans le cadre du programme PROGELEC, projet retenu sur liste complémentaire et finalement non-accepté. Il sera déposé à nouveau en 2012. Ce projet regroupe entre autres notre laboratoire, le laboratoire LARGE de l'Université Antilles-Guyane et le PIMENT de l'Université de La Réunion.

Nous prévoyons de fédérer toutes nos compétences sur les modèles non linéaires de séries temporelles avec les autres membres de l'équipe qui s'intéressent à la prévision et l'ensoleillement et ainsi créer un groupe plus important spécialisé dans la prévision de la ressource (vent/soleil).

Ces actions font parties du programme WIRE (Action COST) (Weather Intelligence for Renewable Energies) qui a été lancé sur la thématique de la prévision éolienne et solaire à court terme. Les Actions COST sont des projets de type « réseaux d'excellence » financés par la Commission Européenne. L'objectif de WIRE est de contribuer à l'amélioration des méthodologies de prévision éolienne et solaire. L'Action permet des échanges entre chercheurs, d'organiser des Workshops, de préparer des rapports type Etat de l'Art, de mettre en commun des données, d'élaborer des benchmarkings, d'établir des synergies avec la météorologie.

Concernant les perspectives d'utilisation de modèles physiques pour améliorer les prévisions, outre nos relations avec METEO-FRANCE, nous prévoyons aussi une collaboration avec des membres de l'équipe feux qui travaillent sur un modèle numérique de simulation de feux de forêts. Ces derniers, en étroite relation avec le laboratoire d'Aérodynamique de Toulouse, ont mis en œuvre le programme de simulation "MESO-NH" qui leur permet de modéliser la dynamique atmosphérique sur des échelles intermédiaires.

II- Estimation

Une des problématiques partagées par l'ensemble de la communauté de recherche travaillant sur les énergies intermittentes, réside dans le faible nombre de données de rayonnement solaire et ce à travers le Monde ; qui plus est, lorsqu'elles sont disponibles, elles le sont généralement à un pas de temps élevé voire en valeur moyenne.

La composante la plus mesurée est le rayonnement global horizontal car il s'agit de la mesure la moins onéreuse et nécessitant le moins de maintenance. Selon l'objectif recherché et le système étudié, le pas de temps des données utiles est variable:

- *Pré-dimensionnement ou simulation ;*
- *Systèmes connectés au réseau électrique (fil du Soleil) ou autonomes ;*
- *Présence d'un stockage d'énergie ou d'un tampon de puissance ou non ;*
- *Phénomènes avec inertie ou non*

Généralement, les données solaires horaires sont utilisées dans des modèles quasi-stationnaires pour simuler le comportement des systèmes énergétiques à sources renouvelables. Mais, la forte variabilité de la charge, des sources renouvelables et parfois du niveau du stockage nécessite que les données d'entrées soient connues à un pas de temps encore plus fin pour mieux prendre en compte les écarts entre production et consommation. Nous avons réalisés diverses études afin de déterminer les données de rayonnement solaire sur des plans inclinés à partir de la connaissance de la seule données d'éclairement global sur un plan horizontal. Pour ce faire deux méthodologies ont été appliquées :

- *utilisation de méthodes conventionnelles (couplage de corrélations)*
- *utilisation de réseaux neuronaux artificiels.*

A ce jour, ces méthodes ont été appliquées au pas de temps horaire et sont en cours d'application pour des pas de temps plus fins. Nous nous proposons dans le prochain quadriennal de réaliser les études suivantes :

- *applications des méthodes d'estimations du rayonnement solaire sur des plans inclinés à partir de celui reçu sur un plan horizontal pour des pas de temps de 10 min et d'une minute ;*
- *estimation du rayonnement solaire global horizontal à partir de données météorologiques plus facilement mesurables tels que vitesse de vent, température ambiante, humidité,*

Pour ce faire, nous mettrons en œuvre des méthodes d'intelligence artificielle qui ont montré leur efficacité lorsque les relations entre les informations ne sont pas linéaires et très complexes.

Axe « Maîtrise de l'énergie dans l'habitat »

Concernant cet axe, intégré au GAT bâtiment (BATI2E) parmi les Laboratoires concernés partiellement par l'activité bâtiment, nous étions positionnés sur l'axe 5 concernant les nouveaux concepts de bâtiments intégrés.

L'extrait de la synthèse des débats sur le séminaire R&D organisé par l'ADEME à Sophia Antipolis les 27 et 28 Avril 2004 sur « les besoins d'innovation en solaire thermique » nous a aussi conforté dans cette démarche : [... Un système solaire thermique actif a pour fonction d'assurer le transfert et la conversion de l'énergie solaire incidente jusqu'à la fourniture d'énergie, sous forme de chaleur et, ou d'eau chaude sanitaire. Les produits aujourd'hui commercialisés viennent dès lors « s'ajouter » au bâtiment sans réelle intégration. L'adjonction de capteurs thermiques est à ce titre particulièrement patente. Les problèmes tant techniques qu'esthétiques voire économiques qu'elle soulève constituent d'évidents freins au développement de cette technique énergétique dans les bâtiments. Par ailleurs, le coût de ces produits industriels aboutis à aujourd'hui, de par l'amélioration des processus de fabrication, probablement un plancher. Outre un effet d'échelle résultant d'une croissance rapide des marchés, seule une rupture technologique dans l'acte de conception est susceptible de modifier significativement ce niveau économique. ...] . L'émergence d'une solution était planifiée à l'horizon 2030.

C'est dans ce contexte que nous avons développé l'ensemble des concepts de bâtiments intégrés Twintex®, Volet'Air®, corniche H2OSS® et le Condenseur radiatif. Sur ces concepts nous avons utilisé de nouveaux matériaux et étudié différentes conceptions nouvelles couplant la thermique à l'électrique ou l'aéroulque à la thermique. L'approche a toujours été une approche modèle « système » par une modélisation par éléments finis (discrétisation) afin d'optimiser leur fonctionnement électrique ou thermique. Les concepts ont fait l'objet lors du dernier quadriennal d'une valorisation en terme de production scientifique importante représentant 50% de la production globale, de nombreux dépôts de brevets, lauréats de nombreux concours et objet de créations d'entreprises. Cet axe n'est cependant plus la priorité de ce quadriennal à venir.

Les compétences en thermique seront recentrées sur l'axe PESENr et notamment sur la valorisation thermique dans les systèmes hybridés.

Réponses aux questions de l'AERES

Il aurait cependant été valorisant de situer les travaux tant au plan national qu'international, pour en dégager la pertinence, et l'originalité (par exemple, les travaux sur la signature de la turbulence du vent et son influence sur la qualité prédictive des

modèles de production, les performances d'un capteur combinant thermique et photovoltaïque, les impacts des nouveaux matériaux de revêtement des capteurs...)

La formalisation précédente du rapport remis au comité d'experts a été très maladroite et peu lisible. En effet, l'espace alloué au différents projets de l'UMR nous a conduit à être très synthétique sur les différentes actions de recherche que nous portons sans pour autant les avoir hiérarchiser par degré d'importance et d'effort consenti. Les enjeux cruciaux de notre recherche se situent à la fois sur la potentialité de diminution de la consommation énergétique du secteur des bâtiments, secteur présentant une consommation énergétique très importante en France (Cf. GAT Bât PIE « ou en est la recherche sur l'énergie ? urgence et contrainte ») et sur la problématique énergétique des îles et l'importance de l' « hybridation » pour les systèmes à sources renouvelables d'énergies (Cf. projet scientifique GdR PACS), le marché mondial de la production d'électricité solaire renouvelable « à la demande » étant estimé à plus de 15TWh/an à l'horizon 2020 et est aujourd'hui inexploité du fait de l'absence de technologies adéquates.

Exemple d'éclairage sur les deux exemples cités par le comité d'experts :

- *Le champ de vitesse du vent, en un site donné est très complexe et ses caractéristiques précises dépendent de beaucoup de paramètres (horographiques, météorologiques,...). Si la dynamique du vent est relativement bien comprise à très petite échelle (quelques secondes) où la turbulence domine et à très grande échelle (celle des grands flux géostrophiques), ses caractéristiques à des échelles intermédiaires sont moins connues et surtout dans la couche limite atmosphérique. Or ces échelles (de quelques minutes à quelques jours) sont de prime importance pour des applications à la production d'énergie.*

En étudiant diverses séries de vitesse de vent nous avons mis en évidence l'existence de propriétés statistiques "universelles" (c'est à dire indépendantes des détails du site étudié) et ce, à des échelles intermédiaires entre les échelles turbulentes et les échelles synoptiques. Il s'avère que les fluctuations du vent à ces échelles sont remarquablement bien d'écrites par une cascade très semblable à celle observée aux échelles de la turbulence. Nous avons montré qu'il existe l'existence d'un champ scalaire ω associé au logarithme de l'amplitude des variations de la vitesse et observé des corrélations en \log^2 . En faisant l'hypothèse de l'existence d'un mécanisme de transfert d'énergie par un processus de cascade aléatoire (comme en turbulence pleinement développée) on peut montrer que cette loi en \log^2 résulte d'un effet combiné des fluctuations lagrangiennes et eulériennes qui gouvernent les variations temporelles de la vitesse en un site fixe. Par ailleurs, en exploitant des séries synchrones enregistrées en des sites différents, nous avons montré que la corrélation spatiale de ω est bien en "log" comme le prévoit un modèle de cascade, confirmant ainsi les résultats temporels décrits ci-dessus pour un site fixé. Nous avons observé une

certain universalité dans les paramètres de cette "cascade méso-échelle" et notamment une échelle intégrale de l'ordre de 800 km (ou 5 jours). L'origine physique d'une telle cascade reste mal comprise mais notre modèle permet de rationaliser un certain nombre d'observations telles que la nature fortement non Gaussienne des fluctuations à relativement grande échelle ou le fameux spectre de Nastrom-Gage qui contredirait la nature bidimensionnelle du régime de turbulence méso-échelles.

Sur les bases de ces observations nous avons construit un modèle stochastique de fluctuations de vitesse qui intègre à la fois les effets saisonniers et le phénomène de cascade décrit ci-dessus. Appliqué à la prédiction du vent à court terme ce modèle s'avère très performant quand on le compare aux approches classiques telles que les réseaux de neurones ou les modèles linéaires (de type ARIMA). Ce modèle permet en outre d'expliquer la forme des loi de probabilités étalons utilisées dans l'industrie éolienne (Lois de Weibull) et de relier les paramètres de ces lois aux propriétés de la cascade.

- *Nous avons étudié le comportement thermique d'un système solaire de chauffage de l'eau en utilisant un hybride PV/TH utilisant un matériau nouveau Twintex. Nous avons développé un modèle nodal du système (discrétisation éléments finis). Les variations de températures dans le système thermique (capteur solaire et stockage) ont été calculées et analysés. Nous avons obtenu des rendements moyens égaux à 55,5% pour la partie thermique, 12,7% pour la partie électrique, 68,2% et 88,8%, respectivement, en utilisant l'efficacité totale du système et en intégrant un ratio de conversion Electrique/Thermique. Nous notons l'importance de la récupération thermique par ce nouveau matériau qui peut catalyser le développement de ces systèmes PV. Nous avons étudié le système en « low flow rate » et étudier l'effet des gradients de température du capteur sur la productivité PV.*

La production d'énergie électrique est plutôt ressentie comme une succession de projets (PEPITE et stockage de l'hydrogène, pompage STEP...), sans évoquer suffisamment les problèmes scientifiques génériques qui se posent, et l'originalité des travaux.

Formalisation maladroite qui a été refondue en recentrant nos activités sur l' « hybridation » des systèmes avec systèmes de stockage (Cf. prg scientifique).

La maîtrise de l'énergie dans le bâtiment se situe en fait à l'échelle des composants (capteur à air, volet air - mal défini dans le rapport -, corniche...), sans justifier si ces composants s'avèrent cruciaux et représentatifs des enjeux majeurs actuels. Le dossier d'évaluation évoque le besoin d'approfondir les transferts de chaleur et de masse, sans spécifier sur quels points faire porter les recherches.

Enjeux majeurs (Cf. prg scientifique part MDE). L'orientation et le besoin sur cette partie se situe sur la nécessité de développer des structures anti radiatives et anti convectives et d'en identifier leur capacité en fonction de la géométrie de celles-ci (notamment sur le SRLO). Sur le volet'Air, étudier le couplage aéraulique/thermique et les performances d'un tel système (transfert thermique par mouvement d'air sur concept innovant).

Enfin, pour ce qui est de la condensation radiative, travaux qui ont débuté en 1998, on situe mal les enjeux actuels de la recherche amont, si ce n'est au niveau des matériaux : où sont les spécificités recherchées, les procédés d'obtention, les caractéristiques attendues, les améliorations induites dans le fonctionnement des systèmes de condensation ?

Les enjeux reposent sur la définition de matériaux nouveaux utilisant une matrice polymère pour le refroidissement radiatif naturel infrarouge dont les applications pratiques sont la climatisation de bâtiments en cycle diurne et la condensation de vapeur d'eau en cycle nocturne.

De jour, un matériau peut limiter son échauffement s'il présente une grande émissivité sur le rayonnement infrarouge moyen, et notamment sur la fenêtre spectrale allant de 8 à 14 μm , combinée à une réflectance de l'énergie solaire relativement importante, pour le rayonnement ultraviolet, visible et infrarouge proche. Le refroidissement radiatif naturel participe à une économie d'énergie de climatisation.

De nuit, seul le rayonnement atmosphérique aux grandes longueurs d'ondes (infrarouge moyen et infrarouge lointain) est présent. Il est donc possible de refroidir les matériaux de plusieurs degrés en dessous de la température ambiante par dissipation d'énergie radiative. Un tel refroidissement peut provoquer une condensation de vapeur d'eau atmosphérique sous forme d'eau liquide pouvant être récupérée.

Deux axes de recherches ont été ainsi lancés dans le précédent quadriennal :

- *nécessité de développer des matériaux sélectifs en longueur d'onde (corps noir dans l'IR et corps blanc dans le visible) leur conférant des propriétés de refroidissement importantes, possédant des propriétés mécaniques continues dans le temps, à bas coût et destinés à des pays en voie de développement à faible potentiel technologique,*
- *nécessité de modéliser numériquement par CFD (Computational Fluid Dynamics) la machine thermique (architecture/isolation thermique/matériaux) permettant d'estimer le comportement dynamique et les performances du système sous différentes conditions météorologiques.*

Cette double approche a abouti à une valorisation au titre de la propriété industrielle sur le matériau polymère, l'écriture d'une vingtaine d'articles dans des journaux internationaux et une licence d'exploitation du brevet est en cours auprès d'un bureau d'étude fluide/énergie.

On note que les travaux présentent, dans l'ensemble un caractère plutôt appliqué, avec l'arrivée récente d'une plateforme (Myrte) qui a vocation à devenir un démonstrateur de stockage d'énergie électrique d'origine renouvelable, impliquant l'hydrogène (électrolyse / pile à combustible). Il faudra bien s'assurer de maîtriser l'équilibre entre la définition des enjeux scientifiques, la recherche des connaissances associées à ces enjeux, et l'usage d'un outil consommateur de moyens humains mobilisés sur des objectifs technologiques (quels sont le rôle et l'implication du CEA ?). Le problème crucial du rendement de la chaîne est malheureusement occulté, mais cela est peut être lié au fait que l'ensemble n'est opérationnel que depuis peu de temps.

Le CEA et HELION présents sur le site de Vignola sont en charge de l'exploitation de la PFT MYRTE. Il s'agit pour nous d'assurer le maintien de notre recherche de base de qualité conduisant à la construction d'ANR et une production scientifique de qualité (Publications de rang A) et en aucun cas devenir des prestataires de services. Dans ce sens, par souci de dissociation des missions, une antenne applicative de l'INES a été développée, l'antenne « INSEME » et ce afin d'assurer des actions de transferts technologiques et de prestations technologiques dans les domaines du Stockage et de la Construction Durable BBC et cette antenne intégrera aussi un data center de gestion d'expérimentations scientifiques.

En ce qui concerne le rendement de la chaîne hydrogène, le code ORIENTE a permis de gérer de façon dynamique la chaîne hydrogène de manière à optimiser son rendement, reste pour nous à valider ces résultats théoriques. Le principal inconvénient est le niveau de rendement, déjà très optimisé avec une solution originale de HELION en H₂/O₂ purs (proche de 40% en sortie/entrée). Le rendement pénalise la solution H₂ en OPEX par rapport aux solutions batteries (type sodium/soufre ou Redox à circulation qui sont les benchmarks de la solution) c'est pourquoi nos futurs travaux se portent aussi sur la récupération de la chaleur et de l'optimisation de l'usage _ Stockage de la chaleur dans des matériaux à changement de phase pour avoir une source à température constante è matériaux à changement de phase dans la gamme 50 – 80°C _ Augmentation de la température pour faire de la tri-génération élec/chaud/froid

Ce caractère appliqué débouche en fait sur un faible nombre de prises de brevets.

Brevets sur la fin du précédent quadriennal :

Dispositif à double captation fluidique et calorifique H2OSS®

Brevets déposés à l'INPI

- N°05 02997
- N°05 10429
- N°05 10946
- PCT/FR06/000655–International Patent WO 06/100395

- N°06 04235
- PCT/FR07/051256

Capteur solaire thermique innovant MISTHERM® & MISFORCE®

- N°98 16 552, N°98 16 782

Chauffe-air solaire intégré VOLET'AIR®

- N°03 14 260

Cela dit, la production scientifique est actuellement bien présente, avec 8 producteurs sur 8 ECT, et le bilan sur la période 2007-2011 fait apparaître :

- ***42 articles dans des revues internationales à comité de lecture (ACL) soit 2.3 ACL / ECT Equivalent Temps Plein Recherche par an. Le facteur d'impact, à utiliser certes avec modération, se situe de 0.5 à 4, fréquemment 2 ; cela est tout à fait convenable, pour un domaine récent qui est celui des énergies, à l'égard de références classiques pour les thermiciens : IJTS à 1.7, IJHMT à 1.9 et pour la combustion C & F à 1.2) ;***

2,62 ACL/EC ETPR/an

Rappel sur les charges administratives des EC du Projet durant le quadriennal :

Responsabilités des Masters « SEER » et « INGECO », des Licences Professionnelles « ENR », « Entrepreneuriat », « Electricité et Electronique » spécialité Systèmes Industrielles, du DUT « Hygiène, Sécurité et Environnement », de la Direction des études de l'Ecole d'Ingénieur PAOLI TECH, de la Vice-Présidence du Conseil Scientifique de l'Université de Corse et de la Direction de l'IUT de Corse.

Nous participons fortement à la gestion des filières pédagogiques en correspondance avec nos thématiques de recherche et nous nous impliquons aussi dans des hautes responsabilités administratives de l'université.

Sur ce dernier quadriennal, 4 de nos EC ont demandé la Prime d'Excellence Scientifique et l'ont obtenu par le comité d'experts des instances nationales. 3 dossiers ont été notés A, note maximale et 1 dossier a été noté B. Il s'agit pour nous, de disposer de membres positionnés sur un programme permettant une réelle valeur ajoutée scientifique. C'est pourquoi notre stratégie sur le quadriennal à venir repose sur le positionnement fort de la problématique énergétique des îles avec une des solutions concernant l'« hybridation ».

Par souci de renforcement du projet, 1 MCF 62 sera recruté en septembre 2012 et 1 MCF 60/62 sera recruté par l'équipe COMA mais avec des missions de recherche transverses sur les ENR et COMA.

Il est impliqué dans des relations avec divers centres étrangers (10, dont Croatie, Inde, Pays Bas, Italie, Roumanie...), mais sans que l'on ait de réelles précisions sur la nature des collaborations et leur pérennité.

On ne note pas de mention explicite d'accueil de chercheurs étrangers de haut niveau.

Il Au plan des relations avec la communauté nationale, il est regrettable que n'apparaissent pas des collaborations fortes avec des laboratoires de génie électrique (Grenoble, Belfort...) qui opèrent dans le domaine du stockage de l'énergie électrique renouvelable, avec les laboratoires de Lyon (Cethil) ou Chambéry (Locie) dans le domaine de l'intégration du solaire au bâti, ainsi qu'avec l'INES.

Le CEA et HELION présents sur le site de Vignola sont en charge de l'exploitation de la PFT MYRTE. Il s'agit pour nous d'assurer le maintien de notre recherche de base de qualité conduisant à la construction d'ANR et une production scientifique de qualité (Publications de rang A) et en aucun cas devenir des prestataires de services. Dans ce sens, par souci de dissociation des missions, une antenne applicative de l'INES a été développée, l'antenne « INSEME » et ce afin d'assurer des actions de transferts technologiques et de prestations technologiques dans les domaines du Stockage et de la Construction Durable BBC et cette antenne intégrera aussi un data center de gestion d'expérimentations scientifiques.

Le socle de construction de la politique partenariale au sein du projet ENR a été la prise en charge de la responsabilité de coordination des laboratoires ENR des Pays d'Europe Centrale et Orientale (PECO). Ce qui nous permet de présenter un taux de 31% des articles de rangs A issus de travaux de recherche réalisés avec des laboratoires étrangers et le taux de 43% des articles des communications dans des conférences internationales issus de travaux de recherche réalisés avec des laboratoires étrangers. Ces travaux s'étalant sur près de 2 quadriennaux traduisent une construction solide des partenariats.

Notre positionnement sur l'axe 5 concernant les nouveaux concepts de bâtiments intégrés nous a permis de co-diriger deux thèses avec le PROMES (PRU X PY) et (Ex DR CNRS et CEA E WURTZ).

Notre volonté stratégique d'un positionnement de leader sur l' « hybridation » des systèmes à sources renouvelable d'énergie, répondant à la problématique des îles, nous a conduit au développement de MYRTE et à la construction de partenariat à travers des ANR mais aussi notre intégration dans le GdR PACS composé d'une cinquantaine de laboratoires CNRS. Ce positionnement nous a conduit d'impulser un réseau des îles, le RETI _ Réseau d'Excellence des Territoires Insulaires dans lequel 24 universités internationales sont signataires de la convention pour développer les coopérations scientifiques et, dans le cadre du pôle de

compétitivité CAPENERGIES, d'impulser « ILENERGIES » concernant la mise en réseau de territoires insulaires partageant les mêmes problématiques.

Il s'agit pour nous aucunement de développer une politique d'isolement gage d'une impasse scientifique mais bien d'une politique d'ouverture gage d'une cohérence d'actions de renforcement et de recherche scientifique tant sur le plan national qu'international.

Apparaît une nouvelle technologie de production électrique dite thermodynamique solaire à basse température, qui n'est même pas définie. Il est vraisemblable qu'elle opère avec des Cycles Rankine Organiques, mettant en jeu un stockage thermique basse température à l'aide de matériaux à changement de phase. Il aurait fallu montrer en quoi ce choix s'avère à ce jour stratégique pour la recherche française, en s'assurant de la présence à termes des relais industriels. Par ailleurs, là également, les enjeux scientifiques demeurent à définir : optimisation des fluides, des matériaux, maîtrise du contrôle, réponse aux sollicitations à caractère aléatoire, durées de vie, procédures de maintenance, analyses des cycles de vie, analyses économiques, et développement d'outils associés, autant de sujets qui présentent d'ailleurs un certain caractère générique.

Il s'agit ici de l'AMI Solaire « Callisté » concernant la mise en place d'un démonstrateur. Sur ce sujet non prioritaire, nous avons été sollicités par la compagnie du vent GDF Suez et Sophia Antipolis Energie Développement signe de reconnaissance scientifique. Nous sommes sur la même problématique générale des réseaux électriques isolés avec une solution de process développé par la SAED protégés par un ensemble de brevets. L'AMI n'a pas été obtenu, les enjeux scientifiques ont bien été évoqués par le comité d'experts, ceux-ci présentant bien un caractère générique. Cependant, comme nous l'avons énoncé dans le programme scientifique, nous ne répondrons pas favorablement à cette proposition l'année à venir, par souci de concentrer nos efforts sur l'« hybridation ».

Plus encore, il est question de déposer un nouveau projet Myrte 2 en tant qu'Equipex, sans que l'on ait identifié les succès et les manques dans Myrte 1 et cela pourrait donner l'impression d'une fuite en avant, laissant peu de place à une réflexion scientifique approfondie. On note bien sûr le passage du stockage d'hydrogène gazeux à celui sur hydrures, mais quels en sont les avantages, voire les inconvénients, qu'en est-il des problèmes thermiques nouveaux dans ce mode de stockage par voie solide ?

Les commentaires sur ce sujet sont légitimes. Cependant, il sera nécessaire pour nous à moyen terme de disposer d'un émulateur de source de production intermittent d'électricité pour être en capacité de simuler différents profils d'intrants.

Il est aussi proposé que le stockage par hydrure "réfèrent" soit un réservoir à base d'hydrures métalliques. Le choix de l'hydrure est gouverné par des objectifs de coût et de disponibilité.

Seront par exemple évités les hydrures à base de métaux rares ou onéreux tels que le Vanadium ou le Lanthane. Une solution intéressante pourrait être l'hydrure TiFe. Les versions $TiFe_{1-x}Mn_x$ ($x=0-0.2$), ou l'hydrure $Ti_{1+y}Fe_{1-y}$ (y petit) semblent plus intéressants de part leurs propriétés de meilleur activation et résistance aux impuretés dans l'hydrogène. Des actions de recherche sont en cours pour diminuer le coût de tels matériaux, qui reste élevé pour le moment car ils sont produits en petites quantités évidemment, mais aussi avec des spécifications de pureté et de procédé trop fortes.

Le choix du réservoir hydrure à basse température est aussi motivé par le fait que ce type de réservoir peut être couplé thermiquement au fonctionnement d'une pile à combustible de type PEM.

Ces orientations reposent sur les directives du laboratoire LITEN du CEA et des laboratoires du GdR 3270 ACTHYF. Nous rappelons que notre approche est une approche « systèmes ».

Quant au plateau technologique PAGLIA ORBA qui a vocation à associer plusieurs formes de stockage, sur des batteries électriques (PB, Li-ion, Vanadium Redox...), sur l'hydrogène, sur volant à inertie, sa présence est certes bienvenue, mais le défaut demeure : cette UMR n'a pas défini un programme scientifique suffisamment approfondi, même si dans ce cas, on évoque la modélisation, le contrôle, et le couplage à des smart grids.

Programme non prioritaire. Le programme scientifique sera constitué sur ce quadriennal.

Le point faible, d'ailleurs identifié par l'équipe, réside dans le nombre limité d'enseignants-chercheurs. Ceux-ci ont déjà de nombreuses charges administratives et dans l'ensemble on ne voit pas de politique d'affectation des moyens. Y aurait-il par exemple des entreprises intéressées par les chaînes Myrte et/ou Paglia, susceptibles d'apporter financements ou moyens humains techniques ?

Au fond, et pour conclure, ces moyens technologiques lourds devraient faire l'objet d'une réflexion approfondie permettant de leur associer un véritable programme scientifique, et cela semble possible. Mais il faudrait également encourager des collaborations avec d'autres laboratoires ayant une approche système des problèmes de production et de gestion de l'énergie renouvelable solaire ou éolienne, et qui ont déjà réfléchi aux enjeux scientifiques. Il y a en effet une réelle originalité dans les moyens technologiques lourds mis en oeuvre. La prise de risque provient de ce que l'effort financier substantiel que constituent ces implantations, doit déboucher sur une percée à l'échelle nationale dans le domaine du stockage de l'énergie électrique d'origine renouvelable. Cela passe par un programme scientifique ambitieux et partagé (8 personnes déjà bien chargées n'y suffiront pas) tout en demeurant associé à une démarche de type R&D, avec des acteurs extérieurs à l'UMR dont c'est la vocation.

Les charges administratives portées par les membres du projet ont été présentées succinctement précédemment. La faible taille de notre université induit une forte implication sur les différents champs de missions alloués à une université et sur ce point nous ne pouvons y remédier. Notre projet « Energies Renouvelables » est constitué de 8 EC et 1 IATOS, ainsi que plus récemment de 23 non titulaires (11 doctorants, 3 post-docs, 7 personnels techniques contractuels). Par souci de renforcement du projet, 1 MCF 62 sera recruté en septembre 2012 et 1 MCF 60/62 sera recruté par l'équipe COMA mais avec des missions de recherche transverses sur les ENR et COMA. D'autre part, le projet PFT projetait la vente des kWh produits par la centrale, recette évaluée à près de 120k€/an. Cette enveloppe garantie sur vingt ans permet d'envisager le recrutement d'ingénieurs de recherche notamment dans le domaine du contrôle commande, du génie électrique ou de l'algorithmie. La section 63 pour ce qui concerne les aspects relevant du génie électrique est incontournable, dès lors que l'on aborde la conversion électrique. C'est pourquoi nous disposons d'un PRAG docteur de l'Université de Corse qualifié 63 qui est membre associé. Un poste d'IGR en électrotechnique/génie électrique a été mis au recrutement ainsi qu'un poste d'ingénieur d'exploitation sur grand instrument .

La matrice de compétences a été constituée par souci de lisibilité (Cf. ci-après fin de document). Il est important de préciser que le plan de financement de la PFT MYRTE n'a pu être finalisé qu'à partir des contributions financières d'HELION et du CEA. 14 M€ ont été inscrits au CPER 2007-2013 (4M€ CTC – 3M€ ETAT – 7M€ FEDER), Près de 11M€ ont été apportés par HELION et le CEA sur cette opération. On note aussi, pour la gestion technique de la PFT, l'affectation d'un TECH et d'un IGE par HELION et d'un IGE par le CEA.

Notre volonté stratégique d'un positionnement de leader sur l' « hybridation » des systèmes à sources renouvelable d'énergie, répondant à la problématique des îles, nous a conduit au développement de MYRTE et à la construction de partenariat à travers des ANR mais aussi notre intégration dans le GdR PACS composé d'une cinquantaine de laboratoires CNRS. Ce positionnement nous a conduit d'impulser un réseau des îles, le RETI _ Réseau d'Excellence des Territoires Insulaires dans lequel 24 universités internationales sont signataires de la convention pour développer les coopérations scientifiques et, dans le cadre du pôle de compétitivité CAPENERGIES, d'impulser « ILENERGIES » concernant la mise en réseau de territoires insulaires partageant les mêmes problématiques.

Il s'agit pour nous aucunement de développer une politique d'isolement gage d'une impasse scientifique mais bien d'une politique d'ouverture gage d'une cohérence d'actions de renforcement et de recherche scientifique tant sur le plan national qu'international.

Chercheurs : Matrice Ressources/Compétences

	MDE ⁶	Ressource solaire : prédiction / estimation		SYSTEMES_ Production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables d'énergie				
		Prédiction	Estimation	Modélisation	Diagnostic	Hybridation	Stockage H2	Stockage TH
C CRISTOFARI PRU 62								
N HERAUD MCFHDR 61								
M MUSELLI PRU 62								
G NOTTON MCF HDR 62								
C PAOLI MCF 27								
P POGGI PRU 62								
JL CANALETTI MCF 62								
ML NIVET MCF 27								
JF MUZY DR CNRS 30%								
MCF 62 sept 2012								
MCF 60-62 à 30% - sept 2012								
O WALLY Associé						Génie électrique		
Nb	5	4.6	5	6	1	7	1	4

Administratifs : Matrice Ressources/Compétences

	MDE	Ressource solaire : prédiction / estimation		SYSTEMES_ Production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables d'énergie				
		Prédiction	Estimation	Modélisation	Diagnostic	Hybridation	Stockage H2	Stockage TH
A pourvoir IGR CDD				Génie Electrique Fiche de poste éditée diffusion CAPENERGIES et réseau Laboratoires				
G. PIGELET IGR -CDD								
C. THIBAULT IGR- CDD								
S. TOURE IGR-CDD								
G. HU IGE-CDD				Assistante Scientifique				
J. PANIGHI Tch		Instrumentation et mesures						
F. PIETRI Tch		Administration						
S. TOURE IGR-CDD								
HELION (sur site) N. Marseille ING E. Vinciguerra Tch						Electrolyseur -Pac		
CEA (sur site 1/2) P. SERRE COMBE ING								

⁶ Maitrise de l'Energie « intégration bâti »

Doctorants : Matrice Ressources/Compétences

	MDE	Ressource solaire : prédiction / estimation		SYSTEMES_ Production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables d'énergie				
		Prédiction	Estimation	Modélisation	Diagnostic	Hybridation	Stockage H2	Stockage TH
C ABBEZZOT								
M EZZAT								
FJ RAMAHAL								
B BATOUN								
C GROSJEAN								
P HAURANT								
F MOTTE								
B PILLOT								
M AINAN KAHYEH								
A HOUSSEIN YOUSOUF								
F TRAMONI								
Nb d'Intervenants	1	1	5	8	4	4	1	0

Réponses : Projet - FEUX

Sur les 4 années passées, 4 thèses ont été soutenues, ce qui est peu pour le nombre de permanents (11 EC et 1 CR).

Trois raisons expliquent le faible nombre de thèses.

La première raison est le faible potentiel d'encadrant pour cette période : uniquement 2 encadrant potentiels (un professeur et un MC HDR) puisqu'un MC HDR est en disponibilité. Ce potentiel augmentera rapidement dans les années à venir pour être porté certainement à 7 (retour du MC HDR de disponibilité, soutenance d'une HDR en 2011 en section 61, soutenance prévue d'une HDR en chimie, d'une HDR en énergétique et d'une HDR en informatique).

La seconde raison est la difficulté que nous rencontrons à obtenir des financements de bourses de thèses. Le financement de la recherche sur les incendies de végétation est essentiellement de type public. De plus, ces activités de recherche ne sont pas prioritaires dans le cadre des projets de type ANR ou PCRD. Notre unique source de financement de thèse a concerné des contrats doctoraux (région et ministère). L'UMR peut obtenir au maximum 5 contrats par an. Ainsi, il peut être attribué au projet feu au maximum 1 contrat doctoral par an.

La troisième raison est consubstantielle de la seconde. Vu le faible nombre de financement potentiel et les fortes demandes locales dans les autres projets, (12 demandes pour 5 contrats par an) ces contrats sont attribués en priorité aux étudiants locaux. Nous ne possédons pas de vivier local pour les sections 61 et 62 concernant les doctorants. Ainsi, il nous faut trouver des candidats extérieurs avec un très bon niveau pour rivaliser avec les étudiants locaux qui postulent dans les autres projets. Nous nous y employons mais non sans difficulté car les candidats extérieurs de talent sont souvent réticents à venir dans les petites universités.

On peut regretter que ces contacts et cette reconnaissance internationale ne soient pas plus exploités pour attirer des thésards et chercheurs post-doctoraux dans l'équipe. En effet il apparaît que leur recrutement soit plutôt local, ce qui contribue à limiter le nombre de thésards encadrés, et le nombre de post-doctorants accueillis, qui reste en retrait par rapport à l'attractivité de la thématique et de l'équipe.

Concernant les thésards, nous allons solliciter nos partenaires internationaux dans ce sens. Nous ne partageons pas cette analyse pour les post-doctorants. En effet, nous avons eu au cours des années 2008 à 2009 cinq chercheurs post-doctorants dans l'équipe : 1 CDD

chercheur CNRS pour 3 an, 3 post-doc CNRS de deux ans chacun et 3 ans de contrat d'un ingénieur de recherche. Sur ces 5 emplois, 3 sont occupés par des docteurs extérieurs à notre université et deux par des docteurs de notre université ayant effectué un post-doc à l'étranger.

La structure de l'équipe en 3 groupes est maintenue, et on appréciera le fait que leurs rôles respectifs dans l'atteinte des différents objectifs sont mieux esquissés que dans la phase qui s'achève. Cependant, l'articulation avec les autres équipes du laboratoire gagnerait à être mieux détaillée (capteurs, modélisation...).

Il existe des interactions avec les projets TIC et COMA qui n'ont pas été décrites dans le document transmis au comité. L'interaction avec le projet TIC a lieu dans le cadre du développement du simulateur Forefire. Actuellement un doctorant est co-encadré entre le projet Feu et le projet TIC par deux enseignants-chercheurs de ces projets. Ces travaux seront poursuivis dans le cadre de l'objectif 1 de notre projet de recherche. Ils ont donné lieu à des publications communes.

L'interaction avec le projet COMA concernera l'analyse et la modélisation statistique des événements extrêmes liés aux feux de végétation (sous objectif de l'objectif 1). Cette collaboration est déjà active et a ont donné lieu à des publications communes.

Avec le développement de la plateforme d'expérimentations à l'échelle du laboratoire et de la plateforme consacrée aux essais à taille réelle, l'équipe s'est dotée de moyens expérimentaux qui permettront de réaliser les études nécessaires au projet. Il faudra cependant être prudent et conscient de la difficulté à synthétiser des résultats obtenus à des échelles variées, qui iront de quelques grammes pour l'ATG, à plusieurs m2 pour les essais menés à l'extérieur.

Cette remarque nous amène à penser qu'une réflexion plus globale à ce sujet devra se tenir au sein du GDR Incendie. En effet, les dernières discussions menées dans le cadre de ces rencontres ont montré qu'il existe des difficultés de changement d'échelle dans ce cas précis. Conscients de ces difficultés, nous souhaitons porter le débat dans un groupe de travail plus large afin d'identifier les raisons de ces difficultés et en tirer des recommandations.

Il semble qu'il ait été choisi de ne pas poursuivre le développement de la modélisation des phénomènes physico-chimiques de la propagation des feux de forêts avec des approches théoriques ou empiriques, c'est-à-dire de trouver des lois analytiques utiles à l'amélioration des simulateurs opérationnels. C'est ce qui était fait auparavant (par un professeur désormais émérite) mais qui ne semble pas être poursuivi par un autre enseignant-chercheur.

Il y a ici soit une mauvaise interprétation, soit une incompréhension. En effet, ces travaux n'ont jamais été stoppés puisqu'ils sont poursuivis encore actuellement par sept personnes. Le professeur devenu émérite travaille toujours et de manière officielle sur le modèle de propagation accompagné de trois enseignants chercheurs, chacun s'occupant d'une sous partie (prise en compte d'une loi physique décrivant la convection, travail sur le sous-modèle de la hauteur de flamme, amélioration de la partie rayonnement). En plus des enseignants chercheurs, on compte un chargé de recherche (sur la partie simulateur), un doctorant et un ingénieur de recherche qui sont partie prenante dans ces travaux. De plus, nous finalisons un travail sur les feux éruptifs dans lequel nous sommes capable de décrire la propagation du feu au cours d'une éruption ainsi que de prévoir son déclenchement. Ces travaux s'intègrent pleinement dans les objectifs 1 et 2 de notre projet de recherche.

Le risque principal pour l'atteinte des objectifs de l'équipe a trait à la nécessité d'une politique de ressources humaines adaptée. Le personnel permanent se caractérise en effet par un rapport extrêmement défavorable entre MCF et professeurs, ce qui pourrait impacter négativement la pérennité de l'équipe à terme, si des postes de professeurs en nombre suffisants n'étaient pas créés. Il faudra aussi veiller à augmenter le nombre des HDR.

Notre analyse SWOT arrivait également à la même conclusion. Il convient toutefois d'avoir à l'esprit plusieurs éléments. Tout d'abord, notre université souffre d'attractivité de part sa petite taille. Nous avons marqué notre volonté durant le précédent contrat d'accueillir un DR CNRS en section 10 dans notre équipe. En dépit de la mise au concours de cet emploi, aucune candidature n'avait été retenue et le poste n'avait pas été pourvu. Ceci nous conduira donc principalement à privilégier des promotions locales et à préparer aux mieux nos MCF pour qu'ils puissent être promus.

Ensuite, notre projet est pluridisciplinaire. Il conviendra donc de veiller à respecter un équilibre entre les disciplines pour ces promotions. Notre analyse nous a conduits à demander à notre UMR la mise au concours de 3 emplois de professeur pour la durée du contrat. Jusqu'à présent, un seul MCF pouvait potentiellement être promu. Il nous appartiendra donc d'augmenter le nombre des HDR. Il s'agit là de la seconde remarque à laquelle nous avons répondu plus haut (cf. réponse à la question1).

Un risque majeur qui devra être géré au cours du contrat quinquennal à venir est lié aux incertitudes en termes de ressources humaines. Il s'agira de corriger en particulier le déséquilibre flagrant entre nombre de postes de professeurs et de MCF, qui risque de décourager la relève scientifique si cet état de fait n'est pas corrigé. Il est urgent, en particulier, de voir arriver un autre chercheur de rang A, un professeur par exemple. Il

apparaît également nécessaire de mettre en place une gestion permettant d'accroître la synergie à l'intérieur de l'équipe.

Concernant le déséquilibre PR/MCF cf. réponse à la question 6.

Concernant la structuration et la gestion du projet, les membres du projet sont répartis en trois sous-groupes relevant des champs de compétence suivant :

- La modélisation et la simulation des feux de végétation (Groupe 1)
- La métrologie appliquée aux feux de végétation (Groupe 2)
- L'analyse thermique, chimique et écophysiological pour les feux de végétation (Groupe 3)

Ces trois groupes sont fortement liés entre eux. Le tableau ci-dessous traduit l'implication des membres de ces groupes dans les différents objectifs affichés pour 2013–2017.

	Objectif 1	Objectif 2	Objectif 3	Objectif 4	Objectif 5	Objectif 6	Objectif 7
Groupe 1	X	X	X	X	X		
Groupe 2	X	X		X	X		
Groupe 3		X	X			X	X

La gestion du projet est confiée au responsable de projet assisté d'un comité de gestion composé de quatre membre : deux membres du groupe modélisation et simulation, un membre du groupe métrologie appliquée et un membre du groupe analyse thermique, chimique et écophysiological. La synergie entre les groupes est déjà visible au travers de ce tableau. Il faudra veiller à définir des sujets de thèses entraînant des co-encadrements entre les groupes pour renforcer cette synergie.

Réponses : Projet RN

En ce qui concerne l'équipe écosystèmes littoraux :

Les chercheurs de ce projet n'ont pas souhaité, en 2008, s'intégrer dans le projet eau et ils ont demandé au Pr J Casanova qui était responsable du RN, leur intégration. Cette demande a été acceptée par les chercheurs mais à condition qu'il y ait une réelle intégration thématique et une coopération avec les chercheurs du RN. L'intégration n'a jamais été effective car leur thématique était trop en marge du groupe et aucune action de recherche commune n'a été possible. Les chercheurs de ce groupe sont des chercheurs publiants et la raison de leur éviction du groupe est une non-adéquation avec les thématiques. A l'heure actuelle, ils ne sont rattachés à aucun projet de l'UMR et ils auraient dû présenter une demande d'équipe associée.

Le projet RN et la FRES

Le groupe RN interagit dans le cadre de la FRES dans des actions pluridisciplinaires avec les centres INRA et CIRAD de Corse localisés à San Giuliano mais également avec l'UMR MD1 à Marseille. Ces actions concernent la thématique « agrumes » (INRA et le CIRAD) et les activités anti-efflux des huiles essentielles (UMR MD1).

Les thèses

Un tableau récapitulatif présente la répartition des différentes thèses

Thèses 2007-2011	Soutenues au 30-06-2012	En cours	Non financées	Publications
RN (20)	7	13	4	Saisies RN
RN-FRES (6)	3	3	0	saisies RN publications communes
FRES (5)	5	0	0	Non saisies RN
Ecosystèmes littoraux (6)	4	2	1	Non saisies RN

Il y a 20 thèses dans le cadre du RN et 6 thèses RN-FRES.

Des thèses ont été rattachées pour ordre au projet RN car l'INRA ne faisait pas partie de l'école doctorale. Ces thèses ne sont réalisées ni dans le projet RN ni dans l'UMR. Ces thèses sont répertoriées dans la FRES. Ces 5 thèses ont donné lieu à des publications mais qui n'ont pas été répertoriées par le projet Ressources naturelles qui n'a cité que les actions communes avec l'INRA et le CIRAD. Les thèses du groupe écosystèmes littoraux ont été

initiées lors de leur appartenance au projet mais elles ont toutes été financées sur des fonds non spécifiques au projet et les publications n'ont pas été comptabilisées dans les publications du RN.

Le projet BioDIMI

Il concerne l'équipe de L Varesi et traite des aspects épidémiogénétiques, épidémiologiques et virologiques en milieu insulaire. Cette thématique de recherche n'est en aucun cas rattachée au projet Ressources naturelles. L'équipe a demandé une reconnaissance de l'INSERM.

Valorisation

Brevet avec extension européenne

- *Berti L., Lorenzi V., Casanova J., Muselli A., Pagès J-M., Bolla J-M. Geraniol as bacterial efflux pump inhibitor EP2184061A1 (12/05/2010).*
- *Dépôt de brevet européen, mars 2011 : Use of polyaminoisoprenyl derivatives in antibiotic or antiseptic treatments, L Berti, JM Bolla, JM Brunel, J Casanova, V Lorenzi*

Edition d'un livre :

- *Advances in olive resources (2009) 172 pages, Transworld Research Network, éditeurs L Berti et J Maury, Université de Corse*

Projet Scientifique : Projet - GEM

Contexte et objectifs généraux

L'eau est un bien essentiel pour l'être humain, son activité et son environnement. Longtemps considérée comme abondante, elle est aujourd'hui perçue comme un élément limité à la qualité menacée. Trop longtemps considérée comme un simple fluide ou un produit chimique, l'eau doit être aujourd'hui envisagée comme un milieu de vie, qu'il faut préserver tant en quantité qu'en qualité et en diversité. La gestion rationnelle de l'eau et des ressources naturelles associées est devenue une des principales préoccupations pour assurer la qualité de la vie sur notre planète et le développement économique durable de nos sociétés. Les ressources naturelles associées doivent être aujourd'hui gérées comme un patrimoine précieux ; leurs usages doivent être organisés pour permettre la satisfaction optimale de l'ensemble des besoins, éviter les gaspillages, empêcher des dégradations irréversibles et assurer les recyclages indispensables.

La Méditerranée représente une entité à part entière, remarquable de par sa biogéographie et sa très forte biodiversité par rapport à sa surface (hotspot). L'eau et les ressources associées de Méditerranée se trouvent particulièrement vulnérables face aux nombreuses pressions anthropiques, telles que la pollution, l'eutrophisation, la surexploitation des ressources, la forte croissance démographique, le transport maritime dense, et ce d'autant plus dans un contexte de changement global. Le Plan Bleu, en sa qualité d'observatoire de l'environnement et du développement durable en Méditerranée au sein du PNUE/Plan d'Action pour la Méditerranée (PAM), a pris en compte l'eau et ses ressources comme une problématique prioritaire de développement durable. Les activités dans le secteur de l'eau (en matière de données, d'indicateurs et d'études) entendent se concentrer sur l'amélioration de la gestion intégrée des ressources et demandes en eau en Méditerranée. Cette problématique est d'autant plus importante en milieu insulaire. De plus, dans le cadre des Directives Cadres « Eau » (DCE) et « Stratégie pour le milieu Marin » (DCSMM) de l'Union Européenne qui vise à améliorer l'état écologique des masses d'eau continentale et marine, la mise en place et le suivi d'indicateurs écologiques standardisés sont demandés de manière à effectuer l'évaluation des différents compartiments des écosystèmes. Enfin, dans le contexte particulier écologique et sociétal de la Méditerranée, une politique de coopération Euro-Méditerranéenne à travers l'union pour la Méditerranée est menée et se traduit au niveau scientifique, par le consortium « chantier Méditerranée », dont l'objectif est de comprendre et prévoir l'évolution des relations climat - homme - environnement.

Dans ce contexte sociétal fort, le projet structurant « Gestion et Valorisation des Eaux en Méditerranée » vise à fournir les éléments opérationnels de l'expertise demandée, au niveau

insulaire, national, international et méditerranéen, à travers la mise en place d'outils de diagnostics et de prédiction adaptés à la gestion durable de l'eau et des ressources naturelles associées. Trois axes de recherche complémentaires structurent notre projet :

- **Axe 1 : caractérisation et connaissance des eaux et des ressources naturelles associées.** *La constitution d'une base scientifique solide apparaît comme une démarche préliminaire indispensable, afin d'apporter la connaissance fondamentale minimale nécessaire pour comprendre le fonctionnement des écosystèmes, optimiser la prise de décision en matière de gestion intégrée globale et permettre l'exploitation, la maîtrise et la production durable des ressources. Les recherches sont envisagées notamment à l'échelle de l'organisme, de la population et de l'écosystème, avec un lien à un niveau moléculaire et cellulaire.*
- **Axe 2 : biodiversité et fonctionnement des écosystèmes.** *Cet axe s'intéresse à mieux comprendre la dynamique de la biodiversité et des écosystèmes face aux contraintes environnementales (abiotiques et biotiques) et pressions anthropiques. Elle est basée sur une intégration des différents niveaux d'organisation biologique (individu – population – communauté) et vise à étudier les interactions entre la biodiversité, l'organisation spatio-temporelle des communautés, et le fonctionnement des écosystèmes.*
- **Axe 3 : gestion de l'eau et des ressources associées.** *Notre démarche dans le cadre de la gestion durable des ressources et de la biodiversité vise à développer des outils de prédictions et d'évaluation de la qualité environnementale (e.g. indicateurs, modélisation, simulation, risques sanitaires, pollutions, espèces invasives), afin de fournir une aide à la décision en matière de protection, conservation et restauration. De plus, face à la surexploitation, à l'appauvrissement et à la détérioration des ressources, cet axe s'oriente également vers le développement de recherche sur l'exploitation de l'eau, l'aquaculture durable, la pêche responsable pour l'exploitation, la maîtrise et la production durable des ressources.*

Avec une base solide disciplinaire en Géologie, Biologie et Ecologie, notre approche est confortée par des collaborations internes étroites avec les autres projets structurants de l'UMR (e.g. Informatique, Mathématique, Chimie, Biochimie) et des collaborations nationales et internationales multiples et variées. Cette pluridisciplinarité constitue l'originalité de la problématique sur la gestion et la valorisation des eaux en Méditerranée.

Le GEM est étroitement impliqué à travers deux services d'appui à la recherche et au transfert des connaissances, qui proposent un plus large spectre d'actions que celles réalisées au sein du GEM, mais qui permettent d'avoir une interaction plus grande avec d'autres disciplines et avec d'autres laboratoires (ou organismes), et des perspectives plus ambitieuses autour des problématiques concernées :

- **Le SERME (Service d'Étude et de Recherche en Microscopie Electronique)** a pour mission de : (1) mettre à disposition du matériel de haute technologie dans le domaine de la microscopie électronique pour les utilisateurs du secteur public ou privé, (2) faire bénéficier des compétences de l'équipe du service en la matière, (3) initier et/ou former aux études en microscopie électronique les chercheurs, les étudiants et le public.
- **La Plate-forme marine STELLA MARE** labellisée UMS 3514 Université-CNRS, s'intéresse à la « Gestion intégrée des ressources halieutiques et littorales », à travers un pôle Recherche, un pôle Transfert, un pôle Sensibilisation des professionnels et gestionnaires et un pôle Vulgarisation. Elle permet l'accueil au sein de ses locaux (laboratoires, bureaux, hébergements) de différents organismes ou instituts de recherche (nationaux ou internationaux) intéressés par la problématique.

Perspectives (sur 4 ans)

Nos perspectives de recherche à quatre ans concernent deux domaines d'application : les **eaux douces (A)** et les **eaux littorales et marines (B)**. En raison du continuum existant entre les eaux douces, saumâtres et marines, seront menées des actions transversales, portant sur l'ensemble du milieu aquatique, avec un volet particulier en **Parasitologie (C)**.

A - Eaux douces

Toute modification sur le bassin versant ou sur le lit a des répercussions directes sur le biotope et la biocénose de la ressource en eau. Celles-ci ne cessent de se dégrader, par le fait d'actions passées et présentes, et nous sommes à ce titre responsables du devenir de nos hydrosystèmes. L'étude du bassin versant, de sa géologie, des biotopes, nous permettent de classer les ressources entre elles et d'établir un profil schématique pour chacune d'entre elles. Nous pouvons ainsi détailler la notion d'écosystème et de réseaux trophiques pour chaque ressource, et cette connaissance de leurs biocénoses (et de ses divers acteurs) nous permet d'en évaluer la qualité.

(a) - Diagnostic et potentialités des ressources en eaux douces de Corse

Ces recherches porteront notamment sur les thèmes suivants :

- *Exploration, qualification hydrogéologique et qualitative des ressources en eau souterraine de la Corse : Ces ressources ont toujours été minimisées considérant la nature essentiellement cristalline de son territoire, or il apparait de plus en plus que le potentiel exploitable existe réellement et que de nouvelles explorations sont nécessaires pour évaluer au plus juste l'étendue des aquifères et leur état qualitatif afin de proposer des alternatives crédibles permettant une diversification des ressources en eau potable, particulièrement en période de forte demande estivale.*

- *Potentiel économique des eaux souterraines géothermales et minérales de la Corse (thermalisme, usages récréatifs, embouteillage, géothermie basse ou moyenne énergie) : La géologie de la Corse est favorable à l'existence de plusieurs sources d'eaux souterraines géothermales chaude ou minérales froides, ce potentiel seulement en partie connu et encore marginalement exploité représente un réel potentiel économique de type énergétique, commercial ou touristique. Une reconnaissance hydrogéologie, géochimique et isotopique de ces ressources reste à mettre en œuvre pour en apprécier l'extension, la durabilité et les conditions d'exploitabilité.*

(b) – Fonctionnement des hydrosystèmes et pression anthropiques

Ces travaux visent à développer les perspectives suivantes :

- *Etude hydrologique, hydrogéochimique et biologique du continuum aquatique continent-littoral : Le contexte insulaire de la Corse permet l'existence d'hydrosystèmes de type fractionné à fort contraste en termes de fonctionnement hydroclimatique, de renouvellement et d'exposition aux activités humaines. Une approche par bassin versant intégrant l'ensemble du continuum continent-littoral peut ici être menée à bien compte tenu de la taille modeste de ces structures favorables à une approche intégrée globale à la fois hydrochimique, géologique et biologique.*
- *Faunes hypogées des hydrosystèmes corses, rôle des conditions hydrologiques et hydrogéologiques sur les espèces endémiques : L'étude et la description des faunes hypogées est un champ en développement des sciences de l'eau. En effet, le rôle important de ces organismes et micro-organismes sur les phénomènes biogéochimiques du sous-sol n'est encore que très faiblement été pris en compte dans les sciences de l'eau et il demeure de nombreuses interrogations sur les capacités notamment épuratoires de ces organismes au niveau des sols et des eaux souterraines. Les relations étroites entre le développement des faunes hypogées dans le contexte hydroclimatique et hydrogéologique corse devront être caractérisées.*
- *Perturbations anthropiques (agricoles, minières, domestiques et urbaine) aux hydrosystèmes, impact des contaminants émergents et des éléments traces métalliques (ETM) sur les masses d'eau continentales, intermédiaires et littorales. L'impact des pollutions émergentes (pharmaceutiques, produits de soin, produits vétérinaires) ainsi que les contaminations par les ETM représente l'un des grands défis des sciences de l'eau pour les années à venir. En Europe de l'Ouest, aucun territoire ne peut être considéré indemne de contamination de ce type. Même si le SAGE Corse reconnaît les eaux insulaires comme encore peu anthropisées, il est probable que dans les zones les plus urbanisées et les plus agricoles des points noirs de pollution se développent avec un impact négatif sur la qualité et l'utilisation des eaux de surface et des eaux souterraines. Une caractérisation géochimique et socio-économique de ces pollutions doit être entreprise ainsi qu'une évaluation du risque pour la qualité des*

milieux aquatiques, ce particulièrement en zone littorale et plus particulièrement au niveau de la plaine orientale.

(c) – Gestion des ressources piscicoles

Le GEM s'intéresse particulièrement à l'anguille d'Europe, qui est un poisson emblématique en Corse et la principale espèce de poisson qui peuple les étangs et les cours d'eau de l'île. La pêche à l'anguille se pratique essentiellement en lagune et cette activité ancestrale représente dans certains cas une source importante de revenus. Or depuis plusieurs années les stocks sont en très nette diminution. A l'heure actuelle cette espèce est considérée comme menacée alors qu'il y a peu de temps elle était considérée comme nuisible par de nombreux corses et tuée à ce titre. Le cycle de vie de l'anguille d'Europe est particulier. Ce poisson, qui vit dans nos eaux (douce et saumâtre), la quasi totalité de son existence, traverse l'atlantique jusqu'à la mer des Sargasses pour se reproduire. L'actuelle diminution des stocks peut trouver son origine près de chez nous, lorsque l'anguille vit dans nos eaux. En effet, pendant la dizaine d'années que vit l'anguille en Europe, elle est confrontée à différents facteurs naturels ou anthropiques susceptibles d'entraîner sa mort ou de diminuer son potentiel reproducteur (réchauffement climatique, agents pathogènes, polluants, surpêche, dégradation et raréfaction des habitats, obstacles à la migration...). Nos travaux de recherche devront nous permettre d'envisager des moyens de protection de cette espèce désormais considérée en « danger critique d'extinction » avec le développement des axes suivants :

- *Evaluation de la qualité de la ressource à travers des prospections de divers sites (étangs et cours d'eau).*
- *Suivi de la contamination métallique (dans différents organes) de ces poissons prélevés lors de leur « séjour » dans les étangs et les cours d'eau de Corse.*
- *Analyse des conséquences sur la physiologie des anguilles qui sont plus sensibles aux polluants que la majorité des autres espèces cibles. La quantité de contaminants bioaccumulés durant la période de croissance dans les eaux intérieures a probablement une influence clé sur la capacité de reproduction, la survie des larves et la capacité de migration des civelles.*
- *Le contrôle sanitaire à travers une surveillance accrue des parasites pathogènes *Anguillicola crassus* et *Pseudodactylorhynchus* sp.*

B - Eaux littorales et marines

Les perspectives du GEM dans ce domaine d'application sont de mieux comprendre et prédire l'évolution de la biodiversité dans les écosystèmes côtiers et marins méditerranéens, afin de mieux anticiper son érosion due au changement global et aux pressions anthropiques

croissantes. Cela engage des approches pluridisciplinaires et intégratives, avec des recherches à différents niveaux d'organisation biologique. L'ensemble des compartiments biotiques d'un écosystème est couplé au sein du réseau trophique. Une approche écosystémique de la gestion des activités humaines se doit donc de considérer le réseau trophique, afin d'être à même d'évaluer les impacts anthropiques directs, mais aussi indirects sur les compartiments biotiques de l'écosystème. Cet axe regroupe l'ensemble des activités de recherche, qui s'attachent à décrire et comprendre la structure, le fonctionnement et la dynamique des différents compartiments qui structurent le réseau trophique marin de Corse. Les études porteront aussi bien sur les réseaux trophiques courts à 2 niveaux (phyto- et zooplancton) ou longs, c'est-à-dire impliquant les consommateurs supérieurs (poissons). Les objectifs de recherche sont de :

- appréhender les mécanismes qui régissent la diversité halieutique, et leurs conséquences sur la productivité et la résilience des espèces ;
- tisser des liens entre les niveaux intra- et interspécifiques, avec des analyses comparatives permettant d'évaluer l'adaptabilité des espèces face aux changements globaux, et les implications pour la biodiversité et la structure fonctionnelle des communautés ;
- mieux comprendre l'influence de la structure fonctionnelle des communautés et des assemblages sur les processus écologiques à l'échelle biogéographique.

Dans ce cadre, seront principalement étudiés les compartiments biologiques suivants :

(a) - Structure et fonctionnement des communautés phytoplanctoniques

Les organismes phytoplanctoniques sont à la base des chaînes trophiques et responsables d'une part importante de la production primaire dans les milieux marins et lagunaires. Ils évoluent de façon saisonnière aussi bien en milieu lacustre, qu'en milieu marin. Ces variations ont pour conséquence de structurer le réseau trophique. Depuis plusieurs années, des dysfonctionnements au niveau des variations saisonnières des communautés phytoplanctoniques ont été observés. Ces dysfonctionnements seraient liés en particulier aux activités anthropiques (e.g. pollutions, activités littorales) et aux changements climatiques. Ils peuvent entraîner des conséquences écologiques et économiques majeures au niveau des milieux et aussi au niveau des ressources halieutiques. Dans le cadre du projet GEM, l'objectif vise à :

- caractériser les communautés phytoplanctoniques en Corse (lagune et mer), afin de contribuer à améliorer les diagnostics environnementaux (bioindicateurs) et les politiques de gestion des milieux marins côtiers et lagunaires, au regard des activités qui s'y développent (e.g. aquaculture, pêche, gestion du littoral, plaisance ...),
- mieux comprendre les relations trophiques au niveau de la chaîne alimentaire et notamment avec les communautés zooplanctoniques.

Seront également initiés des travaux sur la production (production en laboratoire de phyto et zooplancton) en collaboration avec l'UMS STELLA MARE, notamment pour avoir la maîtrise de la nourriture (e.g. des postlarves, des larves d'oursins), mais également tester l'utilisation éventuelle du phytoplancton dans la production de biomasse.

(b)- Biodiversité post-larvaire des ressources halieutiques

L'étude vise à améliorer la connaissance du milieu marin et mieux connaître les causes de la diminution de la biodiversité marine. Le GEM s'intéresse en particulier à un compartiment de la biodiversité marine très peu explorée à ce jour en Méditerranée et certainement sous-estimée : la diversité des post-larves de poissons et crustacés, pourtant essentielle dans la phase de recrutement des espèces. La plupart des poissons marins possède un cycle de vie comportant une phase océanique de dispersion suggérant une biodiversité marine importante à l'état larvaire. Cette phase leur permet de coloniser de nouveaux habitats et favoriserait ainsi la connectivité entre les populations et donc la sauvegarde de l'espèce. Il a été estimé que plus de 95% des post-larves disparaissent au moment de l'arrivée sur l'habitat côtier. La forte prédation associée à la dégradation des habitats sont à l'origine de cette mortalité, réduisant ainsi le potentiel de maintien de la biodiversité. Nos recherches apporteront de précieux renseignements sur l'évaluation de la biodiversité des post-larves ichtyques et sur le fonctionnement du recrutement larvaire au sein des milieux lagunaires et marins Corses, tout en abordant l'impact des pressions environnementales qu'elles subissent et la façon dont celles-ci sont ressenties au niveau de la biodiversité et des relations trophiques. Elle aidera la Région : (i) à mieux comprendre les mécanismes de recrutement des espèces halieutiques le long de notre littoral, et (ii) à mettre en œuvre des mesures de gestion concrètes qui permettront de préserver cette biodiversité fragile. Les travaux visent :

- *l'évaluation de la biodiversité post-larvaire de poissons et crustacés en Corse, ainsi que l'expérimentation de techniques innovantes permettant le maintien de la biodiversité et le soutien à des espèces patrimoniales et des stocks de poissons d'intérêt halieutique en collaboration avec l'UMS STELLA MARE.*
- *l'analyse de la structuration spatiale de certaines populations d'espèces d'intérêt (connectivité entre habitat et identification de stocks) avec comme méthodologie l'utilisation de marqueurs naturels (otolithes) et de marqueurs génétiques sur ces post-larves.*
- *l'évaluation de la réponse de ces post-larves ichtyques face aux ressources biologiques planctoniques (phyto et zooplancton) disponibles des milieux estuariens et marins de Corse et face aux altérations de l'environnement aquatique, naturelles ou anthropiques (pollution, réchauffement climatique...).*
- *la compréhension des processus de dispersion larvaire et de colonisation en relation avec la courantologie à l'échelle du bassin Méditerranéen nord occidental. Ce travail*

permettra de créer un lien transdisciplinaire dans les domaines de la biologie marine, de l'écologie fonctionnelle et de la simulation numérique en relation avec le projet TIC.

(c)- Structure et dynamique des populations halieutiques d'intérêt

La question de la gestion des ressources halieutiques marines est un enjeu crucial au niveau planétaire étant donné la surexploitation de la majorité de stocks. Mieux comprendre les mécanismes qui gouvernent la dynamique des populations demeure un des enjeux majeurs pour mettre en place les mesures de gestion adaptées qui permettent de préserver et d'exploiter durablement les ressources naturelles marines (échinodermes, crustacés, poissons...). La compréhension de la dynamique de population passe par la compréhension des processus intervenant aux différentes étapes clés du cycle de vie des espèces. Les facteurs environnementaux qu'ils soient naturels ou anthropiques influencent les performances biologiques et écologiques des individus, qui conditionnent la survie des individus et donc le renouvellement de la population. Par ailleurs, il faut considérer que les individus d'une espèce passent au cours de leur cycle de vie à travers différents habitats dits essentiels à l'accomplissement d'un stade de vie (ex : nurseries, aires de nourrissage, frayères), ce qui engendre de prendre en compte la notion de qualité et de connectivité entre habitats. Les objectifs visent à :

- *mettre en place des estimateurs d'abondance aux étapes clés du cycle de vie des espèces d'intérêt (halieutique et ou patrimonial) afin que quantifier le potentiel reproducteur, la survie larvaire et le recrutement.*
- *hiérarchiser les variables environnementales naturelles (e.g. température, salinité, nourriture, pathogènes) et pressions anthropiques (exploitation, modification d'habitat, contamination) qui influencent la dynamique spatio-temporelle des populations des espèces d'intérêt.*
- *estimer la structure des populations au niveau spatial et leur évolution dans le temps afin de mieux comprendre le déplacement des individus entre habitats / zones géographiques et ainsi la connectivité existant entre ceux-ci. La méthodologie proposée est l'utilisation de marqueurs naturels (parasites, otolithes, marqueurs trophiques). Pour mieux appréhender la structure et la connectivité au sein des populations d'espèces d'intérêt, la structure génétique des populations sera aussi abordée dans le cadre de collaborations.*
- *étudier le comportement des individus adultes à haute résolution spatiale par marquage électronique ; en particulier en période de reproduction pour mieux localiser et ainsi protéger les aires de frayères.*

(d) - Modélisation et simulation de systèmes naturels complexes

Sur un grand nombre de problématiques associées au milieu marin la connaissance de la courantologie et de l'évolution de certains modèles est indispensable. Cette connaissance nécessite le développement simultané de différentes approches qui se veulent complémentaires, avec l'étude de : (i) la courantologie et du comportement hydrodynamique des individus ou polluants au sein des masses d'eau ; (ii) l'élaboration de modèles mathématiques et physico-chimiques décrivant le comportement hydrodynamique des masses d'eau ; et (iii) le développement d'outils de simulation performants visant à une compréhension globale de ces systèmes.

Le projet TIC et l'équipe COMA de l'UMR et IFREMER collaborent au développement d'outils de modélisation de processus hydrologiques pour la maîtrise et la gestion des ressources halieutiques. Il est proposé dans le cadre de cette collaboration de tirer parti de la modélisation opérationnelle en cours d'installation pour identifier les principaux processus physiques agissant sur les courants dans les Bouches de Bonifacio. Cette étude doit nous permettre : d'étendre nos connaissances sur la zone, de compléter l'outil de modélisation MARS3D de l'IFREMER, d'estimer et prévoir la propagation des larves, et de fournir à un large public des observations et des prévisions à court terme de l'environnement côtier.

Le modèle défini sur les bouches de Bonifacio pourra ensuite être généralisé, et permettra d'étudier les processus de propagation ou d'estimation de population, sur d'autres zones et en particuliers celles des récifs artificiels et du canal de Corse. Nous devons cibler deux ou trois espèces, disposant d'une base conséquente dans la bibliographie permettant d'obtenir les informations utiles pour paramétrer le module (vitesse de nage, migration verticale, paramètres morphologiques et biologiques de l'espèce...).

pe

l' *développé dans le projet TIC (DEVSimPy).*

Il est également envisagé la mise en œuvre de réseaux de capteurs (développés dans le projet TIC) permettant le tracking par géo-localisation ainsi que la prise en compte d'autres données propres à l'espèce (proies prélevées, zones d'activité en fonction de l'âge, de la période, etc....). Plus précisément, nous serons amenés à prélever, implanter un équipement et à relâcher des individus de grande taille afin de les suivre, nécessitant de facto la définition et la mise en œuvre de protocoles particuliers. Les données recueillies seront croisées avec les données obtenues par chercheurs du projet GEM, et viendront ainsi accroître la connaissance comportementale des espèces ciblées.

(e)- Gestion intégrée des ressources halieutiques littorales de Corse

Une fois les connaissances amont acquises sur les compartiments biologiques ciblés, nous pourrions aborder un certain nombre de sujets liés à l'activité humaine. En effet, beaucoup d'activités humaines reposent sur les réseaux trophiques marins ou les affectent. Il est important de pouvoir identifier les facteurs impactants ces ressources halieutiques, d'en estimer leur importance et niveaux d'action avant de pouvoir proposer des modes de gestion durable de ces ressources naturelles littorales. Pour cela le GEM s'intéressera en parallèle aux problématiques suivantes :

- *L'exploitation des ressources en termes de pêche professionnelle artisanale et de pêche récréative ;*
- *La durabilité de la pêche qui dépend de la productivité du réseau trophique et qui l'affecte soit directement au niveau des ressources halieutiques et soit indirectement notamment au travers des rejets ;*
- *L'apport de l'aquaculture durable dans les méthodes d'amélioration des stocks halieutiques (approvisionnements, nourriceries, diversification, conservation d'espèces menacées...);*
- *L'impact des bassins versants et des apports fluviaux sur le réseau trophique au travers notamment des apports de nutriments et de matière organique et les problèmes d'eutrophisation ;*
- *Les problèmes de contamination chimique (polluants anthropiques) et de transfert de pathogènes (parasites) qui menacent les réseaux trophiques et la santé humaine ;*
- *Les aires marines protégées et leurs effets sur les communautés ;*
- *L'impact du changement climatique sur le réseau trophique.*

Pour cela, l'équipe dispose de compétences en biologie des populations, biostatistiques, écologie fonctionnelle, écophysiologie, écotoxicologie, parasitologie et zootechnie. Le savoir faire, les installations et les outils zootechniques disponibles au sein de la Plate-forme STELLA MARE (UMS 3514), permettent de tester expérimentalement des hypothèses d'écologie expérimentale difficilement réalisables in situ. La question fondamentale des interactions entre les activités de pêche et d'aquaculture, l'écologie et la diversité dans les écosystèmes côtiers est abordée en collaboration avec d'autres équipes UMR CNRS (Toulon, Perpignan, Nice, Montpellier) et différents instituts et/ou centres de recherche (Ifremer, Institut Paul Ricard, Stareso, Université de Liège, CIBM, HCMR, AGRIS, INSTM).

C - Parasitologie

Le parasitisme est un mode de vie qui impose au parasite de rester au contact de son hôte et de déjouer les mécanismes mis en place par ce dernier pour éviter cet encombrant pensionnaire. Ainsi les parasites sont des organismes le plus souvent très spécifiques de leur

hôte. Cette spécificité est due à une interaction hôte parasite privilégiée se traduisant par des adaptations du parasite à de nombreux niveaux : mode de reproduction (hermaphrodisme, viviparité...), cycle de développement (nombre de stades de développement variable, nombre d'hôtes intermédiaires variable ...). C'est cette variabilité qui est à l'origine des deux premiers volets qui seront traités au sein du GEM : Les interactions hôtes parasites (a) et la reproduction des parasites (b). Enfin, l'impact sanitaire des parasites et des polluants (c) sera étudié à la fois sur des poissons sauvages et dans les fermes piscicoles de Corse.

(a) - Interactions hôtes-parasites

Dans ce premier volet nous utiliserons l'étude morphologique des parasites comme un moyen d'étudier l'interaction hôte-parasite par les adaptations qu'elle induit. Ce type de recherche, au delà de l'aspect purement descriptif permettra ainsi de mettre en évidence des particularités morphologiques qui témoigneront de l'adaptation des parasites à leur environnement. Ces adaptations peuvent être caractéristiques de différents niveaux taxonomiques pouvant aller de l'ordre à l'espèce, voire à l'individu. De plus, les cycles de développement de ces organismes étant très variés et le plus souvent très spécialisés, il est également intéressant d'étudier ces adaptations à différents stades de développement et d'identifier leur rôle, par exemple dans la dispersion des œufs, dans la reconnaissance larve-espèce hôte ou dans l'interaction parasite adulte-espèce hôte. Dans ce cadre l'étude du tégument, qui est l'interface et la zone de contact entre les parasites et leurs hôtes, sera privilégiée. En effet cette partie des parasites présente de nombreuses particularités et adaptations en terme de protection des parasites (écailles), d'organes sensoriels et de reconnaissances (papilles et récepteurs sensoriels), ou encore d'autres éléments pouvant entraîner des lésions à l'espèce hôte (épines). Ce type d'étude nécessite principalement l'utilisation d'un microscope électronique à balayage mais gagne à être complétées en microscopie électronique à transmission.

(b) - Reproduction des parasites

Une thématique importante menée depuis 12 ans par l'équipe de parasitologie est l'étude de la reproduction et plus précisément de la gamétogénèse.

Elle est axée principalement sur l'étude ultrastructurale des différents groupes de parasites (Digenea, Cestoda, Monogenea, Acanthocephala...). La phylogénie de tous ces groupes d'invertébrés est encore mal connue. En effet de par leur nature nous ne disposons pas d'organismes fossiles pour comprendre leur évolution (à la différence des mammifères par exemple). C'est pour cela que pour comprendre l'évolution des différents groupes nous ne pouvons nous baser que sur des espèces qui sont présentes actuellement. Même si l'aspect morphologique a été utilisé en premier pour comprendre l'évolution de ces taxons, les études ultrastructurales et surtout l'étude des cellules spermatiques ont révélé des critères très

intéressants pour la phylogénie. Le très grand nombre d'espèces présentes au regard du très petit nombre d'espèces étudiées à ce jour laisse entrevoir des perspectives de recherche très intéressantes et la mise en place de collaborations. Ce type d'étude nécessite principalement l'utilisation de la microscopie électronique à transmission.

(c) - Impacts de la parasitofaune sur les ressources piscicoles insulaires.

L'objectif de ce travail est de fournir aux institutions régionales des connaissances sanitaires permettant une meilleure gestion des ressources piscicoles. En effet, les parasitoses pathogènes ont un impact non seulement sur l'environnement, mais également sur la santé publique, avec des impacts économiques non négligeables. Ils peuvent également avoir des effets irréversibles sur les écosystèmes comme la disparition d'espèces. Dans ce cadre le GEM orientera ses travaux sur :

- *l'étude des parasites sur des espèces piscicoles sauvages, comme le Denti (*Dentex dentex*), le Saint Pierre (*Zeus faber*), le Barracuda (*Sphyraena sphyraena*) et l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*).*
- *Dans la mesure où très peu de données sont disponibles, nos résultats sanitaires (parasitoses) sur des espèces piscicoles emblématiques des milieux aquatiques insulaires et du pourtour de l'île contribueront à fournir une aide compétente et des outils aux institutions régionales dans le cadre d'une meilleure gestion des ressources piscicoles.*
- *le suivi parasitaire des fermes piscicoles de corse. Aujourd'hui, l'aquaculture est probablement le secteur de l'industrie alimentaire possédant la plus forte croissance au niveau mondial. Après une croissance soutenue, au cours de ces quarante dernières années, le secteur de l'aquaculture est, pour la première fois, en passe de produire la moitié du poisson consommé dans le monde. Cette évolution s'explique non seulement par le déclin considérable des stocks de poissons sauvages, mais également par la croissance économique mondiale et par le dynamisme de ce secteur, notamment par les changements continus dans les domaines de la transformation et du commerce du poisson. Pour assurer le développement de la filière et pour répondre aux attentes toujours plus nombreuses, il est nécessaire de trouver des solutions aux différents problèmes pouvant affecter la profession, comme par exemple les parasitoses. Les maladies associées aux pathogènes comme les parasites constituent quelques uns des principaux facteurs limitants pour l'industrie aquacole. Elles peuvent influencer sur la survie, mais également sur la croissance et les performances zootechniques des animaux en élevage. De ce fait, les parasites sont des organismes qu'il est indispensable de prendre en compte et qu'il faut tenter de maîtriser. Ces dernières décennies, la forte croissance des productions aquacoles, des espèces exploitées et de leurs échanges à des fins commerciales s'est accompagnée d'une augmentation du nombre et de la répartition de parasitoses. Les conditions d'élevage, la libre circulation*

des animaux, mais également certains facteurs environnementaux, associés à l'aquaculture intensive peuvent être des éléments favorisant la dissémination et l'émergence d'agents pathogènes. Ainsi, les fortes densités de poissons, le confinement, mais également la température de l'eau peuvent être des éléments susceptibles d'augmenter l'intensité parasitaire au sein d'une même cage.

- *un soutien à la mise en place d'un signe officiel de qualité pour les poissons élevés en Corse grâce à la recherche et au suivi des parasites de poissons en relation avec le changement climatique global. Le travail proposé s'inscrit donc dans la continuité d'une action novatrice qui traduit le souhait des professionnels de conduire des projets stratégiques pour la filière aquacole corse, mais également de s'inscrire dans une politique qui permettra de soutenir la mise en place d'un signe officiel de qualité pour les poissons élevés en Corse.*

Objectifs (sur 4 ans)

Actuellement, il ne reste plus en géologie que deux Maîtres de Conférences, dont un est en congès maladie et doit partir dans l'année à la retraite et l'autre est en fin de carrière. Aussi, un recrutement de PR en Hydrogéologie est programmé pour 2012 à l'UMR. Ce professeur aura la charge de définir les objectifs sur la base de ce qui est présenté dans les parties précédentes, c'est pourquoi nous ne détaillerons pas ici la partie concernant l'hydrogéologie.

(a)- Ressources phytoplanctoniques en milieu littoral.

*Dans le cadre du **Contrat de Plan Etat Région** (2007-2013) :*

- *une thèse de doctorat a débuté en 2010 en collaboration avec l'Université de Liège, la STARESO et la Réserve Naturelle de l'étang de Biguglia, sur la structure et le fonctionnement des communautés phytoplanctoniques en Corse pour la gestion des milieux et des ressources halieutiques. Elle vise à (i) caractériser les communautés phytoplanctoniques en Corse (en mer avec un site à Bastia et à Calvi ; en lagune sur la Réserve Naturelle de l'étang de Biguglia) avec pour objectif l'utilisation de ces nouvelles connaissances (biodiversité) pour contribuer à améliorer les diagnostics environnementaux et les politiques de gestion des milieux marins côtiers et lagunaires au regard des activités qui s'y développent (e.g. pêche), mais également à (ii) mieux comprendre les relations trophiques au niveau de la chaîne alimentaire. Cette thèse de doctorat devrait être soutenue à la fin de l'année 2012.*
- *dans le cadre de la production de biomasse, des recherches sont engagées sur la culture d'espèces phytoplanctoniques d'origine locale d'intérêt aquacole et/ou industriel (alimentation larvaire et post-larvaire, biocarburants...) en collaboration avec la plate-forme STELLA MARE.*

Contrat de collaboration **Conseil Général de la Haute-Corse et Réserve Naturelle de l'Etang de Biguglia** (2012-2014) : Suivi temporel et spatial des communautés phytoplanctoniques de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia. Dans le cadre du troisième plan de gestion de la Réserve Naturelle de l'Etang de Biguglia, il est prévu de réaliser un suivi temporel et spatial des communautés phytoplanctoniques. Cet objectif vise à suivre la structure et le fonctionnement des communautés phytoplanctoniques au cours d'un cycle annuel et à fournir un diagnostic de l'état de la lagune.

Budget : 20 000 € pour l'Université de Corse.

Projet Liteau du **Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement** : en collaboration avec l'Université de Montpellier 2 et l'IFREMER (2012-2014, **demande en attente de réponse**) et une demande de thèse associée (Contrat doctoral). Corridor écologique mer - lagune et impacts sur les communautés phytoplanctoniques : quelle contribution pour la gestion intégrée et durable des milieux lagunaires méditerranéens ? Le programme de recherche proposé vise à appréhender les échanges mer - lagune et notamment leurs impacts sur la structure et le fonctionnement des communautés phytoplanctoniques. Pour cela, deux sites pilotes seront choisis en Corse : le premier est la Réserve Naturelle de l'Etang de Biguglia (peu profonde, où les échanges avec la mer se font par l'intermédiaire d'un grau naturel, entretenu de manière épisodique) et la seconde est la lagune de Diana (profonde, lieu privilégié d'activités aquacoles et présentant un grau artificialisé, régulièrement entretenu). L'objectif premier de ce projet vise à étudier et à comprendre le développement des communautés phytoplanctoniques en milieu lagunaire, lorsque les échanges mer – lagune sont maintenus et lorsque ces échanges sont modifiés (fermetures naturelles ou ouvertures mécaniques volontaires). Quels sont les conséquences des échanges mer – lagune sur la qualité de l'eau et les in fine ressources halieutiques, à l'échelle de la lagune et à l'échelle des graus ? Très sensibles aux variations des paramètres environnementaux et à la base des réseaux trophiques, les communautés phytoplanctoniques constituent donc un outil particulièrement adapté pour répondre à ces interrogations. L'utilisation d'outils et d'analyses adaptés à l'étude des communautés phytoplanctoniques (microscopie, HPLC, PhytoPAM) et à l'étude des échanges mer - lagune (sondes limnimétriques, modélisation) sont pris en compte dans le cadre de cette proposition. Le second objectif de ce projet vise à mettre en place une méthodologie avec des recommandations à partir des deux sites pilotes (Biguglia et Diana), afin de fournir une aide à la gestion des graus des milieux lagunaires méditerranéens.

Budget : 125 000 € pour l'Université de Corse.

Projet Liteau du **Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement** : en collaboration avec l'Université de Montpellier 2, le laboratoire LEMAR (CNRS, IRD, UBO) et l'IFREMER (2012-2014, **demande en attente de réponse**). Restauration des écosystèmes lagunaires : influence des stocks nutritifs sédimentaires sur les communautés

phytoplanctoniques. Ce projet s'intéresse à l'impact de l'eutrophisation due aux apports excessifs d'azote et de phosphore, propose de décrire la réponse des écosystèmes lagunaires à une diminution de ces apports, et de décrire leurs trajectoires. Ce projet contribuera aux objectifs de la Directive Cadre Eau (DCE) en évaluant la restauration comme moyen d'atteindre un bon état écologique dans ces écosystèmes et s'intégrera aux orientations fondamentales du SDAGE Rhône Méditerranée 2010-2015, aux ambitions de l'Agence de l'Eau et des collectivités territoriales à soutenir cette lutte contre l'eutrophisation. Les communautés phytoplanctoniques ont montré une réponse rapide à ce changement en termes de biomasse chlorophyllienne et de structuration des communautés. Cependant, la question se pose aujourd'hui de l'influence des stocks nutritifs accumulés dans les sédiments lagunaires : sont-ils susceptibles de retarder ou de différer la restauration des milieux lagunaires? Ce projet réalisera une étude écologique comparative de quatre lagunes du Languedoc-Roussillon et de Corse, représentant des degrés d'eutrophisation actuels et historiques différents : la lagune d'Ayrolle, la lagune du Méjean, la lagune d'Ingril et la lagune de Biguglia en Corse. L'étude écologique se base sur des suivis annuels pour caractériser les variations saisonnières de la composition taxonomique et fonctionnelle du phytoplancton et propose des études du fonctionnement écologique pendant la période estivale, focalisées sur l'influence des flux benthiques sur la composition et le fonctionnement du phytoplancton.

Budget : 12 950 € pour l'Université de Corse.

(b) - Suivi de la biodiversité des post-larves ichtyques en Méditerranée occidentale

Dans le cadre du financement européen **LIFE+ Biodiversité SUBLIMO LIFE10 NAT/FR/000200**, en collaboration avec les Universités de Perpignan, Cagliari (Italie) et Murcia (Espagne) :

- une thèse de doctorat est envisagée dès 2012 sur la "Caractérisation de la biodiversité post-larvaire ichtyque du littoral corse pour la gestion du milieu et des ressources halieutiques", visant à améliorer la connaissance du milieu marin et lagunaire et mieux connaître les causes de la diminution de la biodiversité marine. Le sujet propose de capturer, d'identifier et de quantifier les post-larves sur différents sites du littoral corse (en mer et lagunes) permettant ainsi l'estimation de la biodiversité marine et littorale basée sur une évaluation des très jeunes stades du cycle de vie des espèces comme les post-larves. Le projet permettra (i) d'estimer la biodiversité post-larvaire ichtyque du littoral corse ; (ii) une meilleure compréhension des mécanismes du recrutement larvaire et (iii) d'évaluer la réponse de ces post-larves ichtyques face ressources biologiques planctoniques (phyto et zooplancton) disponibles des milieux estuariens et marins de Corse et face aux altérations de l'environnement aquatique, naturelles (courantologie) ou anthropiques (pollution, réchauffement climatique...).
- nos recherches porteront sur l'analyse, le suivi et la réduction de la perte de biodiversité marine. Elles chercheront à identifier et à estimer l'abondance des espèces de poissons côtiers qui reviennent coloniser les habitats côtiers et renouvelle la

population locale. La technique innovante proposée par le projet consiste à attraper un petit nombre d'espèces de poissons en danger ou surexploitées au stade post-larvaire. Les espèces sélectionnées seront ensuite élevées au sein de la Plate-forme STELLA MARE. Un objectif clé est de conserver leur diversité génétique naturelle. Quelques mois après leur développement ex-situ, les juvéniles élevés en aquarium seront réintroduits dans des micro-habitats (tels que des petits récifs artificiels) pour réduire la mortalité. Cela renforcera les populations d'espèces en danger ou très exploitées.

- les résultats concerneront (i) l'inventaire de la biodiversité des post-larves avec réalisation d'un atlas sur le bassin de Méditerranée nord occidental ; (ii) une phase d'élevage des espèces sur quelques mois en bassins à terre ; (iii) une phase de relargage in situ des juvéniles (marqués) de toutes les espèces capturées; (iv) un suivi sur les espèces d'intérêt patrimonial et les espèces d'intérêt économique permettra d'estimer les taux de survie et d'évaluer les interactions entre les poissons réintroduits et les espèces existantes. La menace des espèces envahissantes allogènes sera aussi évaluée, et comprendra une estimation de leur dissémination.
- les applications concerneront des recommandations en termes de gestion qui seront réalisées à partir des rapports des groupes de travail, afin d'encourager des solutions adaptées pour les techniques de repeuplement. Le projet organisera des échanges de connaissances et d'expériences entre les différents partenaires dans la Méditerranée Occidentale en collaboration avec l'UMS STELLA MARE. Des activités importantes de diffusion sont également envisagées, avec l'organisation d'un atelier et la production de publications sur l'approche méthodologique du projet, la biodiversité des post-larves, le cycle de vie des espèces et la gestion de la biodiversité.

Budget : 756 018 € pour l'Université de Corse.

Projet de création d'un **réseau européen sur les post-larves en Méditerranée**, avec comme objectif principal de relier les scientifiques, la recherche nationale et internationale, et les stakeholders appropriés (décideurs politiques, industries et utilisateurs) pour améliorer la connaissance sur les jeunes stades de vie des poissons en mer Méditerranée. Une fois le réseau créé, une demande de financement sur des appels ciblés est envisagée afin de pouvoir faire fonctionner correctement le network en termes d'échanges et de rencontres autour de la thématique.

(c) - Gestion durable et valorisation de la ressource halieutique d'intérêt le long du littoral corse

Dans le cadre du **Contrat de Plan Etat Région (2011-2013)** nous travaillons en collaboration avec l'UMS STELLA MARE sur la gestion durable de la ressource par reproduction et pré-grossissement en écloserie d'espèces issues du littoral corse, d'intérêt commercial :

- *l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* afin de développer des mesures expérimentales de soutien aux populations visant à améliorer les méthodes de conservation, de gestion et de valorisation de la ressource oursinière en région Corse. Nos travaux développeront les actions suivantes sur la (i) maîtrise du développement de l'organisme en circuit fermé afin de produire des individus aptes à renforcer les populations naturelles, et le (ii) développement de méthodologie de soutien des populations in situ afin de favoriser le recrutement (microhabitats).*
- *le homard européen *Homarus gammarus* dont les méthodes d'élevages, bien que maîtrisées, ne sont pas économiquement rentables. Il ne fait pas l'objet d'un plan de restauration ni d'élevage conservatoire, et il existe à ce jour très peu de réserves naturelles sous-marines ou d'Aires Marines Protégées (AMP) susceptibles d'en protéger concrètement des populations importantes. On a constaté qu'une recolonisation était possible dans un milieu constitué de récifs artificiels servant d'habitat de substitution et de protection et à condition qu'il existe des noyaux proches de population, mais peu nombreux sont les récifs construits dans son aire de répartition. Nos travaux porteront sur (i) l'estimation des stocks naturels afin d'évaluer l'importance de ces ressources présentes sur le littoral Corse, et (ii) l'évaluation de l'effort de pêche artisanale corse sur cette ressource.*

*Dans le cadre d'un contrat européen **MARITTIMO MARTE+ "MAre, Ruralità e TErra – Per l'unitarietà strategica"** (2010-2013) en collaboration avec l'UMS STELLA MARE, les Régions Toscane, Sarde et Ligurie nous travaillons au sein de deux sous-projets de recherche :*

- *SB «Modèles de gouvernance et de suivi pour la sauvegarde et la valorisation des ressources halieutiques » où nous travaillons sur les (i) moyens de planification interrégionale pour la gestion des ressources halieutiques qui visent à élaborer des moyens de gouvernance communes en terme de gestion et sauvegarde des ressources halieutiques ; et (ii) les plans de suivi des ressources halieutiques et l'aquaculture durable qui concernent la mise en place d'un système de suivi sur l'état des ressources en poissons et de leur exploitation, ainsi que la création de lignes directrices pour l'aquaculture durable. Dans ce cadre nous envisageons de réaliser un suivi de la pêche artisanale pratiquée sur différentes espèces (poissons démersaux et pélagiques, crustacés...) en mer et en milieu lagunaire de Haute-Corse sur une année complète, avec les différents systèmes spécifiques de pêche locale utilisés (nasse, casiers, palangre, pêche profonde, chalutage...). Une étude plus complète portera sur une espèce d'intérêt ciblée par la pêche professionnelle et de loisir, le denti (*Dentex dentex*) afin de pouvoir (i) Caractériser l'exploitation de cette espèce noble par la pêche artisanale et la pêche récréative de Corse ; et (ii) Etudier les paramètres démographiques de sa population naturelle en Corse (structure en taille et âge, croissance, maturation sexuelle, ...). **Budget : 170 000 €** pour l'Université de Corse.*

- SD « Innovation dans les systèmes productifs et techniques de la pêche et l'aquaculture » pour lequel le GEM intervient sur l'« Observation et expérimentation en Aquaculture : diffusion de résultats et partage d'expérience ». Dans ce cadre nous envisageons l'expérimentation grâce à des techniques aquacoles pour le grossissement des oursins comestibles *Paracentrotus lividus* (affinage des gonades) afin de disposer d'oursins commercialisables toute l'année pour la pêche artisanale. En effet, les pêcheurs d'oursins ratent fréquemment des ventes en raison du mauvais temps ou du fait que ces derniers soient « vides ». Afin d'améliorer les conditions de commercialisation, des tests d'alimentation pour la maturation et l'affinage des gonades en circuit fermé seront menés. **Budget : 10 000 €** pour l'Université de Corse.

Projet européen **IEVP-CTMED (2007-2013)** pour la création d'un « Réseau pour le maintien et la gestion durable des petits métiers de la pêche en Méditerranée occidentale » (**demande en cours**) en collaboration avec l'Italie et la Tunisie, nos recherches concerneront des espèces halieutiques d'intérêt commercial :

- L'oursin comestible *Paracentrotus lividus*, échinoïde le plus abondant de l'étage infralittoral méditerranéen avec un rôle écologique déterminant dans la structuration et le fonctionnement de nombreuses communautés benthiques. Espèce d'intérêt économique majeur, l'oursin présente un déclin constant de ses populations depuis quelques années, dû à la pression de pêche, la destruction et fragmentation de leurs habitats, la pollution d'origine humaine, la prédation exercée par les niveaux trophiques supérieurs ainsi que la disponibilité alimentaire. Dans certains secteurs où la pression de pêche est forte, la densité et les tailles moyennes enregistrées se réduisent, pouvant mettre en péril les activités de pêche, la ressource elle-même et l'équilibre écologique qui lui est associé, et l'identité régionale attachée aux espèces emblématiques de son littoral. Le projet GEM en collaboration avec l'UMS STELLA MARE, l'Institut Océanographique Paul Ricard et l'Université de Sud Toulon-Var va développer des recherches dont les objectifs sont de (i) comprendre les processus naturels responsables des variations démographiques annuelles (structuration et dynamique des populations) ; et (ii) Evaluer la diversité génétique des populations, la connectivité entre populations via la dispersion larvaire, et (iii) identifier les facteurs environnementaux influençant le recrutement (courantologie, fragmentation de l'habitat, température, disponibilité en nourriture, prédation, métaux lourds ...).
- Le denti *Dentex dentex*, poisson côtier emblématique et patrimonial de la Méditerranée qui représente un intérêt économique important pour la pêche artisanale en Corse. Cette espèce est aussi particulièrement ciblée par la pêche récréative. En tant que prédateur supérieur, le denti occupe une position clé au sommet de la pyramide trophique et constitue donc potentiellement une espèce indicatrice de la structure et du fonctionnement des écosystèmes côtiers dont il dépend. Cependant, il existe actuellement très peu d'information quantitative sur

l'exploitation, la dynamique et l'écologie du denti sur l'ensemble de son aire de répartition (Méditerranée et Atlantique Est) de manière générale, et en Corse en particulier. A travers une approche halieutique quantitative et fonctionnelle les objectifs sont donc de (i) Analyser la structuration spatiale de la population de denti avec la connectivité entre habitat et l'identification de stocks (méthodologie de marqueurs naturels - contenus stomachaux, parasites, otolithes - et de marqueurs génétiques), et l'étude de la structuration génétique de la population qui sera abordée dans le cadre de collaboration en biologie moléculaire avec des laboratoires extérieurs et avec des chercheurs du projet RN au sein de l'Université de Corse ; (ii) Comprendre les déplacements et le comportement du denti (marquage électronique en collaboration avec le projet TIC) avec en particulier des suivis in situ en période de reproduction qui permettront de mieux identifier les habitats essentiels de frayères. Une thèse qui porte sur l'écologie halieutique du denti, a débuté en 2012 et est financée à travers un contrat doctoral de l'Université de Corse. Les objectifs de ce projet de thèse portent sur la (i) quantification des captures par la pêche professionnelle et la pêche récréative ; (ii) structure démographique ; (iii) structure spatiale par marqueurs naturels. Ces objectifs doivent déboucher in fine sur les éléments de connaissance de l'écologie halieutique du denti qui permettront la gestion halieutique durable de cette espèce tout en participant de manière plus générale à la gestion intégrée du domaine côtier.

*Projet européen **ENPI-CBCMED (2007-2013)** pour la création d'un « Network d'ostréiculture soutenable à petite échelle » (**demande en cours**) en collaboration avec l'Italie et la Tunisie nos recherches viseront : au renforcement des filières ostréicoles françaises aujourd'hui menacées tout en mettant en synergie le potentiel des Pays du Bassin Méditerranéen. En effet, depuis quelques années, une réflexion pour un retour à la production de l'huître plate européenne est engagée afin de diversifier les activités ostréicoles en France. Cette réflexion s'est accélérée depuis l'été 2008, date d'apparition d'une nouvelle épizootie (Herpes virus) provoquant de très fortes mortalités sur les jeunes huîtres creuses *Crassostrea gigas* et menaçant fortement la profession. En collaboration avec l'UMS STELLA MARE, nos travaux porteront en particulier sur les bancs naturels d'huîtres plates européenne *Ostrea edulis* de deux sites de Corse (étangs de Diana et d'Urbinu, plaine Orientale, Haute-Corse) où cette espèce est présente depuis l'époque romaine s'est adaptée aux conditions environnementales du milieu et a résisté aux différentes épizooties (Bonamiose et Marteiliose) qui ont pratiquement décimé cette espèce Européenne en 1920. De qualité gustative exceptionnelle, cette huître fait l'objet d'une forte demande de la part des consommateurs. En vue de palier au pillage du cheptel naturel de cette huître, les aquaculteurs corses envisagent de développer cet élevage en Corse. Ces travaux devront permettre de vérifier si ces peuplements présentent des caractères différents de fécondité, résistance, croissance,..., d'en comprendre les écosystèmes et d'étudier les développements*

des maladies dans ces populations d'huîtres en comparaison avec les autres pays du bassin méditerranéen.

(d)- Etude Parasitologique et écotoxicologique de poissons sauvages

L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*). Dans le cadre de ces études les objectifs seront d'évaluer la qualité de la ressource, de prospecter divers sites (étangs et cours d'eau) et de proposer des mesures de protection.

- Evaluer la qualité de la ressource. Ces analyses seront réalisées sur différentes classes d'âges d'une population. Dans le cadre du suivi de l'échappement réel par rapport à l'objectif des 40 %, la Corse devra faire l'objet d'un suivi d'un minimum de deux points représentatifs des deux types d'habitats de l'anguille (cours d'eaux et lagunes). Les deux rivières qui ont été choisies pour effectuer le suivi sont (i) le Golo en raison de l'importance de son bassin versant (12 % de la surface totale de l'île) et du nombre d'ouvrages prioritaires qu'il comporte (au nombre de 4) ; (ii) le Fium'Orbo en raison de la présence de deux ouvrages prioritaires dont le barrage de Trévadine qui peut constituer un obstacle important à la dévalaison des anguilles. Concernant l'étude des lagunes, les étangs d'Urbino et de Biguglia semblent être les meilleurs choix en raison des quantités d'anguilles pêchées.
- Protéger. L'anguille d'Europe désormais considérée comme « en danger critique d'extinction » par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, nous devons participer à sa protection en : (i) contribuant à rétablir des continuums écologiques fonctionnels dans les cours d'eau, en commençant par identifier et prioriser les ouvrages à traiter et les solutions techniques d'aménagement, (ii) améliorant la lutte contre les parasites et prédateurs, (iii) favorisant l'aquaculture mesurée de l'anguille (iv) proposant des mesures de contrôle et de traçabilité.

Ces travaux permettront de caractériser la population d'anguilles d'Europe *Anguilla anguilla* sur l'île et constitueront une base de travail solide de cette espèce à l'échelle insulaire.

Le Saint-Pierre, le Denti et le Barracuda, feront l'objet des différents travaux suivants :

- Evaluer la contamination métallique, par le dosage d'éléments métalliques dans différents organes et sur différentes classes d'âges d'une population mais également le long de la chaîne trophique par ICP OES. La pollution métallique des écosystèmes aquatiques est un problème écologique important car les métaux lourds comptent parmi les substances les plus dangereuses capables de se bioaccumuler dans les organismes le long de la chaîne alimentaire. La pollution des écosystèmes aquatiques est souvent plus évidente dans les sédiments, les macrophytes et les animaux aquatiques, que dans l'eau.

- *Utiliser des organismes aquatiques comme bioindicateurs afin de surveiller des écosystèmes aquatiques.*
- *Assurer le suivi sanitaire sur les espèces piscicoles précédemment citées. Une attention particulière sera portée aux parasites pouvant présenter un caractère pathogène à travers des études plus précises en Microscopie Electronique à Transmission et à Balayage.*
- *Etudier les effets de la combinaison des agressions contamination/parasitose chez les espèces piscicoles emblématiques insulaires (ou du pourtour de la Corse) d'intérêt patrimonial, (Denti, Saint Pierre) aux fortes qualités organoleptiques, et/ou très prisées par les pêcheurs insulaires afin de proposer meilleure gestion et protection des espèces. Des résultats préliminaires ont montré que la contamination métallique aurait un impact sur la prévalence et l'intensité parasitaires des poissons. De plus, il semblerait que la présence combinée de contaminants et des parasites pathogènes augmente le stress tissulaire chez les poissons ayant des répercussions sur la croissance, la reproduction, la physiologie et le comportement des organismes aquatiques.*

Note explicative concernant la Plateforme Stella Mare

Le faisceau d'éléments présentés dans cette note explicative a vocation à éclairer l'AERES sur l'architecture de la plateforme Stella Mare et sur les relations étroites qu'elle constitue avec les unités recherches, les professionnels et les institutionnels dans le domaine des ressources halieutiques.

Contexte

Depuis 2003 l'Université de Corse – Pasquale Paoli a défini une politique scientifique qui a permis d'une part, de caractériser fortement son identité scientifique et d'autre part, d'organiser et de structurer l'offre de recherche de l'établissement universitaire. Ainsi, cette politique a induit la mise en œuvre de 7 projets structurants répartis dans deux Unités Mixtes de Recherche avec le CNRS (résultats : élargissement du périmètre de l'UMR SPE et création de l'UMR LISA). L'ensemble des moyens financiers, humains et patrimoniaux ont été concentrés sur ces 7 projets (résultats : forte lisibilité et crédibilité accrue => passage de 3 à 9.7 M€ du Contrat de Projet Etat Région recherche, obtention de moyens humains spécifiques de la part du MESR et des organismes de recherche -essentiellement CNRS-, dotations patrimoniales permettant notamment la réalisation des bâtiments UMR LISA 9.8M€ et Stella Mare 8.2M€).

Vision stratégique

La labellisation de la plateforme (PF) Stella Mare, sous la forme d'une UMS (n°3514), est la conséquence de cette politique, qui a pour objectif la transformation de recherche en richesse et donc, l'interaction accrue avec les problématiques économiquement et socialement vives présentes sur le territoire insulaire tout en densifiant les relations internationales déjà actives (Réseau RETI). L'UMS est en lien fort avec l'UMR SPE et plus particulièrement avec le projet GEM (biologie marine et parasitologie) et le projet TIC (modélisation et simulation comportementale). La fonction de publication reste bien entendu au sein de l'UMR, mais la PF ouvre incontestablement de nouveaux possibles. Les premiers effets démultiplicateurs se font jour et ne vont faire que croître dans les années à venir (Cf. point 3). De plus, la PF a vocation à créer les conditions de collaborations au-delà des deux UMR de l'Université de Corse, d'une part, en attirant des chercheurs issus d'autres établissements et organismes de recherche, et d'autres part, en mobilisant d'autres acteurs, qui n'avaient pas ou peu d'implications directes avec l'Université de Corse (ex : pêcheurs, aquaculteurs, syndicats, associations, institutions...). Ces nouvelles collaborations viennent incontestablement renforcer l'activité et la crédibilité de l'Université dans le champ des ressources halieutiques et le plateau technique mis en œuvre sur le site de Biguglia (phase 1 : base avancée actuelle / phase 2 : construction d'un bâtiment de 1000 m²) permet de développer des expérimentations qui n'étaient absolument pas envisageables jusqu'à présent sur Corti.

Perspectives et objectifs quadriennaux

L'unité a ouvert ses portes depuis moins d'un an (avril 2011), son activité qui débute s'organise autour de quatre pôles.

1 - Pole recherche

Suite aux discussions avec les professionnels du domaine, nous avons choisi de porter notre effort scientifique sur les espèces suivantes :

- *Oursin (Paracentrotus lividus)*
- *Homard (Homarus gammarus)*
- *Denti (Dentex dentex)*
- *Huitre plate (Ostrea edulis)*

Pour chacune d'entre elle, nous avons défini un protocole qui s'articule autour des quatre axes suivant :

- *Evaluation des stocks*
- *Prélèvements de géniteurs*
- *Définition et suivi des processus de reproduction et d'élevage*
- *Suivi dans le milieu (modélisation et simulation comportementale)*

Post Larve

- *Suivi de la biodiversité marine (estimation et prévision des stocks halieutiques futurs)*
- *Caractérisation de la dynamique des populations sur une échelle spatio-temporelle*

Phytoplancton-Zooplancton

- *Caractérisation des populations à l'échelle de la Corse, aussi bien en lagune qu'en milieu marin, car ce maillon est l'élément de base essentiel de la chaîne trophique.*
- *Recherche de souches potentiellement utilisables en aquaculture (alimentation, biocarburant...)*

La PF met à disposition des équipes de recherche sur le plateau scientifique et technique (1 Tech, 1IE) de la base avancée afin de contribuer au développement des axes qui ont été définis au sein du projet GEM et du projet TIC.

2 - Pole transfert

L'objectif ici est d'opérer, après analyse et sécurisation des données, un transfert permettant aux professionnels, d'une part, de mieux gérer les stocks halieutiques et préserver la ressource (pêche), et d'autre part, d'identifier de nouvelles espèces potentiellement intéressantes (aquaculture). A titre d'exemple, nous avons organisé en 2011 un Workshop « Halieutic biodiversity and factors impacting in the Mediterranean Sea », PRES Euro-méditerranéen/Université de Corse/RETI à Stella Mare les 5 et 6 décembre dernier regroupant des chercheurs de toute l'Europe en présence de professionnels

Résultat 1 : *retour d'expérience et confrontation des différents modes de gestion (notamment avec la Sardaigne);*

Résultat 2 : *dépôt de 2 projets européens*

- *Network d'ostréiculture soutenable à petite échelle ENPI – CBC Med Bassin de la mer Méditerranée 2007/2013*
- *IEVP Programme opérationnel conjoint bassin maritime Méditerranée – réseau pour le maintien et la gestion durable des petits métiers de la pêche en Méditerranée occidentale*

3 - Pole sensibilisation des professionnels et gestionnaires

Organisation de réunions et séminaires avec les professionnels du domaine, à titre d'exemple déjà réalisés :

- *mai 2011 : séminaire de présentation des activités de la PF aux chefs d'entreprise membres de la Fondation Universitaire de Corse.*
- *novembre 2011 : séminaire aquaculteurs.*

- *réunion avec le président et le directeur de l'Office de l'Environnement de la Corse (institutionnel / gestionnaire).*
- *janvier 2012 réunion ostréiculteurs.*

4 - Pole vulgarisation

Développement d'évènements à vocations éducatives et informatives

- *mai 2011 participation aux journées du développement durable (CGI de Haute Corse).*
- *mai 2011 participation aux journées de méd-éducation à Marseille.*
- *mai 2011 participation à la « mer en fête » (enseignants, chercheurs et étudiants).*
- *mai 2011 organisation d'une visite d'un groupe d'étudiants internationaux sur une exploitation aquacole de l'étang de Diana.*
- *janvier 2012 première journée de visite (collège de Montesoro classe de 4ème) en partenariat avec l'association U Marinu (convention signée le même jour afin de généraliser ces visites destinées au jeune public – primaire, secondaire et lycéens).*

Conclusion

Il est clair que la crédibilité induite par la présence de la PF Stella Mare au sein de l'Université de Corse, permet de déployer de nouvelles possibilités, à savoir :

- *Interaction forte avec les professions (transfert, sensibilisation, diffusion, association aux réseaux et financements européens...).*
- *Lisibilité et attractivité internationales envers les autres membres de la communauté scientifique.*
- *Possibilités nouvelles de créer des réseaux associant et impliquant de façon innovantes ces deux ensembles d'acteurs, qui jusqu'à présent ont eu de réelles difficultés à collaborer, au service de l'élaboration de nouveaux mode d'exploitation des ressources visant un développement économique intégré (tant dans la définition que dans la mise en œuvre).*

De plus, la Plateforme Stella Mare a une réelle fonction d'Observatoire à développer, tant d'un point de vue des Sciences Exactes que des Sciences Humaines et Sociales. Pour ce faire, nous avons, d'ores et déjà, contribué à constituer en partenariat avec l'INEE (CNRS) un OHM (Observatoire Homme Milieu), nous envisageons d'intégrer le réseau SOMLIT (Service d'Observation en Milieu Littoral) et enfin, nous sommes en discussion avec le Muséum d'Histoire Naturelle pour élaborer des collaborations sur l'observation des tortues marines.

Note explicative concernant le SERME

Le SERME (Service d'Étude et de Recherche en Microscopie Electronique) est un service de recherche de l'Université de Corse. Il a pour mission de :

- *Mettre à disposition du matériel de haute technologie dans le domaine de la microscopie électronique pour les utilisateurs du secteur public ou privé.*
- *Faire bénéficier des compétences de l'équipe du service en la matière.*
- *Initier et/ou former aux études en microscopie électronique les chercheurs, les étudiants et le public.*

Historique :

Au cours du précédent quadriennal (2007-2010), l'Université de Corse a fait l'acquisition d'un microscope électronique à balayage (2007) et d'un microscope électronique à transmission (2009) grâce à un financement de la région Corse et de l'Europe. Ces projets sont nés d'un besoin et d'une demande émanant des chercheurs du projet GEM (biologistes et géologues).

La gestion de ces équipements est assurée par le SERME. La mise en place récente de ce service a bénéficié des conseils et de l'expérience de membres du RCCM (Réseau des Centres Commun de Microscopie reconnu par la MRCT) dans le cadre d'un projet tuteuré sur la mise en place d'une démarche qualité. L'élaboration d'un règlement intérieur ainsi que d'une double tarification, en fonction de la structure d'appartenance des utilisateurs, a d'ailleurs été validé par le Conseil d'Administration de l'Université de Corse.

Le matériel disponible :

Ne sont présentés ci-dessous que les principaux équipements permettant d'appréhender la logique d'investissement qui à été suivie:

- *Un microscope électronique à balayage à pression variable permettant d'observer la surface d'un échantillon. La nature des échantillons étudiés peuvent être très variés : organismes vivants (animal ou végétal) ou minéraux.*
- *Un microscope électronique à transmission permettant d'observer la structure interne d'un échantillon. L'observation de ces coupes permet par exemple l'étude des cellules et des éléments qui les composent.*
- *Une microanalyse X permettant de déterminer les éléments chimiques constituant l'échantillon analysé.*

La production scientifique et collaborations

Ces équipements ont permis la réalisation de 33 publications dans des revues de rang A sur la période 2007-2010. Ces publications ne sont pas toutes issues de recherches menées au sein

du GEM mais émanent également d'un autre projet structurant de l'UMR SPE : le projet Ressource Naturelle (RN).

Au travers de la production scientifique précédemment citée, la microscopie électronique à permis la mise en place de collaborations nationale (Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, Syndicat des aquaculteurs corses) et internationales (Natural History Museum of London (UK), Hellenic Centre for Marine Research (Crète), Université de Dakar (Sénégal), Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (Sénégal), Université de Tunis (Tunisie), Université Badji Mokhtar d'Annaba (Algérie)), avec notamment l'accueil de chercheurs étrangers.

La communication :

Chaque acquisition a été accompagnée d'une inauguration où ont été convié les chercheurs de l'UMR SPE 6134 mais également de nombreux utilisateurs locaux potentiels. La présentation de ces équipements a également été faite dans les médias régionaux (presse et télévision) et dans de nombreuses notes internes de l'Université.

L'Implication dans l'enseignement :

Même si le but principal de ces équipements n'est pas une utilisation à des fins pédagogiques, une quarantaine d'heures par an sont consacrées à la présentation et à l'initiation d'étudiants inscrits en formation initiale.

Les perspectives :

De par sa jeunesse le service de microscopie électronique possède une importante marge de progression. Une progression qui devra se baser sur :

- une diversification des utilisateurs permise par une politique de communication efficace ;
- la maîtrise de nouvelles techniques en adéquation avec les demandes des utilisateurs par le biais de formations et de participation à des réseaux de microscopie ;

Une progression qui devra se traduire par une augmentation des indicateurs communément utilisés :

- la production scientifique ;
- les collaborations mises en place.

Réponses : Projet - TIC

Manque d'autonomie des thématiques de recherche

« Manque d'autonomie des thématiques de recherche par rapport aux applications » : En fait l'approche que nous préconisons nous permet de développer des thématiques théoriques indépendamment des applications. En effet nous développons des recherches fondamentales concernant la modélisation et la simulation de systèmes complexes. Ces recherches concernent des extensions théoriques du formalisme DEVS telles que le traitement de données floues, l'intégration de modèles à apprentissage comme les réseaux de neurones, les systèmes multi-agents, la simulation parallèle, la simulation concurrente, etc... Ces recherches théoriques sont ensuite validées en étant intégrées au sein de plateforme DEVSimPY. Enfin des bibliothèques de modèles dédiées à des applications diverses et variées sont développées afin de répondre à des problématiques industrielles ou sociétales.

Publications

Nous avons une remarque concernant le décomptage des publications. En effet selon le guide de l'évaluation AERES, est considéré comme une production scientifique de rang A :

- une publication dans une revue internationale avec comité de lecture (ou une revue considérée comme de très bon niveau par la communauté dans certaines disciplines),
- un chapitre d'ouvrage ou un ouvrage de recherche reconnu internationalement (ou de portée nationale en SHS),
- pour le secteur STIC ou SHS, un article long dans un congrès international à comité de sélection considéré comme sélectif par la communauté.

Nous aimerions savoir comment les évaluateurs ont comptabilisé les publications de rang A car sur 55 publications que nous avons comptées seules 20 ont été comptabilisées comme publication de rang A.

Pour notre part nous avons comptabilisé les publications dans des revues internationales, nationales avec comité de lecture et les articles longs apparaissant dans les actes de conférences référencées dans ISI Web of Science et BDLP.

Carence en nombre de thésards

Nous avons commencé à remédier à cette carence en intégrant des modules recherche au sein du Master ISI de la faculté des Sciences. Nous avons aussi accru les relations avec nos partenaires nationaux et internationaux ce qui nous permet d'augmenter le vivier potentiel de thésards.

HDR

Trois McF sont susceptibles de soutenir une HDR dans les 3 ans à venir.

Faible activité internationale

Nous avons commencé à corriger cette carence : nous sommes impliqués dans une collaboration avec l'Argentine. Un dossier de laboratoire commun a été accepté pour financement par le CNRS. Dans ce cadre des échanges d'étudiants (un étudiant de Corte pourra passer 6 mois en Argentine tandis qu'un étudiant argentin pourra passer 6 mois à Corte).

Pas de politique d'affectation de moyens

Jusqu'à présent les moyens financiers du projet reposaient essentiellement sur des contrats (90% des moyens étant sur fonds propres et donc déjà affectés dans le cadre des contrats de recherche correspondants). Donc une politique d'affectation n'était pas nécessaire. Cependant depuis 2012 nous avons mis en place une politique d'affectation de moyens car avons obtenu des fonds de la Collectivité Territoriale de Corse. Cette politique repose sur un investissement dans du matériel permettant la mise en œuvre des concepts théoriques que nous développons – Serveur de calcul parallèle pour la mise en œuvre des concepts DEVS-Parallel et des capteurs marins servant à la mise en œuvre des concepts de DEVS-SMA pour le suivi des ressources halieutiques.

Réponses : Equipe – COMA

Les membres de l'équipe COMA remercient le comité d'experts de l'AERES pour l'aide qu'ils leur ont apportée en évaluant leurs travaux. Ils prennent acte des remarques et recommandations formulées dans le rapport et ils en reconnaissent la pertinence. Ils voudraient, cependant, éclaircir les points qui suivent.

«...la thématique “ interactions lumière-matière ” sera remplacée par “ acoustique ” ».

Une partie des enseignants-chercheurs qui travaillaient dans le thème « interactions lumière-matière » a décidé d'appliquer à l'acoustique l'expérience acquise dans l'utilisation de certaines techniques mathématiques. Aussi n'est-ce pas véritablement un changement de thème mais de champ d'application, les méthodes d'étude étant identiques.

« Le nombre (des ACL) est modeste... ».

En physique théorique et en mathématiques, il n'est pas possible, à l'instar de disciplines plus appliquées, de multiplier les publications. C'est la qualité des revues qui est privilégiée, et le comité a reconnu le niveau de celles dans lesquelles publient les membres du projet.

« Le nombre de bourses de thèse reste faible, compte tenu du potentiel d'encadrement ».

Etant donné le caractère essentiellement théorique des recherches menées dans COMA, les thésards ne peuvent prétendre, essentiellement, qu'aux bourses dévolues à l'UMR. Celles-ci sont peu nombreuses 4 à 5 tous les ans, ce qui ne permet pas à tous les projets d'obtenir un financement par an. De plus, certaines thèses co-encadrées par des membres de l'équipe en collaboration avec d'autres projets, ne sont pas comptabilisées dans COMA.

« ...mais l'équipe COMA n'a pas réussi à réorienter ses recherches... ».

Comme il a été noté par le comité d'évaluation, l'équipe COMA a fait des efforts pour développer les applications de ses travaux, en particulier en collaboration avec certains projets de l'UMR. Cependant, elle n'a pas souhaité réorienter totalement ses recherches vers ces domaines et a tenu à préserver sa singularité au sein de l'UMR.

« Le projet reste vague sur les possibilités futures de recrutement ».

L'équipe COMA fera bien sûr des demandes dans les années à venir en fonction de l'évolution des thèmes qui la composent, mais elle n'est pas maître des recrutements de l'UMR.

« Il n’y a pas de politique claire pour trouver des moyens et/ou pour proposer un projet scientifique à même d’obtenir des financements, notamment au niveau local ».

L’université focalise ces financements (à travers le Contrat de Plan Etat-Région) sur des projets de recherche validés comme «structurants » par le conseil scientifique de l’université. A ce jour, l’équipe COMA n’en fait pas partie malgré un vote unanime du conseil de laboratoire en septembre 2008 actant notre intégration en tant que telle. Cette décision n’a jamais été suivie d’un vote par le conseil scientifique de l’université. Nous n’avons donc pas accès aux financements liés à ce « label » et ce manque de moyens n’est pas sans conséquence sur la vie de l’équipe, il compromet, par exemple, l’accueil de post-doc.

Cependant, les thèmes qui présentent un aspect appliqué important pourront certainement s’autofinancer en partie grâce à des contrats et de cette façon, améliorer la situation financière de l’équipe (par exemple, un des chercheurs CNRS participe à une demande d’ANR avec le projet ENR).

Il faut toutefois noter que ce n’est pas la recherche de financements qui doit influencer sur le contenu scientifique des travaux envisagés.