

Vague B (2012-2015)

Structure fédérative

Le dossier comprendra de 10 à 50 pages en fonction de la taille de la structure fédérative et ne dépassera pas 4Mo.

1. Informations administratives

(dans la configuration prévue au 1^{er} janvier 2012)

Intitulé complet de la structure fédérative

ECosystèmes COntinentaux et Risques EnVironnementaux...ECCOREV.

Responsable

M. /Mme	Nom	Prénom	Corps-Grade	Etablissement d'enseignement supérieur d'affectation ou organisme d'appartenance
M	GUIOT	Joël	DR CE	CNRS
<i>Direction</i>	<i>Adjointe</i>			
M	Heulin	Thierry	DR1	CNRS
M	Batteau	Pierre	Prof	Univ. P. Cézanne Marseille
M	Abrial	Bernard	Ing	CEMAGREF

Type de demande

- ☐ nouvelle structure (création « ex-nihilo »)
☒ renouvellement (avec ou sans changement de label)
☐ fusion
☐ restructuration

En cas de renouvellement, préciser les label, n° et intitulé de la structure en 2008 :
FR 3098 ECCOREV

Établissement(s) de rattachement de la structure (tutelles)

Établissement(s) d'enseignement supérieur et de recherche	organisme(s) de recherche
Établissement de rattachement : ...Aix-Marseille Université P. Cézanne	organisme : ...CNRS..... département ou comm. de rattachement : INEE..... ...

[Tapez un texte]

Préciser l'établissement ou organisme responsable du dépôt du dossier : Aix-Marseille Université / Université P. Cézanne

(sauf exception, le dossier est déposé par l'établissement hébergeur de la structure fédérative)

Préciser le cas échéant le délégataire unique de gestion :

Autres partenaires de la structure :

Établissement(s) d'enseignement supérieur et de recherche :

Aix Marseille Université de Provence

Aix Marseille Université de la Méditerranée

Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse

Organisme(s) de recherche :

CNRS

INRA

INERIS

CEA

CEMAGREF

IRD

IRSN

.....

Entreprise(s) :

Autres :

Ont la possibilité de demander leur association à la FR à partir de 2012:

Collège de France

EHESS

Ecole Centrale de Marseille

Université de Nice

Université du Sud Toulon Var

Université de Pau

Classement thématique

Domaine(s) scientifique(s)

Indiquer, en début de ligne, "P" pour le domaine scientifique principal, "S" pour le ou les domaines scientifiques secondaires éventuels

	1	Mathématiques et leurs interactions
	2	Physique
P	3	Sciences de la terre et de l'univers, espace
	4	Chimie
	5	Biologie, médecine, santé
	6	Sciences humaines et humanités
S	7	Sciences de la société
S	8	Sciences pour l'ingénieur
	9	Sciences et technologies de l'information et de la communication
S	10	Sciences agronomiques et écologiques

Sous-domaine(s) aeres (cf. nomenclature)

Indiquer, à gauche du sigle, "P" pour le domaine scientifique principal, "S" pour le ou les domaines scientifiques secondaires éventuels

	ScD1 Maths		SdV1 LS3
	ScD2 Physique		SdV1 LS4
P	ScD3 STU		SdV1 LS5
	ScD4 Chimie		SdV1 LS6
S	ScD5 SPI		SdV1 LS7
	ScD6 STIC	S	SdV2 LS8
	ScD	S	SdV2 LS9
	SdV1 LS1		SdV
	SdV1 LS2	S	SHS1 Droit

[Tapez un texte]

S	SHS2 EcoGestion
	SHS3 LittFra
	SHS3 LLCE
	SHS4 Philo
	SHS4 Arts
	SHS5 Psycho
	SHS5 ScEduc
	SHS5 Linguistique
	SHS5 STAPS
	SHS6 Histoire
S	SHS6 GeAU
S	SHS7 Socio
	SHS7 SciencePo
	SHS7 AnthroEthno
	SHS7 InfoCom
	SHS

Secteur(s) disciplinaire(s) (cf nomenclature)

Reporter les codes des secteurs par ordre d'importance : 1010, 303, 304, 646, 712, 721, 731, 831

Mots-clés

Prédéfinis (**cf nomenclature mots-clés**) : Environnement - développement durable - biodiversité - changement climatique global - écosystème terrestre - gestion des milieux - risques naturels - déchets - dépollution - énergie renouvelable - biosphère continentale - économie de l'environnement - sociologie du développement durable - bioremédiation - géochimie environnementale - interaction milieux naturels et société - nano-bio-sciences

Libres : socio-écosystèmes, Méditerranée, ressources, (4 maximum)

Domaine applicatif, le cas échéant

Indiquer, en début de ligne, "P" pour le domaine principal, "S" pour le ou les domaines secondaires éventuels

S	Santé humaine et animale
	Alimentation, agriculture, pêche, agroalimentaire et biotechnologies
S	Nanosciences, nanotechnologies, matériaux et procédés
	Technologies de l'information et de communication
	Production de biens et de services & nouvelles technologies de production
	Énergie nucléaire
S	Nouvelles technologies pour l'énergie
P	Environnement (dont changement climatique)
	Espace
S	Aménagement, ville et urbanisme
	Transport (dont aéronautique) et logistique
	Cultures et société
	Économie, organisation du travail
	Sécurité
	Autre

Nomenclature ERC (European Research Council)

Indiquer, en début de ligne, "P" pour le secteur principal, "S" pour le ou les secteurs scientifiques secondaires éventuels

Physical Sciences & Engineering

	PE1	Mathematical foundations : all areas of mathematics, pure and applied, plus mathematical foundations of computer, science, mathematical physics and statistics
	PE2	Fundamental constituents of matter : particle, nuclear, plasma, atomic, molecular, gas, and optical physics
	PE3	Condensed matter physics : structure, electronic properties, fluids, nanosciences
	PE4	Physical and analytical chemical sciences : analytical chemistry, chemical theory, physical chemistry/chemical physics
	PE5	Materials and synthesis : materials synthesis, structure-properties relations, functional and advanced materials, molecular architecture, organic chemistry
	PE6	Computer science and informatics : informatics and information systems, computer science, scientific computing, intelligent systems
	PE7	Systems and communication engineering : electronic, communication, optical and systems engineering
	PE8	Products and processes engineering : product design, process design and control, construction methods, civil, engineering, energysystems, material engineering
	PE9	Universe sciences : astro-physics/chemistry/biology; solar system; stellar, galactic and extragalactic astronomy, planetary systems, cosmology, space science, instrumentation
P	PE10	Earth system science : physical geography, geology, geophysics, meteorology, oceanography, climatology, ecology, global environmental change, biogeochemical cycles, natural resources management

Social Sciences & Humanities

-	SH1	Individuals, institutions and markets : economics, finance and management
-	SH2	Institutions, values and beliefs and behaviour : sociology, social anthropology, political science, law, communication, social studies of science and technology
S	SH3	Environment and society : environmental studies, demography, social geography, urban and regional studies

-	SH4	The Human Mind and its complexity : cognition, psychology, linguistics, philosophy and education
-	SH5	Cultures and cultural production : literature, visual and performing arts, music, cultural and comparative studies
S	SH6	The study of the human past : archaeology, history and memory

Life Sciences

-	LS1	Molecular and Structural Biology and Biochemistry : molecular biology, biochemistry, biophysics, structural biology, biochemistry of signal transduction
-	LS2	Genetics, Genomics, Bioinformatics and Systems Biology : genetics, population genetics, molecular genetics, genomics, transcriptomics, proteomics, metabolomics, bioinformatics, computational biology, biostatistics, biological modelling and simulation, systems biology, genetic epidemiology
-	LS3	Cellular and Developmental Biology : cell biology, cell physiology, signal transduction, organogenesis, evolution and development, developmental genetics, pattern formation in plants and animals
-	LS4	Physiology, Pathophysiology and Endocrinology : organ physiology, pathophysiology, endocrinology, metabolism, ageing, regeneration, tumorigenesis, cardiovascular disease, metabolic syndrome
-	LS5	Neurosciences and neural disorders : neurobiology, neuroanatomy, neurophysiology, neurochemistry, neuropharmacology, neuroimaging, systems neuroscience, neurological disorders, psychiatry
-	LS6	Immunity and infection : immunobiology, aetiology of immune disorders, microbiology, virology, parasitology, global and other infectious diseases, population dynamics of infectious diseases, veterinary medicine
-	LS7	Diagnostic tools, therapies and public health : aetiology, diagnosis and treatment of disease, public health, epidemiology, pharmacology, clinical medicine, regenerative medicine, medical ethics
S	LS8	Evolutionary, population and environmental biology : evolution, ecology, animal behaviour, population biology, biodiversity, biogeography, marine biology, ecotoxicology, prokaryotic biology
S	LS9	Applied life sciences and biotechnology: agricultural, animal, fishery, forestry and food sciences; biotechnology, chemical biology, genetic engineering, synthetic biology, industrial biosciences; environmental biotechnology and remediation

Coordonnées de la structure fédérative

Localisation et établissement : Europôle Méditerranéen de l'Arbois

Numéro, voie : Bâtiment Pasteur

Boîte postale : BP 80

Code postal et ville : 13545 Aix en Provence cedex 4

Téléphone : 04 42 97 15 21

Adresse électronique : guiot@cerege.fr cavalieri@cerege.fr

Site web : <http://eccorev.cerege.fr/>

Unités membres de la structure fédérative au 1^{er} janvier 2012 (39 unités)

39 unités de 2008 à 2011

43 unités à partir de 2012

Label et n°	Intitulé de l'unité	Responsable	Etablissement de rattachement support	Domaine scientif. principal	Unité porteuse / associée
UMR6635	CEREGE Centre d'Etudes et de Recherche des Géosciences de l'Environnement (CEREGE)	N Thouveny	Université Paul Cézanne - CNRS	3	Porteuse
UMR6116	IMEP Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie	T Tatoni	Université Paul Cézanne - CNRS	10	Porteuse
UMR 6191	IBEB Institut de Biologie environnementale et de biotechnologie IBEB/SBTN Service de Biochimie et de technologie nucléaire (Marcoule) IBEB/BVME Biologie Végétale et Microbiologie Environnementales	Thierry Heulin E. Quemeneur T. Heulin	CEA/DSV - CNRS - Université de la Méditerranée	10, 5	Porteuse
UMR6012	ESPACE Etudes des structures, des processus d'adaptation et des changements de l'espace	C Voiron	Université de la Méditerranée - CNRS	6	Porteuse
CEMAGREF	CEMAGREF Aix en Provence Groupe Ouvrages hydrauliques Groupe hydrologie HYAX Hydrobiologie EMAX Ecosystèmes méditerranéens et risques IRAX Irrigation	B Abrial L Peyras P. Arnaud Y Lecoarer P Roche B Molle	CEMAGREF	8 8 10 10 8	Porteuse
UR629	URFM UR Ecologie des Forêts Méditerranéennes	F Lefevre	INRA	10	Porteuse
UMR151	LPED Laboratoire Population Environnement Développement	R Lalou	Université de Provence - IRD	7	Porteuse
UMR6181	LM2P2 Laboratoire de mécanique modélisation et procédés propres	P Bontoux	Université Paul Cézanne CNRS	8	Porteuse

UMR1163	BCF Biotechnologie des champignons filamenteux	JC Sigoillot	Université de Provence - Université de la Méditerranée - INRA	10	Porteuse
UMR1114	EMMAH Environnement méditerranéen et modélisation des agro-hydrosystèmes	L Di Petrio	INRA Université d'Avignon	3, 10	Porteuse
UMR6579	GREQAM Groupement de Recherche en économie quantitative d'Aix Marseille	JB Zimmermann	Université de la Méditerranée CNRS	7	Porteuse
IRSN	IRSN Laboratoire de radioécologie et d'écotoxicologie Laboratoire de modélisation environnementale Laboratoire d'étude radioécologique du milieu continental et marin Bureau d'évaluation des risques sismiques pour la sûreté des installations	F Brechignac R Gilbin P Calmon P Renaud C Berge	IRSN	5 3 10 3	Porteuse
UR1119	GSE Géochimie des sols et des eaux	J Balesdent	INRA	10	Porteuse
USR2207	OHP Observatoire de Haute Provence	M Boer	CNRS	3	Porteuse
EA 1784	Biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale	A. Botta	Université de la Méditerranée	10	Porteuse
UMR6263	ISM2 Institut des Sciences Moléculaires de Marseille	JA Rodriguez	Université Paul Cézanne CNRS	4	Porteuse
UMR6264	LCP Laboratoire de Chimie de Provence	P Knauth	Université de Provence CNRS	4	Porteuse
EA 3786	GREDAUC Groupement d'étude et de recherche en droit de l'immobilier, de l'aménagement, de l'urbanisme et de la construction CEJU Centre d'étude juridique de l'urbanisme	ML Lambert	Université Paul Cézanne	6	Porteuse
UMR6632	LEBM Laboratoire Evolution biologique et modélisation Equipe Evolution Biologique et Modélisation	J Los P. Pontarotti	Université de Provence CNRS	5	Associée
UMR180	MBEC Microbiologie et biotechnologie des environnements chauds	JL Tholozan	Université de Provence - Université de la Méditerranée - IRD	10	Associée
UMR406	Abeilles et environnement	L Belzunces	INRA	10	Associée
UMR6201	Droit public comparé, droit international et droit européen CERIC Centre d'études et de recherche internationales et communautaires	R. Mehdi S Maljean-Dubois	Université Paul Cézanne - CNRS	7	Associée
INERIS	INERIS Aix en Provence Déchets et sites pollués Risques mouvements de terrain	R Revalor J Bureau C Didier	INERIS	3 3	Associée
CEA DTN	DEN/DTN Département de Technologie Nucléaire LPC Laboratoire des procédés physico-chimiques sur les caloporteurs	JM Morey M Brothier	CEA/DEN	2 8	Associée
UE	Unité expérimentale agroclimat	N Brisson	INRA	10	Associée
UR546	Biostatistiques et processus spatiaux	D Allard	INRA	1	Associée
UR767	Ecodéveloppement	C De Sainte Marie	INRA	7	Associée
EA889	CIRTA Centre interdisciplinaire de recherche sur les territoires et l'aménagement	J Dubois	Université Paul Cézanne	7	Associée
EA898	CAE Centre d'analyse économique	P Maître	Université Paul Cézanne	7	Associée
EA2188	CERGAM Centre d'études et de recherche en gestion d'Aix Marseille	JL Chandon	Université Paul Cézanne	7	Associée
GIS IDEP	IDEP Institut d'économie Publique	A Trannoy	CNRS, EHESS	7	Associée
EA4229	Laboratoire de géologie des systèmes et des réservoirs carbonatés	J Borgomano	Université de Provence Aix Marseille	3	Associée

Liste des personnels affectés en propre à la structure fédérative

Nom, prénom	Grade	Etablissement de rattachement	Fonction
Cavalieri, Joëlle	IE1 - F	CNRS, INEE (2008)	Administratrice de la FR

Robert, Samuel	IR2 - H	CNRS, INEE (2008)	Chef de projet OHM Bassin Minier de Provence
Reiter, Ilja	IR2 - H	CNRS, INEE (2009)	Chef de projet O3HP, écophysiologue
Rotureau, Armand	IE2 - H	CNRS, INEE (2010)	Ingénieur bases de données

Surfaces recherche (en m² SHON*) prévues pour la structure fédérative au 1^{er} janvier 2012

(Hors surfaces occupées par les unités de recherche membres de la structure)

Etablissement(s) d'enseignement supérieur et/ou organisme(s) prenant en charge des coûts d'infrastructures "recherche" de la structure	Ventilation des surfaces en m ²
Établissement de rattachement support : Université P. Cézanne Aix Marseille	200 m ² (6 bureaux, une petite salle de réunion, un local technique climatisé pour les serveurs, une salle d'archives)
Établissement de rattachement :	
Établissement de rattachement :	
Organisme de recherche :	
Organisme de recherche :	
Autres (AP-HP, CHU, CHR, autre à préciser) :	
TOTAL des surfaces	200m²

*Surface hors œuvre nette. Surface SHON = surface utile x 1,4.

Surface utile : surface d'une pièce mesurée à l'intérieur des murs porteurs et des cloisons.

Surface hors œuvre nette : surface administrative utilisée lors du dépôt du permis de construire qui correspond à la somme des surfaces délimitées par les périmètres extérieurs de la surface horizontale de chaque étage clos ou sous-sol aménagé déduction faite des surfaces non exploitables (balcons, terrasses, volumes non clos).

Pour les plates-formes technologiques seulement

Gros équipements acquis directement ou indirectement par l'IFR PMSE (entre 2006 et 2007) et par ECCOREV (à partir de 2008) et implantés dans les unités (hors équipements spécifiques des unités)

Nature	Année d'achat	Coût d'achat	Participation de la FR ECCOREV
Tour de mesures en forêt, site de Fontblanche	2006 2007	90000	IFR et subventions PACA et FEDER : 75000
Serre expérimentale sur le site de l'Arbois	2006 2007	100000	IFR et subvention PACA : 70000
Spectromètre de masse Q-TOF	2007	119600	IFR : 30000
Chaîne d'analyse Carbone 14	2007	130000	IFR : 35000

Dispositif acoustique ultrasonore en géosciences de l'environnement	2006 2007	100000	IFR et subventions PACA et CG13 : 80000
Projet HYDROSYS Ingénierie des hydrosystèmes: caméra, turbidimètre, doppler	2008 2009 2010	150700	Subvention Région Paca : 75350
Participation achat d'un granulomètre	2009	42338	Fonds propres : 20000
Participation achat d'un spectromètre d'absorption atomique	2009	105000	Fonds propres : 35000
Projet MORGANES : participation achat d'un microscope confocal et unité de couplage pyrolyse	2008 et 2009	260000	Fonds propres : 55000
Plate forme de forage SETEL	2009 2010 2011	328000	Subvention CG13 et fonds propres : 213000
O3HP	2008 2009	390000	Fonds propres : 20000
Spectromètre laser EAU TRACES	2009 2010	70000	Subventions Région PACA et CG 13 portées par ECCOREV : 60000
Microscope optique photonique	2009 2010	38000	Subvention CG13 portée par ECCOREV : 20000
ICOS O3HP : observatoire du bilan carbone et des impacts du changement climatique à partir de la plateforme O3HP	2010 2011	471000	Subventions Région PACA et FEDER : 365000 Fonds propres : 76000
Equipement pour traitement hydrothermal de l'amiante	2009 2010	24400	Subvention CG13 portée par ECCOREV : 8700
Analyseur génétique	2010	85000	ECCOREV 40000 IMEP 5000 INRA 40000

Appartenance à un réseau national ou international (préciser lequel)

2. Dossier scientifique

TABLE DES MATIERES

RESUME	11
EXECUTIVE SUMMARY	12
Bilan 2006-2010	13
1. Contexte et objectifs	13
2. Structure, gestion et financement	14
3. Bilan de la recherche 2006-2010	15
Résumé de quelques résultats marquants :	15
3.1. Axe 1. Morphogenèse, risques naturels et variabilité climatique (O Bellier)	16
3.2. Axe 2. Vulnérabilité des écosystèmes terrestres et aquatiques (A. Chanzy)	21
3.3. Axe 3. Ecodynamique et toxicologie environnementale (W. Achouak)	26
3.4. Axe 4. Ecotechnologie et développement durable (N. Roche, J.C. Sigoillot)	29
3.5. Axe transversal 1. Observatoire Hommes-Milieus Bassin minier de Provence	33
3.6. Axe transversal 2. Approche territoriale (J. Dubois)	34
3.7. Axe transversal 3: Comment évaluer le risque (E. Chojnacki)	35
3.8. Un futur TGE : O3HP, observatoire du chêne blanc à l'OHP (T. Gauquelin, M. Boer)	35
4. Bilan des animations et formations scientifiques	37
5. Bases de données	41
6. Insertion dans le paysage sociétal régional	41
6.1. Contribution à la compétitivité économique	41
6.2. Contribution aux politiques publiques en matière d'environnement et de santé	42
6.3. Contribution à la diffusion de la culture scientifique	42
6.4. Contribution aux politiques régionales et départementales	42
7. Bilan des publications	42
7.1. Introduction	42
7.2. AXE 1	42
7.3. AXE 2	45
7.4. AXE 3	47
7.5. AXE 4	50
Projet scientifique pour la période 2012-2015	53
1. Introduction	53
2. Les futures thématiques	55
2.1. Axe 1. Morphogenèse, risques naturels et variabilité climatique (O Bellier)	55
2.2. Axe 2. Evolution et vulnérabilité des écosystèmes terrestres et aquatiques face aux changements globaux (A. Chanzy)	60
2.3. Axe 3. Ecodynamique et toxicologie environnementale (W. Achouak)	62
2.4. Axe 4. Ecotechnologie et développement durable (N. Roche, J.C. Sigoillot)	64
2.5. Axe transversal T1. Observatoire Hommes-Milieus Bassin minier de Provence (P. Batteau, O. Radakovitch, S. Daviet, S. Robert)	66

2.6. Axe transversal T2: Méthodes de représentation et d'évaluation du risque (E. Chojnacki)68

3. Projets d'équipements mutualisés 69

RESUME

La fédération de recherche ECCOREV a pour ambition de mieux comprendre les interactions homme-nature exprimées à travers la notion de risques et de vulnérabilité dans l'espace méditerranéen. Les outils que s'est donnée la fédération sont l'achat mutualisé d'équipements scientifiques, l'animation scientifique, la formation des jeunes chercheurs, l'appel d'offre interne incitant à la collaboration entre laboratoires et entre disciplines. Elle fédère 39 laboratoires des sciences dures et SHS travaillant dans l'environnement dans un espace couvrant la moitié occidentale de la région PACA. Elle est structurée en quatre axes thématiques et deux axes transversaux. Son budget récurrent est de l'ordre de 230 k€ en provenance du CNRS et de l'université. A cela, s'ajoute un financement variable lié à l'achat mutualisé d'équipements scientifiques : station de mesure en forêt (Fontblanche, O3HP), système d'ingénierie des hydrosystèmes (HYDROSIS), spectromètres de masse, granulomètre, système de carottage lacustre SETEL, analyseur génétique.

L'axe 1 a coordonné trois projets financés en interne, trois projets financés en externe (ANR, Medad, INSU, Agence de l'eau ...), trois projets d'équipement et deux colloques internationaux dans les domaines des changements climatiques, de la morphogenèse côtière et de la sismologie. L'axe 2 a coordonné six projets financés en interne, cinq projets nationaux ou internationaux (ANR, UE, INSU ...), trois projets d'équipement et un colloque national dans les domaines de la biodiversité, l'hydrologie et les impacts des changements globaux. L'axe 3 a coordonné quatre projets internes, six projets externes dont un GDR international et plusieurs projets européens sur les mécanismes de transfert et d'impact des éléments toxiques dans les écosystèmes, en particulier les nanoparticules. L'axe 4 a coordonné deux projets internes, six projets externes, deux projets d'équipement et un colloque international sur les problèmes d'écotechnologie (remédiation des contaminants et production d'énergie).

Deux projets phares (et transversaux) sont à mettre à l'actif d'ECCOREV : (1) la mise en place (en 2008) d'un observatoire Homme-Milieu (OHM) « Bassin Minier de Provence » dont l'objectif est d'observer et étudier les interactions homme-milieu dans le contexte de l'après-mine, (2) la mise en place, en 2008, d'un futur TGE, l'observatoire du chêne blanc à l'OHP (O3HP) qui est un modèle de collaboration entre écologues et astronomes. Les actions de l'OHM sont l'incitation au montage de petits projets interdisciplinaires, l'organisation de colloques, bases de données et la mise en place d'un projet GESSOL et d'un projet AFSSET. L'O3HP est en phase de construction et va s'étendre rapidement comme un nœud important du réseau international ICOS sur l'observation des gaz à effet de serre. Le recrutement de deux ingénieurs CNRS a favorisé ces projets de façon spectaculaire. Deux autres axes transversaux sont plus méthodologiques : l'approche territoriale et l'évaluation du risque. ECCOREV intervient également dans plusieurs composantes du chantier Méditerranée (MISTRALS).

Le bilan des animations est : (1) deux colloques de réflexion générale de la FR, (2) deux journées d'animation thématique (biodiversité, risque), (3) trois appels d'offre interne, (4) deux semaines sur la modélisation en environnement, (5) un atelier sur les incendies de forêt, (6) des formations sur les statistiques en environnement (une semaine / an), (7) une formation sur les techniques de laboratoire (3 jours), et sur techniques de rédaction d'article (2 jours), (8) une initiation au SIG (deux fois trois jours). Les formations sont particulièrement demandées et on refuse à chaque fois du monde.

Nous sommes en train de mettre en place une gestion coordonnée de bases de données, grâce au recrutement d'un ingénieur CNRS. Cela concerne actuellement deux bases internationales (EPD, dendroDB), une base régionale sur la flore (BASECO) et une base locale liée à l'OHM.

Les points forts d'ECCOREV sont : (1) un bilan d'activités et une production scientifique fortes, (2) le succès des appels d'offre internes qui poussent les chercheurs à collaborer au delà des frontières des disciplines, (3) de nombreux projets nationaux et internationaux, (4) une reconnaissance forte de la part du CNRS (INEE et INSU), de l'université P. Cézanne avec une aide conséquente et une gestion efficace, (5) une reconnaissance forte de la part de tous les organismes liés à l'environnement (IRD, CEA, INRA, CEMAGREF, IRSN, INERIS), (5) le soutien fort des collectivités locales (CG13, région PACA), (6) l'implication croissante des sciences humaines et sociales qui commence à porter ses fruits, (7) deux projets d'observatoire phares : OHM et O3HP.

Les points faibles sont : (1) un nombre élevé de laboratoires et d'organismes, ce qui alourdit le système, (2) une implication parfois faible de certains laboratoires, (3) la difficulté de mettre en place les animations d'axe, (4) la difficulté d'évaluer la production scientifique (quelle est la valeur ajoutée d'ECCOREV ?), (5) la difficulté de communication entre sciences humaines et sciences dures (comment concilier les cultures de projet et des approches aussi différentes). Il sera donc nécessaire, durant les prochaines années, de réfléchir à des manières de mieux intégrer les laboratoires et les disciplines.

En conclusion, ECCOREV répond à un besoin et a montré son dynamisme et son efficacité dans les tâches qui lui ont été assignées. Dans le cadre d'autres efforts de structuration en cours (PYTHEAS, Objectif-Terre), cette FR a toute sa place car elle dépasse très largement les limites université-CNRS, par la participation de tous les organismes concernés par l'environnement, qui la soutienne fortement. Grâce à son expérience, sa visibilité et sa dimension, elle se veut un acteur de la recomposition du paysage de la recherche en environnement.

EXECUTIVE SUMMARY

The research federation ECCOREV aims to better understand the interactions "Man-Nature" expressed through the concept of risk and vulnerability in the Mediterranean space. The tools build up by the federation are the shared purchase of scientific equipment, scientific activities, training of young researchers, the internal call to proposals encouraging collaboration between laboratories and disciplines. It brings together 39 science and human science laboratories working in the environment sciences in an area covering the western half of the PACA region. It is structured in four thematic axes and in two transversal axes. Its recurrent budget is around 230 k€ provided by the CNRS and the university. It must be added a variable funding related to the purchase of shared scientific equipment: forest measurement stations (Fontblanche, O3HP), engineering system of hydrosystems, mass spectrometers, granulometer, lake coring system Setel, genetic analyzer.

Axis 1 has coordinated three internal projects, three external projects (ANR, Medad, INSU, Water Agency ...), three projects of equipment and two international conferences in the areas of climate change, the coastal morphogenesis and seismology. Axis 2 has coordinated six internal projects, five national and international projects (ANR, EU, INSU ...), three projects of equipment and a national symposium in the areas of biodiversity, hydrology and impacts of global changes. Axis 3 coordinated four internal projects, six external projects including an international GDR and several European projects on the transfer mechanisms and impact of toxic elements in ecosystems, in particular nanoparticles. Axis 4 coordinated two internal projects, six external projects, two projects of equipment and an international symposium in ecotechnology (remediation of contaminants and energy production).

Two ground-breaking and transversal projects must be put to the credit of ECCOREV: (a) the establishment (in 2008) of an observatory Man-Environment (OHM) "Mine basin of Provence" which aims to observe and study human-environment interactions in the context of post-mining, (2) the establishment in 2008 of a future TGE Observatory « white oak at the OHP » (O3HP) which is an excellent example of collaboration between astronomers and ecologists. The OHM encourages interdisciplinarity by small incentive projects, by organizing seminars, it builds up databases and GIS and coordinates two national projects (GESSOL AFSSET). The O3HP is under construction and will expand rapidly as a major site of the international observation network ICOS on greenhouse gas emissions. The recruitment of two engineers CNRS boosted these projects. Two other transversal axes are more methodological: the territorial approach and risk assessment. ECCOREV also involved in several components of the Mediterranean site (MISTRALS).

We have organised the following scientific activities: (a) two two-days prospective meetings (2) two days of thematic conference (biodiversity, risk), (3) three internal calls to proposals, (4) two four-days conferences on modelling in environment, (5) a workshop on forest fires, (6) three training workshops on environmental statistics (one week / year), (7) one training workshop on laboratory techniques (3 days) and on methodology of article writing (2 days) (8) introduction to GIS (twice three days). The training workshops had a particularly great success.

We are working on a coordinated system of database management, thanks to the recruitment of an engineer CNRS. This system currently involves two international databases (EPD, dendroDB), on a regional flora DB (Baseco) and a local DB associated with the OHM.

The strengths of ECCOREV are: (a) a excellent record of activities and a strong research output, (2) successful internal call to proposals pushing researchers to collaborate beyond the boundaries of disciplines, (3) many national and international projects, (4) a strong recognition by the CNRS (INSU and INEE) and the University P. Cezanne with significant assistance and efficient management, (5) a strong recognition from all research agencies involved the environment (IRD, CEA, INRA, CEMAGREF, IRSN INERIS), (5) a strong support of the local administrations (CG13, PACA), (6) the growing involvement of social sciences beginning to bear fruit, (7) two ground-breaking projects of observatory: OHM and O3HP.

The weaknesses are: (1) a large number of laboratories and research agencies, which increases bureaucracy, (2) sometimes a low involvement of some labs, (3) the difficulty of setting up the axis animation (4) the difficulty of evaluating scientific output (what is the added value of ECCOREV in this output?), (5) the difficulty of communication between the human science people and hard sciences people (how to reconcile so different project cultures and approaches?). It will be necessary, during next years, to think about methods of a better integration of the laboratories and disciplines.

In conclusion, ECCOREV meets a need and has demonstrated its dynamism and efficiency in its tasks. In the context of other ongoing efforts to structure environmental research (PYTHEAS, Earth Institute), the FR has its place because it extends far beyond the boundaries of universities and CNRS, through the participation of all research agencies concerned with the environment, which strongly supports it. Thanks to its experience, its visibility and its dimension, ECCOREV is an actor in this research evolution.

Bilan 2006-2010

1. Contexte et objectifs

La fédération de recherche ECCOREV a pour ambition de mieux comprendre les interactions « Homme-Nature » exprimées à travers la notion de risques et de vulnérabilité. Ces questions de recherche s'inscrivent dans un territoire constitué de l'espace méditerranéen. Ce territoire est confronté à tous les aléas, excepté le volcanisme. Il est par ailleurs soumis à une forte pression anthropique. C'est une structure fédérative fondée sur la thématique « des écosystèmes continentaux et risques environnementaux ». Son enjeu principal est de créer un réseau de laboratoires ayant des compétences complémentaires dans le domaine de l'environnement. La priorité de ce réseau est la mutualisation des moyens et l'animation scientifique utile au développement de l'interdisciplinarité. Le cadre de la fédération permet un maximum de souplesse tant du point de vue administratif et financier que scientifique. Seules certaines compétences sont mises en commun pour construire des projets fédérateurs.

Le fonctionnement en réseau crée une double dynamique scientifique. La mise en commun des compétences des différents laboratoires permet de résoudre des problèmes environnementaux complexes. En parallèle, la fédération favorise les réflexions et les débats au sein de chaque laboratoire en vue de l'émergence de nouveaux projets associant différentes équipes du réseau. La fédération est bâtie autour de quatre axes liés aux objets étudiés, que l'on pourrait résumer de la façon suivante : risques naturels, ressources, contamination et remédiation. Plusieurs chantiers transversaux ont été construits afin de favoriser l'interdisciplinarité : l'observatoire homme-milieu, la méthodologie de l'étude du risque, l'approche « territoire ». Le bilan ci-dessous est présenté selon cette structure.

Fédérer les équipes scientifiques autour de programmes interdisciplinaires autour de l'environnement est une nécessité dans un domaine à multiples facettes. Le changement climatique met en œuvre au niveau de ses impacts des disciplines aussi variées que l'hydrologie, l'écologie, la chimie, l'économie, le droit, la sociologie ... L'écodynamique des contaminants concerne toutes les échelles, du régional au micro-organisme en passant par la rhizosphère, impliquant des disciplines aussi variées que la chimie, l'écotoxicologie, la microbiologie, les sciences socio-économiques (pratiques agricoles, gestion des déchets...)

C'est pourquoi, en plus des sciences dites dures et des sciences naturelles, nous avons à cœur d'impliquer les sciences humaines et sociales. Ainsi, la fédération vise à favoriser les projets innovants dont l'objectif principal sera la résolution de problèmes liés aux risques en prenant compte tous les aspects qu'ils soient scientifiques, technologiques, juridiques, économiques et sociologiques.

Pour un laboratoire, intégrer une fédération de recherche permet d'élargir sa réflexion à des domaines scientifiques complémentaires. Avec l'appui d'ECCOREV, il lui est possible de répondre à de nouveaux appels d'offre sur des problématiques complexes liées au réchauffement climatique, à la vulnérabilité des territoires, à la biodiversité des écosystèmes, la remédiation des sites contaminés, l'impact des modifications dans le tissu industriel, touristique et agricole, etc... en prenant en compte les aspects socio-économiques des solutions proposées.

Se fédérer, c'est aussi donner plus de poids au dialogue avec les partenaires institutionnels et/ou financiers. Par exemple, une collectivité territoriale appréciera d'avoir un seul interlocuteur pour une problématique à la croisée de plusieurs thématiques scientifiques. En effet, comment trouver des réponses sur des sujets aussi complexes que les effets du changement climatique sur nos sociétés et trouver des solutions d'ingénierie écologique en se limitant à un seul domaine de compétence... Avoir en face de soi une fédération permet de trouver une réponse qui résulte de la somme de multiples travaux scientifiques.

Des recherches pluridisciplinaires en environnement nécessitent de disposer de données nombreuses, variées en termes spatio-temporels, et donc coûteuses à acquérir et conserver. ECCOREV a décidé de favoriser le travail des équipes sur des sites communs de manière à produire une palette aussi large que possible de données complémentaires. Cela implique également une gestion des bases de données et donc une structure technique apte à cette gestion. Les observatoires ou les systèmes d'observations hommes-milieus combinant les observations physiques, chimiques, biologiques aux aspects juridiques, sociologiques et économiques et permettant un suivi à long terme sont un moyen privilégié de stimulation de recherches en environnements. Nous avons également à cœur de développer les services communs de gestion de bases de données issues de réseaux internationaux (European Pollen Database) ou régionaux (BASECO, base de données floristiques méditerranéennes).

Les moyens nécessaires à une recherche de qualité tant en termes de résultats scientifiques que d'implication de ces travaux dans le développement des sociétés nécessite de plus en plus la mutualisation des moyens. La fédération ECCOREV s'appuie d'ores et déjà sur des plateaux mutualisés dans le cadre du précédent Institut Fédératif de Recherche Pôle Méditerranéen en Sciences de l'Environnement (IFR 112, 2000-2007). Par ailleurs, les régions jouent un rôle de plus en plus important dans l'attribution de moyens expérimentaux, de moyens humains de recherche. Nous avons donc continué à développer l'acquisition de gros équipements et plateformes

mutualisées en recourant au co-financement régional et local.

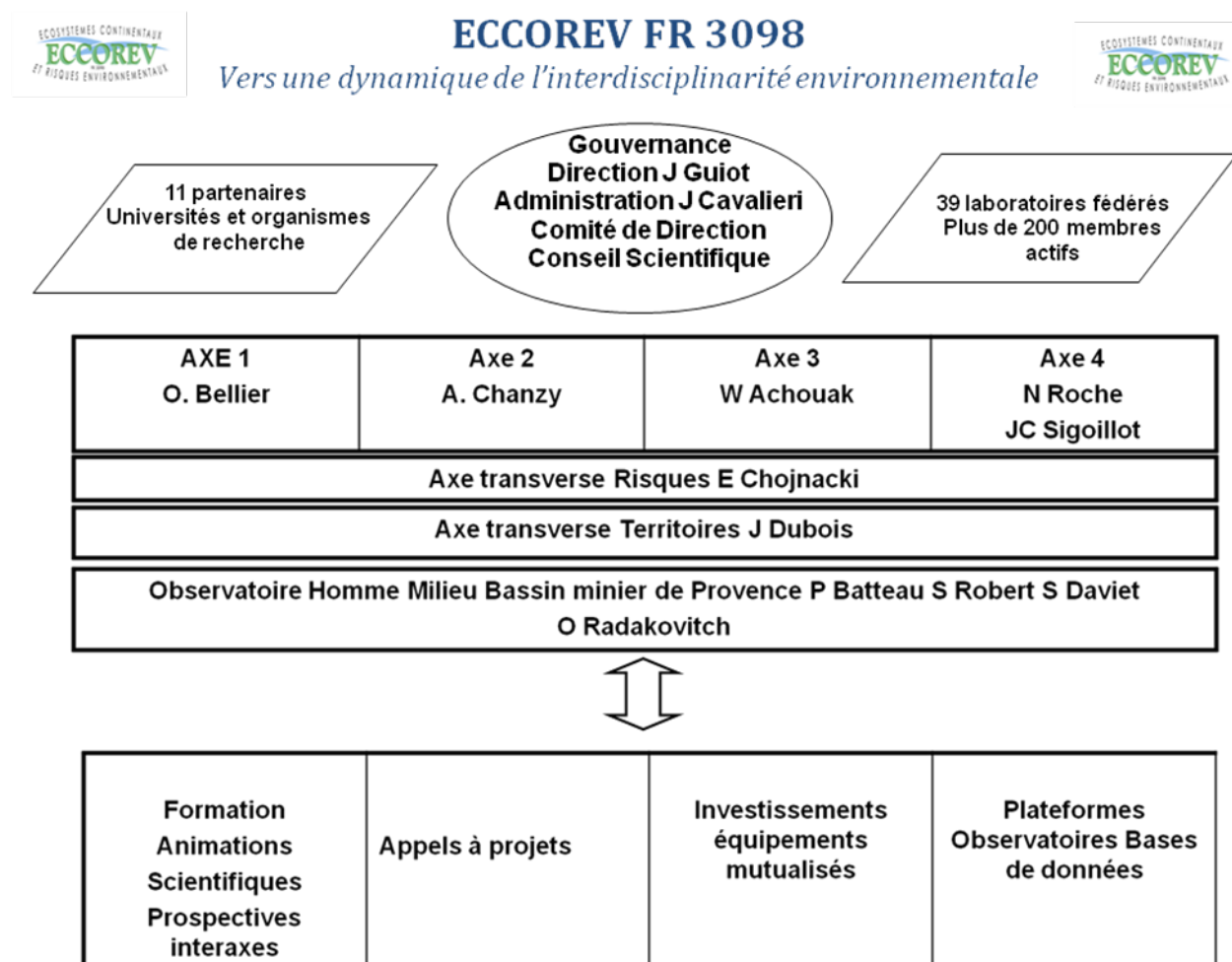
Enfin, la recherche interdisciplinaire et le dialogue entre communautés scientifiques et laboratoires se nourrissent d'une animation scientifique interne. Elle est de différentes natures : (1) les journées bilan/prospectives ouvertes à tous avec exposés et tables rondes (biennal), (2) les journées scientifiques interdisciplinaires sur un thème précis mais faisant intervenir une grande variété de points de vue (journées ECCOREV), (3) les ateliers sur une thématique précise (modélisation, techniques de laboratoire, statistiques), (4) les séminaires interdisciplinaires.

Le site web d'ECCOREV reprend les principales informations et réalisation d'ECCOREV/ <http://eccorev.cerege.fr/>

2. Structure, gestion et financement

Le projet de fédération de recherche ECCOREV structure la synergie scientifique et technologique de 39 laboratoires de recherche de la région PACA.

Au réseau initial de l'IFR 112 se sont associés d'autres laboratoires de sciences, mais également des instituts spécialisés dans les domaines des sciences humaines et sociales qui enrichissent, de leur compétence en économie, en droit et en sociologie de l'environnement, le champ des recherches menées au sein de la fédération.



Les tutelles d'ECCOREV sont nombreuses, avec deux tutelles principales : l'université P. Cézanne (UPCAM) et le CNRS. Ce sont elles qui financent la FR, en gèrent le budget et l'hébergent via le CEREGE. Le budget récurrent annuel est de 230 k€, dont 132 k€ proviennent de l'UPCAM et 98 k€ du CNRS (partagés entre l'INEE et l'INSU). Comme ce financement est souvent reversé aux labos au travers de l'appel d'offre interne, cela nécessite une réactivité et une souplesse de gestion des deux tutelles. Nous avons toujours obtenu une aide efficace de leur part, en particulier du Service de la Recherche et de la Valorisation de l'UPCAM. Nous espérons que la fusion des trois universités perpétuera cette collaboration efficace. La somme versée par le CNRS comprend une aide directe de l'INEE pour l'OHM (47 k€).

3. Bilan de la recherche 2006-2010

Le bilan est présenté selon les quatre axes et les quatre thématiques transversales. Pour chacun des axes, nous rappelons les contours et nous décrivons brièvement les projets réalisés ou en cours de réalisation. Les projets marqués « AOI » sont les petits projets annuels financés dans le cadre de l'appel d'offre interne d'ECCOREV (avec un financement annuel allant de 5 à 10 k€). Les projets marqués du sigle « Equip » concernent les projets d'équipement montés dans le cadre d'ECCOREV. Les projets marqués du sigle « Coll » concernent les colloques organisés avec l'appui d'ECCOREV.

Résumé de quelques résultats marquants :

[Axe 1] Dans le cadre des recherches pluridisciplinaires sur les déformations tectoniques récentes en Provence (résultant d'aléas sismiques modérés), il a été montré que, si les déformations pliocènes à actuelles sont contrôlées par la dynamique de la chaîne alpine, les structures résultent essentiellement de la phase de déformation pyrénéo-provençale, de la fin du Crétacé à l'Eocène moyen ; la phase « alpine » d'âge Miocène étant exprimée essentiellement entre la faille de la Moyenne Durance et celle de Salon-Cavaillon (e.g. Luberon, Trévasse...). Les vitesses de déplacements calculées grâce à la déformation de marqueurs géologiques et géomorphologiques résultant de la crise de salinité messinienne et/ou des cycles glacio-eustatiques quaternaires sont souvent inférieures à 0,1 mm/an. Cette déformation peut être enregistrée par des marqueurs géologiques très récents, bien que la morphologie actuelle de la région soit contrôlée essentiellement par les processus d'érosion. Projet CEREGE, IRSN, CEA, CEMAGREF. Publications : Clauzon et al (2010), Cushing et al (2008), Molliex et al (2010).

[Axe 1] Une reconstruction des températures moyennes d'avril à septembre en Europe pour le dernier millénaire a été produite à partir de divers indicateurs (proxies) comme les cernes d'arbres, les documents historiques, les données de carottes de glace du Groenland (basse résolution), des données polliniques (très basse résolution) [projet ESCARSEL, financé par l'ANR VMC-2006, CEREGE, IMEP]. Les résultats (Guiot et al, 2010) indiquent que : (1) les températures de la dernière décennie ont dépassé les niveaux du dernier millénaire ; (2) à partir l'étude de la distribution des valeurs extrêmes du Moyen-Age, l'événement le plus chaud de cette période (1.1°C au dessus du niveau de référence) avait une période de retour de plus de 1000 ans, mais, à partir de la distribution des événements extrêmes du 20^e siècle, cette période de retour tombe à 26 ans ; (3) toutes les décennies avant 1350 étaient chaudes mais relativement hétérogènes spatialement, tandis que la dernière décennie est plus chaude et nettement plus homogène spatialement. Ces résultats montrent finalement que le réchauffement actuel n'a aucun équivalent durant les 1400 dernières années en Europe, aussi bien en intensité qu'en homogénéité et qu'en distribution des extrêmes.

[Axe 2] Dans le cadre du projet Hydrosys (CEREGE, M2P2, IRPHE), l'enjeu est écologique avec la reconquête des herbiers de type Zostères sur les rives de l'étang de Berre. Leur implantation pourrait être affectée par des contraintes hydromécaniques liées aux vagues et à la marée. Des simulations numériques 3D de la propagation de l'onde de marée depuis le Golfe de Fos jusqu'à l'intérieur de l'étang de Berre ont été réalisées et validées par des observations. Un tel outil sera par la suite utilisé pour dimensionner des ouvrages de protection afin de faciliter l'implantation des herbiers

[Axe 2] Les projets (Hydroccam, Astuce & TIC, CEREGE, EMMAH, GSE) qui ont eu lieu sur la basse vallée du Rhône (plaine de la Crau, Camargue) ont permis de progresser sur la connaissance du fonctionnement des aquifères superficiels et leur interaction avec la surface et en particulier les pratiques d'irrigation : identifications des pratiques culturales par télédétection, rôle de l'irrigation et la riziculture sur le niveau de la nappe et estimation des flux hydriques à l'échelle du territoire. La fédération des efforts sur ce territoire devrait permettre d'aboutir très prochainement à une modélisation couplée surface/nappe permettant une réelle analyse de l'impact des changements globaux sur les services écosystémiques (De Montety et al, 2008 ; Bsaibes et al, 2009 ; Courault et al, 2008).

[Axe 3] Le projet Ecotoxicologie et génotoxicité des sédiments de l'étang de Berre associant des équipes de 4 laboratoires d'ECCOREV (CEREGE, IMEP, LCAE, LBME) a permis de mesurer, d'évaluer la toxicité de polluants dans les sédiments et de déterminer leur toxicité par une approche multidisciplinaire. Il s'agissait notamment de combiner pour la première fois, la mesure de contaminants métalliques et organiques dans les sédiments et des organismes benthiques avec le résultat des tests de génotoxicité novateurs pour ces mêmes sédiments. Ce projet a également permis le développement d'une nouvelle méthodologie de mesures à l'aide de biomarqueurs de stress métallique (Di Giorgio et al, subm.).

[Axe 3] Le projet Transfert, Transformation et toxicité des Nanomatériaux industriels et naturels a fédéré un grand nombre d'équipes au sein d'ECCOREV (CEREGE, LBME, IMEP, iBEB SBVMe, iBEB SBTN). Les résultats pionniers obtenus montrent clairement que la taille des nanoparticules (NPs) n'est pas le moteur essentiel de la réponse toxique à l'échelle cellulaire. En effet, la réponse biologique (mortalité, génotoxicité...) semble fortement corrélée aux évolutions du degré d'oxydation des métaux en surface des NPs (agrégées ou pas). Les NPs ayant un pouvoir oxydant ou réducteur sur les molécules actives dans le métabolisme cellulaire seront d'autant plus toxiques que la valeur absolue du potentiel d'oxydo-réduction (Eh) est éloignée des conditions redox standard de l'activité biologique (-0,35 à -0,15V). Une classification a été proposée mettant en relation les Eh caractéristiques

des NPs métalliques et d'oxydes et l'intensité de leur cytotoxicité et génotoxicité pour des bactéries et des cellules humaines. Publications : Aufan et al (2008, 2009a, 2009b, 2010), Rose et al (2006).

[Axe 4] Dans les cours d'eau, les éléments traces métalliques (ETM) sont transférés sous formes dissoutes et/ou fixées aux particules. Sous cette dernière forme, ils peuvent s'accumuler dans les zones sédimentaires et constituer des stocks de polluants. Il est donc important de pouvoir connaître et de caractériser l'évolution de la mobilité de ces ETM. Dans ce contexte, les travaux ont concerné la mobilité par diffusion interstitielle. Pour cela, il est important de connaître comment les ETM se répartissent entre leurs formes mobiles (dissoutes et colloïdales) et non mobiles (particulaires). Ce fractionnement dissous-particulaire des ETM est régi par les réactions de sorption à la surface des particules. Ces réactions dépendent des conditions physico-chimiques du milieu et sont fortement influencées par les processus biogéochimiques de la diagénèse précoce dont le principal (minéralisation biologique de la matière organique) entraîne des évolutions de ces conditions physico-chimiques le long de la colonne sédimentaire. Les résultats mettent en évidence que la disponibilité des ETM considérés est fortement liée au comportement des phases porteuses biogéochimiques et que la mobilité par diffusion interstitielle dépend essentiellement des caractéristiques granulométriques qui conditionnent à la fois la diffusion et la distribution des phases porteuses biogéochimiques (matière organique, oxydes métalliques, carbonates, sulfures). [Projet 4.3, IRSN, LCP]. Publications: Devallois et al (2008, 2009).

[Axe 4] Le but du projet 4.6 est de trouver des bactéries capables d'utiliser les sucres, en particulier les pentoses (xylose, arabinose) issus de l'hydrolyse enzymatique d'un substrat lignocellulosique (paille de blé) pour produire de l'hydrogène en complément de la production d'éthanol par fermentation à partir du glucose. Ce traitement permet d'obtenir des sucres simples utilisables par des bactéries productrices d'hydrogène. Parmi les bactéries testées, *Thermotoga hypogea* est tolérante à l'inhibition par les furfurals et utilise plus de 75% des pentoses avec un rendement en hydrogène élevé. Ces premiers résultats devraient permettre de développer un procédé mixte permettant une utilisation optimale de la biomasse lignocellulosique à des fins énergétiques. [Projet 4.6, MBEC, BCF]

3.1. Axe 1. Morphogénèse, risques naturels et variabilité climatique (O Bellier)

3.1.1. Contour

Cet axe a pour vocation d'étudier les processus qui concourent à l'évolution de la topographie et des paysages à toutes les échelles de temps, c'est-à-dire de l'échelle instantanée de la « crise » (tempête, inondation, incendie, glissement de terrain, séisme), à l'échelle plus long terme des paysages, des marqueurs morphologiques ou des bassins versants.

Notre objectif est d'étudier la dynamique des paysages et particulièrement la morphogénèse liée aux aléas à différentes échelles spatiales et temporelles, en particulier ceux associés à la tectonique (séismes) et au climat (glissements de terrain, inondations, tempêtes), couplés à l'anthropisation (érosion des sols, impacts des aménagements). Les approches utilisées sont pluridisciplinaires et comprennent (entre autres) 1) l'observation, l'analyse et la quantification des facteurs et processus qui modèlent les paysages par des méthodes allant de l'imagerie satellitaire à la sédimentologie, à la mesure in situ et à la modélisation des dynamiques et 2) la détermination de la chronologie de mise en place de marqueurs morphologiques spécifiques aux processus que nous cherchons à caractériser, et à leur quantification.

Une attention toute particulière est portée à la variabilité climatique qui est un facteur prédominant dans le déclenchement de certains de ces aléas, et qui contribue généralement à aggraver la vulnérabilité associée aux aléas. En effet, elle constitue souvent le paramètre « déclencheur » des processus « morphogénétiques » tout en n'étant efficace que dans des contextes topographiques et/ou lithologiques favorables. Les modes de gestion anthropiques peuvent aggraver les impacts des instabilités naturelles, voire déterminer l'apparition des risques: glissements de terrain, incendie, inondations, tempêtes, mobilisation littorale... L'objectif de cet axe est donc de caractériser et quantifier ces « instabilités » (ou aléas) et d'analyser leurs interférences avec les enjeux humains en terme de vulnérabilité. Les méthodes d'évaluation de la vulnérabilité doivent donc être améliorées: leur amélioration doit associer les équipes qui travaillent sur les aléas (naturels ou technologiques) – et les moyens de s'en protéger – et celles spécialisées en sciences économiques ou sociales. Une meilleure compréhension des comportements humains est également indispensable dès lors qu'il s'agit d'établir des stratégies de gestion de crise (décisions, évacuations en période de crise) ou d'aménagement (« acceptabilité » des ouvrages).

Cet axe a également une implantation régionale et un objectif directement en prise avec la société :

- la région PACA est confrontée à presque tous les aléas naturels : séismes (et phénomènes associés), écroulements - chutes de blocs, effondrements karstiques ou miniers, glissements de terrain, inondations (crues rapides et lentes) et sécheresses, érosions torrentielles (laves torrentielles, ravinements dans les marnes noires), incendies de forêt, avalanches, tempêtes, mobilité littorale...
- les enjeux socio-économiques sont, plus ou moins localement, forts à très forts. Les métropoles urbaines ont un développement exponentiel (par exemple on va vers une zone urbaine continue entre Marseille et Toulon l'horizon du milieu du siècle). Les grandes zones d'habitation et/ou industrielles ne sont pas toujours installées dans des endroits où la sécurité par rapport aux risques naturels est suffisante. - la prévention (cartes d'aléas, PPR) et la prévision, des risques constituent des éléments majeurs de l'action des responsables publics :

services d'Etat et collectivités locales. La tempête de février 2010 est un bon exemple de situation où les mesures préventives n'ont pas été adaptées (sous estimation de la vulnérabilité) et la prévision bien qu'efficace n'a pas suffi à limiter les conséquences. Par conséquent, les aménagements de protection des enjeux exposés mobilisent des investissements importants et pluriannuels nécessitent d'être priorisés et/ou coordonnés à différentes échelles du territoire.

Mieux comprendre les interactions « Homme-Nature » exprimées à travers la notion de risques, et donc de vulnérabilité, nécessite une bonne connaissance des processus physiques à l'échelle des territoires : Les principaux processus physiques pris en compte sont : 1) les séismes : compréhension des dynamiques sismo-tectoniques, et évaluation de l'aléa sismique. 2) le mouvement gravitaire : compréhension des causes géomécaniques (glissements, effondrements ...) et évaluation des aléas. 3) l'hydrologie : des crues à l'étiage – l'érosion, les flux, les transferts de la morphogénèse (du bassin versant au littoral). 4- le changement climatique et son effet sur l'hydrologie et les écosystèmes, en particulier sur l'aléa «incendies de forêt». Ces différents processus que l'on peut qualifier de «physiques» (on est plutôt dans les «sciences de la terre») interagissent entre eux (eau et érosion, érosion et mouvement gravitaire, mouvement gravitaire et morphogénèse...) mais ont une caractéristique commune : ils s'étudient à l'échelle des territoires. Nous les avons abordée en sous-axes structurants : 1) risques hydrologiques – de la crue à l'étiage ; 2) Les risques sismiques ; 3) Risques gravitaires et mouvement de terrains ; 4) variabilité climatique et incendies ; 5) érosion(s), flux et morphogénèse.

3.1.2. AOI 1-1 : Objectif Nerthe : Hommes et milieux (C. Vella)

Ce projet (en cours) a pour objectifs :

- 1- d'étudier les flux détritiques holocènes vers les bassins de réception et modélisation de l'érosion. Ce volet de l'étude a pour objectif de quantifier les volumes accumulés dans les parties émergées des rias par une approche pluridisciplinaire : sondages électriques, carottages, levées géologique et géomorphologiques dans les rias des Renaîres et du Grand Vallat.
- 2- d'appréhender les variations de la position du rivage et du niveau marin relatif grâce aux données sédimentaires recueillies qui seront comparées à la courbe de la variation du niveau marin relatif établie sur la bordure de Crau au fond du Golfe de Fos.
- 3- de reconstruire l'évolution bioclimatique en milieu marin par comparaison des analyses sur fossiles et matériel vivant. Tests sur le *Mesophyllum lichenoides* (Coralligènes) fossile déjà prélevé afin d'étudier ces capacités de marqueur bioclimatique en tant qu'enregistreur de salinité et des températures à partir des isotopes de l'oxygène contenus dans l'aragonite des bio-concrétions. Tests sur du matériel vivant avec étude du contexte actuel (salinité et température).
- 4- de reconstruire l'évolution du climat et des paysages en milieu continental par l'analyse de fossiles indicateurs de l'évolution des milieux de sédimentation ainsi que du couvert végétal au cours de l'Holocène.
- 5- d'analyser les résultats de fouilles archéologiques et paléoenvironnementales sur des sites clés.
- 6- d'établir un SIG afin d'optimiser et consolider l'ensemble des résultats.

Une partie des objectifs de ce projet est déjà atteinte. Une mission en mer (Roustan2 ; Ifremer-CEREGE) du navire Haliotis en septembre 2009 a consacré 2 journées de travail en mer pour l'acquisition bathymétrique et sismique au droit de l'une des calanques étudiée dans le cadre du projet Nerthe. Une synergie a été initiée et un groupe de travail sur les données recueillies sur la commune de Martigues dans le cadre de fouille programmée et de sauvetage est désormais fonctionnel. Plusieurs contrats dans le cadre de diagnostic et fouilles de sauvetages sont en cours et la publication d'un ouvrage collectif réunissant SHS (archéologues et historiens) et géosciences est prévu.

3.1.3. AOI 1-2 : Première caractérisation du risque de liquéfaction sous sollicitation sismique d'ouvrages hydrauliques en remblai existants ou projetés en basse vallée du Rhône (N. Benahmed)

Les objectifs initiaux du projet à caractère exploratoire sont les suivants : 1) Une identification et localisation des sols naturels liquéfiables en région Camarguaise, ainsi qu'une caractérisation de ces sols à partir de données géologiques, hydrogéologiques et géotechniques, issues de prospections in situ et de quelques essais exploratoires au laboratoire ; 2) l'établissement d'une base de données documentaire géo-référencée des sites à forte susceptibilité de liquéfaction dans la région de Camargue. 3) Une meilleure compréhension du phénomène de liquéfaction et des facteurs influençant son apparition avec confrontation de résultats in situ – résultats expérimentaux au laboratoire.

Cela implique le développement d'un partenariat entre unités de recherche et maitres d'ouvrage qui sont les gardiens des enjeux du projet ainsi qu'une initiation d'autres collaborations avec des partenaires susceptibles d'être intéressés par cette problématique. A l'échéance du projet (fin 2010), il est envisagé de proposer un projet plus ambitieux, par exemple de type ANR ou projet de recherche finalisée du Conseil Régional PACA.

Un stage de M2-Pro a permis l'établissement d'une base de données sur les cas renseignés d'ouvrages hydrauliques en général et dans le périmètre de la Camargue ayant ou pouvant présenter un risque de rupture par liquéfaction est en cours de montage. Ce projet se développe en étroite connexion avec un nouveau projet RGPU monté par le Cemagref et qui porte sur la rupture des digues par liquéfaction.

3.1.4. AOI 1-3 : Incendie et vulnérabilité en Nouvelle Calédonie: Etude de la mosaïque savane/forêt en Nouvelle Calédonie (C. Hély)

Ce projet comporte trois objectifs principaux : 1) déterminer le contexte socio-économique et climatique de ces 50 dernières années afin de mesurer la part de ces deux composantes dans la variabilité temporelle de la modification du paysage ; 2) analyser la vulnérabilité de la forêt et de sa biodiversité aux effets de bords et aux incendies par des suivis microclimatiques et la description de la structure de la végétation ; 3) modéliser les risques de propagation des incendies de la savane vers les forêts en fonction des conditions climatiques et de la structure des écotones.

A ce jour les microsondes climatiques ont été installées dans les transects-écotones situés entre la savane et la forêt et sont en phase d'acquisition des données. En ce qui concerne la partie vulnérabilité des écosystèmes, les relevés de terrain (botanique et structure) de la végétation ont été effectués durant l'automne 2009 et se poursuivent à ce jour. Concernant la partie socio-économique, un stage a commencé récemment.

3.1.5. Projet SITEC_PROV : « Amélioration du modèle sismotectonique de la Provence occidentale (intégration de l'échelle de la faille sismogénique, à l'échelle de la croûte) » (O. Bellier)

La région PACA est l'un des domaines de la France métropolitaine les plus sismiquement actifs. La région provençale a été particulièrement affectée par le passé, avec par exemple des séismes historiques récurrents aux environs de Manosque et surtout le séisme destructeur de Lambesc qui a ruiné des villages entre Lambesc et Salon-de-Provence, le 11 Juin 1909. Pour la commémoration de ce séisme, ECCOREV a contribué à l'organisation d'un colloque scientifique à Aix-en-Provence sur l'analyse du risque sismique des zones à sismicité modérée de l'aléa à la vulnérabilité (plus de 180 participants, cf. site web « Provence 2009 »).

L'aléa sismique est donc notable en région PACA et il est d'autant plus important de bien le connaître que les enjeux humains et industriels y sont importants. De nombreuses équipes d'ECCOREV se sont engagées depuis quelques années dans des programmes de recherche en région PACA, pour améliorer notre connaissance de la géologie et de la sismicité et mieux évaluer l'aléa sismique. Nous avons pu préciser les déformations tectoniques récentes en Provence (Thèse S. Molliex, 2009 ; co-encadrement CEREGE-CEA). Si les déformations pliocènes à actuelles sont contrôlées par la dynamique de la chaîne alpine, les structures résultent essentiellement de la phase de déformation pyrénéo-provençale, de la fin du Crétacé à l'Eocène moyen ; la phase « alpine » d'âge Miocène étant exprimée essentiellement entre la faille de la Moyenne Durance et celle de Salon-Cavaillon (e.g. Luberon, Trévaresse...). Les vitesses de déplacements calculées grâce à la déformation de marqueurs géologiques et géomorphologiques résultant de la crise de salinité messinienne et/ou des cycles glacio-eustatiques quaternaires sont souvent inférieures à 0,1 mm/an. Cette déformation peut-être enregistrée par des marqueurs géologiques très récents, bien que la morphologie actuelle de la région soit contrôlée essentiellement par les processus d'érosion. Une attention toute particulière a été portée sur la Faille de la Moyenne Durance (FMD). Les travaux de cartographie et d'analyse des données géophysiques et sismologiques ont abouti à un modèle sismotectonique de la faille (collaboration IRSN & CEREGE ; Cushing et al., 2008). La sismicité enregistrée sur la FMD par le réseau sismologique de l'IRSN est essentiellement superficielle, ce qui est cohérent avec les interprétations des données des séismes historiques. D'autres sources, plus profondes, sont cependant révélées par la localisation 3D des hypocentres enregistrés.

Participants : CEA, IRSN – BERSSIN, Collège de France (Chaire de Géodynamique), CEREGE, Géologie des Systèmes et des Réservoirs Carbonatés (UP). Publications : Cushing et al (2008), Molliex et al (2010), Clauzon et al (2010) ; thèse : Molliex (2009).

3.1.6. Projet Erosion(s), flux et morphogenèse (M. Provansal, F. Sabatier)

Concernant les recherches sur les flux sédimentaires et la mobilité morphologique au sein du système hydrologique plaine alluviale-embouchure-milieux littoraux, l'atelier principal est situé sur le bas Rhône et le Golfe du Lion, avec des développements sur les petits fleuves côtiers méditerranéens, la Tunisie, le delta du Danube. Les méthodes utilisées sont (1) l'étude de la mobilité morphologique, mesurée par Système d'Information Géographique ou par mesures topographiques directes et (2) la quantification des dynamiques et des flux sédimentaires par mesures directes in situ (pièges, aDcp, courantomètres, etc.). Les analyses permettent de mettre en évidence et, éventuellement, de prédire les impacts des interventions anthropiques et du changement climatique en cours. Elles débouchent sur la caractérisation de l'aléa (inondation, submersion, recul de la côte), permettant de proposer des préconisations de gestion alternative aux pouvoirs publics (restauration des marges alluviales, techniques de protection côtière).

Les recherches ont été co-financées par les programmes suivants :

- ANR EXTREMA, pilotée par l'IRSN. Etude des impacts des épisodes météo-climatiques extrêmes sur la redistribution des masses sédimentaires et des polluants associés au sein du système Rhône aval-Golfe du Lion.
- Observatoire des sédiments du Rhône (FEDER, Agence de l'Eau, CNR et régions). Etude du fonctionnement hydro-sédimentaire du Rhône, impacts sur l'aléa inondation.

- AXELERA (FEDER) : mesure de la remise en suspension des PCB à partir de l'érosion des berges du Rhône.
 - CARMA (Région PACA-Midi Pyrénées) : instrumentation de l'embouchure du Rhône et du prodelta.
 - MEDAD, Egide, ICNRS : Morphodynamique et gestion des plages sur le Golfe du Lion et les plages de Provence. Ce volet s'intègre dans les activités scientifiques du Pôle Mer et de l' « axe littoral » du GIS OCEANOMED (2006-). Il a été soutenu par ECCOREV.
 - LAGUNA (Agence de l'eau) : étude de l'hydro-dynamisme des lagunes et mécanismes de recul des lidos sous l'effet des tempêtes (étangs de Berre et de Maguelone).
- Publications : Provansal et al (2010), Bravard et al (2008)

3.1.7. Projet ESCARSEL

ESCARSEL (projet financé par l'ANR VMC, 2007-2010) se place dans le contexte des changements climatiques du dernier millénaire et du siècle futur. En se servant d'une double approche, données/modèles, et en travaillant sur une échelle de temps suffisamment longue, nous voulons comprendre (i) la variabilité passée et future du climat, (ii) comment les écosystèmes étudiés vont répondre à ces changements et (iii) à quel type de changement seront-ils le plus vulnérables (tendance et/ou événements extrêmes). Le projet s'est focalisé sur cinq sites pilotes en Afrique, en Amérique du Sud et dans les Alpes. Les bio- et géo-indicateurs (proxies) servent à la fois à reconstruire le climat passé (températures et précipitations) et à modéliser la réponse de ces écosystèmes.

Les équipes d'ECCOREV impliquées dans le projet sont le CEREGE et l'IMEP avec quatre autres équipes nationales. La force du projet est d'allier des équipes de modélisateurs du climat, des modélisateurs des écosystèmes et des équipes de données paléo.

Publications : Guiot et al (2010), Corona et al (2010a, 2010b), Nicault et al (2010)

3.1.7. Equip 1-1 : Variabilité climatique et vulnérabilité des écosystèmes continentaux aux changements naturels et anthropogéniques : approche sédimentaire (SETEL) (J. Guiot, M. Decobert)

Pour étudier le passé (proche et lointain), en particulier des périodes où le climat était plus chaud qu'actuellement, il est nécessaire de carotter des sédiments dans des lacs et tourbières. ECCOREV s'est impliqué dans le développement de la plateforme de forage SETEL, service commun du CEREGE, et partenaire du service national C2FN de l'INSU. Plusieurs équipes du département utilisent couramment ce type d'équipement (CEREGE, IMEP).

En ce qui concerne le bilan hydrologique des aquifères souterrains, un des points délicats réside dans la caractérisation des transferts dans la zone non saturée profonde qui peut avoir un impact fort sur la recharge (unité EMMAH). Cette couche qui peut se développer sur plusieurs dizaines de mètres n'est pas accessible avec les moyens de forage classique. Par ailleurs, il a été démontré que le fonctionnement géochimique des couches profondes (au-delà de la couche colonisée par les racines) contribue fortement à l'acquisition de la composition chimique des eaux. Dans ces couches, l'activité microbienne joue un rôle important et est encore très mal connue. Pour préserver l'activité biologique des échantillons, il faut pouvoir les prélever dans de bonnes conditions. Un dispositif comme le SETEL garantit une maîtrise de la qualité des échantillons.

Cet équipement aura donc des retombées aussi bien dans le domaine de la paléoclimatologie, l'archéologie que l'hydrogéologie. Grâce au soutien de l'INSU, INEE (CNRS), le département CG13, nous avons pu acquérir une nouvelle foreuse SEDIDRILL capable d'extraire des carottes de 100 m de long sous près de 100 m d'eau. Cela donne accès à plusieurs centaines de milliers d'années d'enregistrement sédimentaires. Il reste à acquérir l'équipement périphérique (camion, citerne, compartiment frigorifique, divers carottiers).

Publications : Andrieu et al (2007), Wohlfarth et al 2008)

3.1.8. Equip 1-2 : Acquisition du Granulomètre Laser Beckman Coulter LS 13 320 (F. Sabatier)

Le granulomètre acheté sert à analyser l'ensemble des fractions granulométriques, de façon répétitive, rapide et sûre pour perfectionner les connaissances des flux sédimentaires afin d'aboutir à une recherche applicable. L'objectif est de développer des compétences régionales, nationales et internationales d'analyse et de diagnostic des environnements sédimentaires littoraux (émergés et immergés), palustres, lacustres et fluviaux à différentes échelles spatio-temporelles. Il a déjà permis de répondre à plusieurs appels à projets au travers d'analyses sédimentologiques qui sont intervenues et interviendront lors du déroulement des différents projets :

- Implication dans l'Observatoire des Sédiments du Rhône coordinateur Cerege : Pr. M. Provansal, analyses actuelles dans ce cadre : "Etude des marges alluviales du Rhône dans le secteur de Caderousse".
- ANR : ANR PALEOMED (C. Morhange) ; ANR PAVAGE Le pont d'Avignon: archéologie, histoire, géomorphologie, environnement, restitutions 3D (M. Ghilardi).
- Programmes de recherche internationaux: EGIDE GUNDISHAPUR (franco-iranien) 2010-2011 ; EGIDE IMHOTEP (franco-égyptien) ; PEPS/CNRS Egypte; FIR: Ruptures et transitions dans les îles de Méditerranée orientale (Eubée, Crète, Chypre) à l'Holocène ; Projet Marquenterre, collaboration CEREGE/Université Jules Verne Amiens coordinateur CEREGE : Dr. M. Ghilardi.

Publications : Morhange et al (2006), Provansal et al (2010)

3.1.9. Equip 1-3 : Microscope optique photonique (F. Sylvestre)

Ce projet porte sur l'acquisition d'un microscope optique photonique afin de contribuer au développement de projets concernant la reconstitution de la variabilité du cycle hydrologique en milieu continental à partir de l'étude des diatomées (reconnaissance microscopique et approche géochimique). Cet équipement constitue l'équipement de base, essentiel à l'étude des diatomées (organismes unicellulaires, microscopiques dont la taille varie de 2 à 400 µm). Projets concernés :

- Lac Peten-Itza (Guatemala) (Université de Floride, Geological Institute ETH Zurich, Université de Geneva): <http://plaza.ufl.edu/hodell/> & <http://icdp.gfz-postdam.de/>.
- Projet « A Europe-South America Network For Climate Change Assessment and Impact Studies in La Plata Basin (CLARIS LPB) », financé par le 7ème PCRD.
- Projet « Impact des perturbations sur les réseaux trophiques en lacs : approche paléo-écologique IPER-RETRO », financé par le programme Vulnérabilité : milieux, climat et société 2008 de l'ANR.

3.1.10. Coll 1-1 : New Methodologies and Interdisciplinary Approaches in Global Change Research (J. Guiot, S. Thoron)

L'objectif de la conférence était de présenter et discuter de manière interactive le problème du changement climatique global, avec un focus sur les nouvelles méthodologies impliquées dans les recherches interdisciplinaires récentes. Ce colloque a été organisé en collaboration avec L'European Science Foundation (ESF), la Fondation Maison des Sciences de l'Homme (FMSH) et l'association Entre-Sciences. Il a eu lieu, du 5 au 10 novembre 2008, à l'Hôtel Club IGESA de l'île de Porquerolles, Var. Il a rassemblé 100 participants en provenance d'Europe, d'Asie, d'Afrique, et d'Amérique du Nord, a reçu le label PFUE (Présidence Française Union Européenne). Le colloque a bénéficié du soutien financier d'institutions publiques de recherche et de ministères, comme le MESR, le MEEDAT, le CNRS, l'INRA, Météo France, l'Université Paul Cézanne (Aix-Marseille III), le GIS Climat Environnement Société, le CEREGE, le Pôle Gestion des Risques, le GREQAM, TOTAL Holding.

Le « Programme FMSH-Entre-Sciences » a assuré la préparation du programme scientifique, évalué et validé par les comités de spécialistes de l'ESF et par les « co-chairs » J. Guiot et S. Thoron. Le service « Research Conferences » de l'ESF (Bruxelles) a, de son côté, pris en charge les aspects logistique et communication. L'objectif de la conférence était d'aborder de façon intégrative la question du réchauffement climatique. Toutes les disciplines étaient représentées, des sciences physiques et naturelles aux sciences économiques et sociales. Les conférenciers ont abordé les questions relatives aux impacts, du réchauffement et aux politiques publiques, domaine où il a de plus en plus un rapprochement marqué des géosciences (*sensu lato*) avec les sciences économiques.

La plupart des inscrits ont présenté une communication. 22 chercheurs « seniors » ont présenté des exposés (invited lectures) de 25' chacun, suivis de 10' de questions. 20 interventions courtes (short talks) de 10' chacune, suivies de 5' de questions, ont permis à des jeunes chercheurs de faire connaître leurs travaux en cours. Les interventions orales ont été filmées par l'équipe ESCoM de la FMSH (<http://www.archivesaudiovisuelles.fr/FR/>). Deux sessions posters ont été organisées, le soir après dîner, l'une sur la paléoclimatologie et les modélisations climatiques (16 contributions), l'autre sur les impacts du réchauffement, l'économie et les politiques environnementales (19 contributions). Les deux meilleures contributions par poster ont été récompensées. Nous avons pu noter, avec satisfaction, une forte interaction entre jeunes chercheurs et seniors, de même qu'un « mélange » disciplinaire.

3.1.11. Coll 1-2 : Colloque international « Seismic risk in moderate seismicity area: from hazard to vulnerability – What did we learn since the 1909 Provence (Lambesc) earthquake ? », 6-8 juillet 2009 (O. Bellier)

Dans le cadre des manifestations en commémoration du séisme de Provence du 11 Juin 1909 (cf. <http://www.seisme-1909-provence.fr>), ce colloque a rassemblé des experts internationaux pour échanger autour de la gestion du risque sismique en zone à sismicité modérée à l'échelle locale, nationale et internationale. Il était indispensable que les dernières avancées soient largement discutées dans le cadre d'un colloque scientifique, d'une part pour que les différents organismes de recherche concernés « entérinent » les progrès réalisés, mais également et surtout pour que ces derniers soient valorisés dans l'ensemble des disciplines liées au risque sismique (mise en commun des compétences couvrant des domaines aussi variés que l'aléa sismique – tectonique, sismologie, géodésie... –, la vulnérabilité et le génie parasismique – ingénieurs, architectes, juristes, économistes, historiens et archéologues...). La problématique de ce Congrès était donc tout à fait d'actualité, tant sur la maîtrise du risque « normal » (mise à jour de la réglementation parasismique, pression immobilière...) que du risque « spécial », essentiellement lié aux activités industrielles (pétrochimie, grands ouvrages hydrauliques, nucléaire, ITER...).

Le 11 juin 1909, le séisme de Provence a été un des plus catastrophique qu'ait connu la France durant les derniers siècles. Le 6 avril 2009 le séisme de L'Aquila en Italie produisit 295 morts. Jamais un congrès scientifique n'avait revêtu une telle actualité. Ce congrès a réuni 165 participants, représentant 13 pays différents. 130 communications (orales et posters) ont été présentées dont 60% concernent l'aléa, 30% la vulnérabilité et 10% les

sciences humaines et sociales (tous les résumés sont disponibles sur le site web du Congrès : www.provence2009.org).

Les différentes sessions de cette conférence ont été organisées autour des six thématiques suivantes : - Géodynamique de la Méditerranée Occidentale ; - Tremblements de terre et aléa sismique ; - Vulnérabilité des territoires et des constructions dans le contexte méditerranéen ; - Observations et instrumentations: les nouveaux défis ; - Traitement des incertitudes : état de l'art et retour d'expérience ; - Aspects sociétaux et économiques. La dernière demi-journée du colloque « Provence 2009 », a été consacrée à un table ronde intitulée « Gestion du risque sismique : apports de la recherche à la société civile, quels acquis, quelles demandes, quelles perspectives ? ». Cette table ronde avait in fine pour objet d'établir une formulation des besoins de la société civile dans le domaine de la recherche. Un Compte-rendu du Colloque a été également publié dans « Cahiers de la Sécurité », « Les crises collectives du XXI^{ème} siècle, Quel constat ? Quelles réponses ? », n°10, p.284-290, 2009.

Principaux partenaires et/ Mécénat : ECCOREV ; LGIT Univ. Grenoble ; CEREGE ; CEA-Cadarache ; CNRS – INSU ; IRSN ; BRGM ; Pôle Risque « Gestion des Risques et Vulnérabilités des Territoires » ; Univ. Paul Cézanne Aix-Marseille ; ARGAL & GéoAzur (Université de Nice Sophia Antipolis) ; EDF ; Communauté du Pays d'Aix ; Région PACA ; CG13 ; DIREN PACA (DREAL) ; Collège de France ; Plan séisme (MEEDDAT) ; Année Internationale de la Planète Terre « PlanetEarth » ; Société Géologique de France ; AFPS (Association Française du Génie Parasismique).

3.1.12 Tableau résumé

Ce tableau indique pour chacune des actions, l'origine des principaux partenaires membres de la FR.

	CEMA GREF	MMS H (LAM M)	MMS H (Lamp ea)	CERE GE	IMEP	CEA	ESPA CE	INRA (EMMA H)	IRSN	GREQ AM	INE RIS
AOI-1-1		X	X	X	X						
AOI-1-2	X			X		X					
AOI 1-3	X			X			X				
SITE_PROV				X		X			X		
ESACRSEL				X	X						
Equip 1				X	X			X			
Equip 2	X			X	X				X		
Equip 3				X							
Colloq 1				X						X	
Colloq 2				X		X	X		X		X

3.2. Axe 2. Vulnérabilité des écosystèmes terrestres et aquatiques (A. Chanzy)

3.2.1. Contour

Les écosystèmes terrestres et aquatiques subissent des pressions liées au climat et à l'activité anthropique caractérisée par l'usage des surfaces et les modalités de gestion de celles-ci. Ces pressions peuvent avoir un impact sur l'état du milieu et de ses fonctions dont l'altération peut porter un préjudice environnemental, sociétal et économique. Il existe donc un enjeu important à pouvoir maîtriser l'évolution et la dynamique des écosystèmes et minimiser l'impact d'événements extrêmes. Ceci suppose que l'on puisse i) définir des critères sur l'état du milieu qui doivent tenir compte du double point de vue du fonctionnement des écosystèmes et de leurs usages actuels et futurs ii) donner les bases de compréhension du fonctionnement des écosystèmes en relation avec les pressions qu'ils subissent et iii) imaginer des outils d'action collective socialement acceptables. Ces travaux doivent contribuer à définir des mesures techniques, juridiques et réglementaires permettant de répondre aux objectifs fixés. Parmi ceux-ci la préservation, voire la restauration, des ressources telles que l'eau, le sol et la biodiversité constitue une préoccupation importante. Celle-ci est amplifiée par le contexte du changement global qu'il conviendra d'accompagner dans le futur afin d'adapter les modes de gestion des écosystèmes aux nouvelles données climatiques, économiques et sociales. Enfin, les écosystèmes sont soumis à des aléas dont l'intensité et la fréquence peuvent évoluer dans les prochaines années. Il y a donc un enjeu important à caractériser les risques et développer des stratégies dans la gestion des écosystèmes afin de les minimiser.

Les activités de recherche s'articulent autour de 4 volets qui ont pour vocation de focaliser les activités de la fédération de recherche sur quelques questions prioritaires qui permettent de répondre aux enjeux sociétaux abordés concernant principalement le milieu méditerranéen.

- *Gestion de la biodiversité* : Conserver la biodiversité face aux changements environnementaux actuels représente l'un des principaux défis à l'échelle planétaire. Cette tâche semble encore exacerbée en région méditerranéenne, véritable écotone biogéographique et bioclimatique entre les régions européenne, saharienne et irano-touranienne. En effet, plusieurs scénarios d'évolution de la biodiversité mondiale indiquent que le bassin méditerranéen constitue l'une des écorégions devant subir les changements les plus drastiques de biodiversité à l'aube de l'an 2100, en raison de l'action synergique de divers paramètres-clés : changements des modes d'usage des terres, modifications climatiques, augmentation des dépôts d'azote atmosphérique et de CO₂ atmosphérique. Les recherches portent sur i) l'évolution de l'organisation de la biodiversité, ii) la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes et iii) la préservation et la restauration de la biodiversité.

- *Gestion des ressources en eau* : autour de questions concrètes et ciblées, nous abordons ce thème par les transferts de masse et d'énergie dans le milieu, les interactions entre écosystèmes et ressources en eau, les actes techniques associés à la gestion du milieu et les aspects socio-économiques. Les projets ont entre autres porté sur i) la préservation des eaux souterraines dans le cas des cultures méditerranéennes irriguées (projets Irriqual, Astuce&Tic sur la plaine de la Crau), ii) la préservation de la qualité des systèmes lagunaires (actions autour des étangs de Bolmon et de Berre : projets Hydrosys et Laguna), iii) définition d'indicateurs multicritères pour caractériser la qualité des ressources hydriques, iv) caractérisation des ressources hydriques en zone naturelles et impact sur la dynamique des couverts végétaux (participations au projet Dryade, Site de FontBlanche, site le l'OHP), et v) gestion des effluents et conséquence des épandages sur la qualité des eaux

- *Conséquences du changement climatique* : nous nous focalisons plus particulièrement sur les évolutions attendues en climat méditerranéen en étudiant l'impact que cette évolution pourra avoir sur la ressource hydrique, la productivité végétale, la biodiversité et la qualité des milieux aquatiques. Plus concrètement des actions seront menées sur i) la vulnérabilité des écosystèmes, ii) l'évolution des systèmes de cultures, des potentiels de production associés, iii) l'évolution des ressources hydriques dans un contexte de baisse de la pluviométrie.

- *Impact des incendies* : de part leur intensité et leur fréquence, les incendies peuvent modifier durablement les écosystèmes qui sont parcourus. Dans ce cadre il importe de connaître quels sont les impacts du feu sur les végétations en particulier forestières.

3.2.2. AOI 2-1 : Co-construction des systèmes écologiques et sociaux. L'exemple des canaux d'irrigation agricole en Durance Luberon (R. Chappaz)

Ce projet veut répondre à plusieurs questions : quels nouveaux rôles remplissent aujourd'hui les canaux d'irrigation agricole ? Quelles interactions possibles entre leur fonction traditionnelle productive et leurs rôles écologiques contemporains ? Quelles formes de gestion écologique et sociale sont envisageables dans l'avenir au regard des nouveaux usages et rôles ?

Ce projet rassemble des compétences en sciences humaines et sociales avec la participation des UMR LPED et ESPACE et en sciences de la nature avec l'IMEP. Le projet a conduit à la mise en place d'un colloque internationale en janvier 2011 : « USAGES ECOLOGIQUES, Economiques et sociaux de l'eau agricole en Méditerranée : quels enjeux pour quels services ?

3.2.3. AOI 2-2 : Dynamique morphologique et communautés végétales terrestres des rivières méditerranéennes (E. Buisson, S. Dufour)

Les objectifs du projet étaient d'amorcer une collaboration interdisciplinaire entre l'IMEP et le CEREGE sur la question des relations entre communautés végétales, processus hydrogéomorphologiques et contrôles anthropiques dans les ripisylves méditerranéennes. Cette collaboration est basée sur le partage des connaissances et du savoir-faire d'équipes complémentaires sur le plan disciplinaires (écologie, géomorphologie fluviale, aménagement). A moyen terme, nous souhaitons qu'elle aboutisse à l'établissement d'un réseau de chercheurs élargi sur le plan thématique par l'intégration progressive d'autres collègues (gestion de ressource en eau et de la multifonctionnalité des milieux, droit, hydrobiologie...) et concrétisé par le montage d'un programme de recherche plus ambitieux (ANR jeune chercheur, élargissement vers le sud de la Méditerranée).

Publications : Campagne et al (2009a ; 2009b, 2009c) ;

3.2.4. AOI 2-3 : Enjeux des pratiques d'exploitations forestières et pastorale, DYFA-VISO (D. Genin)

Le projet porte sur les enjeux des pratiques d'exploitations forestières et pastorales sur les DYnamiques Forêts-Alpages dans deux contextes contrastés de gestion environnementale de part et d'autre du Mont Viso (France-Italie). Le projet a rassemblé des chercheurs du LPED et de l'IMEP et couvrant les champs disciplinaires de la sociologie, de l'agronomie et de l'écologie. Les objectifs étaient les suivants :

- Constituer un groupe de recherche pluri-institutionnel et interdisciplinaire opérationnel, renforçant la

cohérence des initiatives en cours sur le territoire et les interactions.

- Accompagner les évolutions en cours dans le domaine de l'encadrement de la gestion des ressources, des espaces et des activités en se basant sur une approche comparative dans un environnement écologique comparable mais dans des contextes institutionnels contrastés.
- Participer de manière active à créer un environnement propice à la création d'une réserve de biosphère transfrontalière en renforçant les liens entre recherche et gestion, et en concrétisant des actions de recherche communes de part et d'autre de la frontière.

Le projet a permis d'aborder 3 types de dynamique, aux pas de temps hétérogènes et aux effets croisés complexes :

- Dynamiques environnementales : histoire et dynamique de la forêt (pédoanthracologie, dendroécologie, transects d'emprise contemporaine des arbres, début de cartographie).
- Dynamiques socio-économiques : enquêtes sur les modifications des pratiques agropastorales et forestières, sur les jeux d'acteurs en présence et les nouvelles données socio-environnementales (tourisme, approche écologique, enjeux énergétiques).
- Dynamiques institutionnelles : analyse de l'impact des grands faits marquants de la politique agricole au XXe siècle sur les usages des milieux ; analyse critique de certaines mesures agri-environnementales.

Une interdisciplinarité reste encore à mettre en œuvre par des déconstructions-reconstructions de nos objets de recherche disciplinaires autour de la notion de « socio-territorialité des paysages »

3.2.5. AOI 2-4 - Modélisation des régimes thermiques des plans d'eau français (M. Daufresne)

Ce travail constitue une étape préliminaire d'un projet ANR jeune chercheur qui a été soumis en janvier 2010. Ce projet ANR porte sur l'étude des liens entre structures en taille et température à différentes échelles biologiques (de l'individu à la communauté) chez les ectothermes. Le projet a deux objectifs principaux : (1) recenser les données thermiques disponibles actuellement dans la base de données du Cemagref et (2) tester les capacités de transférabilité du modèle de caractérisation du fonctionnement thermique des plans d'eau développé par P.A. Danis (CEREGE) sur des systèmes particuliers (en particulier des retenues). Le travail s'inscrit dans une volonté d'utilisation d'approches physiques (ici en particulier thermodynamiques) dans un objectif écologique.

Ce projet a permis de resserrer les liens existant entre le CEREGE et le Cemagref. L'étude se prolongera en 2010 par l'analyse d'un modèle simple (développé sur la base le modèle existant de Ottoson & Abrahamson) pour caractériser les conditions thermiques dans les différents plans d'eau. Le modèle australien DYRESM sera testé sur ce système pour l'analyse de l'influence des politiques de gestion de la retenue et de scénario de changement climatique sur les caractéristiques thermiques du plan d'eau.

3.2.6. AOI 2-5 : Spectro-microscopie et nano-spectrométrie : quel potentiel pour l'étude des matières organiques des sols ? (J. Balesdent, I. Basile)

Ce projet concerne la stabilisation des matières organiques des sols (MOS). Les enjeux sont liés à la diminution des stocks de matières organiques des sols après mise en culture d'une part, et inversement, à l'augmentation préoccupante des stocks d'azote par les intrants azotés. Les mécanismes qui régissent la stabilisation des MOS sont mal décrits (et modélisés uniquement de façon conceptuelle (Kleber et al. 2007)). La raison principale tient au fait qu'il s'agit de mécanismes réactionnels à très petite échelle sur des objets naturels d'une très grande complexité. Cette complexité est principalement liée à la grande variabilité (1) de la nature des composés organiques et des constituants minéraux et (2) des conditions physicochimiques (pE, pH, humidité, ...) variables sur des courtes échelles de temps. Le développement de nouvelles approches permettant de caractériser les interactions organominérales à nano-échelle nous paraît être un objectif clef pour la compréhension des mécanismes de stabilisation des MOS. Ce projet, qui a débuté en octobre 2008, a permis d'initier ce développement et de travailler sur un sol pertinent.

La première phase était la séparation des complexes organo-minéraux (par méthode densimétrique) et leur analyse (DRX, COT/ NOT, RMN du C, d13C, MEB). Cette phase représente une étape indispensable de caractérisation des constituants du sol. Sur le sol de forêt, la structure moléculaire du modèle conceptuel de M. Kleber (2007) a été validé avec l'illustration de sa variabilité en fonction (i) de la profondeur et (ii) de la nature des phases minérales (minéraux primaires / phyllosilicates secondaires / phases cristallisées à courte distance). Pour les comparaisons sol forêt/sols cultivés, il reste à valider le volet dynamique de ce même modèle. Par ailleurs la préparation des échantillons pour le nanoSIMS (sur sols « bruts » pour l'étude in situ sans fractionnement des constituants du sol) a été réalisée (Basile et al, 2009).

3.2.7. AOI 2.6. Evo-lignine (M. Le Bris)

Le but du projet EVO-LIGNINE est de replacer certains aspects fonctionnels des plantes dans un cadre évolutif. Il se décline en 2 parties :

- (i) l'analyse de la biodiversité structurale de la lignine au cours de l'évolution : des algues de différents groupes, des végétaux atrachéophytes ou trachéophytes terrestres ont été pris en compte pour cette analyse (en cours).
- (ii) l'identification de lignine ou de précurseurs de la lignine chez une atrachéophyte par une démarche multidisciplinaire : l'accent a été mis sur une espèce d'atrachéophyte modèle, *Physcomitrella patens* en tirant

profit de la disponibilité d'outils de génomique fonctionnelle chez cette espèce. La méthodologie mise en place est : obtention de spectres ^{13}C RMN 2D, analyse bioinformatique de données de séquence génomiques et ESTs, clonage et séquençage d'ADNc, fusions traductionnelles avec des gènes rapporteurs GUS et GFP, phénotypage par RMN après enrichissement au ^{13}C ...

Ce projet a permis de renforcer des collaborations entre les équipes partenaires (IMEP, IBEB). Cependant, étant donné l'état d'avancement du projet, les différents partenaires préfèrent attendre l'obtention de la totalité des résultats avant soumission d'un projet plus conséquent de type ANR.

3.2.8. Equip 2-1 : Soutien au site expérimental de FontBlanche (R. Huc)

Les recherches menées sur le site de Fontblanche (plateforme de mesures en forêt incluant une tour à flux) visent à effectuer l'intégration des processus provenant de différentes disciplines par un modèle de fonctionnement de peuplement forestier d'un écosystème représentatif de la forêt méditerranéenne de moyenne altitude. Le dispositif comprend des mesures de flux au dessus du couvert, des mesures écophysologiques à l'échelle du peuplement, des mesures relatives à la croissance des organes aériens et souterrains et celles relevant de la phénologie.

Ces recherches impliquent quatre unités de recherche (URFM, CEREGE, IMEP, CEMAGREF) et un financement a été accordé pour le renforcement de l'infrastructure du site avec le raccordement au réseau électrique. L'impact du projet devrait conduire à la fiabilisation des relevés du dispositif expérimental de manière à satisfaire les besoins en données nécessaires pour la modélisation des cycles du carbone et de l'eau à une échelle régionale nécessaire pour rentrer dans les réseaux de mesure internationaux (ICOS, Hymex). Le site de devrait s'ouvrir à l'accueil de nouvelles disciplines sur le site (microbiologie du sol).

Publications : Davi et al (2008)

3.2.9. Equip 2-2 : Hydrosys (B. Roux)

Le projet porte sur les interactions entre écoulements turbulents, dispersion d'effluents et transport de sédiments en eau saumâtre peu profonde; étude expérimentale et numérique. L'étude comporte plusieurs volets complémentaires permettant une approche pluridisciplinaire couvrant les géosciences (CEREGE) et les sciences physiques (M2P2, IRPHE): mesures in situ (courants, caractérisation des vagues de vent, caractérisation des particules remises en suspension sous l'interaction houle-courant ; suivi de la dynamique sédimentaire) ; étude des mécanismes fondamentaux en canal hydraulique ; mise au point de modèles de simulation du comportement d'un écosystème réel.

Une étude expérimentale et numérique a porté sur les processus de couplage entre dynamique hydro-sédimentaire et résilience des herbiers dans les lagunes saumâtres en eau peu profonde, en vue de la reconquête des phanérogames aquatiques dans les étangs de Berre et de Bolmon, et de la restauration de la biodiversité. Cette étude a été complétée par mesures de l'hydrodynamique sédimentaire sur divers sites ateliers (étang de Berre, plage de la Capte Hyères). Le projet a permis d'obtenir une dotation de l'Agence de l'Eau, en cours d'attribution.

3.2.10. Equip 2-3 : EAU-TRACE (C. Vallet-Coulomb)

La mise au point très récente des techniques de mesure de la composition isotopique de l'eau ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$) par spectrométrie laser permet maintenant d'obtenir des précisions comparables à celles obtenues par spectrométrie de masse. L'achat d'un spectromètre laser sera fait en 2010. Cet équipement permet de réduire considérablement les coûts et permet de faire des mesures in situ de la composition isotopique de la vapeur d'eau. On pourra ainsi acquérir des connaissances spécifiques sur le comportement des flux hydriques sol/plante/atmosphère dans le contexte du changement global (usage des sols, pratiques culturelles, climat), en multipliant les mesures de traçage isotopique des flux de vapeur atmosphérique pour identifier et quantifier les sources de vapeur locales (flux d'évaporation et flux de transpiration), et les sources régionales (vapeur advectée). Nous déploierons cet outil dans le secteur Crau-Camargue afin de mesurer l'impact des zones humides et irriguées sur le climat local et sur fonctionnement de l'écosystème régional. Le montage financier des fonds propres et le CG13.

Publications : De Montety et al (2008)

3.2.11. Coll 2-1: Table-ronde « Panorama de la Dendrochronologie en France », Digne-les-Bains 8 - 10 oct 2009 (F. Guibal)

Première rencontre sur ce thème à l'échelle nationale, l'objectif de cette table ronde était d'offrir aux enseignants-chercheurs, chercheurs, professionnels et étudiants qui analysent des séries de cernes de croissance d'arbres les conditions propices pour échanger et confronter leur savoir-faire, développer des partenariats et des collaborations scientifiques, communiquer et valoriser leurs recherches auprès d'un public élargi. La table ronde visait à présenter un panorama des recherches menées en dendrochronologie (dendroécologie, dendroclimatologie, dendrogéomorphologie, dendroarchéologie) en France et de faire émerger de nouvelles coopérations.

Au cours de la table-ronde qui a rassemblé une cinquantaine de personnes, 32 communications orales et une conférence grand-public ont été présentées. 27 communications ont donné lieu à autant de textes qui sont en

cours d'assemblage dans un volume d'actes publiés dans les *Cahiers de Paléoenvironnement* de la Collection EDYTEM (publication de l'Université de Savoie).

3.2.12. Autres projets

Des projets impliquant plusieurs partenaires d'ECCOREV, mais n'ayant pas eu un soutien direct d'ECCOREV ont permis de progresser sur les thèmes de l'axe de recherche.

Drought+ : Mediterranean Ecosystems face increasing droughts : vulnerability assessment, 2007-2010. Projet ANR VMCS-2006, Coord. CEFE Montpellier, implication de l'INRA, CEMAGREF, IMEP et CEREGE.

Dryade : 2007-2010 ANR VMCS Vulnérabilité des forêts face aux changements climatiques : de l'arbre aux aires bioclimatiques. Le projet DRYADE a pour but de comprendre les dépérissements forestiers actuels et d'en distinguer les composantes climatiques, biotiques et sylvicoles. En particulier, le rôle possible des changements climatiques déjà observés sur l'état sanitaire des arbres forestiers et leur production est étudiée pour quelques grands écosystèmes forestiers français, ainsi qu'un modèle hôte-parasite le couple épicéa-scolytes. Coord. INRA Nancy, implication de l'INRA URFM, INRA EMMAH.

Astuce et Tic 2008-2011 anticipation des aménagements Sécurisés des Territoires Urbains, des Campagnes et de leur Environnement par les Technologies de l'Information et de la Communication ; coord. G2C Environnement, implication de INRA GSE, INRA EMMAH, CEREGE.

Projet HYDROCCAM (2008-2010) - Fonctionnements couplés eaux de surface-eaux souterraines dans les hydrosystèmes de Crau-Camargue (EC2CO Cytrix) coordonné par C. Vallet Coulomb, participation d'EMMAH INRA Avignon.

IRISE (2005-2008) Financé par le projet du parlement européen Forest-Focus. Recherche d'indicateur pour quantifier l'impact de feux de forêts répétés sur les sols et la biodiversité. Coord. CEMAGREF, participation IMEP.

Fire-Paradox (2006-2010) projet FP intégré FP6. An innovative approach of integrated wild land fire management regulating the wild fire problem by the wise of fire. Coord. Portugal, implication INRA URFM, CEMAGREF.

Publications : Lampin-Maillet et al (2009, 2010), Cary & Trolard (2010), Cecillon et al (2009a, 2009b), Krivtsov et al (2009), Riffart et al (2009), Thabeet et al (2009), Vennetier et al (2008), Vergnoux et al (2009a, 2009b)

3.2.12 Tableau résumé

Ce tableau indique pour chacune des actions, l'origine des partenaires, le sigle renvoyant au tableau des membres de la FR.

	ESPA CE	LPE D	IMEP	CER EGE	M2P 2	IRPH E	HYA X	UR FM	EM MA H	GSE	EM AX	Chimie Proven ce	LGBP -CEA
AOI-2-1	X	X	X										
AOI-2-2			X	X									
AOI 2-3		X	X										
AOI 2-4				X			X						
AOI 2-5				X						X			
AOI 2.6			X										X
Equip 1-1			X	X				X			X		
Equip 1-2				X	X	X							
Equip 1-3				X					X				
DRYADE								X	X				
Drought +			X	X				X			X		
ASTUCE&TIC				X					X	X			
IRISE			X	X					X		X	X	
HYDROCAM				X					X				
CLIMED-PACA			X								X		
Biodivmex			X					X					
Fire Paradox								X			X		

3.3. Axe 3. Ecodynamique et toxicologie environnementale (W. Achouak)

3.3.1. Contour

Les travaux relevant de cet axe visent à étudier les mécanismes de transfert et d'impact des éléments toxiques, afin de mieux appréhender les notions de risque (chronique ou accidentel) liées aux activités anthropiques. Par définition, un produit toxique est un composé chimique qui peut nuire à l'environnement en affectant l'état biologique des organismes qui le peuplent, y compris l'être humain. Les travaux menés sur le devenir et l'impact de toxiques font appel aux outils de la chimie, de la biochimie, de la biologie moléculaire, de la génétique et de la microbiologie. Ils sont mis en œuvre grâce à la pluridisciplinarité des différentes équipes au sein d'ECCOREV.

Les recherches conduites dans le cadre de l'axe 3 ont pour objectifs :

- d'étudier le comportement géochimique de toxiques dans des écosystèmes terrestres et aquatiques, de décrire l'impact de toxiques (métaux lourds, HAP, pesticides et nanoparticules (NP)) sur la structure des communautés microbiennes,
- d'élucider les mécanismes moléculaires responsables de la concentration et de la biotransformation des toxiques étudiés,
- de comprendre les modes d'action des toxiques aux différents niveaux d'organisation du vivant (moléculaire, cellulaire, organes et tissus, organismes entiers, communautés),
- d'identifier les dérégulations moléculaires qu'ils peuvent entraîner dans les voies métaboliques les plus importantes de la cellule.

Une thématique importante de l'axe 3 est l'étude de l'impact des métaux lourds sur la structure des communautés microbiennes. Les cellules microbiennes constituent la majeure partie de la biomasse terrestre malgré leur petite taille. Le nombre de bactéries est estimé à 5×10^{30} cellules sur Terre. Les bactéries sont à la base de la chaîne alimentaire et un des principaux acteurs des cycles biogéochimiques (e.g. nutriments, minéraux). Elles se retrouvent dans la plupart des environnements terrestres et aqueux et sont capables de survivre dans des conditions extrêmes (e.g. anaérobie, températures et pH extrêmes, forte concentration en métaux...). Elles présentent une grande plasticité morphologique et physiologique et une grande capacité à s'adapter et à résister aux conditions changeantes de l'environnement et à tous types de xénobiotiques. Les bactéries présentent également la plus grande surface spécifique biologique qui interagit et échange continuellement avec les constituants biotiques et abiotiques de l'environnement.

3.3.2. AOI 3.1 : Estimation spatialisée des polycontaminations d'origine agricole (Chlordécone et Cadusafos) et urbaine (métaux lourds et HAP) dans les sédiments de la mangrove de Fort-de-France (Martinique) et incidences sur leurs activités enzymatiques (D. Guiral)

Ce projet regroupe des équipes du CEREGE, IMEP et LCAE a porté sur l'estimation spatialisée des polycontaminations d'origine agricole (Chlordécone et Cadusafos) et urbaine (métaux lourds et HAP) dans les sédiments de la mangrove de Fort-de-France (Martinique) et sur leur incidence sur les activités enzymatiques. Les travaux réalisés dans le cadre de ce projet ont permis de mettre en évidence une contamination des sédiments des zones intertidales à fort taux de sédimentation (et donc généralement colonisée par des formations de mangrove) par de la chlordécone utilisée dans les sols de bananeraies en Martinique. Sur les 21 sédiments prélevés, 6 présentent des concentrations en chlordécone mesurables avec une concentration maximale supérieure à 100 µg/kg MS. Ces études se poursuivent pour déterminer l'impact de la chlordécone sur la structure et les activités des communautés microbiennes. Ce projet a fédéré des équipes au sein d'ECCOREV qui viennent de soumettre un projet à l'ANR CES.

3.3.3. AOI 3.2 : Ecotoxicologie et génotoxicité des sédiments de l'étang de Berre (O. Radakovitch)

Ce projet interdisciplinaire a associé des équipes de 4 laboratoires d'ECCOREV (CEREGE, IMEP, LCAE, LBME) et visait à étudier l'écotoxicologie et la génotoxicité des sédiments de l'étang de Berre. Cette étude a porté sur la mesure et l'évaluation la toxicité de polluants dans les sédiments et sur la toxicité de ces polluants par approche multidisciplinaire. Il s'agissait notamment de combiner pour la première fois la mesure de contaminants métalliques et organiques dans les sédiments et des organismes benthiques avec le résultat des tests de génotoxicité novateurs pour ces mêmes sédiments, ainsi que de développer en parallèle une nouvelle méthodologie de mesures de biomarqueurs de stress métallique.

Ce projet a conduit aux résultats suivants:

- l'absence de relations directes entre teneurs métalliques des sédiments et teneurs dans les vers *Hediste diversicolor*.
- La mise au point fonctionnelle d'un nouveau système de mesure des métallothioneines chez *H. diversicolor* permet une quantification directe de ces biomarqueurs de stress métallique. Aucune relation entre ces biomarqueurs et les teneurs dans les sédiments, n'a pu toutefois être mise en évidence.
- Le développement de tests de génotoxicité sur les sédiments pour les contaminants organiques ont montré une génotoxicité notable vis-à-vis des métaux ainsi qu'une réponse marquée aux contaminants organiques. Cependant pour ces derniers cependant, la réponse n'apparaît que lorsqu'une activation métabolique est

utilisée.

3.3.4. AOI 3.3. Interactions bactéries - uranium dans les sols (C. Berthomieu)

La présence de roches uranifères et l'exploitation de l'uranium posent la question de l'exposition des écosystèmes à l'uranium et des transferts possibles de cet élément dans les chaînes alimentaires. L'objectif de ce projet était d'analyser le rôle possible des bactéries du sol dans les phénomènes d'immobilisation ou transfert de l'uranium vers les chaînes alimentaires. Il repose sur l'étude de sols de la région de Bessines (Haut Limousin) de composition et teneur en uranium contrastées et pour lesquels nous disposons de sols témoins dépourvus d'uranium.

Une approche interdisciplinaire de microbiologie, génétique, chimie, biochimie et de spectroscopie a été mise en œuvre pour préciser le lien entre présence d'uranium et profil des populations bactériennes dans différents biotopes en déterminant précisément la spéciation de l'uranium et la concentration biodisponible pour les bactéries. Trois isolats résistants à l'uranium, appartenant au genre *Microbacterium* et quatre au genre *Burkholderia*, ont été sélectionnés parmi les 230 morphotypes issus des sols. Des observations en microscopie électronique à balayage (MEB), couplé à une sonde EDX ont montré que les cellules sont capables d'accumuler des précipités de phosphate d'uranyle à leur surface. Les mécanismes moléculaires impliqués dans ce processus seront étudiés par des approches de génétiques. Ce projet est financé par le programme EC2CO Cytrix/ μ Bien et regroupe le LIPM et le IBEB/LEMIRE.

Publications : Berthomieu et al ACLN (2009)

3.3.5. AOI 3.4 : Effets du potentiel d'oxydo-réduction du sol sur la mobilité du sélénium (O. Berge)

L'objectif de ce partenariat est d'améliorer la prévision du transfert des radionucléides dans la zone non saturée du sol (ZNS). Parmi les différents paramètres du sol pouvant modifier la mobilité d'un élément, l'état d'oxydoréduction (Eh) apparaît comme un paramètre clé. En effet, l'état d'oxydoréduction du sol est contrôlé à la fois par ses propriétés hydrogéochimiques (composition minéralogique, structure, aération, teneur en eau...) et par la diversité et l'activité des communautés bactériennes.

Une série d'expériences comparatives en batch a montré l'existence de processus microbiens et géochimiques intervenant dans les transformations du sélénium dans le sol en condition aérobie, ces processus s'exprimant à différentes échelles de temps. Cette étude souligne la complémentarité des compétences de deux laboratoires pour les analyses de physico-chimie à l'IRSN et les analyses de communautés bactériennes au LEMIRE. Ce projet est une collaboration informelle entre deux labos (IRSN, IBEB/LEMIRE) autour d'une thèse.

Publications : Coppin et al (2006), Darcheville et al (2008a, 2008b)

3.3.6. Transfert, Transformation et toxicité des Nanomatériaux industriels et naturels

Les nanotechnologies constituent une innovation et un enjeu économique majeurs. Cependant, un certain nombre d'interrogations sont posées au niveau international, européen et national sur les risques sur la santé et l'environnement pouvant être associés à ces nouvelles technologies. L'histoire des risques sanitaires, technologiques et environnementaux montre que leur gestion *a posteriori* est source de graves problèmes. Cela renvoie à l'importance d'une évaluation des risques la plus précoce possible. Compte tenu de leurs applications et utilisations massives, il paraît raisonnable d'envisager leur dissémination dans l'environnement à chacune des étapes de leur cycle de vie (conception, production, utilisation et fin de vie de produits finis). Par conséquent, il paraît tout aussi raisonnable d'en évaluer les risques sur la composante biologique des différents milieux réceptacles et notamment « concentrateur » comme le sol et le compartiment aquatique.

Grâce à EC2CO et l'ANR, et également grâce à la création d'un GDR-I Franco-Américain iCEINT coordonné par le CEREGE, nous avons réussi à structurer une communauté abordant ces questions complexes (Auffan et al, 2008, 2009a, 2009b, 2010), Rose et al (2006).

3.3.7. MARSECO : Flux de contaminants et fonctionnement des écosystèmes littoraux provençaux transferts sol-eau-biocénose (I. Schwob)

Ce projet financé par l'ANR CES (Contaminants, Ecosystème, Santé) (2009-2012) regroupe l'IMEP, l'ISM2, Protee (futur membre d'ECCOREV), le CEREGE, le LCP. Le caractère original de ce projet repose sur le couplage des études *in situ* et en milieu contrôlé, et sur la mise en commun des compétences d'équipes opérant dans les domaines de l'écologie et de la biologie végétale, de la physiologie végétale, de la science du sol, de la chimie de l'environnement, de la chimie analytique, des études statistiques, de la modélisation appliquée au monde du vivant, ainsi que de l'écotoxicologie et de la santé humaine. Toutes ces approches convergent autour du littoral marseillais qui constitue d'une part un véritable site-atelier particulièrement pertinent pour comprendre les processus de transferts de polluants et d'impacts sur les écosystèmes, et d'autre part un modèle extrapolable à l'ensemble des grandes agglomérations péri-méditerranéennes socio-économiquement contraintes par un triptyque de pressions : industrialisation, urbanisation et développement touristique. Une cartographie des métaux et métalloïdes des sols du massif de Marseillevéyre et des îles environnantes fait apparaître des patrons de

dispersion de la pollution autour des anciens sites métallurgiques. L'étude de transects est en cours pour mettre en évidence les flux de polluants dans l'eau, le sol et des organismes-modèles.

3.3.8. Mode d'action de nanoparticules (NP) de fer (J. Rose)

Les NP chimiquement instables en milieu biologique peuvent produire des espèces réactives de l'oxygène à proximité des bactéries et induire un stress oxydant important. Il semble que les NP soient les plus sensibles à l'oxydation ou à la réduction (e.g. Fe^0 , Fe_3O_4 , CeO_2) et montrent l'effet le plus marqué sur les bactéries.

Avec l'utilisation de mutants d'*Escherichia coli* déficients en superoxyde dismutase, il a été montré que le stress oxydant était un des principaux mécanismes de toxicité. Dans le cas des NP à base de fer, les espèces réactives de l'oxygène sont générées via les réactions de Fenton qui produisent des radicaux hydroxyles à partir des ions Fe^{2+} émis. Par exemple, les NPs de magnétites ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$) de 6 nm de rayon induisent une forte toxicité chez *E. coli* à partir de 0,7 g/L de Fe_3O_4 . Par spectroscopie d'absorption des rayons X, il a été montré que la surface des NPs de magnétites s'oxyde en maghémite (Fe^{3+}) après contact avec les bactéries. Ce changement de phase s'effectue via la désorption du Fe^{2+} de la structure et la création de lacunes en surface. Les NPs de Fe^0 sont beaucoup plus sensibles à l'oxydation et génèrent une toxicité à des doses dix fois plus faibles (0,07 g/L de Fe^0)¹⁰. Elles sont entièrement transformées en lépidocrocite (Fe^{3+}) et magnétite ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$). Cette oxydation fait suite à un processus de dissolution/recristallisation en un hydroxyde de Fe^{2+} et Fe^{3+} , la rouille verte.

Ce projet a été financé par le programme CNRS ECCO/ECODYN et regroupe le CEREGE et l'IBEB/LEMIRE.

Publications : Auffan et al (2006a ; 2006b ; 2009a)

3.3.9. Nanoalter, devenir et toxicité de nanomatériaux (J. Labille)

Ce projet vise l'étude de l'altération et de l'écotoxicité de nanomatériaux déjà commercialisés, qui présentent les plus grandes probabilités d'altération au cours de leur utilisation, et dont la chimie présente un risque potentiel pour l'écosystème vis-à-vis des sous-produits d'altération libérés. Ce sont notamment les matériaux à base de NP de dioxyde de titane (TiO_2), tels que les crèmes solaires, les verres et ciments autonettoyants, ou encore les lasures pour bois d'extérieur à base de NPs de dioxyde de cérium CeO_2 .

Ce projet, financé par le programme EC2CO Cytrix et qui regroupe le CEREGE et l'IBEB/LEMIRE se focalise sur deux axes :

- Altération du nanomatériau constituant de crème solaire à base de TiO_2 fonctionnalisé.
- Ecotoxicité des sous-produits d'altération sur les populations bactériennes.

Publications :

Auffan et al., 2010; Labille et al., 2009; Rose et al., 2006.

3.3.10. Aging Nano & Troph et projet Européen NEPHH (J. Rose)

L'objectif de notre projet AgingNano&Troph est de mettre en place un groupe interdisciplinaire (physico-chimistes, chimistes, biologistes, microbiologistes, écotoxicologues, médecins génotoxicologues) afin de déterminer les mécanismes de dégradation de quatre catégories de nanomatériaux commercialisés (parmi les sept existantes) et de caractériser la nature, la structure et les propriétés physico-chimiques des résidus formés. À partir de cette description, le comportement de ces résidus de dégradation sera étudié sur un ensemble de cibles biologiques (microorganismes, algues, invertébrés, poissons, cellules humaines) via des modes d'exposition et de transfert par l'eau et la nourriture. Il s'agira à la fois de caractériser les bio-transformations des Résidus de Dégradation des Nanomatériaux (RDN) (bioaccumulation, biodégradation, biopersistence), de déterminer leurs effets biologiques pour des expositions chroniques de faibles doses. La toxicité et écotoxicité au niveau moléculaire, cellulaire et des individus des RDNs seront comparées à celles des NPs modèles dispersées.

Ce projet, qui regroupe le CEREGE, l'IBEB/LEMIRE, le LBME et l'INERIS est financé par l'ANR CES (2009-2012). Une étude similaire est menée sur d'autres nanomatériaux à base de SiO_2 dans le cadre d'un projet européen Nanomaterials Related Environmental Pollution and Health Hazards throughout their life cycle (NEPHH, 2010-2013).

Publications : Auffan et al. (2008 ; 2009a ; 2009b), Bernard et al (2009), de Fleurian et al (2008 ; 2009) ; Levard et al (2008) ; Pagès et al (2008) ; Aye et al (2010)

3.3.11. Autres projets

Le projet IMPECNANO est financé par le Grenelle de l'Environnement sous l'égide de l'INERIS et son objectif est l'étude des mécanismes moléculaires de la génotoxicité des nanoparticules de dioxyde de cérium.

Le projet Particules atmosphériques dans le bassin minier de Provence est financé par l'AFSSET et vient de démarrer. Il a pour objectif la caractérisation, et l'évaluation de toxicité et de la cytogénotoxicité des particules atmosphériques.

3.3.12. Tableau résumé

Ce tableau indique pour chacune des actions, l'origine des partenaires, le sigle renvoyant au tableau des membres

de la FR.

	CEREGE	iBEB/ LEMIRE	iBEB/ LIPM - LEPC	IRSN	IMEP	LBME	ISM2	LCP
AOI 3.1	X				X			
AOI 3.2	X				X	X		
AOI 3.3		X	X					
AOI 3.4		X		X				
3.3.9 Nanoalter	X	X						
3.3.8	X					X		
3.3.10. AgingNano&Troph	X	X	X			X		
3.3.7. Marseco	X				X		X	X
3.3.10 NEPHH	X	X				X		
3.3.6	X	X	X		X	X		

3.4. Axe 4. Ecotechnologie et développement durable (N. Roche, J.C. Sigoillot)

3.4.1. Contour

Les activités humaines ont une influence majeure sur notre environnement. Les transports, l'industrie, la consommation d'énergie sont sources de pollution atmosphérique (CO₂, ozone,...) ou terrestre (métaux lourds, xénobiotiques,...). La pollution des sols par les activités industrielles fait l'objet d'une prise de conscience récente, au regard de plus de deux siècles d'activité industrielle. Dans le domaine de l'énergie, la diminution des réserves d'énergies fossiles et la perspective de changements climatiques rendent prioritaire la recherche de sources renouvelables et de nouveaux vecteurs énergétiques.

Les progrès scientifiques dans différentes disciplines (biologie, génomique, physico-chimie, génie des procédés) permettent d'envisager le développement de nouvelles technologies limitant la pression de l'Homme sur l'environnement. L'écotechnologie se réfère à toutes les activités visant à mesurer, prévenir, limiter ou corriger les atteintes à l'environnement et les problèmes relatifs aux déchets et aux écosystèmes.

L'émergence de l'écotechnologie nécessite des efforts importants en recherche associant des chercheurs de diverses disciplines. L'objectif de l'axe 4 d'ECCOREV est de créer une synergie entre biologistes, physico-chimistes, spécialistes des procédés, sociologues et économistes dans le but de favoriser l'émergence de technologies de rupture limitant la pression de l'Homme sur l'environnement et d'en prévoir les effets socio-économiques. Deux domaines sont principalement couverts :

- la limitation ou la remédiation des contaminants de l'atmosphère, des eaux ou des sols (axe 4A)
- les voies nouvelles de production de biocarburants respectueuses de l'environnement (axe 4B)

3.4.2. AOI 4.1 : Piégeage in situ de polluants gazeux et métaux lourds dans des procédés thermiques de traitement des déchets (N. Roche)

Pour améliorer l'analyse des risques induits par le traitement thermique sur des déchets, nous souhaitons améliorer le système de captation à la source des particules émises et de traiter de façon non intrusive, le support (et donc l'échantillon). Les analyses, sur les fractions minérales, seront menées par l'équipe du CEREGE et la partie génie des procédés par le LM2P2. A ce jour, nous pensons que la formation d'aérosol peut entraîner les sels et les métaux lourds. L'analyse des gaz se faisant après condensation, il semblerait qu'une importante part de la population polluante soit écartée de l'analyse traditionnelle en GC ou FT-IR et ainsi non quantifiée notamment du point de vue du bilan environnemental juste et complet nécessaire sur ce type de procédé. Pour cela, nous souhaitons utiliser divers filtres métalliques de haute tenue, céramiques ou métalliques au sein d'un réacteur de traitement pour « filtrer à chaud » ces aérosols. Nous parions sur le choc des gouttelettes avec une matrice poreuse fine pour les stopper. La température élevée du réacteur doit en ce sens faciliter et augmenter les cinétiques de piégeages par rapport à des traitements classiques à la sortie des réacteurs.

Nous disposons pour réaliser cette étude d'un pilote de gazéification thermique de déchets organiques, qu'il sera néanmoins nécessaire de modifier pour la réalisation de ce travail. L'acquisition du four de gazéification (décembre 2009) et des mousses métalliques (décembre 2008), a d'ores et déjà permis de répondre à plusieurs objectifs fixés et les résultats préliminaires ont permis d'établir un dossier Marie Curie en août 2009 auprès de l'UE (7ème PCRD) pour la venue d'un post-doctorant sur une période de 24 mois pour ce projet. Ce projet a été retenu en liste principale par l'UE.

Le travail important de la mise en place analytique sur la matrice boue est achevé :

- dosage d'une dizaine de métaux lourds dans la gamme de concentration

- dosage d'une dizaine de composés minéraux dans la gamme de concentration

L'évolution avec la température des teneurs est significative pour la matrice solide, mais les bilans de matière ne bouclent pas encore entièrement, il nous faut donc maintenant améliorer les méthodes de piégeage.

3.4.3. AOI 4.2. Traitement d'effluents par Oxydation en voie humide : Approche cognitive intégrée du SysTème (O. Boutin)

L'objectif général dans lequel cette demande s'inscrit est de développer un procédé de traitement d'effluents aqueux par oxydation en voie humide en s'appuyant sur une démarche globale. Dans le cadre de la nouvelle loi sur l'eau, le traitement à l'émission devient obligatoire. Les exemples type sont les lixiviats de décharge, les effluents de rinçage de cuve (industrie pharmaceutique, électronique ...), les effluents de réseaux séparatifs hospitaliers, certaines eaux de lavage de procédés membranaires. Les avantages de l'eau sous critique appliquée à des effluents aqueux est que le flux ne subit pas de changement de phase : il est donc inutile de pré-sécher et l'énergie à apporter au système est essentiellement de la chaleur sensible. Structuellement, ils sont souvent couplés à un réseau d'assainissement ce qui permet de recycler l'effluent oxydé dans une station d'épuration.

Parmi les problématiques scientifiques qui se dégagent de ce projet, une correspond à la caractérisation des effluents pendant la réaction et en sortie. Pour cela nous disposons d'un réacteur fermé résistant à de hautes pressions (300 bar) et de hautes températures (350 °C) et équipé de fenêtres permettant une visualisation totale du milieu réactionnel, qui sera complété d'un appareil de mesure de gaz IR. L'objectif est aussi de préparer une demande de financement dans le cadre des demandes ANR Jeunes Chercheurs.

3.4.4. Projet 4.1. THAVA (J. Carpena)

Le projet THAVA consistait à développer, à l'échelle du laboratoire, un procédé de destruction totale de déchets amiantés de type amiante ciment ou amiante floqué, en conditions hydrothermales, en présence de phosphates de calcium, ceux-ci pouvant être d'origine animale (farines animales, calcinées). Le but visé était donc la destruction simultanée de deux déchets dangereux, pour leur valorisation. Il fallait, en fin de procédé, obtenir une poudre minérale, sans toxicité, sans dangerosité, qui pourrait être valorisée. Pour cela, il fallait une réaction capable de détruire les deux déchets initiaux pour donner la cristallisation d'autres espèces minéralogiques. Différents types de valorisations peuvent alors être proposées. Ce projet THAVA a en fait utilisé des réactions chimiques de dissolution puis de réprécipitation qui ont permis de détruire les deux déchets initialement mélangés pour cristalliser de nouvelles phases minérales, sans toxicité, sans dangerosité, et dotées de propriétés remarquables, justifiant leur valorisation. Les différentes variantes du procédé, en fonction du produit final visé, ont été brevetées (Brevets déposés par le CNRS).

Partenaires : Région PACA, CG13, ARVI Travaux et SARIA

3.4.5. Projet 4.2. : Bioréacteur à membrane (BàM) pour l'élimination de l'hormone synthétique 17 α -éthinyloestradiol (L. Clouzot, LM2P2, ISM2)

Cette recherche s'inscrit dans le développement des procédés membranaires pour le traitement des eaux urbaines. Ce procédé à membrane est appliqué dans ce travail à l'élimination d'un perturbateur endocrinien particulièrement actif, pris ici comme modèle des xénobiotiques médicamenteux rejetés dans les effluents. Cette application est un des axes innovants dans le travail et intéresse nombre de laboratoires, d'industriels et de collectivités car elle se heurte à de nombreux verrous analytiques, technologiques et cognitifs. L'approche associe la comparaison de deux configurations de réacteur à membrane (interne et externe), deux « types » d'organismes (acclimaté et non acclimaté), l'étude de deux phénomènes d'élimination (adsorption et biodégradation).

Des essais pilotes ont permis de démontrer l'intérêt des BàM pour le traitement de ce type de molécules. Après une partie de mise au point, il a été proposé une description argumentée de l'acclimatation de l'écosystème épurateur au traitement d'effluent azoté (NH₄⁺) et enrichi en 17 α -éthinyloestradiol (EE2), puis au fonctionnement comparé des deux types de réacteurs à membrane pour aboutir au final par le traitement d'EE2 en réacteur à membrane.

Publications : Clouzot et al., (2008),

3.4.6. Projet 4.3. : Transferts et mobilité des Eléments Traces Métalliques dans la colonne sédimentaire des hydrosystèmes continentaux (P. Boyer, B. Coulomb, JL Boudenne, LCP, IRSN)

Dans les cours d'eau, les éléments traces métalliques (ETM) sont transférés sous formes dissoutes et/ou fixées aux particules. Sous cette dernière forme, ils peuvent s'accumuler dans les zones sédimentaires et constituer des stocks de polluants. A terme, ces stocks peuvent constituer un risque pour la qualité des hydrosystèmes si des changements environnementaux conduisent à accroître leur mobilité qui dépend essentiellement des processus d'érosion, de diffusion interstitielle des phases mobiles et de bioturbation.

Dans ce contexte, ces travaux ont concerné la mobilité par diffusion interstitielle. Pour cela, il est important de connaître comment les ETM se répartissent entre leurs formes mobiles (dissoutes et colloïdales) et non mobiles

(particulaires). Ce fractionnement dissous – particulaire des ETM est régi par les réactions de sorption à la surface des particules. Ces réactions dépendent des conditions physico-chimiques du milieu (pH, force ionique, redox) et sont fortement influencées par les processus biogéochimiques de la diagénèse précoce dont le principal est la minéralisation de la matière organique par l'activité bactérienne qui entraîne des évolutions de ces conditions physico-chimiques le long de la colonne sédimentaire.

Afin d'appréhender ces processus, ce travail s'appuie sur une approche mixte qui associe terrain, analyse et modélisation. Les résultats mettent en évidence que la disponibilité des ETM considérés est fortement liée au comportement des phases porteuses biogéochimiques et que la mobilité par diffusion interstitielle dépend essentiellement des caractéristiques granulométriques qui conditionnent à la fois la diffusion et la distribution des phases porteuses biogéochimiques (matière organique, oxydes métalliques, carbonates, sulfures). Publications: Devallois et al (2008, 2009)

3.4.7. Projet 4.4. : PHYTOCHELATES : Phytoremédiation de sols pollués en éléments traces métalliques : mécanismes de transfert à la plante et effets synergétiques liés à la présence de chélatants (I. Laffont-Schwob, B. Coulomb, P. Prudent, LCP, IMEP)

Certaines plantes comme le colza (*Brassica Napus* v. Jaguar) synthétisent des composés en cas de stress induit par la présence d'un métal lourd dans leur environnement, mais également en cas d'apports trop importants en nutriments azotés ou phosphorés ou bien encore en présence d'OGM. Ces phytochélatines synthétisées sont des composés clés notamment pour la détoxification des métaux lourds chez les plantes. Les objectifs de ce projet sont dans un premier temps d'identifier les phytochélatines produites par des plantes sélectionnées (adaptées aux conditions de culture méditerranéennes) en conditions contrôlées, en fonction des éléments traces métalliques ou des fertilisants ajoutés à leur milieu de culture. Il s'agira par la suite de caractériser les composés induits notamment à travers la quantification du pouvoir complexant de ces phytochélatines. Après identification des phytochélatines, des essais sur solutions standards viseront à définir des constantes de complexation vis-à-vis des principaux éléments métalliques. Cette étude sera effectuée par spectroélectrochimie et spectrofluorescence 3D.

Le but final est de constituer une base de données des phytochélatines induites par des plantes en fonction des différents stress métalliques appliqués. Programme financé par le Conseil Régional Provence-Alpes Côte d'Azur, Appel à projet ouvert 2008

3.4.8. Projet 4.5. : Procédé de détermination de la réactivité biogéochimique d'échantillons aqueux de matière organique, (JL Boudenne, Y. Dudal, LCP, INRA Avignon)

Les matières organiques dissoutes (MOD) contenues dans les eaux de surface ou souterraine, les effluents agro-industriels, et les sols constituent un mélange complexe et diversifié de composés organiques qu'il est impossible de caractériser finement. Cependant, ces composés sont fortement réactifs dans l'environnement: ils sont partiellement biodégradés, s'adsorbent sur les sols et les sédiments, limitant ainsi leur transport, et interagissent fortement avec les polluants, qu'ils soient métalliques ou organiques. Le test Mosolog a été développé pour quantifier la réactivité des MOD dans l'environnement. Le principe est basé sur un outil de mesure de la biodiversité microbienne fonctionnelle d'un échantillon d'eau. Ce kit commercialisé, dénommé BIOLOG®, analyse en microplaques des échantillons aqueux contenant un ensemble de microorganismes et présente des résultats qui se lisent non pas en terme d'identité des microorganismes présents, mais en terme de fonctionnalité (utilisation d'un substrat donné). Le même principe s'applique ici à la matière organique soluble (MOSol), ensemble complexe et très varié de molécules dont les fonctionnalités sont mesurées par l'utilisation d'un ensemble de réactifs (ou sondes) environnementaux (sols, exoenzymes, microorganismes, cations métalliques, micropolluants organiques).

Le projet est construit en cinq workpackages, qui reprennent les cinq fonctions environnementales mesurées :

- réactivités avec les micropolluants métalliques (WP1), organiques (WP2) et les surfaces (WP3) quantifiées par suivi du quenching (extinction) de fluorescence lors d'ajouts croissants de réactifs
- réactivité avec les microorganismes (WP4) quantifiée par l'introduction d'un révélateur rédox fluorescent dans une cellule bactérienne et suivi dans le temps de la réduction de ce révélateur
- réactivité avec les exoenzymes (WP5) quantifiée par l'inhibition compétitive des MOSol opérée par un substrat fluorescent de l'enzyme et suivi dans le temps de ce substrat.

La faisabilité du test a été démontrée pour les différentes fonctions. L'objectif de ce projet consiste à faire émerger MOSoLOG comme un véritable test environnemental fonctionnel à haut débit (nombreux échantillons sous format microplaque). Un travail de mise à l'échelle et de calibration de chaque fonction du test est indispensable afin de parvenir à cet objectif.

Projet de recherche financé par le Programme « Emergence et maturation de projets de biotechnologies et de technologie pour la santé à fort potentiel de valorisation », Agence Nationale de la Recherche + ADEME.

3.4.9. Projet 4.6. : Production d'hydrogène à partir de biomasse végétale en complément de la production de bioéthanol

Ce projet (MBEC, BCF) a pour but de trouver des bactéries capables d'utiliser les sucres, en particulier les

pentoses (xylose, arabinose) issus de l'hydrolyse enzymatique d'un substrat lignocellulosique (paille de blé) pour produire de l'hydrogène en complément de la production d'éthanol par fermentation à partir du glucose. L'hydrolyse enzymatique a été effectuée sur de la paille ayant subi un pré-traitement physico-chimique (imprégnation acide et explosion à la vapeur) suivit d'un traitement enzymatique (cellulases et xylanases de *Trichoderma reesei* enrichi en β -glucosidases). Ce traitement permet d'obtenir des sucres simples utilisables par des bactéries productrices d'hydrogène.

Le traitement physico-chimique produit cependant une certaine quantité de furfurals qui peuvent se révéler inhibiteurs pour les bactéries. Cinq bactéries ont été sélectionnées : *Thermotoga thermarum*, *Thermotoga elfi*, *Thermoanaerobacter subterraneus*, *Thermotoga hypogea*, *Thermoanaerobacter ethanolicus*. Parmi celles-ci, *Thermotoga hypogea* possède une bonne résistance à l'inhibition par les furfurals et utilise plus de 75% des pentoses avec un rendement en hydrogène élevé. Ces premiers résultats devraient permettre de développer un procédé mixte permettant une utilisation optimale de la biomasse lignocellulosique à des fins énergétiques.

3.4.10. Equip. 4.1. Matière organique et minérale des sols et sédiments. Caractérisation par microscopie Raman confocale et pyrolyse-CPG/SM (MORGANES) (P. Doumenq)

La caractérisation de la matière organique (MO) et minérale des sols et sédiments est une thématique extrêmement fédératrice au niveau des sciences de l'environnement. Avec l'acquisition d'une unité de couplage pyrolyse-CPG/SM et d'un microscope confocal Raman, nous proposons d'approfondir plusieurs axes de recherches innovants tels que :

- la compréhension des processus et des flux physiques, chimiques et biologiques qui par leurs interactions contribuent directement à la dégradation du milieu sous l'effet des incendies, et d'autre part à la reconstitution de l'écosystème après perturbation,
- la caractérisation des déchets, leur recyclage, valorisation, inertage et l'étude des impacts associés sur l'homme et les écosystèmes,
- la compréhension et la maîtrise et la traçabilité des processus de compostage et des paramètres de maturation des composts industriels,
- l'impact des nanoparticules manufacturées sur l'environnement,
- l'étude du transfert sol/plante des métaux et métalloïdes, avec une application sur le riz cultivé,
- la dynamique du C dans les sols. Nous focalisons nos efforts sur les matières organiques complexées avec les phases minérales du sol,
- le devenir et la photo-oxydation (photolyse en phase hétérogène) de molécules xénobiotiques (pesticides, herbicides) dans les sols.

L'ensemble de ces thématiques fait intervenir des PME/PMI, des organismes et associations régionales (CETE Méditerranée –Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Ardevie, Biotechna, Ineris, SITA Remediation, Cosis FSE-Cim Paca). Publications : Asia et al (2008), Guillianio et al (2007)

3.4.11. Equip. 4.2. Appareillage de spectroscopie atomique (J.L. Boudenne)

L'achat de l'appareillage de spectroscopie atomique avait pour objectif de disposer d'un outil permettant à la fois l'analyse simultanée des éléments traces métalliques, dans une gamme allant du ppb à la centaine de milligrammes par litre (grâce à la possibilité de faire des mesures soit en four graphite, soit par flamme), mais également d'analyser des échantillons sous formes liquides et solides. L'intérêt principal de cet appareil résidait donc principalement dans la possibilité d'éviter les étapes de minéralisation d'échantillons, souvent sources d'erreurs analytiques. Cet appareil est destiné à l'analyse de métaux dans des matrices environnementales variées: eaux, sols, plantes, sédiments. En effet, l'Equipe « Chimie de l'Environnement Continental » du LCP est impliquée dans de nombreuses études dans ces domaines (OHM Bassin minier de Provence, MARSECO ...). Dans le cadre de MARSECO, l'équipe CEC a été et va être amenée à analyser les teneurs en éléments traces métalliques (ETM) dans différents compartiments de l'environnement (sols, plantes et sédiments marins de la zone d'étude (rade de Marseille, des calanques de l'Estaque à Sormiou). Dans le cadre de l'OHM, cet appareil va permettre d'étudier les retombées des activités humaines sur les sols et plantes de la zone d'étude, en terme de pollution métallique. Publications : Boussetta et al (2008), Depeckera et al (2009)

3.4.12. Coll. 4.1. XII^{ème} congrès de la Société Française de Génie des Procédés (SFGP2009) (N. Roche)

A la croisée des Sciences et des Cultures, pour relever les défis industriels du XXI^{ème} siècle, le XII^{ème} Congrès de la Société Française de Génie des Procédés (SFGP 2009) a été organisé à Marseille, au Palais du Pharo, du 14 au 16 octobre 2009, par le Laboratoire de Mécanique, Modélisation & Procédés Propres (M2P2 – UMR CNRS 6181) avec le soutien de l'Ecole Centrale de Marseille et de l'Université Paul Cézanne d'Aix-Marseille. Ce congrès a permis de réunir 630 participants (dont 200 doctorants), acteurs des mondes académique et industriel de toute la France mais aussi du Maghreb, de l'Europe, de l'Amérique Latine et du bassin méditerranéen.

Près de 600 communications scientifiques (dont 190 communications orales) ont été présentées durant ces trois jours. Près de 90 communications ont été retenues pour être proposées pour publication dans cinq revues internationales importantes du domaine : AICHE Journal, ChERD, IJCRE, Process Biochemistry et PESP. Ce

congrès a permis également d'organiser une rencontre originale entre les acteurs de l'innovation de la région PACA, représentés par sept Pôles de Compétitivité et Pôles Régionaux d'Innovation et de Développement Economique et Solidaire et les acteurs académiques et industriels du Génie des Procédés dans le cadre d'une table ronde qui a porté sur les « Procédés innovants : du concept à la différenciation, vecteur de réussite pour les PME »

3.4.13. Tableau résumé

Ce tableau indique pour chacune des actions, l'origine des partenaires, le sigle renvoyant au tableau des membres de la FR.

	CEREGE	IRSN	M2P2	LCP	IMEP	ISM2	INRA	MBEC	BCF
AOI 4.1	X		X						
AOI 4.2			X			X			
Projet 4.1	X								
Projet 4.2			X			X			
Projet 4.3		X		X					
Projet 4.4				X	X				
Projet 4.5				X			X		
Projet 4.6								X	X
Equip. 4.1	X				X	X	X		
Equip. 4.2	X			X	X	X			
Coll. 4.1			X						

3.5. Axe transversal 1. Observatoire Hommes-Milieus Bassin minier de Provence

L'Observatoire Hommes-Milieus (OHM) du bassin minier de Provence est un dispositif du CNRS, [Institut d'Ecologie et d'Environnement](#) (INEE), au service de la recherche scientifique sur les interactions entre l'homme et son milieu de vie, la société et l'environnement. Ses objectifs sont d'étudier et de suivre le contexte de l'après-mine en Provence.

3.5.1. Objectifs et principes

Les OHM sont destinés à favoriser une nouvelle forme d'interdisciplinarité scientifique sur la question des interactions hommes-milieus. Le principe est d'encourager les recherches croisées sur un territoire marqué par un fait anthropique majeur, spatialement circonscrit, à très fort impact environnemental, économique et social et perturbé par un changement / une rupture de nature systémique (récent ou à venir). L'organisation de la recherche est incitative. Chaque chercheur s'insère dans la démarche en arrivant du cœur de sa discipline : biologie, économie, histoire, sociologie, environnement, santé, géographie, écologie, droit, etc.

L'OHM favorise les échanges, suscite les rencontres et entretient des relations avec les acteurs du territoire (autorités locales, entreprises, services de l'Etat, etc.). Il gère et organise un système d'information et des bases de données en vue de capitaliser la connaissance et soutenir les travaux de recherche.

3.5.2. Organisation et partenariat

Au cours de ses deux premières années d'existence, l'OHM s'est organisé et structuré. Le champ thématique et problématique des recherches à développer et des paramètres de l'environnement à mesurer et suivre a été délimité. Les activités de l'OHM ont été réparties dans quatre grands domaines : Recherche, Système d'information, Animation et Administration. Les responsabilités ont été définies au niveau d'un comité de direction (5 membres) et d'un Comité de pilotage. Une charte, précisant les objectifs et les règles de fonctionnement, a été rédigée afin d'être soumise à la signature des partenaires institutionnels et individuels et de marquer ainsi leur appartenance à l'OHM. Au 1^{er} janvier 2010, le réseau compte : 35 partenaires individuels, 9 unités de recherche et 7 partenaires institutionnels (cf. <http://www.ohm-provence.org/annuaire.html>).

3.5.3. Recherches

L'activité de recherche s'est développée sur deux plans : des études, réalisées dans le cadre d'un appel à projets de recherche (APR) annuel lancé au sein de l'Observatoire, et des projets de recherche pluridisciplinaires, élaborés par plusieurs partenaires en réponse à des appels d'offre de recherche nationaux. Elle s'est conjuguée à un fort engagement en termes de formation, puisque de nombreux étudiants sont initiés à la recherche et aux questions environnementales dans le cadre de l'Observatoire.

L'APR a pour objectif d'encourager le lancement d'études variées, de favoriser le regard croisé des disciplines scientifiques sur des objets d'étude communs, d'aider à la mise en place de projets plus intégrés et de plus grande envergure. Les projets doivent être de courte durée (1 an). Ils peuvent correspondre à des travaux de niveau Master (1 ou 2) ou à des opérations spécifiques menées dans le cadre d'une thèse ou d'un programme de recherche en cours. Le montant maximum accordé n'excède pas 5000 euros. En 2008, 13 études ont été retenues et aidées pour un montant total de 30 k€. Cette enveloppe a été reconduite en 2009 (10 projets retenus).

L'OHM ne privilégie aucune thématique spécifique. Les projets peuvent être mono-disciplinaires ou pluridisciplinaires. Les APR 2008 et 2009 ont donné lieu à des études dont les résultats ont été présentés au cours du séminaire de restitution du 30/06/2009. Les actes de cette journée sont en ligne : <http://www.ohm-provence.org/jourScientif.html>

La constitution du réseau OHM et son animation ont permis de rapprocher certaines équipes et de favoriser la formulation de réponses à des appels d'offre au niveau national. Deux projets lauréats sont à mettre en évidence :

- Projet UQUALISOL-ZU (Préconisation d'utilisation des sols et qualité des sols en zone urbaine et péri-urbaine – application du bassin minier de Provence) – lauréat de l'appel d'offre GESSOL du MEEDDM. Il associe 4 laboratoires et est piloté par l'OHM : CEREGE, IMEP, CEJU, DIVAPRA (Université de Turin)
- Projet PACTES (Particules Atmosphériques dans le bassin minier de Provence : Caractérisation, Toxicité, Evaluation par la Société) – lauréat de l'appel d'offre Santé-environnement travail de l'AFSSET / ADEME. Il associe 3 laboratoires : CEREGE, LBME, ESPACE (Desmid), et s'appuie sur l'OHM.
- Par ailleurs, l'OHM conduit le projet TERRIL, qui associe plusieurs équipes et permet de former des étudiants sur le terrain. Une bourse doctorale INEE est venue renforcer ce projet, qui bénéficie par ailleurs du soutien technique des collectivités locales.

3.5.4. Système d'information

Afin de faciliter le travail des partenaires scientifiques et de remplir sa fonction d'observatoire, l'OHM constitue un système d'information (SI), qui doit permettre : d'identifier les données existantes sur les thématiques de l'Observatoire, d'identifier les publications utiles à la recherche, et de repérer ces données et ces publications afin de se les procurer. Le système d'information consiste par conséquent en un catalogue de métadonnées, complété par les données dont l'OHM fait l'acquisition et celles produites dans le cadre des études.

Composante essentielle du SI, un système d'information géographique (SIG) est en cours de constitution sur le territoire étudié. Il rassemble les extraits issus du référentiel cartographique national produit par l'IGN, les données produites par les organismes en charge de référentiels thématiques (BASOL, BASIAS, IREP, etc.), et les celles produites dans le cadre des études de l'OHM. Etabli dans l'environnement ESRI (ArcGis), ce SIG a vocation à être partiellement porté sur Internet, sous forme de « géoportail scientifique ».

3.5.5. Animation

L'animation du réseau se décline en de multiples opérations : diffusion d'information auprès des partenaires, rencontres de nouveaux collaborateurs potentiels (équipes de recherche, collectivités territoriales, entreprises, etc.), promotion de l'OHM auprès des tutelles, organisation de rencontres scientifiques, conférences grand public, participation à des colloques sur les thèmes en rapport avec la problématique scientifique de l'Observatoire, encadrement de stagiaires et interventions ponctuelles aux niveaux Master 1 et Master 2, etc.

La diffusion de l'information s'opère via un site internet (<http://www.ohm-provence.org>) mis en ligne en avril 2009, une liste de diffusion interne aux membres et le bulletin d'information Ohm-infos (4 numéros par an).

Les séminaires d'échanges entre chercheurs sont de deux types : à chaque rentrée universitaire a lieu le séminaire de présentation des projets d'étude lauréats du dernier APR (septembre 2008 et octobre 2009), et en fin d'année universitaire a lieu le séminaire de restitution des travaux (juin 2009, 50-60 participants).

L'OHM se positionne également comme partenaire de manifestations scientifiques qui dépassent le strict cadre de son territoire. Ainsi en est-il de la co-organisation de l'Atelier « Mines en milieux fragiles » de l'INSU, avec demi-journée sur le terrain (mars 2009). Tel est le cas du séminaire de lancement du programme GESSOL 3 du MEEDDM, en mars 2010 et du séminaire du réseau des OHM de l'INEE en juin 2010.

Pour faire partager ses méthodes et ses connaissances, le réseau s'implique dans des formations spécifiques comme le stage d'initiation au SIG (organisé en mai 2009). Il intervient par ailleurs dans le cadre de manifestations « grand public » : plusieurs participations au cycle de conférences « Sciences et Idées » de la médiathèque de Gardanne, Festival des Petits Explorateurs (Gardanne, octobre 2008), etc.

3.6. Axe transversal 2. Approche territoriale (J. Dubois)

La FR s'est donnée pour ambition de construire des partenariats de recherche à partir de contexte locaux sur lesquelles des « acteurs » socio-économiques sont à la fois en attente d'outils de compréhension et de gestion des processus biophysiques et anthropiques et producteurs de données nécessaires à cette compréhension. Cette « entrée par les territoires » apparaissait comme particulièrement fructueuse pour construire une recherche interdisciplinaire associant SHS et sciences « dures ».

Le Val de Durance a été choisi par la Fédération comme terrain d'études du fait :

- du risque sismique lié à la faille de la Durance, alors même que ce territoire accueille des équipements sensibles,
- de la richesse écologique et paysagère d'un territoire en grande partie naturel (site Natura 2000 du lit de la Durance, PNR du Luberon réserve de biosphère, Gorges du Verdon et PNR...) mais pourtant soumis à une forte pression anthropique (urbanisation, aménagements hydroélectriques, tourisme, activités de week-end),
- d'une activité agricole qui a contribué à dessiner les paysages et favoriser certains habitats mais déclinante du fait de conditions climatiques difficiles, de la réforme de la PAC qui accentue la concurrence entre les territoires de production, et de la concurrence sur le foncier avec des usages résidentiels ou d'activités industrielles ou commerciales,
- d'une gestion de la ressource en eau, objet de multiples et complexes compromis entre acteurs économiques, associatifs, collectivités et l'Etat, compromis issus d'une histoire riche et ancienne mais toujours remis en question,
- d'une extension très rapide de la tache urbaine à partir de l'agglomération Aix-Marseille, aujourd'hui saturée, qui tend à s'étendre vers le nord. L'extension de vastes zones périurbaines contribue à l'accentuation du risque incendie et des problèmes d'assainissement des eaux usées par le mitage du territoire, à l'artificialisation des sols et à l'érosion de la biodiversité et à l'accroissement des formes de pollution liées notamment à la dépendance automobile,
- d'un fractionnement territorial et politique des collectivités locales, souvent de petite taille, peu préparées à ces pressions plus subies que choisies.

Au cours des 4 années écoulées plusieurs projets sont venus fédérer sciences dures et SHS sur ce territoire en mutation rapide. On citera en particulier :

- L'organisation d'un colloque international par le LPED et l'IMEP les 20-21 janvier 2011 sur les USAGES ECOLOGIQUES, économiques et sociaux de l'eau agricole en Méditerranée : quels enjeux pour quels services ?
- L'organisation du colloque international « Provence 2009 » du 6 au 8 juillet à Aix en Provence pour échanger autour de la gestion du risque sismique en zone à sismicité modérée à l'échelle locale, nationale et internationale. Voir section 3.1.11
- Le projet « Dynamique morphologique et communautés végétales terrestres des rivières méditerranéennes » qui a permis une première étude sur des cours d'eau de la région PACA dont la Durance et ses affluents.

3.7. Axe transversal 3: Comment évaluer le risque (E. Chojnacki)

L'évaluation d'un risque industriel, environnemental ou sanitaire est un problème scientifique complexe. En effet, la caractérisation d'un risque fait intervenir un nombre important de données de natures différentes : dires d'experts, données de terrain, données issues de modèles numériques, données issues de modèles experts ou de connaissance, données issues de SIG (Système d'Information Géographique). Il faut cependant pouvoir s'assurer que l'on prend en compte l'ensemble des facteurs majeurs des pollutions étudiés. Aussi trois thèmes de recherche ont été retenus pour structurer cet axe

- Proposer des modèles de représentation et de traitement de l'information : il s'agit de fournir des moyens simples permettant de représenter une connaissance partielle d'un phénomène et de la propager pour en déduire l'incertitude sur le risque.
- Développer des méthodes d'agrégation et de synthèse de l'information : la caractérisation d'un milieu comme la qualité des ressources hydriques ou l'évaluation de la vulnérabilité d'un territoire repose sur un ensemble de critères qu'il faut pouvoir comparer. Les méthodes multicritères permettent d'agrégier l'ensemble des critères en y intégrant les différentes perceptions des acteurs du territoire.
- Partager des outils numériques de caractérisation et d'évaluation du risque. La mise au point d'outils numériques se révèle très souvent être un bon moyen de favoriser l'interdisciplinarité nécessaire dans l'évaluation du risque.

Réalisations :

- participation à la semaine de formation statistique avec animation d'un module sur l'évaluation du risque,
- présentation de l'axe risque au séminaire ECCOREV en octobre 2009 en commun avec IAE/CERGAM,
- rédaction d'un projet sur les outils d'aide à la décision avec le CEMAGREF Aix.

3.8. Un futur TGE : O3HP, observatoire du chêne blanc à l'OHP (T. Gauquelin, M. Boer)

3.8.1. Le contexte

La chênaie pubescente est l'une des formations forestières dominante en Région PACA avec plus de 200 000 ha. Ce type d'écosystème structure les paysages naturels de l'Arrière Pays Méditerranéen, participant ainsi, au même titre que les champs de lavande ou les oliveraies, à l'identité régionale, renforcée encore par ses liens forts avec la trufficulture, le Chêne pubescent ou Chêne blanc étant l'hôte principal du fameux champignon.

Ces forêts patrimoniales, résultats de siècles d'anthropisation, s'avèrent potentiellement très sensibles aux changements climatiques, avec une réduction des surfaces occupées par ce Chêne blanc, modifiant ainsi les

paysages actuels et leur forte identité.

Dans ce contexte, nous avons imaginé la plateforme dénommée O3HP (Oak Observatory at OHP) sur le terrain d'une centaine d'ha de l'observatoire de Haute Provence (OHP). La Chênaie de l'OHP présente d'autre part la particularité de ne pas avoir été exploitée depuis la fin de la dernière guerre, constituant ainsi un exemple de ce que l'on appelle une « forêt ancienne ou sub-naturelle ». Plusieurs laboratoires de la FR (IMEP, CEREGE, IBEB) participent à ce projet. L'une des originalités du montage scientifique et administratif réside dans la forte implication des personnels de l'OHP, à la fois dans la conception des dispositifs et dans l'acquisition des données, personnels dont le savoir faire technique constitue un atout considérable pour la réussite de cette plate-forme.

3.8.2. Les dispositifs scientifiques installés ou en cours d'installation.

Le coeur du dispositif est constitué d'une passerelle métallique installée à hauteur de canopée et d'un système d'exclusion des pluies permettant de simuler l'aridification prédite pour les années à venir, en excluant, sur une partie du site expérimental, 30-50% des précipitations incidentes. Ces installations (février 2009 pour les passerelles) ont été précédées par une phase active de définition et de conception des dispositifs, phase ayant associé étroitement chercheurs et ITA. Ces installations sur le terrain ont été complétées par trois pièces de laboratoire équipées pour la préparation, le tri et le prétraitement des échantillons animaux, végétaux régulièrement récoltés sur le terrain. Sont en cours d'installation (fin des installations, automne 2010) :

- système automatisé d'exclusion de pluie sur la moitié des 400 m² couverts par les passerelles,
- réseau de capteurs température-humidité sur l'ensemble de la colonne canopée-litière-sol,
- système d'enceintes de piégeage des COV émis par la canopée,
- système de mesure en continu de l'accroissement radial des arbres,
- stockage et transmission en temps réel des données.

Ainsi est prévu l'enregistrement en continu des paramètres suivants :

- température Canopée - strate arbustive et herbacée - litière (horizon OL) - horizon A - horizon minéral ; Mesure en continu (pas de temps 10 min),
- humidité : Humidité relative pour Canopée- strate arbustive et herbacée ; Humidité pondérale litière (horizon OL) - horizon A - horizon minéral. (Mesure en continu ; pas de temps 10 min) (Pour température et humidité, réseau de 100-150 capteurs prospectant les 2000 m³ de forêt étudiés ; centralisation et transmission en temps réel des données),
- accroissement radial des arbres (pas de temps variable) 4 dispositifs automatisés.

S'y ajoutent des paramètres mesurés manuellement :

- précipitations incidentes, eaux d'égouttement, eaux d'écoulement : mesures quantitatives et qualitatives (collectes manuelles hebdomadaires),
- décomposition des litières (mésocosmes in situ), suivi bimensuel,
- suivi des communautés de microorganismes de la phyllosphère et du sol.

D'autres dispositifs seront progressivement installés selon les besoins des équipes y travaillant.

A terme, ce dispositif devrait être complété par une tour à flux (projet « ICOS @ O3HP » piloté par Yves Noack, CEREGE, avec un financement CNRS-Région (acquis), CNRS et PACA-FEDER, permettant l'étude du bilan carbone sur une colonne sol-atmosphère de 100 m de haut. Ce pylône instrumenté de 100m permettra la mesure des composés organiques volatils et des gaz à effet de serre (CO, CO₂, CH₄) et sera intégré au réseau international ICOS (Integrated Carbon Observatory System). Ces mesures complèteront le système existant au niveau de la forêt et permettront d'alimenter des modèles d'estimation de la vulnérabilité du chêne blanc au changement climatique projeté. On pourra ainsi aider les autorités en charge des forêts méditerranéennes (ONF, la Forêt privée Française...) à prendre les bonnes décisions en réponse au changement climatique.

Le site de l'OHP présente également l'avantage de disposer d'une station de mesure chimique et physique de l'atmosphère (station G. Mégie en cours de demande de labellisation SOERE) mesurant plusieurs composés au sol (O₃, BrO...), ainsi que différents gaz à impact climatique (H₂O, CO₂, O₃), les aérosols, les conditions physiques (température, vents, hygrométrie...) de la troposphère à la stratosphère et même à la mésosphère. Le pylône permettra donc d'avoir une vue d'ensemble de la colonne verticale de l'atmosphère. Ce type de données sera unique en Europe. Cette synergie permettra d'avoir une vue globale des échanges entre les sols, le couvert et l'atmosphère, les phénomènes de pollution à l'échelle régionale et synoptique, les phénomènes de transport et les échanges entre les différents compartiments de l'atmosphère.

D'une manière plus générale, pour la première fois concernant ce type de chênaies, il sera donc possible, grâce aux passerelles installées à demeure dans le houppier des arbres d'investiguer en continu au niveau de la canopée dont on connaît aujourd'hui, grâce notamment aux travaux du radeau des cimes, toute l'importance tant au niveau des échanges avec l'atmosphère qu'au niveau de la biodiversité qu'elle abrite.

Ainsi, cette station expérimentale complète un réseau méditerranéen de sites d'études de la forêt et de son fonctionnement, les trois principales essences méditerranéennes : Chêne vert près de Montpellier (Puechabon), Pin d'Alep près de Roquefort La Bedoule (Fontblanche).

3.8.3. Les ressources humaines

Deux ITA à temps plein sont impliqués dans la conception, la mise en place et la maintenance de cette plate-forme :

- Ilja REITER, recruté Ingénieur de recherche CNRS au 1^{er} décembre 2010 par la fédération de recherche ECCOREV, chef de projet de l'O3HP
- Jean Philippe ORTS, AI CDD CNRS, recruté au premier mars 2009 à l'IMEP et chargé de la maintenance du système et des mesures en routine.

Ces ITA sont aidés, selon les besoins, par le personnel technique de l'OHP.

3.8.4. Les recherches et activités en cours

Bien que le dispositif d'exclusion de pluie et l'ensemble des capteurs ne sont pas encore opérationnels, différents axes de recherche sont aujourd'hui clairement identifiés et pour certains déjà développés sur le site. Chacun de ces items se conçoit dans une optique de comparaison entre zone témoin et zone d'exclusion de pluie simulant l'aridification annoncée

- Etudes méso et microclimatique
- Etude des cycles biogéochimiques
- Etude des émissions et stockage de métabolites secondaires
- Etude de l'efficacité photosynthétique et nutritionnelle du système
- Etude des flux d'eau
- Etude de la phénologie et de la croissance du Chêne pubescent
- Etude des stocks carbonés immobilisés dans l'écosystème et étude des flux de CO₂
- Etude de l'évolution des communautés microbiennes du sol et de la phyllosphère
- Etudes de diversité génétique (Chêne, micro-organismes, etc)
- Etude des communautés de faune associées
- Etude des caractéristiques du sol et du sous-sol

Deux ANR, basées en partie ou en totalité sur l'utilisation de cette plate-forme ont été déposées en ce début d'année :

- ANR Jeune chercheur proposé par Juliette Lathière (Laboratoire LSCE, Gif), intitulé CANOPEE avec pour thème « Echange de composés organiques entre la biosphère et l'atmosphère: impact des processus intra-canopée »,
- ANR (programme Blanc) déposée par Etienne Danchin (Laboratoire EDB Toulouse) intitulée AVIANSTD avec pour thème « Évolution et épidémiologie de bactéries transmises sexuellement chez le moineau, un vecteur potentiel de zoonoses »

Signalons aussi que l'O3HP a demandé sa labellisation en tant que SOERE (Systèmes d'Observation et d'Expérimentation, sur le long terme, pour la Recherche en Environnement) et a entrepris des démarches pour participer au GDR « Système d'Information Phénologique pour la Gestion et l'Etude des Changements Climatiques » piloté par Isabelle Chuine (CEFE, Montpellier)

Concernant la communication externe, l'O3HP a déjà été l'objet de différents reportages télévisés et de plusieurs articles de presse. Dans le cadre de l'Année Mondiale de la Biodiversité, une ambitieuse exposition vient d'être mise en place sur le site de l'OHP, centrée sur la biodiversité forestière et sur les activités mises en place dans le cadre de l'O3HP. Elle durera tout l'été 2010.

4. Bilan des animations et formations scientifiques

4.1. Colloque de lancement d'ECCOREV, 13-14 décembre 2007

Le passage de l'IFR PMSE 112 à la FR ECCOREV a été scellé par un petit colloque organisé au forum de l'Arbois les 13 et 14 décembre 2007. Ce colloque a rassemblé plus de 100 personnes. L'objectif était d'approfondir les possibilités de travaux en commun par axe, développer une animation scientifique dynamique et développer l'interdisciplinarité notamment avec les sciences humaines et sociales. La première journée a démarré en séance plénière pour fixer le cadre des débats et s'est poursuivie par des tables rondes par axe. La seconde journée s'est déroulée en séance plénière. Après restitution des discussions de la veille, nous avons eu des exposés généraux sur la politique de recherche de l'ANR (P. Freyssinet), sur celle du département EDD du CNRS par son directeur B. Delay, et une présentation du nouvel Institut Méditerranéen de Recherches Avancées (IMERA) par son Président R. Ilbert.

4.2. Colloque mi-parcours d'ECCOREV, 1-2 octobre 2009

Ce colloque s'est déroulé au forum de l'Arbois. L'objectif de ces deux journées était de faire le point de la FR après deux ans de fonctionnement. L'assistance était composée d'environ 80 personnes. La première partie a été consacrée à la restitution des projets financés par ECCOREV. Une douzaine de projets ont été présentés le matin et le début de l'après-midi (voir <http://eccorev.cerege.fr/actesSem20091001.html>). La deuxième partie s'est

déroulée en tables rondes par axe. La deuxième journée a été consacrée à la restitution des discussions et à une seconde série d'exposés généraux, sur l'OHM, sur la perception et l'évaluation du risque. Le colloque s'est terminé sur une discussion générale sur l'évolution de la FR et sur les animations futures.

4.3. Journée d'animation interdisciplinaire sur la biodiversité, 4 avril 2008

Nous avons décidé de mettre en place une manifestation semestrielle, les "journées ECCOREV", qui se veut une rencontre interdisciplinaire permettant de croiser les points de vue des différents domaines scientifiques (sociologie, anthropologies, biologie, physique, chimie ...) sur un même thème. L'enjeu est d'offrir à la communauté scientifique l'occasion d'avoir un large panorama sur les questions principales abordées au sein d'ECCOREV et de forger au sein de la fédération de recherche une culture interdisciplinaire pouvant à terme faciliter le montage de projets transdisciplinaires. Le premier thème choisi a été la biodiversité. Elle a eu lieu dans l'amphithéâtre de la MMSH d'Aix-en-Provence et a rassemblé près de 100 personnes. Nous avons eu le point de vue d'une juriste, d'un économiste, d'un agronome, d'une responsable de la Fondation de la Biodiversité, d'un microbiologiste, d'un modélisateur étranger (W. Cramer), d'un paléontologue. Le programme peut-être trouvé sur le site web (<http://eccorev.cerege.fr/actesJE20080404.html>).

4.4. Journée d'animation interdisciplinaire sur les risques naturels et anthropiques, 16 janvier 2008

Cette journée, co-organisée avec le Pôle Risque s'est tenue au Forum de l'Europôle de l'Arbois et a accueilli près de 100 personnes. Les thèmes abordés ont été : les risques liés à l'inondation, incluant le droit de l'urbanisme, les incendies, les risques industriels, ceux liés aux barrages, aux nouvelles technologies (comme les nanomatériaux), la génotoxicité, les risques sismiques. Les sciences sociales sont intervenues en exposant les problèmes liés à la réactivité des populations en cas de risque avéré, l'économie et la sociologie du risque, les assurances et le risque naturel. Il a été abordé également les problèmes de formation et de recherche.

http://www.pole-risques.com/modules_protee/evenement.jsp?ev_id=24534782272128&link_id=23462929711488&process=1

4.5. Appel d'offre interne 2008

Afin de favoriser la coopération scientifique entre les unités membres de la fédération, ECCOREV lance chaque année un appel interne à projets concernant l'environnement. Cet appel est réservé aux équipes membres d'ECCOREV. Il s'agit de petits projets incitatifs limités à 1 an et préparant une réponse à un appel à projets national, régional ou européen. L'objectif visé est donc de favoriser la coopération entre les membres de la fédération et préparer des projets plus larges. Il n'y a pas d'axes privilégiés. Toute recherche interdisciplinaire dans le domaine de l'environnement est éligible. Les demandes de financement de réunions préparatoires à des projets plus larges sont également éligibles. Les autres conditions à remplir pour être éligible sont :

- impliquer au minimum deux équipes de la FR
- avoir une vision à moyen terme de la recherche prévue, en particulier avoir une idée de l'appel d'offres (ANR, région ...) visé
- un bonus est donné aux projets impliquant au moins une équipe de sciences « dures » et une équipe SHS ; rédiger un texte court (4 à 5 pages) expliquant le contexte, les objectifs, les réalisations prévues et la description du consortium
- justifier la demande financière qui sera comprise entre 5000 et 10000 euros

Les projets reçus sont évalués par deux experts dont un membre du conseil scientifique. Nous avons reçu 15 projets en 2008. Le CS du 30 avril 2008 les a examinés et les a classés. Huit projets ont été retenus, dont deux à l'interdisciplinarité avec les SHS bien marquée ont été financés par le PPF établissement « Développement de recherches pluridisciplinaires ». Voir le site web <http://eccorev.cerege.fr/appelOffres.html> et la description de chacun des projets retenus est donnée dans le bilan des quatre axes.

4.6. Appel d'offre interne 2009

Les motivations de l'appel d'offre sont les mêmes qu'en 2008. Nous avons reçu 10 projets qui ont été examinés lors du CS du 27 mars 2009. Huit projets ont été retenus et financés, dont deux financés par le PPF UPCAM "Développement des recherches pluridisciplinaires". Le détail est donné sur le site web <http://eccorev.cerege.fr/appelOffres.html> et dans le bilan des différents axes.

4.7. Appel d'offre interne 2010

Les motivations de l'appel d'offre sont les mêmes qu'en 2008 et 2009. Nous avons reçu 12 projets de recherche qui ont été examinés lors du CS du 25 mars 2009. Nous avons retenu dix projets qui sont en cours de financement. Parmi ceux-ci, deux ont été financés par le PPF UPCAM "Développement des recherches pluridisciplinaires". Nous avons également reçu quatre demandes de co-financement de colloques interdisciplinaires. Nous avons décidé d'en financer trois. Nous avons également reçu deux demandes de co-financement d'équipement. Le CS a décidé de les co-financer si l'évaluation par la région PACA (le financeur principal) est positive.

4.8. Journées sur la modélisation en environnement, 19-21 mai 2008

L'objectif de ces trois jours au CEREGE était de donner un aperçu des différents types de modélisation dans les sciences de l'environnement. Chaque conférence devait poser les fondements théoriques, et illustrer abondamment avec des exemples la façon de résoudre le problème. Le public attendu était constitué majoritairement de thésards et jeunes chercheurs des sciences dures et des sciences humaines et sociales. Les conférences devaient donc être accessibles autant que possible à des auditeurs d'horizons très divers. Les domaines traités étaient la modélisation statistique (deux chercheurs extérieurs à la FR étaient invités : E. Parent, Paris-Agrotech, J.J. Boreux, Université de Liège), la modélisation des changements globaux (avec trois chercheurs extérieurs : W. Cramer, PIK, Potsdam, M. Khodri, LSCE, Gif, M. Sykes, univ Lund, Suède), la modélisation des sols, des incendies, de la pollution atmosphérique, de la dispersion du pollen (intervention d'Y Brunet, INRA, Bordeaux), hydrologie et risque radiologique. Une cinquantaine de participants ont fait de ces journées un réel succès. Les présentations sont sur le site web : <http://eccorev.cerege.fr/actesJE20080519.html>.

4.9. Journées sur la modélisation en environnement, 22-26 février 2010

L'objectif était le même qu'en 2008. Nous avons fait un appel au sein de la FR pour trouver des conférenciers. Le succès a été tel que nous avons étendu la manifestation à cinq jours. La participation s'est élevée de 20 à 50 participants selon les jours. La modélisation statistique a été assurée par quatre intervenants dont un extérieur (J.J. Boreux, univ de Liège). La modélisation en écologie a été présentée par quatre intervenants, celle du climat par deux intervenants. Une nouveauté par rapport à 2008 a été la modélisation en sciences sociales (cinq présentations dont une par un extérieur, C. Enaux, Univ de Strasbourg). Les deux derniers jours ont été consacrés à la modélisation en hydrologie (trois présentations), les incendies de forêts, aspects physiques et écologiques, les transferts dans les sols et l'atmosphère (trois présentations). Les présentations sont disponibles sur le site web http://eccorev.cerege.fr/actesJE2010_modelisation.html.

4.10. Atelier interdisciplinaire sur les incendies de forêt, 8 septembre 2009

Nous avons réuni les principaux acteurs de la recherche sur les incendies de forêt dans la région PACA, le mardi 8 septembre 2009 dans les locaux du CEREGE. Une vingtaine de participants ont dressé un panorama non exhaustif, mais déjà bien établi des recherches actuelles menées régionalement sur la question des incendies de forêt. Ces équipes étaient : l'UMR 6595 IUSTI de l'école Polytechnique Universitaire de Marseille, le CEREN basé sur le site de la Sécurité Civile de Valabre, l'unité d'Aix-en-Provence du CEMAGREF, l'UMR 6012 ESPACE de Nice et d'Avignon, l'INRA d'Avignon et l'UMR 6116 IMEP (Marseille et Aix-en-Provence). La réunion s'est terminée par une discussion sur l'opportunité et la façon de susciter des collaborations. Une meilleure coordination régionale et nationale des chercheurs sur le sujet est alors apparue à tous comme une nécessité fonctionnelle pour augmenter la compréhension du phénomène et optimiser en conséquence les réponses sociétales. Il a donc été décidé de créer un axe transversal sur cette thématique dans le cadre d'ECCOREV. Cet axe sera le cadre de projets communs dans un avenir proche. M. Vennetier (CEMAGREF) et B. Porterie (IUSTI) se sont chargés de l'animation.

4.11. Formation aux statistiques sur R, 21-24 avril 2008

Ces journées se déroulent sur ordinateur, avec le logiciel R (logiciel libre et gratuit). Les animateurs présentent les techniques en les illustrant avec des exemples reproductibles par les étudiants immédiatement sur leur ordinateur. Il y a donc à la fois vidéo-projection et TP en parallèle. Les modules (une demi-journée) étant indépendants (à l'exception de l'introduction à R), les étudiants peuvent sélectionner les modules qui les intéressent, ce qui permet d'accueillir un nombre total d'étudiants plus élevé et ne travailler qu'avec ceux qui sont réellement intéressés par le module. Le CEREGE dispose de 15 ordinateurs en réseau, ce qui permet d'accueillir un maximum de 30 étudiants maximum par module. Le public visé est en priorité : les thésards, post-docs et chercheurs des institutions membres de ECCOREV et/ou de l'école doctorale « Sciences de l'Environnement » de Marseille, selon la place disponible. L'objectif est de rendre l'utilisateur suffisamment autonome dans les domaines les plus « populaires » de la statistique, de manière à ce qu'il soit capable de pratiquer directement les cas standards et d'être capable de personnaliser son approche. Les méthodes abordées en 2008 étaient : l'analyse des données et les méta-analyses de données (F. Torre, IMEP), les géostatistiques (P. Monestiez, INRA, V. Garreta, CEREGE), les fonctions de transfert (J. Guiot, S. Brewer, CEREGE). Une moyenne de 30 personnes ont assisté aux cours.

4.12. Formation aux statistiques sur R, 14-17 et 23 avril 2009

Le cadre de ces trois jours de formation était le même qu'en 2008. Le nombre de participants était également de l'ordre de 30 en moyenne. Les méthodes abordées en 2009 étaient : le couplage de tableaux et l'analyse de données (logiciel ADE4, S. Dray, Lyon), les plans d'expériences (F. Torre, IMEP), les géostatistiques (P. Monestiez, INRA, V. Garreta, CEREGE), l'analyse du risque par méthodes de Monte-Carlo (E. Chojnacki, IRSN), l'analyse des données temporelles (M. Royer, Univ Provence).

4.13. Formation aux statistiques sur R, 17-19 mai 2010

Le cadre de ces trois jours de formation était le même qu'en 2008 et 2009. Le nombre de participants était également de l'ordre de 30 en moyenne (la candidature d'une dizaine de personnes a été refusée faute de place). Les méthodes abordées sont en 2010 : les plans d'expérience et ANOVA (F. Torre, IMEP), le couplage de tableaux

et l'analyse de données (logiciel ADE4, S. Dray, Lyon), les géostatistiques (P. Monestiez, INRA, V. Garreta, CEREGE), l'apport des méthodes géostatistiques dans l'évaluation du risque environnemental et industriel (J. Baccou, IRSN).

4.14. Conférence ECCOREV, 2 mars 2010

A l'occasion de la conférence sur le climat de Copenhague en décembre 2009, et profitant du fait qu'un chercheur d'ECCOREV (S. Maljean-Dubois) avait suivi les débats sur place en les analysant du point de vue du droit international, nous avons organisé une conférence intitulée « Les négociations internationales sur le climat : de Rio à l'accord de Copenhague, et après ? », par S. Maljean-Dubois, Centre d'Etudes et de Recherches Internationale et Communautaires (CERIC), Université Paul Cézanne et la participation de Sylvie Thoron, économiste, GREQAM, dans l'amphithéâtre de la MMSH, Aix-en-Provence. Cette conférence, à laquelle une quinzaine de personnes ont participé, a donné lieu à des débats fort intéressants avec des points de vue interdisciplinaire (climatologie, sociologue, économiste et juriste).

4.15. Techniques labo. 2, 4 et 5 mars 2010

Devant l'intérêt grandissant des changements climatiques globaux, de nombreuses études scientifiques se focalisent sur le déchiffrement des archives sédimentaires dans le but de déterminer les climats du passé. Ces archives sédimentaires (carottes, échantillons de vases...) contiennent une quantité d'indicateurs biologiques qui se sont fossilisés dans le sédiment. Ces indicateurs, pris un à un, nous donnent de précieuses informations sur le milieu dans lequel ils ont vécu. Ces techniques sont bien sûr utiles pour reconstruire des environnements anciens, mais elles permettent également de retracer la qualité du milieu, les contaminations pour des périodes récentes pour peu que les sédiments ou les sols s'y prêtent. Nous avons proposé un stage d'initiation à ces techniques de préparation des échantillons. Le CEREGE et l'IMEP ont acquis une excellente expertise dans celles-ci et possède des laboratoires performants qui seront mis à la disposition des stagiaires. Le but est d'acquérir des compétences sur les techniques de laboratoire principalement axées sur l'utilisation de bio-indicateurs aquatiques et continentaux (pollens, phytolithes, macro-restes végétaux, diatomées, foraminifères, ostracodes, coquillages ...) et d'envisager la faisabilité certaine de ces études pour les propres données des participants. Le public concerné était : les étudiants de master, doctorants, personnels techniques & chercheurs désirant acquérir des compétences de base pour l'extraction et l'analyse de micro-organismes dans des sédiments. Ce stage s'est déroulé au CEREGE, et a été suivi par 13 personnes (le maximum possible était de 15). C. Pailles, IE au CEREGE l'a animé et assuré la majorité des cours et TP avec l'aide d'autres ITA du CEREGE et de l'IMEP.

4.16. Techniques de rédaction et d'argumentation scientifique, 4 et 11 mai 2010

La rédaction d'articles scientifiques est une étape essentielle à la diffusion des connaissances, et une obligation professionnelle à laquelle un chercheur se doit de répondre. La structure d'un article de science est simple, mais pas innée, et nécessite un apprentissage qu'il est possible de rendre moins long et douloureux par l'acquisition d'une technique. Nous avons proposé une journée de formation à une technique simple mais efficace de rédaction d'articles basée sur l'identification de points clés et la structuration des paragraphes. Comment démarrer un article et comment répondre aux remarques des réviseurs sont les deux aspects théoriques abordés en première partie de formation. En seconde partie, les participants sont invités à l'analyse pratique de leurs propres blocages de rédaction par les membres du groupe. Cette formation a été proposée et animée par D. Barboni et C. Hély.

Public concerné : Etudiants de Master, doctorants, et jeunes chercheurs voulant acquérir ou approfondir une technique d'écriture d'articles scientifiques, soit 17 inscrits répartis en 2 groupes.

4.17. Initiation au SIG avec ArcGIS 9.3, 11-13 mai 2009

Les systèmes d'information géographiques sont des outils incontournables en matière de gestion, de traitement et d'analyse de données à référence spatiale, et de cartographie. Dans le domaine des sciences de l'environnement, les SIG servent aussi bien à constituer des bases de données spatiales décrivant des territoires d'études, qu'à analyser et modéliser des processus qui se développent dans l'espace et dans le temps. Ce stage visait à fournir les bases de la mise en œuvre d'un SIG avec le logiciel le plus utilisé par la communauté scientifique : ArcGis. La formation avait également pour but de contribuer à la constitution d'une culture commune autour de l'information géographique, au sein de la Fédération comme au sein de l'OHM bassin minier de Provence. Accréditée par l'Ecole Doctorale « Sciences de l'environnement » de l'Université Aix-Marseille, elle s'adressait principalement à des débutants, mais aussi à des personnes possédant une première expérience sur SIG et souhaitant renforcer leurs acquis. Le principe de la formation était de donner les principes théoriques sur support powerpoint et de donner des travaux pratiques avec des jeux de données issues de l'OHM. Les concepteurs et formateurs étaient J. Fleury (CEREGE) et S. Robert (ECCOREV). Le nombre de participants était de 12 (7 doctorants) venant de CEREGE, LCP, CERGAM, IMEP, IRSN Cadarache, INRA Avignon.

4.18. Initiation au SIG avec ArcGIS 9.3, 3-5 mai 2010

Le principe était le même que celui de la formation de 2009. Nous avons accueilli 16 participants, dont 11 doctorants, dont les laboratoires étaient CEREGE, LCP, GSRC, TELEMME, M2P2, CERGAM, IMEP, Anthropologie

5. Bases de données

L'institut INEE nous a donné les moyens de développer nos bases de données (anciennes et nouvelles) grâce au recrutement d'un ingénieur d'étude en informatique des bases de données. Nous avons recruté A. Rotereau qui a pris ses fonctions le 1er juin 2010.

L'European Pollen Database (<http://www.europeanpollendatabase.net/data/>) est une structure européenne dont l'objectif est de collecter et mettre à la disposition des chercheurs les données polliniques du continent permettant de travailler sur l'évolution de la végétation et du climat du passé. Un « Advisory Board » est garant des règles scientifiques et de la déontologie de cette structure sous la responsabilité scientifique de R. Bradshaw (U. Liverpool) et la responsabilité technique de M. Leydet (IMEP). Jusqu'à ce jour, la partie informatique était assurée par l'ingénieur réseau du CEREGE, C. Blanpain. Cette base existe depuis 1989, elle échange des données avec d'autres bases européennes, comme PANGEAE et PALYCZ. De nombreux projets européens ont permis de la faire vivre jusqu'à ce jour (EVOLTREE, MADCAP, LANDCLIM, DYNAMITE, FIREMAN, LANG, LUCCI, MERGE). Elle est constituée de plus de 1200 sites, représentant 600 Mo de données. Les données peuvent être extraites selon divers protocoles (PARADOX, ACCESS, POSTGRES, ASCII, HTML).

BASECO est une base de données de saisie, stock et gestion de relevés floristiques de plantes méditerranéenne avec leur caractérisation botanique et écologique (traits d'histoire de vie). Elle a été imaginée et mise en place par l'IMEP (S. Gachet). Elle n'est pas encore en ligne et fonctionne en local sous le logiciel ACCESS. Elle contient à ce jour des centaines de relevés mais également un système de gestion des traits à partir des espèces. Un gros travail de gestion de bases de données est encore à faire pour la rendre opérationnelle.

DENDRODB, créée en 2003 grâce au projet européen SOAP (2002-2005), contient plus de 900 séries dendrochronologiques européennes, avec une densité maximale de données dans les Alpes, les Pyrénées, la Provence et l'Italie. Les paramètres disponibles sont l'épaisseur du cerne (pour toutes les séries) et pour une certain nombre d'entre elles, les paramètres de densité. La période couverte varie entre le dernier siècle et le dernier millénaire. La plupart des séries sont issues d'arbres vivants. Les données sont en libre accès à l'exception d'une partie d'entre elles qui sont référencées mais dont les données ne sont accessibles qu'après de l'auteur. Cette base fonctionne sur Postgres mais elle est en dormance. Elle n'est plus alimentée depuis 2007. Les responsables sont J. Guiot et J.L. Edouard. Elle est accessible à l'adresse: http://dendrodb.cerege.fr/dendrodb_webpage.htm

D'autres bases de données vont également être mises en place: (1) celle de l'OHM Bassin minier de Provence qui décrit l'environnement (au sens large) du territoire du bassin minier (environnement, urbanisme, occupation des sols, sols, mines, pollution atmosphérique) qui sera reliée à un SIG; (2) celle qui regroupera toutes les données générées par l'O3HP... Il conviendra de réfléchir à une harmonisation pouvant se concrétiser par la constitution de base de métadonnées, du partage de certaines bases d'intérêt partagé, de faciliter l'interopérabilité et développer des fonctionnalités de gestion de données génériques.

6. Insertion dans le paysage sociétal régional

6.1. Contribution à la compétitivité économique

Un partenaire de choix, à ce niveau est le pôle de compétitivité gestion des risques et vulnérabilité des territoires. Par l'intermédiaire des établissements (CNRS, CEA, Cemagref, INERIS, INRA, IRSN ...), de nombreux laboratoires sont membres de ce pôle dont le siège est très proche de celui de la fédération de recherche ECCOREV. ECCOREV a ainsi contribué à la naissance de plusieurs projets de recherche labellisés par ce pôle sur les thématiques séismes, inondations, sûreté des digues, santé-environnement, déchets).

Un autre partenaire est le pôle Cap-énergie. Le pôle de compétitivité Capénergies, implanté à Saint-Paul-lez-Durance, s'intéresse aux énergies non génératrices de gaz à effet de serre. Le CEA et EDF en sont les acteurs principaux. La fédération est notamment impliquée dans les recherches sur les effets des rayonnements ionisants sur les micro-organismes. Signalons également le nouveau pôle de compétitivité Eau. Eccorev a été un des lieux de préparation du projet de pôle Eau dont la candidature vient d'être acceptée. Le Cemagref et le LM2P2 ont été particulièrement actifs sur ce dossier, soutenu par les régions PACA, Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées et porté par le groupe Véolia, BRL et environ 200 PME.

ECCOREV réunit aussi deux instituts Carnot : le Cemagref et LM2P2, dont les travaux communs se développent sur les technologies de réutilisation des eaux usées en lien avec plusieurs entreprises des secteurs de l'irrigation et du traitement de l'eau.

6.2. Contribution aux politiques publiques en matière d'environnement et de santé

Tous les projets suscités et soutenus par ECCOREV contribuent à la connaissance des questions liées à l'environnement et au développement durable. Ils constituent ainsi un soutien aux politiques issues du Grenelle de l'environnement : changement climatique, qualité de l'eau, gestion des déchets, biodiversité et trame verte et bleue, énergie, risques naturels, technologiques ou chimiques. Dans ce domaine, l'Observatoire Hommes Milieux de Gardanne est un outil de recherche particulièrement innovant qui favorise les échanges, suscite les rencontres et entretient des relations avec les acteurs des territoires.

ECCOREV est ainsi positionnée pour être un point d'appui et un relai pour l'alliance Allenvi dont le périmètre thématique est très proche de celui de la fédération.

6.3. Contribution à la diffusion de la culture scientifique

Le colloque organisé à l'occasion du centenaire du séisme de Lambesc intervenu en 1909 a permis d'informer le public sur les risques sismiques dans la région et a contribué à faire connaître les travaux des chercheurs dans ce domaine. La table ronde qui a clôturé cet événement a permis des échanges entre sismologues, professionnels du risque et du secours, élus, décideurs et journalistes.

Une rencontre entre chercheurs d'ECCOREV et élus nationaux a été organisée au Cemagref en octobre 2008 sur « Risques et environnement ». Elle a permis de présenter une dizaine de projets de recherche de la fédération et de répondre aux questions des députés et sénateurs présents.

6.4. Contribution aux politiques régionales et départementales

La région PACA s'appuie sur ECCOREV pour instruire les dossiers soumis à ses appels d'offres de recherche¹. Elle soutient ainsi la fédération qui, à ses yeux, est un outil de maillage et de renforcement de la recherche dans un domaine jugé prioritaire. La région est particulièrement sensible aux apports d'ECCOREV en matière de gestion de l'eau, de connaissance des risques sismiques et d'inondation, de protection de la biodiversité méditerranéenne et encourage les collaborations intra-régionales mais aussi avec les régions de l'arc latin et du bassin méditerranéen.

Elle a ainsi financé à hauteur de 126 k€ les projets (sur appel à projets ouvert):

- « Laboratoire d'Analyses Sédimentologiques et de Recherche (LASER) en vue de la caractérisation des transports sédimentaires et des milieux artificialisés (embouchures fluviales et domaines côtiers) vers une gestion intégrée des zones côtières »
- « Ingénierie écologique : interaction entre écoulements turbulents, dispersion d'effluents et transport de sédiments en eau saumâtre peu profonde ; étude expérimentale et numérique » qui s'intègrent tous deux dans l'approche des risques liés à la morphogénèse des zones côtières. (HYDROSYS)
- « Traçage isotopique de l'origine de la vapeur d'eau : quantification de l'influence des zones humides et des surfaces irriguées sur le cycle atmosphérique de l'eau » (EAU-TRACE)

Elle a également soutenu la création de l'O3HP (voir plus haut) à hauteur de 140 k€.

Les départements ont particulièrement soutenu (voir les fiches correspondantes):

- Bouches du Rhône : le colloque « séismes », les projets SETEL, EAU-TRACE, microscope photonique
- Alpes de Haute-Provence : la création de l'O3HP.

7. Bilan des publications

7.1. Introduction

Nous avons considéré les publications des quatre dernières années. Pendant la période 2006-2007, la structure IFR PMSE, précurseur d'ECCOREV, a été incluse dans le bilan. Les publications sont réparties par axes qui constituent la granulométrie de la FR. Une publication est considérée comme pouvant être mise à l'actif de la FR, quand elle est signée par des co-auteurs membres d'au moins deux laboratoires membres, quand ECCOREV est remercié ou quand un ou plusieurs des auteurs ont mentionné ECCOREV comme structure d'appartenance.

7.2. AXE 1

ACL

Corona C., Edouard J.-L., Guibal F., Bernard S. & Guiot J., 2010a. Long-term summer temperature fluctuation in the French Alps based on tree-rings. *Boreas*, accepté.

Corona, C., Guiot, J., Edouard, J.L., Chalié, F., Buntgen, U., Nola, P., Urbinati, C., 2010b. Millennium-long summer

¹ Elle demande depuis 2009 une lettre de soutien de la fédération à laquelle le porteur de projet se rattache, ce qui lui permet de s'intégrer dans le paysage fédératif de la recherche.

temperature variations in the European Alps as reconstructed from tree-rings. *Climate of the Past*, 6, 379-400.

CLAUZON G., FLEURY J., BELLIER O., MOLLIEUX S., MOCOCHAIN L. 2010. Tectonics and morphogenesis of northern Provence during the Miocene: a morphostructural study of the Luberon (Vaucluse). Accepted to *Bull. Soc. Géol. France*.

Cushing M., Bellier O., Nechtschein S., Sébrier M., Lomax A., Volant Ph., Dervin P., Guignard P., Bove L, 2008. A multidisciplinary study of a slow-slipping fault for seismic hazard assessment: the example of the Middle Durance Fault (SE France), *Geophys. J. Int.*, doi: 10.1111/j.1365-246X.2007.03683.x, 172, 1163-1178.

Guiot, J., Corona, C. & ESCARSEL members, 2010. Growing season temperatures in Europe and climate forcings over the last 1400 years. *PLoS-one*, 5(4): e9972. doi:10.1371/journal.pone.0009972

Guiot, J., Hély-Alleaume, C., Wu, H.B., Gaucherel, C., 2008a. Interactions between vegetation and climate variability: what are the lessons of models and paleovegetation data, *C. R. Geoscience*, 340, 595-601. doi:10.1016/j.crte.2008.01.001.

Guiot, J., Wu, H., Garreta, V., Hatté, C. & Magny, M., 2009. A few prospective ideas on climate reconstruction: from a statistical single proxy approach towards a multi-proxy and dynamical approach. *Climate of the Past*, 5, 571–583.

Liepelt S., Cheddadi R., de Beaulieu J.L., Fady B., Gömöry D., Hussendörfer E., Konnert M., Litt T., Longauer R., Terhürne-Berson R., Ziegenhagen B., 2009, Postglacial range expansion and its genetic imprints in *Abies alba* (Mill.) -, a synthesis from paleobotanic and genetic data. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 153, 139-149.

Molliex S., O. Bellier, M. Terrier, J. Lamarche, G. Martelet, N. Espurt, 2010. Tectonic and sedimentary inheritance on the structural framework of Provence (SE France): Importance of the Salon-Cavaillon fault. Accepted with minor revision in *Tectonophysics*.

Morhange, C., Pirazzoli, PA, Marriner, N, Montaggioni, LF, Nammour, T, 2006. Late Holocene relative sea-level changes in Lebanon, Eastern Mediterranean, *Marine Geology*, 230, 99-114.

Nicault, A., Alleaume, S., Brewer, S., Carrer, M., Nola, P., Guttierrez, E., Edouard, J.L., Urbinati, C., Guiot, J., 2008. Mediterranean drought fluctuation during the last 500 years based on tree-ring data. *Climate Dynamics*, 31 (2-3), 227-245, erratum p.247.

Onoratini G, Guiliano M, Mille G, Simon P, 2008, L'ambre albo-cénomane de la montagne de Lure (Alpes-de-Haute-Provence), outil stratigraphique et paléogéographique, *Geobios* 2009, vol. 42, no1, pp. 89-99

Provansal M., Villiet J., Eyrolle F., Raccasi G., Gurriaran R., Antonelli C, 2009. High-resolution evaluation of recent bank accretion rate of the managed Rhone: 2 A case study by multi-proxy approach, *Geomorphology*, 117, 287-297.

Saracco G, Thouveny N., Bourles D L . Carcaillet J T 2008 , Extraction of non-continuous orbital frequencies from noisy insolation data and from palaeoproxy records of geomagnetic intensity using the phase of continuous wavelet transforms, *Geophys. J. Int.* (2009) 176, 767–781

Van der Putten N., Hébrard J.-P., Verbruggen C., Van de Vijver B., Disnar J.-R., Spassov S., Beaulieu de J.-L., De Dapper M., Keravis D., Hus J., Thouveny N. & Frenot Y., 2008. An integrated palaeoenvironmental investigation of a 6200 year old peat sequence from Ile de la Possession, Iles Crozet, sub-Antarctica. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 270: 179-195.

Wohlfarth B., Veres D., Ampel L., Lacourse T., Blaauw M., Preusser F., Andrieu-Ponel V., Kéravis D., Lallier-Vergès E., Björck S., Davies S.M., Beaulieu de J.-L., Risberg J., Hormes A., Kasper H.U., Ångström G.P., Reille M., Thouveny N. & Zander A., 2008. Rapid ecosystem response to abrupt climate changes during the last glacial period in western Europe, 40–16 ka. *Geology*, 36 : 407-410.

ACLN

Andrieu-Ponel V., Texier D., Brulhet J., Beaulieu de J.-L., Bégeot C., Cheddadi R., Gandouin E., Goodess C., Guiter F., Hamelin B., Loutre M.-F., Magny M., Masson-Delmotte V., Paillard D., Petit- Maire N., Ponel P., Pons-Branchu E., Reille M., Ruffaldi P., Thorne M. & Van Vliet-Lanoë B., 2007. Climate and environmental evolution scenarios for the Meuse/Haute-Marne region, France. *Mémoires de la Société Géologique de France*, n.s., 178 : 115-134.

Bravard, JP, Provansal, M, Arnaud-Fassetta, G, Chabbert, S, Gaydou, P, Dufour, S, Richard, F, Valleteau, S, Melun, G, Passy, P, 2008. Un atlas du paléo-environnement de la plaine alluviale du Rhône de la frontière suisse à la mer, Collection EDYTEM - n° 6 - 2008 - Cahiers de Paléoenvironnement

Nicault, A., Guiot, J., Edouard, J.L., Brewer, S., 2010. Preserving long-term fluctuations in standardisation of tree-ring series by the adaptative regional growth curve (ARGC). *Dendrochronologia*, 28, 1-12. doi:10.1016/j.dendro.2008.02.003

Sari-Minodier I, Sotty P, Coulibaly K, Decosse L, Botta A., 2008. L'expologie ou la nécessité d'articuler les données relatives aux dangers, à l'homme et à son activité., Santé Publique, 2008, 20 (suppl. 3) : S77-S85.

Zanetti C., Guibal F., Brugier M., Vennetier M., Mériaux P., Provansal M., Relation entre l'âge et le diamètre de racines prélevées sur des digues de protection contre les inondations, Collection EDYTEM, sous presse.

ACTN

Baroux, E, Pino, N.A., Béthoux, N., Bellier, O., Valensise, G., Cushing, E.M. Scotti, O., 2009. The 11th June 1909 Lambesc earthquake and its seismotectonic context. . International conference "Seismic risk in moderate seismicity area: from hazard to vulnerability". Aix-en-Provence, July 6-8th 2009, abstract book p.42.

Bellier O., Chardon D., Cushing M., Guignard P., Nguyen F., Revi A.I, Fleury T.J., Hermitte D., Siame L., Garambois S, Dussouillez Ph., Sébrier M., Clauzon G., Baize S., Mocochain L., Hollender F., Molliex S., Authemayou Ch., Jongmans D. 2006 Tectonique active en Provence: étude des failles de la Durance et de la Trévarresse. Réunion Sciences de la Terre. Dijon, 4-8 Déc. 2006.

Bellier O., Chardon D., Cushing M., Guignard P., Nguyen F., Revil, A. Fleury T.J., Hermitte Radakovitch O., Rigaud S, Garnier J.M., Moreau X., Moreau L., Thiéry A., Gueydon C., Malleret L., Doumenq P., Di Giorgio C., De Méo M. 2010 Evaluation of sediment genotoxicity and toxicity of the Berre lagoon sediments. CIESM congress, Venice, April 2010.

Bellier, O., Chardon, D., Siame L., Garambois S., Dussouillez Ph., Sébrier M., Clauzon G., Baize S., Mocochain L., Hollender F., Molliex S., Authemayou Ch., Jongmans D. Tectonique active en Provence: étude des failles de la Durance et de la Trévarresse. Colloque « 3F » : Faille, Fluide, Flux . Oléron, Octobre 2006

Bertrand G., Bellier O., Bollinger L., Cushing M., Durouchoux C., Hollender F., Meyer B., Sabourault P., Schlupp A., Sébrier M., Herniot P., 2006 2006. NéoPal : Base de données nationale des déformations néotectoniques et des paléoséismes. 7ème colloque AFPS, Paris, 4-6 Juillet 2007.

Bertrand G., Bellier O., Bollinger L., Cushing M., Durouchoux C., Hollender F., Meyer B., Sabourault P., Schlupp A., Sébrier M., Herniot P.B 2007 NéoPal : Base de données nationale des déformations néotectoniques et des paleoseismes, 7ème colloque AFPS 2007,

Bertrand G., Herniot P. et le comité de pilotage NéoPal3., Bellier O (CEREGE), Bollinger L. (CEA),. Cushing M (IRSN),. Durouchoux C (EDF), Hollender F. (CEA),. Meyer B (Paris VI),. Sabourault P (MEDD),. Schlupp A (EOST Strasbourg), Sébrier M. (Paris VI) 2006 NéoPal : Base de données nationale des déformations néotectoniques et des paléoséismes.. Réunion Sciences de la Terre. Dijon, 4-8 Déc. 2006

Clément, D., Carbon, CH., Martin, M., Guignard, P., Bellier, O, 2009 Probabilistic seismic hazard assessment in western Provence based on a faults seismotectonic model. International conference "Seismic risk in moderate seismicity area: from hazard to vulnerability". Aix-en-Provence, July 6-8th 2009, abstract book p.46

Cushing M., S. Baize, O. Bellier, S. Nechtschein, J.M. Nocquet, A. Lomax, P . Dervin, 2006. Sismotectonique de la faille de la Moyenne-Durance, premiers résultats. Réunion Sciences de la Terre. Dijon, 4-8 Déc. 2006.

Cushing M., Baize S., Bellier O., Nechtschein S., Sébrier M., Volant Ph., Nocquet J.M., Lomax A., . Dervin P 2006 Apport des surveillances instrumentales de la Faille de la Moyenne Durance pour l'évaluation de l'aléa sismique. 7ème colloque AFPS, Paris, 4-6 Juillet 2007.

Cushing M., Bellier O., Nechtschein S., Sébrier M, Lomax A. 2009 3D structure determination and microseismicity monitoring of the Middle Durance Fault - implication for seismic hazard assessment. . International conference "Seismic risk in moderate seismicity area: from hazard to vulnerability". Aix-en-Provence, July 6-8th 2009, abstract book p.79.

Eyrolle F., Antonelli C., Raimbault P., Boullier V., Arnaud M., 2010, SORA: a high frequency flux monitoring station at the lower Rhône River, proceedings of the 39th CIESM Congress, Venice, Italy, 10 - 14 May 2010.

Eyrolle F., Provansal M., Villiet J., Raccasi G., Radakovitch O., Gurriaran R., Antonelli C., 2008, Evidence for delayed source of long lived artificial radionuclides from a managed river banks (Rhône River, Southern France), 11th International Symposium on the Interactions between Sediments and Water, Februart 17-22 2008, Esperance, Australia.

Ferrand E., Eyrolle F, Provansal M., Dufour S., Radakovitch O., Raccasi G., Gurriaran R., 2009, Heavy metals and artificial radionuclides records in riverbanks sediments of the lower Rhône river (South - East France), 19th V.M. Goldschmidt™ conference, 21-26 june, Davos,Switzerland.

Guignard P., Martin C., Bellier O, Secanell R., Dussouillez P., Fournio. JP 2006 Probabilistic versus deterministic seismic hazard assessment in a low seismicity domain: Provence-Alpes-Cote d'Azur Region, France. Réunion Sciences de la Terre. Dijon, 4-8 Déc. 2006.

Hollender F., et al. 2009 Deep geometry of the Middle Durance Faults system (SE France): reprocessing and new interpretation of reflection seismic sections. . International conference "Seismic risk in moderate seismicity area:

from hazard to vulnerability". Aix-en-Provence, July 6-8th 2009, abstract book p.82.

Mazabraud Y. et al 2009 Early XX century seismicity of Provence: reassessment of the magnitude of the main instrumental events. . International conference "Seismic risk in moderate seismicity area: from hazard to vulnerability". Aix-en-Provence, July 6-8th 2009, abstract book p.110

Molliex S., Bellier O., Revil A., Cushing M., Mocochain L., Fleury J., Hollender F., Clauzon G., Hippolyte J-C, Godard V. 2008 . La Durance messinienne à actuelle, marqueur des déformations en Provence. Colloque « Géodynamique et paléogéographie de l'aire méditerranéenne au Mio-Pliocène : l'interférence eustatisme – tectonique ». Séance Spécialisée de la Société Géologique de France, Lyon 5-6 Mai 2008

Molliex S., et al. 2009 Multidisciplinary approach providing evidences for neotectonic activity in a context of low deformation rates (middle durance fault system, SE France). . International conference "Seismic risk in moderate seismicity area: from hazard to vulnerability". Aix-en-Provence, July 6-8th 2009, abstract book p.87.

Molliex S., Bellier O., Clauzon G., Siame L, Mathé PE, Fleury J., Hollender F, 2007 Evolution morphostructurale du secteur de la faille de Salon-Cavaillon (SE France) : implications sur le modèle sismotectonique de la Provence. Réunion Sciences de la Terre. Colloque de L'Ecole Doctorale « Sciences de l'Environnement ». Marseille. 13-14 Mars 2007.

Restoux G., Silva E D., Sagnard F., Klein E., Fady B., 2007 Life at the margins: The mating system of Mediterranean conifers. Medecos XI, 11th meeting of The International Mediterranean Ecosystems Conference, 2-5 septembre 2007, Perth, Australia. Communication orale.

Scotti O, Larroque C., Baumont D, Virieux J., Courboux F., Delouis B., Deschamps A., Vallé M e, Angelier J., Béthoux N., Bellier O 2007 Définition de scénarii sismiques pour la région de Nice, France 7ème Colloque National AFPS 2007 – Ecole Centrale Paris

Scotti O., Baumont D., Larroque C., Courboux F., Delouis B, Deschamps A., Vallée M., Virieux J., Angelier J., Béthoux N., Bellier O. 2007 Définition des scénarii pour l'estimation du risque sismique – Exemple de la région de Nice. Proceeding 7ème colloque AFPS 2007

Sébrier M., Bellier O., Cushing M. Siame L., Molliex S 2009. Sismotectonic model of provence (SE France). International conference "Seismic risk in moderate seismicity area: from hazard to vulnerability". Aix-en-Provence, July 6-8th 2009, abstract book p.40.

AP

BELLIER, O., . BAIZE S., DUROUCHOUX CH, . SÉBRIER M., 2009, Compte rendu de de mission du comité de pilotage NéoPal dans le fossé rhénan supérieur - 18 et 19 juin 2009. Base de données NEOPAL –, Rapport Travaux des experts 2009, 17 p., 31-47, & <http://www.neopal.net/>.

THESES :

Stéphane Molliex. Caractérisation de la déformation sismogénique de la Provence. Co-encadrement G. Clauzon (CEREGE) & F. Hollender (CEA). Financement Région- PACA et CEA. Thèse Univ. Paul Cézanne Aix-Marseille, Soutenue le 26 Novembre 2009.

7.3. AXE 2

ACL

Basile-Doelsch, I., Brun, T., Borschneck, D., Masion, A., Marol, C., and Balesdent, J., 2009. Effect of landuse on organic matter stabilized in organomineral complexes: A study combining density fractionation, mineralogy and delta C-13. *Geoderma* 151, 77-86.

Bsaibes, A., Courault, D., Baret, F., Weiss, M., Olioso, A., Jacob, F., Hagolle, O., Marloie, O., Bertrand, N., Desfond, V., Kzemipour, F., 2009. Albedo and LAI estimates from FORMOSAT-2 data for crop monitoring. *Remote Sensing of Environment*, 113 (4), 716-729. DOI:10.1016/j.rse.2008.11.014.

Campagne P., Affre L., Baumel A., Roche P. & Tatoni T. 2009a. Fine scale response to landscape structure in *Primula vulgaris* Huds.: does hedgerow network connectedness ensure connectivity through gene flow? *Population Ecology*, 51 : 209-219.

Campagne P., Baumel A., Affre L., Juin M., Duong N., Roche P. & Tatoni T., 2009b. Genetic signs of connectivity in *Primula vulgaris* (Primulaceae) in a hedgerow network landscape. *Comptes Rendus Biologies*, 332 : 652-661.

Campagne P., Buisson E., Varouchas G., Roche P., Baumel A. & Tatoni T., 2009c. Modeling landscape structure constraints on species dispersal with a cellular automaton: are there convergences with empirical data? *Ecological complexity*, 6 : 183-190.

- Cecillon L., Cassagne N., Czarnes S, Gros R., Vennetier M., Brun JJ, 2009a. Predicting soil quality indices with near infrared analysis in a wildfire chronosequence. *Science of the Total Environment* Volume: 407 (3) pp. 1200-1205
- Courault D, Bsaibes A, Kpemlie E, Hadria R., Hagolle O, Marloie O, Hanocq JF, Olioso A, Bertrand N., Desfonds V., 2008. Assessing the potentialities of FORMOSAT-2 data for water and crop monitoring at small regional scale in South-Eastern France. *Sensors*, 8, 3460-3481. DOI: 10.3390/s8053460.
- Davi H., Baret F., Huc R. et E. Dufrene, 2008. Effect of thinning on LAI variance in heterogeneous forests. *Forest Ecology and Management*, 256 (5) : 890-899.
- De Montety V., Radakovitch O., Vallet-Coulomb, C., Blavoux B., Hermitte D. et V. Valles, 2008. Origin of groundwater salinity and hydrogeochemical processes in a confined coastal aquifer: Case of the Rhone delta (Southern France). *Applied Geochemistry*, 23(8) : 2337.
- Fallour-Rubio, D., Guibal, F., Klein, E.K., Bariteau, M., Lefèvre, F., 2009. Rapid changes in plasticity across generations within an expanding cedar forest. *Journal of Evolutionary Biology*. 22 (3) : 553-563.
- Krivtsov, V., Vigy, O., Legg, C., Curt, T., Rigolot, E., Lecomte, I., Jappiot, M., Lampin-Maillet, C., Fernandes, P., Pezzatti, G.B., 2009. Fuel modelling in terrestrial ecosystems: an overview in the context of the development of an object-orientated database for wildfire analysis. *Ecological Modelling*. 220 : 2915-2926.
- Lampin-Maillet, C., Jappiot, M., Long, M., Bouillon, C., Morge, D., Ferrier, J.P., 2010. Mapping wildland-urban interfaces at large scales integrating housing density and vegetation aggregation for fire prevention in the South of France, *Journal of Environmental Management* 91, 732–741.
- Lampin-Maillet, C., Jappiot, M., Long, M., Morge, D., Ferrier, J.P, 2009. Characterization and mapping of dwelling types for forest fire prevention, *Computers, Environment and Urban Systems* 33, 224–232.
- Liepert S., Cheddadi R., Beaulieu e J.-L., Fady B., Gömöry D., Hussendörfer E., Konner M., Litt T., Longauer R., Terhurne-Berson R. & Ziegenhagen B., 2009. Postglacial range expansion and its genetic imprints in *Abies alba* (Mill.). A synthesis from palaeobotanic and genetic data. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 153 : 139-149.
- Maasri A., E. Franquet, B. Dumont, G. Archambaud-Suard & C. Claret (2008). Headwater tributaries under mediterranean climate: their role in macrobenthos diversity conservation. *C. R. Biologies*, 331 : 547-558.
- Marco, A. Dutoit, T., Deschamps-Cottin, M., Mauffrey, J-F., Vennetier, M., Bertaudière-Montes, V. 2008. Gardens in urbanizing rural areas reveal an unexpected floristic diversity related to housing density. *Comptes Rendus - Biologies* 331, 6: 452-465.
- Restoux G., Silva D., Sagnard F., Torre F., Klein E., Fady B., 2008. Life at the margin: the mating system of Mediterranean conifers. *Web Ecology* 8: 94–102.
- Riffart R., Carrel G., Le Coarer Y. et Nguyen The B., 2009. Spatio-temporal patterns of fish assemblages in a large regulated alluvial river. *Freshwater Biology*, 54 : 1544-1559.
- Rivoal A., Fernandez C., Lavoie A-V., Olivier R., Lecareux C., Greff S., Roche P. & Vila B., 2010. Environmental control of terpene emissions from *Cistus monspeliensis* L. in natural Mediterranean shrublands. *Chemosphere*, sous presse.
- Thabeet, A., Vennetier M, Gadbin-Henry C, Denelle N, Roux M, Caraglio Y, Vila B, 2009. Response of *Pinus sylvestris* L. to recent climatic events in the French Mediterranean region, *Trees Structure and Function* 23, 4, 843 – 853.
- Vennetier M, Ripert C, Maille E, Blanc L, Torre F, Roche P, Tatoni T, Brun J-J, 2008, A new bioclimatic model calibrated with vegetation for Mediterranean forest areas, *Ann. For. Sci.* 65 711.
- Vergnoux A, Dupuy N, Guiliano M, Vennetier M, Theraulaz F, Doumenq P., 2009a. Fire impact on forest soils evaluated using near-infrared spectroscopy and multivariate calibration. *Talanta* 80 p. 39-47

ACLN

- Cheikh Al Bassatneh M., Fady B., Simon-Teissier S., Tatoni T, 2007, Biodiversité floristique et gestion sylvicole dans les systèmes forestiers supraméditerranéens et montagnards de la montagne de Lure (sud-est de la France)., *Ecologia Medit.*, 33, 27-40.
- Vennetier M, Meriaux P, Busset F, Felix H, Lacombe S, 2009. Apport de la télédétection LIDAR aéroporté haute définition pour la caractérisation de la végétation des digues. *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection* (Sous presse).
- Vila B, Vennetier M, Ripert C, Chandioux, O, Liang EY, Guibal F, Torre F., 2008. Les changements globaux ont-ils déjà induit des changements de croissance en forêt méditerranéenne ? Le cas du pin d'Alep et du pin sylvestre de la Sainte-Baume. *Forêt Méditerranéenne*, T. XXIX, n°2, pp. 161-166.
- Zanetti C, Vennetier M, Meriaux P, Royet P, Dufour S, Provansal M, 2008. L'enracinement des arbres dans les

digues en remblai : étude des systèmes racinaires et impacts sur la sécurité des ouvrages. Ingénierie EAT, n°53, pp. 49-67.

ACTI

Fady B., Médail F., Diadema K., Conord C., 2007. Conservation of biodiversity at gene level in Mediterranean ecosystems. Medecos XI, 11th meeting of The International Mediterranean Ecosystems Conference, 2-5 septembre 2007, Perth, Australia. Communication orale.

Médail F., Baumel A., Diadema K., Fady B., Verlaque R. 2007 Importance of refugia in shaping Mediterranean plant biodiversity. Optima XII, 12th meeting of the Organization for the Phyto-Taxonomic Investigation of the Mediterranean Area, 10-16 septembre 2007, Pisa, Italie. Communication orale invité

Restoux G., E Silva D., Sagnard F., Klein E., Fady B., 2007. Life at the margins: The mating system of Mediterranean conifers. Medecos XI, 11th meeting of The International Mediterranean Ecosystems Conference, 2-5 septembre 2007, Perth, Australia. Communication orale.

Sukhinov, A.I., Alexeenko E.V., Chistyakov A.E., Roux B., Chen P.G., Meule S : "Turbulent mixing in shallow water basins; parameterization of basins; parameterization of vertical turbulent exchange vertical turbulent exchange coefficient". Colloque franco-russe « Dynamics and Environmental Problems », Congrès Français de Mécanique (CFM-2009) ; Marseille, 26 août 2009.

Vennetier M., et al., 2007 : Impact of climate change on pine forest productivity and on the shift of a bioclimatic limit in a Mediterranean area. In Leone V. and Lovreglio R. eds, MEDPINE3, Conservation, Regeneration and Restoration of Mediterranean Pines and their Ecosystems. Options Méditerranéennes, Série A, n° 75, CIHEAM/IAMB Bari, Italy. P. 189-197

ACTN

de Beaulieu J.L., Fady B., 2007. Reconstituer les forêts du passé. Communication invitée dans le cadre du cycle de conférences du « Printemps des chercheurs » (<http://www.printempsdeschercheurs.fr/>), 16 avril 2007, Marseille, France.

AP

Fady B. & Médail F., 2006, Peut-on préserver la biodiversité ? Les Petites Pommes du Savoir, n° 80, Editions Le Pommier, Paris, 64 p.

Vennetier M., Cecillon L., Guénon R., Schaffhauser A., Vergnoux A., Boichard J.-L., Bottéro J.-Y., Brun J.-J., Carrara M., Cassagne N., Chandieux O., Clays-Josserand A., Commeaux C., Curt T., Czarnes S., De Danieli, S., Degrange V., Di Rocco, R., Domeizel M., Doumenq P., Doussan C., Estève R., Faivre N., Favier G., Gaudu J.-C., Gros R., Guiliano M., Guillaumaud N., Hoepffner M., Juvy B., Le Roux X., Lebariller S., Malleret L., Martin W., Mas C., Masion A., Massiani C., Mermin E., Mille G., Morge D., Pignot V., Poly F., Renard D., Ripert C., Ruy S., Tardif P., Tatoni T., Théraulaz F., Vassalo L., Asia L. - 2008. Etude de l'impact d'incendies de forêt répétés sur la biodiversité et sur les sols: recherche d'indicateurs. Rapport final. Cemagref, Ministère de l'Agriculture et de la pêche, Union Européenne, Aix en Provence, 236 p.

VENNETIER M., VILA B., LIANG E.Y., GUIBAL F. 2008 : Suivi de l'impact du changement climatique sur les essences forestières : approche par transects. In Landmann G., Landeau S., (eds). "De l'observation des écosystèmes forestiers à l'information sur la forêt", Quae, PARIS SympoScience, p35-48

7.4. AXE 3

ACL

REFERENCES

Auffan M, Achouak W, Rose J, Roncato MA, Chanéac C, Waite DT, Masion A, Woisik J, Wiesner M, Bottero JY, 2008. Relation between the redox state of iron-based nanoparticles and their cytotoxicity towards Escherichia coli. Environ Sci Technol 42:6730-5.

Auffan M, Rose J, Botta A, Wiesner M, 2006a. In vitro interactions between DMSA-coated maghemite nanoparticles and human fibroblasts : A physicochemical and cyto-genotoxic study, Environmental science & technology, 40, 4367-4373.

Auffan, M., Decome, L., Rose, J., Orsiere, T., De Meo, M., Briois, V., Chaneac, C., Olivi, L., Berge-LeFranc, J. L., Botta, A., Wiesner, M. R., Bottero, J. Y., 2006b. In vitro interactions between DMSA-coated maghemite nanoparticles and human fibroblasts: A physicochemical and cyto-genotoxic study. Environ Sci Technol 40 (14), 4367-4373.

Auffan M., Rose J., Wiesner M. R., Bottero J-Y, 2009a, 'Chemical stability of metallic nanoparticles: a parameter

controlling their potential cellular toxicity in vitro', *Environmental Pollution*, 157, 1127–1133

Auffan, M.; Rose, J.; Orsiere, T.; De Meo, M.; Thill, A.; Zeyons, O.; Proux, O.; Masion, A.; Chaurand, P.; Spalla, O.; Botta, A.; Wiesner, M. R.; Bottero, J. Y., CeO₂, 2009b. nanoparticles induce DNA damage towards human dermal fibroblasts in vitro. *Nanotoxicology* 3 (2), 161-171.

Auffan M, Pedetour M, Rose J, Masion A, Ziarelli F, Borschneck D, Chaneac C, Botta C, Chaurand P, Labille J, Bottero JY, 2010. Structural Degradation at the Surface of a TiO₂-Based Nanomaterial Used in Cosmetics. *Environmental Science & Technology* 44: 2689-2694.

Aye M, Di Giorgio C, De Mo M, Botta A, Perrin J, Courbiere B, 2010. Assessment of the genotoxicity of three cryoprotectants used for human oocyte vitrification: Dimethyl sulfoxide, ethylene glycol and propylene glycol. *Food and Chemical Toxicology* 48:1905-1912.

Basile-Doelsch, I., Brun T., Borschneck D., Masion A., Marol C., Balesdent J, 2009. Effect of landuse on organic matter stabilized in organomineral complexes: A study combining density fractionation, mineralogy and $\delta^{13}\text{C}$, *Geoderma* 2009, vol. 151, no3-4, pp. 77-86

Bernard A., Rose J., Hazeman J.-L., Proux O., Trotignon L., Borschneck D., Nonat A., Chateau L. ; Bottero J.-Y., 2009. Modelling of Pb release during Portland cement alteration, *Advances in cement research*, 21, 1: 1-10

Benard, A., Rose J, Bottero JY, 2009, Modeling of PB releases during cement alteration, *Advances in cement research*, 21, no1, pp. 1-10

Coppin, F., Chabroulet, C., . Martin-Garin, A., Balesdent, J., Gaudet, J. P., 2006. Methodological approach to assess the effect of soil ageing on selenium behaviour: first results concerning mobility and solid fractionation of selenium, *Biol Fertil Soils*, 42, 379–386.

Danchin E, Levasseur A, Lopez Rascol V, Gouret P , Pontarotti P., 2006, The use of evolutionary biology concepts for genome annotation, *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution*. 308B: 26-36.

Darcheville O, Février L, Haichar FZ, Berge O, Martin-Garin A, Renault P, 2008. Aqueous, solid and gaseous partitioning of selenium in an oxic sandy soil under different microbiological states. *J Environ Radioactiv* 99(6): 981-92.

de Fleurian, G. , Perrin J, Ecochard R, Dantony E, Lanteaume A, Achard V, Grillo JM, Guichaoua MR, Botta A, Sari-Minodier I., 2009. Use of a Questionnaire to Correlate Self-Reported Occupational Risk Factors and Semen Quality in Clinical Practice. *J Androl*. 30, 5, 566-579

de Fleurian, G., Perrin J., Lanteaume A., Achard V., Guichaoua M.-R., Grillo J.-M., Botta A., Sari-Minodier I , 2008, Occupational exposures and male infertility: Interest of a collaboration between occupational medicine and reproductive medicine, *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 69, 2, 276-278

Devallois, V., P. Boyer, J.L. Boudenne, B. Coulomb, 2008. Modelling the vertical profiles of O₂ and pH in saturated freshwater sediments, *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.* 2008, 44 (4), 275-288.

Di Giorgio, C., Malleret, L., Gueydon-Morin, C., Rigaud, S., De Méo, M., 2010. Comparison of two extraction protocols for the assessment of sediment genotoxicity: example of the Berre lagoon (Southern France). *Mutation Research* (submitted).

Farnet, A.M., Prudent P., Cigna M., Gros R, 2008. Soil microbial activities in a constructed soil reed-bed under cheese-dairy farm effluents, *Bioresource Technology*, 99, 14, 6198-6206

Geoffroy, L., Gilbin R, Simona O, Floriani M, Adama C, Pradines C, Cournac L , Garnier-Laplace J, 2007, Effect of selenate on growth and photosynthesis of *Chlamydomonas reinhardtii*, *Aquatic Toxicology* Volume 83, Issue 2, 149-158.

Guichaoua MR, Geoffroy-Siraudin C, Ghalamoun-Slaïmi R, Tassistro V, Metzler-Guillemain C., 2009. Chromosomes sexuels et méiose. *Gyn. Obst. Fert.*, 37, 895-900.

Hirsch, J., Marin, E., Floriani, M., Chiarenza, S., Richaud, P., Nussaume, L., Thibaud, M.C., 2006. Phosphate deficiency promotes modification of iron distribution in *Arabidopsis* plants. *Biochimie*, 88, 11, 1767-1771

Labille J, Masion A, Ziarelli F, Rose J, Brant J, Villieras F, Pelletier M, Borschneck D, Wiesner MR, Bottero JY (2009) Hydration and Dispersion of C-60 in Aqueous Systems: The Nature of Water-Fullerene Interactions. *Langmuir* 25:11232-11235.

Levard, C.; Rose, J.; Masion, A.; Doelsch, E.; Borschneck, D.; Olivi, L.; Dominici, C.; Grauby, O.; Woicik, J. C.; Bottero, J. Y. (2008). Synthesis of large quantities of single-walled aluminogermanate nanotube. *Journal of the American Chemical Society*, 130 (18), 5862

Levasseur A, Orlando L, Bailly X, Milinkovitch MC, Danchin EGJ, Pontarotti P., 2007. Conceptual bases for quantifying the role of the environment on gene evolution: the participation of positive selection and neutral evolution, *Biological reviews* 2007, vol. 82, no4, pp. 551-572.

Levasseur, A, Gouret, P, Lesage-Meessen, L, Asther, M, Pontarotti, P., 2006. Tracking the connection between evolutionary and functional shifts using the fungal lipase/feruloyl esterase A family, *BMC Evolutionary Biology*, 6, 92, doi:10.1186/1471-2148-6-92.

Lopez Rascol V, Pontarotti P, Levasseur A., 2007. Ancestral animal genomes reconstruction 2007. , *Current Opinion in Immunology*, 19, 5, 542-546.

Meynier C , Feracci M, Espeli M, Chaspoul F, Gallice P, Schiff C, Guerlesquin F, Roche P., 2009. NMR and MD Investigations of Human Galectin-1/Oligosaccharide Complexes. *Biophysical Journal*, 97, 12, 3168-3177

Pagès D, Rose J, Conrod S, Cuiné S, Carrier P, Heulin T, Achouak W, 2008. Heavy metal tolerance in *Stenotrophomonas maltophilia*. *PLoS ONE*, 3(2):e1539.

Paillisson, A, Levasseur A, Gouret P, Callebaut I, Bontoux M, Pontarotti P, Monget P., 2006. Bromodomain testis-specific protein Brdt is also expressed in mouse ovocyte and evolves faster than its three ubiquitously expressed paralogs Brd2, -3 and -4., *Genomics*. 89: 215-223.

Rose J, Auffan M, Zeyons O, Decome L, Thill A, Orsiere T, Masion A, Labille J, Achouak W, Spalla O, Demeo M, Flank AM, Botta A, Wiesner MR, Bottero JY, 2006. Interactions between manufactured nanoparticles and individual cells. *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 70: A539-A539.

Royer B, Soares BC, Barlow PN, Bontrop RE, Roll P, Robaglia-Schlupp A, Blancher A, Levasseur A, Cau P, Pontarotti P, Szepietowski P., 2007. Molecular evolution of the human SRPX2 gene that causes brain disorders of the rolandic and sylvian speech areas. , *BMC Genetics*. 8:72.

ACLN

Auffan, M.; Flahaut, E.; Thill, A.; Mouchet, F.; Carrière, M.; Gauthier, L.; Achouak, W., 2010. Ecotoxicologie: réactivité vis-à-vis des organismes vivants. In *Nanotoxicologie et Nanoéthique*, Eds. Belin: Paris,; Vol. 4.

Botta A, 2007, Etude mutagène formaldéhyde, Santé sécurité paca

Botta A, Charpin D, , 2006, Moisissures domestiques, mycotoxines et risques sanitaires, Environnement risques et santé 2006

de Fleurian, G., Perrin J., Lanteaume A., Achard V., Guichaoua M.-R., Grillo J.-M, Botta A., Sari-Minodier I. 2008. Occupational exposures and male infertility: Interest of a collaboration between occupational medicine and reproductive medicine. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 69, 2, 276-278.

Guichaoua MR, Geoffroy-Siraudin C, Mercier G, Achard V, Paulmyer-Lacroix O, Metzler-Guillemain C., 2009. Les aspects génétiques de la tératozoospermie., *Gyn. Obst. Fert.* 37, 540-545.

Guichaouan M R, Sari Minodier I, 2008, Occupational exposures and male infertility, *Archives des maladies professionnelles de l'environnement*

Orsiere T, Botta A, 2008, Les micronoyaux, un biomarqueur de susceptibilité ? Are micronuclei a biomarker of susceptibility?, *Archives des maladies professionnelles et de l'environnement*, 69, no3, pp. 475-484

Sari-Minodier I, Sotty P, Coulibaly K, Decosse L, Botta A., 2008. L'expologie ou la nécessité d'articuler les données relatives aux dangers, à l'homme et à son activité. *Santé Publique*, 20 (suppl. 3) : S77-S85.

ACTI

Gaud S., Radakovitch O. ,Moreau X, De Jong L., Thiery A., Garnier J.M., 2009. RI Evaluation of metals bioavailability in coastal sediments of the Berre lagoon for polychaete *Nereis Succinea*. 4th european congress on lagoonal system. Montpellier, Décembre 2009.

Gaud S., Radakovitch O. ,Moreau X, De Jong L., Thiery A., Garnier J.M., 2009. Ri evaluation of the bioavallability of metals in coastal sediments for polychaete *Nereis Diversicolor*: DGT versus chemical extractions. 1st conférence on DGT and the environment, Sta Margherita di Pula, Sardinia, Italia.

Levard C., Rose J., Masion A., Doelsch E., Borschneck D., Olivi L., Dominici C., Grauby O., Woicik J.C., Bottero J-Y., 2008, 'Synthesis of large quantities of single-walled aluminogermanate nanotube', , *Journal of the American Chemical Society*, (Communication), 130, 18, 5862-5863.

Perrin, J.; Tassistro, V.; Mandon, M.; Chaspoul, F.; Gallice, P.; Guichaoua, M.R.; Grillo, J.M.; Botta, A. and Sari-Minodier, I. Polycyclic aromatic hydrocarbon-DNA adducts in human sperm, in relation with tobacco consumption and semen parameters. Congrès de l'European Society for Human Reproduction and Embryology, Rome juillet 2010

ACTN

Courbiere B, Aye M, Di Giorgio, De Méo M, Perrin J, Botta A. Génotoxicité des cryoprotecteurs utilisés à haute concentration pour la vitrification des ovocytes : utilisation d'un modèle toxicogénétique sur cellules CHO. 14èmes Journées de la Fédération Française d'Etude de la Reproduction, Clermont-Ferrand, 18-20 octobre 2009.

Perrin, J., V. Tassistro, M Mandon, F Chaspoul, P. Gallice, MR Guichaoua, JM Grillo, A Botta, I. Sari-Minodier Exposition aux Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques et adduits à l'ADN des spermatozoïdes humains Congrès de Médecine et Santé au Travail, Toulouse juin 2010

Benameur L, Dido D, Chaspoul F, Lanteaume A, Guichaoua MR, Grillo JM, Sari-Minodier I, Botta A, Galice P, Perrin J, 2008. Dosage des métaux dans le liquide séminal des patients infertiles : corrélation aux paramètres du sperme et aux expositions environnementales. Communication récompensée par le premier prix de Communication Orale. 13èmes Journées de la Fédération Française d'Étude de la Reproduction, Paris 17-19 Septembre 2008

Perrin, J., Bizet P, Guichaoua MR, Grillo JM, Botta A, Sari-Minodier I, 2009. BTP et risque reprotoxique : état des lieux 30èmes Journées Nationales de Santé au Travail dans le BTP. Blois, 10-12 juin 2009

THESES :

2009 Mélanie Clouard – Les terrils du bassin minier de Provence : étude des paramètres biologiques et physico-chimiques impliqués dans leur intégration environnementale. Financement CNRS – Thèse Université Paul Cézanne Aix Marseille (en cours)

7.5. AXE 4

ACL

Asia L, Mazouz S, Guiliano M, Doumenq P, Mille Gt, 2008, Occurrence and distribution of hydrocarbons in surface sediments from Marseille Bay (France), Marine Pollution Bulletin 58, 424–455

A. BARRIOS-MARTINEZ, E. BARBOT, B. MARROT, P. MOULIN, N. ROCHE, (2006) “*Degradation of synthetic phenol-containing wastewaters by MBR*”, Journal Of Membrane Science, 281, pp 288-296.

Boussetta S, Branger C, Margaillan A, Boudenne J-L, Coulomb B, 2008, Salicylic acid and derivatives anchored on poly(styrene-divinylbenzene) resin and membrane via a diazo bridge: Synthesis, characterisation and application to metal extraction, Reactive & functional polymers, 68, 775-786

Clouzot L, Marrot B, Doumenq P, Roche N 2008. 17 alpha-ethinylestradiol: An endocrine disrupter of great concern. Analytical methods and removal processes applied to water purification. A review. Environmental Progress 27:383-396.

Clouzot, L., Doumenq, P., Roche, N., Marrot, B., 2010. Kinetic parameters for 17 alpha-ethinylestradiol removal by nitrifying activated sludge developed in a membrane bioreactor. Bioresource Technology, 101, 16, 6425-6431.

Clouzot, L, Doumenq, P., Vanloot, P., Roche, N., Marrot, B., 2010. Membrane bioreactors for 17 α -ethinylestradiol removal. Journal of Membrane Science, 362, 1-2, 81-85

Clouzot, L, Doumenq, P., Roche, N., Marrot, B., 2010. Simple method for 17 α -ethinylestradiol analysis in wastewater”. Bioresource Technology (acceptée)

Clouzot, L., N. Roche, B. Marrot, (2010), “Comparison of autotrophic and heterotrophic activities between two membrane bioreactor configurations”. Journal of membrane science (acceptée).

Depeckera G, Brangera C, Margaillana A, Pigotb T, Blanc S, Coulomb B, Boudenne J-L, 2010. Synthesis and applications of XAD-4-DAN chelate resin for separation and determination of Se(IV), Reactive & functional polymers, vol. 69, no12, pp. 877-883.

Devallois, V., Boyer, P., Boudenne, J.-L., Coulomb, B. 2008. Modelling the vertical profile of O₂ and pH in saturated freshwater sediments. International Journal of Limnology, 44(4), 275-288.

Devallois V., Boyer P., Boudenne J.-L. and Coulomb B, 2009, Mobility of trace metals in freshwater sediments by coupling solid-liquid exchanges, biogeochemical reactions and interstitial diffusion, Radioprotection, 44, 525–530

Farnet A.M., Prudent P, Ziarelli F, Domeizel M, Gros R, 2009. Solid-state ¹³C NMR to assess organic matter transformation in a subsurface wetland under cheese-dairy farm effluents. Bioresource technology 100, 4899-4902

Ferrasse, J.H., Dumas, C., Roche, N., 2010. Experimental results and model for N-gas compounds production in pure steam gasification for waste water sewage sludge. Chemical Engineering and Technology (acceptée)

Guiliano M, Asia L, 2007, Applications of diamond crystal ATR FTIR spectroscopy to the characterization of ambers, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 67, 1407-1411

Levasseur A, Dufourny L, Migaud M, Callebaut I, Pontarotti P, Malpoux B, Monget P., 2008, GPR50 is the mammalian ortholog of Mel1c-Evidence of a particularly fast evolution in mammals. BMC Evolutionary Biology. 8:105

Levasseur A, Piumi F, Coutinho PM, Rancurel C, Asther M, Delattre M, Henrissat B, Pontarotti P, Asther M, 2008, an integrated database for the classification and functional annotation of fungal oxidoreductases potentially

involved in the degradation of lignin and related aromatic compounds. *Fungal Genetics and Biology*. 45:638-645

Levasseur A, Pontarotti P, Poch O, Thompson JD., 2008, Strategies for reliable phylogenetic inference in high throughput biology, *Evolutionary Bioinformatics*. 4:121-137

Levasseur A, Rascol VL, Chabrol O, Grusea S, Gouret P, Danchin EG, Pontarotti P. CASSIOPE, 2009, an expert system for conserved regions searches. *BMC Bioinformatics*. 10:284.

Marrot, B., Barrios Martinez, A, Moulin, P, Roche, N. (2006) "*Biodegradation of high phenol concentration by activated sludge in an immersed membrane bioreactor*", *Biochemical Engineering Journal*, 30, pp 174-183 .

Marrot, B., Barrios Martinez, A, Moulin, P, Roche, N (2008), "*Biodegradation Of High Phenol Concentration In A Membrane Bioreactor*", *International Journal of Chemical Reactor Engineering*: Vol. 6: A8, pp1-12.

Robert-Peillard F, Palacio-Barco E, Dudal Y, Coulomb B, Boudenne J-L, 2009, Alternative Spectrofluorimetric Determination of Short-Chain Volatile Fatty Acids in Aqueous Samples, *Analytical chemistry*, 81, 3063-3070

Vergnoux A., Guiliano M., Le Dréau Y., Kister J., Dupuy N., Doumenq P, 2008, Monitoring of the evolution of an industrial compost and prediction of some compost properties by NIR spectroscopy, *Science of The Total Environment*, 407, 2390-2400.

Wanga R, Korboulewskya N, Prudentb P, Baldya V, Bonina G, 2008, Can vertical-flow wetland systems treat high concentrated sludge from a food industry? A mesocosm experiment testing three plant species. *Ecological Engineering*, 35, 230–237

Zalouk S, Barbati S , Sergent M , Ambrosio M, 2008, Disposal of animal by-products by wet air oxidation: Performance optimization and kinetics, *Chemosphere*, 74, 193-199;

ACTI

Barrios-Martinez, A., B. Marrot, P. Moulin, N. Roche, «*Phenol Biodégradation by a membrane bioreactor*», 2nd European Conference on Filtration and Separation, Compiègne, septembre 2006

Clouzot, L., B. Marrot, P. Doumenq, N. Roche, «*Study of MBR for Degradation of the Endocrine Disrupter 17 α -ethinylestradiol*», ICOM 2008, International Congress on Membranes and Membrane Processes, Honolulu, Juillet 2008 (communication orale).

Dumas, C., J.H. Ferrasse, N. Roche, "*Modelisation of gaz production for sewage sludge in steam gasification*», ECSM'08 - European Conference on Sludge Management, Dewatering, Drying and Thermal Valorization, September 2008, Liège (communication orale).

Devallois, V., P. Boyer, J.-L. Boudenne, B. Coulomb. Transfer and mobility of trace metals in the rivers: modelling of solid-liquid exchange and early diagenesis. In : *Proceedings of Vth Symposium for European Freshwater Sciences (SEFS5)*, Session Rivers, pp. 193, European Federation for Freshwater Science Editors, Palerme (Italie), 8-13 juillet 2007. (<http://www.effsonline.org/index/sefs/sefs5/papers.html>)

Devallois, V., P. Boyer, J.-L. Boudenne, B. Coulomb. Modelling the trace metals mobility in freshwater sediments by coupling solid-liquid exchange, early diagenesis and interstitial diffusion. In: *Proceedings of the International Conference on Radioecology and Environmental Radioactivity (15-20 juin 2008 – Bergen)*, Session Radioecology, Edition Norwegian Radiation Protection Authority (ISBN: 978-82-90362-26-8).

Devallois, V., P. Boyer, B. Coulomb, J.-L. Boudenne. Resolving and modelling trace metal partitioning in freshwater sediment. *Actes du 3rd International Meeting on Environmental Biotechnology and Engineering*, Session Strategies for the protection and remediation of natural environments, p.95, Edition Gouvernement des Iles Baléares (ISBN : 978-84-692-4948-2), Palma de Mallorca (Espagne), juillet 2009.

Ferrasse, J.H., C. Dumas., N. Roche, "*Kinetics for thermal gasification of sewage sludge*», ECOTECH 2007, International Symposium on Environmental technologies Applied to Sewage Sludge, Montoldre, Octobre 2007 (communication orale).

Hernández, A. B., J.H. Ferrasse, H. Saveyn, P. Chaurand, D. Borschneck, N. Roche, Characterization of sewage sludge residue after thermal conversion: effects of the thermal treatment on the leachability of heavy metals retained on the solid. . ECSM'10 - European Conference on Sludge Management, Dewatering, Drying and Thermal Valorization, September 2010, Budapest (communication orale).

Saveyn, H., J.H. Ferrasse, A. B. Hernandez, J. Rose, P. Van der Meeren, N. Roche, The distribution of heavy metals following sewage sludge gasification. ECSM'10 - European Conference on Sludge Management, Dewatering, Drying and Thermal Valorization, September 2010, Budapest (communication orale).

ACTN :

Marrot, B., Barrios-Martinez, A., Moulin, P., Roche, N, 2006. «*Biodégradation du phénol dans un bioréacteur à membranes*», *Mempro 3*, Nancy, Avril 2006, (poster)

Marrot, B., Barrios-Martinez, A., Moulin, P., Roche, N., 2007. *"Biodegradation Of High Phenol Concentration In A Membrane Bioreactor"*, 11ème congrès de la SFGP, Saint Etienne, octobre 2007 (communication orale).

Dumas, C, Ferrasse, JH, N. Roche, N., 2007. *"Résultats préliminaires pour la valorisation de boues de station d'épuration de traitement des eaux usées par gazéification thermique"*, 11ème congrès de la SFGP, Saint Etienne, octobre 2007 (poster).

Clouzot, L., Marrot, B., Doumenq, P., Roche, N., 2007. *«Biodégradation du xénobiotique 17 α -ethinylestradiol par des boues activées nitrifiantes acclimatées dans un bioréacteur à membrane»*, 7ème congrès international du GRUTTEE, octobre 2007, Pau, (communication orale)

Devesvre, L., Seyssiecq-Guarente, I, Roche, N., 2009. "Effect of the geometry of measuring system on the rheological behaviour of activated sludge", 5th Annual European Rheology Conference, Cardiff, april 2009

Dumas, C, J.H. Ferrasse, N. Roche, Etude paramétrique de la gazéification thermique de boues d'épuration", XIIème Congrès Français de Génie des Procédés, Marseille, octobre 2009

ACLN

Berthomieu C., Chapon V., Gilbin R., 2009. Utiliser des bactéries pour dépolluer les environnements contaminés par des radionucléides. Biofutur, Biofutur, 28/295 - 33-36

Garcia D., Lecomte-Pradines C., Quémeneur E. 2009, Biodétecteurs environnementaux, Biofutur 28/295, 24-27

Vavasseur A., Richaud P., Missons-Pons J., 2009, Des plantes pour dépolluer ou stabiliser des éléments toxiques dans les sols et les eaux, Biofutur, 28/295, 37-40

AP

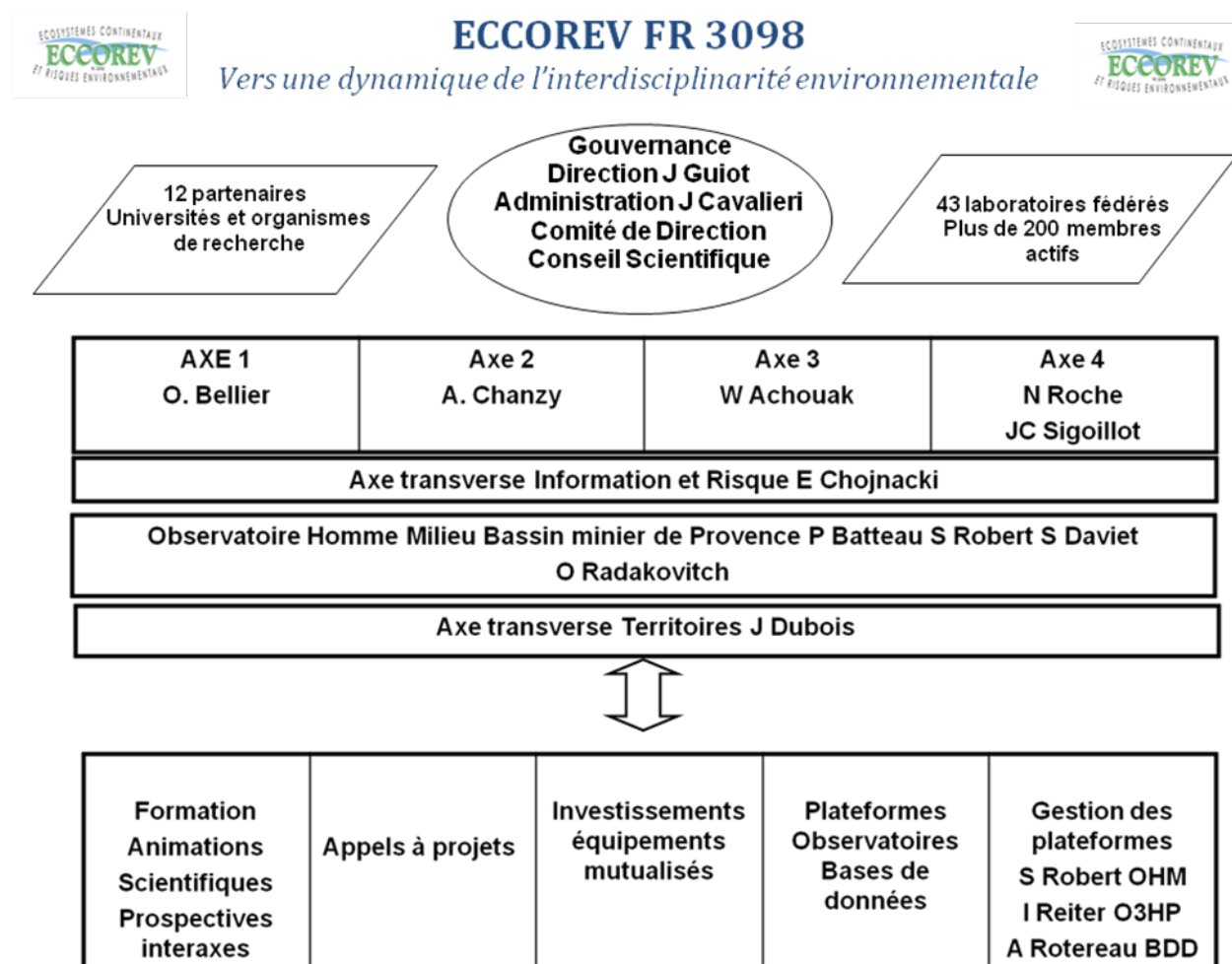
Levasseur A et Pontarotti P., 2008, .Evolution moléculaire et annotation des génomes., Livre: "Biologie évolutive", Edition : DE BOECK, collection LMD Editeur : N. Galtier.

Levasseur A and Pontarotti P. , 2008, Evolutionary biology : from concepts to applications. , Springer ed. Editor P. Pontarotti

Projet scientifique pour la période 2012-2015

1. Introduction

Lors des CS du 25 mars et du 25 mai, il a été décidé de reconduire la structure actuelle d'ECCOREV. En réalité, elle a moins de trois ans d'existence, ce qui est un peu tôt pour tirer des conclusions définitives à ce niveau. D'autre part, le bilan montre le bon fonctionnement de la fédération: elle remplit sa mission de mutualisation, d'animation et surtout d'incitation aux collaborations entre laboratoires d'horizons très divers. L'organigramme de la FR 2012-2015 n'a donc subi que peu de modifications.



1.2. Laboratoires ayant demandé à être membres de la structure à partir de 2012 :

Lors du CS du 25 mars, il a été décidé d'intégrer quatre nouvelles unités dans ECCOREV.

1) Protée: c'est une équipe d'accueil de Toulon, dirigée par Y. Lucas. Sa recherche interdisciplinaire repose sur les géosciences, la physique, la biologie et la chimie. Elle étudie les processus de transfert dans les sols, nappes, rivières, eaux côtières et sédiments. Ses problématiques rentrent complètement dans ECCOREV et cela d'autant plus qu'elle collabore déjà avec le CEREGE et appartient à la même école doctorale.

2) DIMAR (Diversité, évolution et écologie fonctionnelle marine): c'est une UMR du Centre d'Océanologie de Marseille, en cours de fusion avec l'IMEP (nom de la future unité IMBE). Elle travaille essentiellement sur les processus biologiques du littoral et ses problématiques sont complémentaires de celles d'ECCOREV.

3) LAMM (Laboratoire d'archéologie médiévale et méditerranéenne): c'est une UMR (UMR 6572) de la MMSH, relevant de l'INSHS. Ses travaux s'inscrivent dans des secteurs de recherche et avec des méthodes qui sont bien représentées au sein d'ECCOREV, en particulier les approches paléo-environnementales dans l'ensemble de la Méditerranée. Ses membres ont déjà des collaborations avec le CEREGE et l'IMEP.

4) TELEMME (TEMPS, ESPACES, LANGAGES, EUROPE MÉRIDIONALE, MÉDITERRANÉE): c'est une UMR de la MMSH, composées d'historiens et de géographes travaillant sur l'espace méditerranéen du Moyen-Age au présent. Plusieurs membres travaillent déjà avec l'OHM (S. Daviet et P Mioche). Cette adhésion ne fait que conforter une implication réelle.

UMR6570	TELEMME Temps espaces langage europe méridionale méditerranée	JM Guillon	Université de Provence CNRS	6
UMR6572	LAMM Laboratoire d'archéologie médiévale méditerranéenne	H Amouric	Université de Provence CNRS	6
EA 3819	PROTEE, Processus de transferts et d'échanges dans l'environnement	Y. Lucas	Université de Sud Toulon-Var	3
UMR 6540	DIMAR Diversité, évolution et écologie fonctionnelle marine	J.P. Féral	Université de la Méditerranée, CNRS	10

1.3. Relations entre ECCOREV et «Objectif Terre »

L'institut « Objectif Terre : Mediterranean Earth Institute » est un projet de laboratoire d'excellence soumis au « Grand Emprunt » et soutenu par la future Aix-Marseille Université. Il est issu de la démarche conjointe du GREQAM (Groupement d'Economie Quantitative d'Aix-Marseille) et l'IDEP (Institut d'Economie Publique), l'unité SE4S (Sciences Economiques et Sociales, Systèmes de Santé, Société), le CEREGE (Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement), le Centre d'Océanologie de Marseille (COM, futur Institut Méditerranéen d'Océanographie -MIO, composante du futur observatoire des Sciences de l'Univers - OSU Pytheas), le DESMID (Dynamique Ecologique et Sociale en Milieu Deltaïque - UMR Espaces), le CERIC (Centre d'Etudes et de Recherches Internationales et Communautaires - droit) et l'IMEP (Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie, future IMBE, Institut Méditerranéen de Biologie et d'Ecologie). Ce projet est mené en partenariat avec le Earth Institute de l'Université Columbia à New York. Il a été conçu en relation avec ECCOREV, qui est membre fondateur du futur institut. Plusieurs membres du futur institut sont également membres d'ECCOREV, mais ces deux structures sont très différentes. ECCOREV est composé d'une quarantaine de laboratoires dépendants également d'organismes non universitaires avec une volonté de mutualisation et d'animation de la recherche en environnement. Le futur institut sera plus resserré mais également plus intégré, tout en s'étendant vers l'océanologie et la santé. Il ambitionne de créer un centre administratif, un centre d'accueil de manifestations scientifiques et de forums centrés sur les problématiques de l'institut, un plan de développement instrumental. Il intégrera également les formations tournées vers l'environnement en favorisant les liens interdisciplinaires. Un pool de bourses de master, doctorats et post-doctorats est prévu pour concrétiser ces efforts de recherches transversales. Il se veut un lieu d'accueil de chercheurs internationaux de haut niveau. Les deux structures sont donc assez différentes aussi bien dans leurs objectifs que dans leur composition. Elles collaboreront de manière étroite sur les champs d'action en commun.

1.4. Relations avec le chantier méditerranéen MISTRALS

MISTRALS (Mediterranean Integrated STudies at Regional And Local Scales) est un "chantier" décennal d'observations systématiques et de recherches dédiées à la compréhension du "fonctionnement environnemental" du Bassin Méditerranéen soumis aux changements globaux de la planète. A partir d'une analyse interdisciplinaire menées sur la décennie 2010-2020, il s'agit d'anticiper le comportement de ce système sur un siècle, avec pour objectif ultime de prédire l'évolution des conditions d'habitabilité dans cette écorégion, et de préconiser les mesures d'adaptation et de mitigation qui permettraient d'optimiser celles-ci. « MISTRALS » est une initiative euro-méditerranéenne des organismes de recherches français réunis au sein du Comité Inter-organismes pour la recherche en Environnement, qui a vocation à s'étendre aux autres pays concernés, en Europe et sur l'ensemble des rives méditerranéennes. L'organisation de MISTRALS est matricielle, et vivra du croisement de programmes spécifiques, à vocation opérationnelle, avec une réflexion plus prospective, portant sur de grands enjeux sociétaux.

Ces programmes sont actuellement au nombre de sept et recoupent presque tous les axes d'ECCOREV:

- La composante HYMEX vise une meilleure compréhension des cycles hydrologiques sur le bassin méditerranéen avec la prise en compte des interactions Mer Méditerranée/atmosphère/surfaces continentales (ECCOREV axe 2). Sur ces dernières, l'enjeu est de produire modélisation hydrométéorologique sur l'ensemble du bassin permettant de représenter à une résolution kilométrique les ressources hydriques dans le sol et les aquifères et les débits des cours d'eau. Les travaux portés dans ce cadre par la Fédération de recherche visent une meilleure prise en compte de l'activité anthropique en zone irriguée et la régulation des flux d'eau et d'énergie par les couverts végétaux en condition de stress hydrique. La Crau/Camargue constitue un des sites pilote et les dispositifs de suivi des flux atmosphériques (FontBlanche, OHP, observatoire Avignon) de la FR sont intégrés dans les sites de validation.

- La composante BiodivMex se focalise prioritairement sur la problématique de la diversité des composantes des systèmes biologiques *sensu lato* et de ses déterminants, sa dynamique spatiale et temporelle sous les effets des

forçages naturels et anthropiques (ECCOREV axe 2). Un premier projet financé, coordonné par l'IMEP, impliquant des partenaires d'ECCOREV (tels que INRA-URFM) concerne la biodiversité méditerranéenne et ses déterminants, à l'échelle du bassin méditerranéen. Ce programme vise à : (i) analyser la distribution de la biodiversité méditerranéenne, (ii) confronter ces patrons de distribution aux risques environnementaux anthropiques et climatiques, (iii) estimer les niveaux de congruence spatiale entre les différents groupes taxonomiques, et à évaluer la pertinence des aires protégées actuelles, (iv) projeter dans le futur les cartes de distribution de la biodiversité sous divers scénarios de changement globaux.

- MERMeX est centré sur les évolutions biogéochimiques qui vont s'opérer au sein de la mer Méditerranée, du fait des changements naturels comme des impacts socio-économiques et sur la manière dont ils vont influencer sur les écosystèmes marins et la biodiversité. La partie littorale de MERMeX recoupe l'axe 2 d'ECCOREV (biodiversité) et son axe 3 (contaminants).

- ChArMeX a pour objectif de dresser un bilan actuel et d'anticiper l'évolution future de l'environnement atmosphérique du bassin méditerranéen et de ses impacts sur le climat régional, la qualité de l'air et la biogéochimie marine et continentale. Plusieurs projets de l'axe 3 d'ECCOREV se rattachent à ce programme.

- TERMeX vise à mieux comprendre, dans le contexte méditerranéen, les interactions entre processus dynamique de la lithosphère, agissant sur les temps courts (~ 10-1000 ans, pour les séismes ou les éruptions volcaniques) et longs (~10⁶⁻⁷ ans, pour l'accumulation des contraintes et la concentration des ressources). La partie « risques sismiques » de TERMeX recoupe l'axe 1 d'ECCOREV.

- PaléoMeX est consacré à l'étude du changement climatique de l'aire méditerranéenne au cours de l'Holocène, c'est-à-dire depuis 10 000 ans environ. De façon générale, il s'agit d'appréhender les interactions entre climat, sociétés et civilisations du monde méditerranéen sur cette période. L'axe 1 d'ECCOREV traite du risque climatique et de la vulnérabilité des sociétés humaines face à ce dernier.

- SICMED vise l'étude des éco-anthroposystèmes ruraux et périurbains sous contraintes, des conséquences de la variabilité climatique sur les cycles biogéochimiques et hydrologiques, et sur les mécanismes sociaux, économiques et biotechniques couplés aux cycles, afin d'optimiser les modes de gestion des systèmes. Les objectifs de ce programme sont assez proches des objectifs de l'OHM Bassin minier de Provence. Le site de Crau-Camargue (axe 2) est également un site SICMED qui portera sur les modalités de gestion de l'eau pour les usages agricoles et l'impact sur la production et la qualité des eaux de nappe.

1.5. Relations avec l'OSU PYTHEAS

Dans le cadre de la création de la nouvelle université unique, Aix-Marseille Université, la demande de création d'une FR OSU Institut Pythéas (OSUIP) a été déposée. Elle regroupe quatre laboratoires d'excellence des sciences de l'observation en Astronomie, Océanographie, Ecologie et Environnement. Elle a tout d'abord l'objectif de repenser l'offre d'enseignement et les moyens d'observations dans ces disciplines. De par son statut d'Ecole Interne, elle constituera une composante du domaine Sciences de cette Université. Elle regroupe l'Observatoire Astronomique Marseille Provence (OAMP, qui inclut l'OHP), le Centre d'Océanographie de Marseille (COM), le CEREGE, l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale (IMBE). Trois de ces UMR (CEREGE, IMEP, OHP) font partie d'ECCOREV. Mais Pytheas n'a pas vocation à remplacer notre FR qui s'étend fortement vers les SHS et vers l'ensemble des organismes opérateurs de la recherche en PACA. ECCOREV, qui expérimente depuis trois ans la recherche interdisciplinaire entre astronomie et sciences de l'environnement est plutôt un précurseur sur le terrain de la construction de Pytheas. L'O3HP a pu exister par la volonté de chercheurs motivés et ECCOREV entend bien continuer à promouvoir ce type de fonctionnement. Ces deux structures se différencient donc (1) par l'étendue des champs disciplinaires couverts, (2) le degré d'intégration des composantes et donc la flexibilité de l'association (Pytheas étant plus intégré et moins flexible), (3) la prise en compte de l'offre de formation au niveau maîtrise par Pytheas (dimension absente d'ECCOREV). En conséquence, ces deux structures ont tout à gagner à collaborer et à se renforcer mutuellement.

2. Les futures thématiques

2.1. Axe 1. Morphogenèse, risques naturels et variabilité climatique (O Bellier)

Cet axe se décline principalement autour des risques liés aux changements climatiques, à ceux liés au risque gravitaire et aux risques sismiques. Ces thématiques seront abordées aussi bien sous l'angle des géosciences que celui des sciences socio-économiques. Nous nous focalisons fortement sur la région méditerranéenne qui cumule souvent l'ensemble de ces risques.

Variabilité climatique : du passé au futur

Etant située à l'interface entre les régions tempérées et les régions tropicales, la région méditerranéenne subit la variabilité du climat avec une amplification due à cette position d'interface. Pour comprendre cette variabilité et pour étudier comment elle se répercute sur les écosystèmes naturels ou anthropisés, il est nécessaire de travailler

à diverses échelles temporelles. Le long terme est l'échelle des perturbations liées à l'insolation, l'évolution des calottes de glaces, le CO₂, la pression accrue des sociétés humaines précocement développées dans le bassin méditerranéen... Les derniers dix-mille ans constituent un laboratoire grandeur nature où l'on peut étudier la part respective de ces différents facteurs. Différents chantiers où l'on étudie en parallèle l'évolution des environnements terrestres et marins (grâce aux carottes sédimentaires lacustres et océaniques), du climat et des sociétés humaines (chantiers archéologiques) vont s'ouvrir dans le cadre du chantier méditerranéen (composante PALEOMEX). Plusieurs équipes d'ECCOREV y participent (IMEP, CEREGE, LAMM ...). Ces données servent à la fois à comprendre les mécanismes lents du climat et à comprendre les interactions entre ce dernier et les systèmes impactés à long temps caractéristique (végétation, recharge des nappes, variations des traits de côtes).

Plus près de nous, les derniers siècles donnent accès à d'autres forçages climatiques tels que l'activité solaire, l'activité volcanique et l'augmentation continue des gaz à effet de serre. En plus des archives sédimentaires (à haute résolution), on peut compter à cette échelle sur les archives dendrochronologiques et les écrits historiques (dates de vendanges, rogations, longues séries instrumentales, log de bateaux ...) qui donnent à la fois accès au signal climatique et à la façon dont les écosystèmes et les sociétés sont impactés. C'est aussi le domaine de PALEOMEX avec la contribution de plusieurs équipes d'ECCOREV (IMEP, CEREGE, LAMM).

Le passé récent fournit un réseau dense de données instrumentales ou satellitaires. C'est sur ces données et sur des expériences in vivo (données de terrain ou de plateformes de mesures de type O3HP) et in vitro (par ex. en mésocosmes) que sont bâtis les modèles servant à évaluer les impacts des changements climatiques sur les écosystèmes et sur les sociétés. C'est le domaine des composantes « actualistes » du chantier méditerranéen : (1) variabilité climatique et hydrologie (HYMEX) avec des équipes comme EMMAH, CEREGE, (2) les grands cycles biogéochimiques marins (MERMEX) avec le CEREGE.

Le projet ASPAC3 (CEREGE en collaboration avec l'IMEP), soumis à l'European Research Council vise à tirer parti des données des derniers siècles pour affiner la construction de systèmes intégrés climat-végétation capables de simuler de manière plus robuste et cohérente que s'ils étaient construits empiriquement sur des données instrumentales, les changements climatiques du dernier millénaire, permettant ainsi de mieux détecter les forçages naturels et anthropogéniques des changements climatiques récents. Ce type d'approche permet de répondre à la question sociétale « est-ce que l'homme a modifié le climat de manière plus prégnante que les forçages naturels du passé ? » ou « à quand faut-il remonter pour connaître un changement d'amplitude équivalente ». Selon la réponse donnée à ces questions, nos sociétés éprouveront plus ou moins fortement la nécessité d'une remédiation et d'une stratégie d'adaptation plus ou moins urgente.

Aujourd'hui, ces changements environnementaux posent le problème de la gouvernance mondiale. Une action collective au niveau mondial est nécessaire. Comment peut-elle s'engager ? Qui sont les acteurs ? Quels objectifs poursuivre ? Quelle forme doit prendre cette action ? Existe-t-il des « outils » de gouvernance ou de politique économique pour guider cette action et atteindre les objectifs ?

Force est de constater que le contenu des négociations relatives aux politiques à adopter face aux enjeux du changement climatique, ainsi que les instruments et mécanismes de mise en œuvre qui en découlent, sont le produit d'équilibres subtils entre les intérêts des différentes parties prenantes. Ces parties prenantes sont les détenteurs de la gouvernance internationale de l'environnement, c'est-à-dire les acteurs capables d'influer sur la prise de décision. Ainsi, l'interprétation et l'analyse de ce contenu nécessitent une approche interdisciplinaire, en particulier juridique et stratégique (théorie des jeux), sociologique et économique.

Telle est l'approche adoptée dans le projet GOMA-CEP (Gouverner et Maîtriser les Changements Environnementaux Planétaires) soumis cette année à l'ANR CEPS et qui comprend des membres du CERIC et du GREQAM. Il s'agit en particulier d'étudier le cadre institutionnel du processus des négociations climatiques. Dans cette analyse de la gouvernance mondiale il est nécessaire de comprendre la genèse des institutions et de la réglementation et leur rôle dans la poursuite d'une action collective visant à réduire les risques liés aux changements climatiques.

Les mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto (Marché des permis d'émission négociables, Mécanisme de Développement Propre ou MDP, Mécanisme de mise en œuvre conjointe), sont des manifestations de ce contenu éminemment stratégique pour lequel se pose la question de leur effectivité et de leur efficacité : peut-on s'attendre à des effets qui vont dans le sens des objectifs poursuivis et annoncés ? Peut-on penser qu'ils constituent les meilleurs mécanismes pour atteindre ces objectifs ? La question se pose aussi du « statut » de ces règles et mécanismes dans ce nouveau contexte de gouvernance mondiale, puisque en particulier ces mécanismes ne peuvent fonctionner qu'avec l'engagement volontaire des états (Thèse sur le MDP CERIC, GREQAM).

Variabilité climatique et risques hydrologiques

L'objectif de certaines de nos études sera d'intégrer les hypothèses de non-stationnarité liées au contexte de changement climatique dans nos approches. C'est une demande forte et incontournable à prendre en compte dans l'étude et l'analyse des risques environnementaux tels que les risques hydrologiques (ressource en eau, prévention des crues...), le risque incendie...

Pour cela, certaines de nos équipes disposent d'outils de modélisation pertinents et originaux pour aborder le problème de l'évolution de l'impact du changement climatique sur le risque hydrologique. Les hypothèses sur

l'évolution des caractéristiques climatiques peuvent être apportées par l'analyse de longues séries ou directement par l'intégration d'hypothèses fournies par les climatologues (collaboration avec Météo France).

L'impact des hypothèses de changement du régime pluvial et des températures sur les débits, le déplacement des zones climatiques, l'impact de l'augmentation ou la diminution de l'occurrence des événements pluvieux sur l'état hydrique des bassins, l'évolution du rôle de l'occupation du sol (urbanisation mais aussi culture et végétation), ... sont autant de facteurs à étudier pour appréhender les risques naturels liés à l'excès ou au manque d'eau (étiages, crues, incendies, certains risques gravitaires).

Risque "Incendies"

Dans la zone méditerranéenne, il existe une imbrication forte entre l'urbanisation et les espaces naturels, agricoles et forestiers. Avec plus de 1 300 000 hectares, la forêt de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) se place au 3ème rang en France et représente un enjeu fort dans la vie quotidienne et l'aménagement du territoire. La fréquence des incendies fait peser une menace permanente sur la sécurité publique et sur la qualité du cadre de vie. Enfin, la dynamique de la biodiversité est fortement influencée par l'histoire (dates d'occurrence et fréquence) et le régime (intensité, vitesse de propagation, type...) des perturbations. La France n'est pas le seul état européen souffrant de ces grands feux. Tous les pays ont conduit une politique d'éradication du feu qui a abouti le plus souvent à l'effet contraire de celui espéré. Le paradoxe du feu tient à ce qu'à vouloir lutter à tout prix contre cet élément, on augmente les dégâts potentiels des feux suivants du fait notamment de l'accumulation de biomasse. L'axe 1 d'ECCOREV va se préoccuper essentiellement de l'histoire, de l'aléa (inflammabilité, propagation des incendies) et des enjeux pour la société dans le cadre d'une prévention, alors que la vulnérabilité des écosystèmes forestiers et anthropisés, en particulier de leur biodiversité, est plus du ressort de l'axe 2.

Pour comprendre les incendies, leur dynamique et leurs conséquences à court et plus long terme, il faut dans un premier temps mieux comprendre comment les différentes composantes du milieu (écosystèmes, climat, pratiques humaines et sociales, et incendies) interagissent créant ainsi un risque, défini en termes d'aléa, de vulnérabilité et d'enjeux. En outre, les travaux conduits depuis une dizaine d'années par le CEMAGREF, l'IMEP, l'INRA, l'IRSN, le CEREGE... pour élaborer une méthodologie pertinente d'évaluation et de cartographie du risque d'incendie seront pérennisés. Notamment, la mise en œuvre de modèles de comportement du feu en milieu naturel à une échelle opérationnelle ne sera possible qu'après l'établissement d'une cartographie fiable, et à des échelles adaptées, de la végétation. Les paramètres étudiés seront la composition et la structure 3D de la végétation, son état hydrique et sa charge. Plusieurs équipes travailleront sur la reconnaissance de types de végétation par télédétection. Il semble d'ailleurs opportun de développer l'utilisation des techniques de balayage LIDAR et aéroportés (drone) et de les calibrer pour accéder notamment à la répartition verticale de végétation. Par ailleurs, les propriétés physico-chimiques et géométriques du combustible végétal sont généralement des intrants des modèles de propagation ou de comportement du feu. Pour y accéder, les équipes de recherche caractériseront finement certains processus complexes comme l'inflammation, la pyrolyse et la combustion du végétal, mais aussi son interaction avec le rayonnement. Dans le cadre d'une meilleure prise en compte de la prévention des incendies dans l'aménagement du territoire, le CEMAGREF propose une modélisation des indicateurs d'endommagement sur le bâti et son environnement dans les interfaces habitat-forêt, indicateurs qui contribueront à l'enrichissement de l'indice global de risque d'incendie développé pour la région méditerranéenne française. Ces thèmes serviront de base à une animation transversale "incendies".

Instabilités, érosion et risque gravitaire

Les objectifs scientifiques sont la compréhension des phénomènes d'instabilités et d'érosion au sein des géomatériaux. Les mécanismes de rupture et d'instabilités sont analysés à une échelle microscopique (celle des grains) afin d'en extraire une représentation pertinente des phénomènes élémentaires. Une modélisation à cette échelle locale peut, par la suite, être intégrée dans le traitement de problèmes à une échelle plus large et pertinente pour l'ingénieur. La micromécanique et l'analyse physique des phénomènes élémentaires sont quelques unes des compétences fondamentales que les équipes mettront en œuvre. Les résultats théoriques devront faire l'objet de validation grâce à l'expérimentation nécessitant la mise en œuvre de techniques de pointe. Elle met ainsi à la première place le souci du fait réel, et la nécessité de juger l'intérêt du modèle ou de la théorie à l'aune de leur capacité à rendre compte des faits observés.

Un autre volet de nos études concerne les mécanismes de rupture et d'instabilités à l'échelle de la micro-structure, afin d'analyser : 1- la transition d'un comportement solide quasi-statique vers un comportement fluide instationnaire, 2- la localisation de la zone en écoulement et les phénomènes de liquéfaction (ou rupture diffuse) et du fluage dans les géomatériaux. Ces connaissances serviront à la modélisation des grandes ruptures catastrophiques dans les sols (aériens ou sous-marins) tels que les éboulements, les glissements de terrains et les avalanches.

Hydrologie et risque gravitaire

Les risques naturels induisent des sollicitations sur les ouvrages anthropiques, notamment les ouvrages hydrauliques (barrages et digues) et les ouvrages de protection contre les aléas gravitaires rapides (barrage et digues de correction torrentiels, etc.). Le cadre formel de la Sûreté de Fonctionnement permet de développer des modèles fonctionnels de comportement adaptés aux systèmes complexes en interaction avec l'environnement

naturel et de prendre en compte les effets dominos et les risques couplés naturels et technologiques.

Les modèles fonctionnels permettent le développement de méthodes à base d'indicateurs : les méthodes de la Sûreté de Fonctionnement mettent en évidence les informations nécessaires à la construction d'indicateurs de l'état des composants, les méthodes d'agrégations multicritères aboutissent à des indicateurs de performance des ouvrages. Sur le prochain quadriennal, plusieurs travaux de recherche intégrant des méthodes à base d'indicateurs sont programmés : l'évaluation de la performance des digues de protection contre les inondations et l'évaluation de la performance des systèmes techniques urbains et des territoires soumis aux inondations.

Nous poursuivrons également nos travaux destinés à produire des méthodes semi-probabilistes aux états-limites des ouvrages hydrauliques en remblai, à travers des projets de recherche et développement au sein du Comité Français des Barrages et Réservoirs (CFBR). Nous engagerons une action de recherche sur fiabilité structurale des fondations et de l'interface des barrages-poids à partir d'une analyse de la variabilité spatiale des propriétés des matériaux du béton et du socle rocheux. Concernant les géo-ouvrages (remblai, digues...), nous envisageons une recherche visant à caractériser la variabilité des propriétés de résistance et à évaluer la fiabilité des remblais vis-à-vis du mécanisme du glissement. D'autre part, nous avons engagé des recherches collaboratives impliquant les Sciences humaines et sociales relatives à l'étude de la vulnérabilité des zones soumises aux aléas et/ou protégées par les digues.

Une étude multirisque en domaine de montagne : le programme ADAGE

Le projet ADAGE « Amélioration des processus d'aide à la décision associés à la gestion des risques naturels en montagne » est une collaboration « modèle » issue de la fédération ECCOREV (CEMAGREF, ETNA, l'IRSN Cadarache, l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de St Etienne et l'ONERA).

Deux phénomènes naturels sont liés aux zones de montagne: les avalanches et les crues torrentielles. Dans le domaine de la gestion des risques naturels, l'expertise est mobilisée pour identifier, et analyser les phénomènes, définir des mesures de prévention et caractériser l'efficacité des ouvrages et mesures proposés. Cependant, les modèles utilisés pour décrire les mécanismes de déclenchement, de propagation des processus physiques sont seulement une approximation du phénomène réel. Dans le même temps, les mesures non structurales telles que le zonage des risques résultent d'une approche pluridisciplinaire croisant des approches déterministes telles que la simulation numérique mais aussi naturalistes, historiques. Les sources d'information sont donc nombreuses et de natures différentes. La problématique de recherche vise à représenter les différentes sources d'information dans un cadre théorique unifié et à proposer des modèles de synthèse des informations mobilisées dans le cadre de l'expertise. Deux aspects seront explorés dans ce projet : 1- Caractérisation de la confiance dans les données d'expertise par fusion d'information ; 2- Analyse de sensibilité de deux types de modèles (numériques et experts).

Les risques littoraux

Une étude multidisciplinaire est engagée afin d'estimer les transferts et les stockages sédimentaires dans le système embouchure/plages connexes du delta du Rhône, qui connaissent actuellement deux types de risques : les stockages sédimentaires dans l'embouchure augmentent les risques d'inondation en Camargue, la réduction des apports sédimentaires menace le maintien des plages (risques d'érosion côtière et de submersion). A la suite des échecs d'ingénierie lourde (digue, épis), il faut envisager un déplacement vers la terre des activités humaines pour anticiper le recul du rivage et les submersions marines. Les objectifs de ce projet sont : 1- de quantifier le volume de la charge de fond (en particulier sa fraction sableuse), 2- d'évaluer le rôle des événements (tempêtes et crues) sur la vitesse et les modalités de déplacement de cette charge, 3- de localiser les zones de stockage, 4- de comprendre les liens entre les apports du Grand Rhône et le fonctionnement des plages connexes à l'embouchure, 5- de calculer une position de recul acceptable pour stabiliser le trait de côte. La méthodologie de ce projet se base sur des mesures, de l'analyse de photos aériennes et de la modélisation. Elle devrait permettre de formuler des préconisations de gestion sédimentaire de l'embouchure du fleuve et des plages et de proposer une méthode de prévision du recul du rivage.

Le littoral de la côte bleue est caractérisé par des dépôts de méga-blocs assez importants qui suggèrent des impacts d'événements de haute énergie. Les objectifs de ce travail est : 1- de déterminer les mécanismes de mise en place des méga-blocs (énergie et orientation des houles, profondeur d'arrachement sous-marin), 2- dater le (ou les) événement(s) à l'origine du dépôt, 3- de comparer les résultats obtenus avec les données sur la sismicité locale, 4- d'évaluer les résultats en termes d'aléa/risques. La méthodologie préconisée pour cette étude est basée sur de la cartographie, datations ^{14}C des encroûtements marins, un SIG, intégrant des données expérimentales géo-référencées et de la modélisation des processus hydrodynamiques des forçages physiques dans lesquels se sont fait ces dépôts. Le but ultime de ce projet est de caractériser les impacts potentiels et les risques associés sur l'occupation du sol (constructions, campings) et la fréquentation touristique du littoral de Martigues.

Amélioration du modèle sismo-tectonique de la Provence occidentale

La région provençale peut être considérée comme un secteur emblématique pour les zones actives complexes à faible taux de déformation mais à aléa potentiellement élevé. L'origine et les caractéristiques de cette sismicité restent mal connues : pourquoi et comment des séismes d'intensités importantes se produisent-ils dans cette zone alors que la déformation aux limites est très faible ? Quelles sont les sources principales des futurs séismes ? La

réponse à ces questions n'est pas simple car l'étude des failles en contexte de déformation lente se heurte à de sérieuses difficultés en raison d'une oblitération rapide des traces en surface par les processus érosifs et les modifications anthropiques du paysage. Le projet SITEC_PROV a plusieurs objectifs requérant une étroite collaboration interdisciplinaire :

- 1- aboutir au développement de méthodes et au déploiement de techniques complémentaires d'observation, permettant d'appréhender l'aléa sismique ;
- 2- améliorer de l'évaluation de l'aléa sismique et par extension, du risque sismique en Provence ;
- 3- contribuer à l'étude des « interférences » entre les déformations, les séismes, les effets de sites, les glissements gravitaires ;
- 4- améliorer le modèle sismo-tectonique de la région PACA et plus particulièrement de la Provence.

L'approche proposée s'appuie sur une approche pluridisciplinaire et intégrée : 1/ par l'introduction de nouveaux paradigmes, tant méthodologiques (utilisation et développement de nouvelles méthodes d'acquisition de l'information géologique « de base ») que phénoménologiques (étude plus approfondie du rôle des couches salifères triasiques et oligocènes, des mécanismes sédimentaires), 2/ par une reprise et une analyse des observations géologiques disponibles (au sens large : sismicité historique et instrumentale, observation de surface, imagerie...) à la lumière de ces nouveaux paradigmes, 3/ par une hiérarchisation et une confrontation de ces données entre elles pour aboutir finalement à une intégration validée de ces éléments (SIG, modélisation géologique 3D).

Participants : CEA, IRSN – BERSSIN, Collège de France (Chaire de Géodynamique), CEREGE, Géologie des Systèmes et des Réservoirs Carbonatés (UP).

Risque de liquéfaction sous sollicitation sismique d'ouvrages hydrauliques en remblai existants ou projetés en basse vallée du Rhône

Les objectifs de ce projet à caractère exploratoire sont les suivants : 1- Une identification et localisation des sols naturels liquéfiables en région Camarguaise, ainsi qu'une caractérisation de ces sols à partir de données géologiques, hydrogéologiques et géotechniques, issues de prospections in situ et de quelques essais exploratoires au laboratoire ; 2- la définition d'un modèle sismo-tectonique fiable intégrant la potentialité sismique des failles majeurs du secteur ; 3- l'établissement d'une base de données documentaires géo-référencées des sites à forte susceptibilité de liquéfaction dans la région de Camargue ; 4- une meilleure compréhension du phénomène de liquéfaction et des facteurs influençant son apparition avec confrontation de résultats in situ – résultats expérimentaux au laboratoire. Atteindre ces objectifs implique le développement d'un partenariat entre unités de recherche pluridisciplinaires et maîtres d'ouvrage qui sont les gardiens des enjeux du projet ainsi qu'une initiation d'autres collaborations avec des partenaires susceptibles d'être intéressés par cette problématique. A l'échéance du projet (fin 2010), il est envisagé de proposer un projet plus ambitieux, par exemple de type ANR ou projet de recherche finalisée du Conseil Régional PACA. Un stage de M2-Pro a permis l'établissement d'une base de données sur les cas renseignés d'ouvrages hydrauliques en général et dans le périmètre de la Camargue ayant ou pouvant présenter un risque de rupture par liquéfaction est en cours de montage. Ce projet se développe en étroite connexion avec un nouveau projet RGPU monté par le Cemagref et qui porte sur la rupture des digues par liquéfaction (collaborations prévu avec le Symadrem et la CNR).

Etude du rôle des émotions dans la prise de décision face à des risques catastrophiques « naturels »

Lorsqu'ils sont confrontés à des risques de catastrophe naturelle, les individus adoptent souvent des comportements peu rationnels. En matière d'assurance sur les biens matériels par exemple, un grand nombre d'individus reste sans assurance face aux risques de catastrophes naturelles. A l'inverse, quand le risque touche plus directement l'intégrité des personnes, certains paraissant très ou trop prudents. L'irrationalité apparente est à relier aux nombreux biais psychologiques connus dans la perception des risques. Les résultats expérimentaux montrent aussi que l'importance de ces biais dépend fortement de la présentation des problèmes de décision. Ceci suggère la possibilité d'interventions pour améliorer les prises de décisions réelles. Les catastrophes naturelles posent un double problème : la prise en compte par les individus des petites probabilités et l'évaluation des conséquences graves. La branche de l'économie qui étudie les préférences individuelles face à des situations risquées repose, depuis les années 40, sur le modèle d'espérance d'utilité (EU). Toutefois, même après des généralisations par un affaiblissement de certains axiomes ou l'introduction de non linéarités dans les fonctions d'évaluation des probabilités et des conséquences, il semble être impuissant à rendre compte des choix observés d'individus confrontés à des événements catastrophiques.

L'objectif du projet l'ANR « Riskemotion » (GREQAM) est d'étudier le rôle des émotions dans les choix d'individus parmi des alternatives impliquant des événements catastrophiques. Comment les aspects émotionnels modifient l'évaluation des conséquences et la fonction de distorsion des probabilités ? L'heuristique de décision est-elle sensible à la charge émotionnelle véhiculée par les risques auxquels les individus sont confrontés ? Comment sont prises en compte les petites probabilités en situation répétée et dans un contexte émotionnel ? Peut-on modifier les comportements en jouant sur le rôle des émotions, par des effets de contexte, en jouant sur l'information apportée ou par les types de choix proposés ? Mieux comprendre le rôle des émotions dans la prise de décision apparaît comme un enjeu important pour appréhender les déterminants psychologiques sous-jacents des

comportements réels et éventuellement les contrôler pour guider les comportements vers des décisions plus rationnelles. Tout d'abord, l'introduction d'une variation du degré de catastrophisme de la conséquence valorisée de manière à identifier les valeurs de la fonction de pondération entre événements catastrophiques et non catastrophiques. Le travail empirique comprendra la collecte d'informations sur les comportements à risque de la part des individus enquêtés (loisirs, voyages, carrière professionnelle, études, placements financiers, vie de famille, relations avec les autres, santé...) et cherchera à les mettre en relation avec les choix observés impliquant les événements catastrophiques.

Ensuite, les consentements à payer des individus pour réduire leur risque d'exposition (aléas) ou se garantir contre ses conséquences (vulnérabilité) seront collectés dans des scénarios adaptés, et permettront d'évaluer combien l'individu est prêt à payer pour sa protection, qu'elle soit individuelle ou collective.

La contribution d'ECCOREV sera d'alimenter notre recherche par des discussions sur les caractéristiques des risques retenus dans les scénarios proposés aux individus enquêtés. Ainsi, les probabilités de survenue des aléas pointés ci-dessus pourront être intégrés aux scénarios élaborés. En particulier, les possibilités d'interdépendance - par un effet domino - entre la survenue d'aléas et ses implications sur la vulnérabilité des populations pourront être étudiées. Un tremblement de terre côtier impliquera non seulement des risques telluriques, mais également des risques de tsunami, des risques de type catastrophe industrielle (entreprise classées Seveso) ou écologique. Les impacts sur la population, tant sanitaires que socio-économiques, en seront d'autant plus grands, et dépendront en particulier de la fréquentation des zones concernées, donc de la période de l'année.

Cette recherche propose des applications opérationnelles concourant à la recherche de la meilleure gestion possible des risques naturels, en offrant un outil d'analyse plus adapté que le cadre usuel de l'espérance d'utilité. Une approche socioéconomique intégrée est proposée : formalisation théorique prenant en compte les émotions, mesure de leur influence sur les comportements face à des situations risquées, et consentements à payer pour réduire les aléas (probabilité de réalisation) ou les conséquences (vulnérabilité). En décomposant et analysant l'ensemble du processus de décision face à des choix impliquant des variations d'exposition aux risques de catastrophes naturelles, et en comprenant le rôle des émotions, nous cherchons à offrir au décideur (privé ou public) rationnel les moyens de réduire la vulnérabilité de la société aux événements catastrophiques.

2.2. Axe 2. Evolution et vulnérabilité des écosystèmes terrestres et aquatiques face aux changements globaux (A. Chanzy)

Face aux évolutions de fond dues au changement global, s'adapter devient une nécessité pour en atténuer les impacts négatifs voire en valoriser les effets positifs. Ces adaptations auront très probablement un coût social et économique fort qu'il conviendra de pouvoir évaluer et contrôler. Pour hiérarchiser les problèmes, il est important de pouvoir caractériser les facteurs de changement en les quantifiant, mais également en imaginant les scénarios possibles et leur probabilité de réalisation. Il faut ensuite pouvoir évaluer leur impact sur le milieu en tenant compte sa capacité d'adaptation naturelle et enfin disposer d'indicateurs pour mesurer et permettre d'alerter les sociétés sur l'évolution des écosystèmes. Pour mettre en place des mesures d'adaptation, il s'agit de déterminer les leviers d'action (usage des surfaces, les pratiques des solutions techniques) et leur impact. Il faut également pouvoir évaluer le temps de réponse des sociétés et des écosystèmes pour déterminer quand, avec quelles mesures d'accompagnement et à quel rythme les mesures d'adaptation peuvent être mises en place efficacement au sein des sociétés.

Les recherches menées dans l'axe ont pour objectifs :

- La compréhension et la modélisation du fonctionnement des écosystèmes terrestres et aquatiques en relation avec les contraintes climatiques, anthropiques et des incendies de forêt. Les travaux portent plus spécifiquement sur la biodiversité, les ressources hydriques (qualité, quantité) et leurs conséquences sur les écosystèmes, les sols et les milieux aquatiques. Ces travaux doivent permettre une analyse aux échelles spatio-temporelles pertinentes, l'identification de levier d'action et la mise au point de méthodologie de suivi des écosystèmes et d'analyse prospective.
- La mise au point de stratégie d'adaptation pour faire face aux évolutions prévisibles des contraintes du changement global en considérant à la fois les solutions biotechniques et les mesures d'accompagnement pour les acteurs. Ce point doit se faire en collaboration avec l'axe 4.

Le milieu méditerranéen est particulièrement touché par les différentes composantes des changements globaux (poussée démographique, urbanisation forte, déprises agricoles, évolution du climat) conduisant à une dégradation probable de la plupart des services écosystémiques. L'axe 2 est impliqué dans l'animation de plusieurs composantes du chantier Méditerranéen (voir 1.4) et la fédération de recherche jouera un rôle important dans le déploiement des opérations de recueil de données (mesures, archives) sur le territoire de la région PACA qui contient des sites pilotes de ces programmes. ECCOREV aura un rôle dans la mutualisation des données communes aux différents programmes.

Impact des changements globaux sur la végétation et les ressources hydriques en zone méditerranéenne : développement d'outils de suivi et de prévision sur un territoire régional et analyse rétrospective des changements

Ce thème se décline sur différents types d'écosystèmes et à différentes échelles spatio-temporelles. L'enjeu est de pouvoir apporter des connaissances sur le devenir des écosystèmes et d'apporter des connaissances pour favoriser leur gestion et optimiser les services écosystémiques. Les projets évoqués dans la suite sont des exemples de projets fédérateurs. Concernant les écosystèmes terrestres, le projet Vigie-MED a pour objectif de développer des outils permettant de prévoir et quantifier les effets du changement global sur la végétation et les ressources hydriques à l'échelle d'un territoire régional en milieu méditerranéen. Nous développerons dans le projet des indices pronostiques (IP) à mettre en œuvre dans le cadre de scénarii et des indicateurs diagnostiques (ID) basés sur des observables. Les IP et ID seront développées en considérant les caractéristiques de la dynamique de la végétation, les facteurs physiques (climat, sol, topographie, ressources hydriques), biotiques (caractéristique de la plante, auxiliaires des plantes, bio-agresseurs) et socio-techniques (occupation des territoires, pratiques). Ces outils seront confrontés sur des séries historiques des IP et ID jusqu'en 1950.

Concernant les écosystèmes aquatiques, on s'intéresse à des problèmes d'hydro-géo-écologie associée à la qualité des eaux de surface et à la restauration de la biodiversité, dans le cas d'écosystèmes lagunaires et littoraux. L'étude vise en particulier à comprendre les raisons de la régression des herbiers de zostères *Zostera noltii* (espèce protégée) sur les pourtours de l'étang de Berre. Cette régression serait due à la dynamique hydro-sédimentaire générée par les vagues de vent sur le système racinaire des herbiers, près du trait de côte. L'étude vise également à fournir des outils d'aide à la décision pour rendre efficace l'opération de recolonisation artificielle des herbiers engagée par le gestionnaire du site (densité critique de peuplement, repérage des zones les moins exposées, etc.).

Impact des changements globaux sur les propriétés des sols

Les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols sont impactées par les changements globaux. La modification des cycles humectation/dessiccation combinée à une hausse des températures peut engendrer des modifications de la structure des sols, l'activité biologiques ou les équilibres géochimiques. Des modifications peuvent être également engendrées par la gestion des surfaces (irrigation, épandage de résidus urbains et agricole...). Des projets transversaux ont récemment été soumis pour étudier les effets des changements globaux sur les communautés microbiennes des sols et leur fonctionnement dans deux environnements méditerranéens différents : en forêt et en agro-écosystème ; l'impact des pratiques sur la salinisation des sols ou encore les relations entre pédogénèse et propriétés de transferts. Concernant l'évolution des communautés microbiennes, l'accent sera mis sur i) les effets des stress hydriques et thermiques chez les microorganismes et l'étude de leur vulnérabilité, de leurs réponses adaptatives au sein de leurs environnements édaphiques variés et ii) les effets du stress hydrique dans les interactions plantes-microorganismes et leurs implications dans la dynamique des cycles du carbone et de l'azote des sols.

Interactions sciences de la société/sciences de la nature.

L'enjeu est de répondre de manière pertinente aux enjeux d'une gestion durables des écosystèmes dans un contexte de changement global. A titre d'exemple nous pouvons citer les travaux sur l'histoire des zones humides (UMR ESPACE) ou ceux portant sur la gestion de l'eau qui abordé à la fois selon des approches historiques (UMR ESPACE), sociologique (LPED), biologique (IMEP) ou biotechniques (EMMAH). Citons par ailleurs le projet HOMERE en cours de montage auquel participent le LAMM, le TELEMME et l'URFM, sur le thème: « De la gestion des ressources naturelles à la patrimonialisation : biodiversité savante et biodiversité populaire, quels savoirs, valeurs et échelles pour une gestion durable ? ». Ce projet interdisciplinaire propose une réflexion multi-site sur l'évolution de la biodiversité comme produit social historiquement construit, et sur le rôle particulier des différents savoirs et des savoir-faire dans ce processus de construction.

Structuration des sites de mesures

Les **sites de suivi des écosystèmes** de long terme : plusieurs sites de suivi local des écosystèmes (flux, biodiversité, écophysiologie) sont déployés sur la région PACA (Fontblanche, O3HP, Observatoire d'Avignon, réseau de mesure CRAU-CAMARGUE) et pilotés par les membres d'ECCOREV. Le regroupement de ces sites dans le cadre d'HYMEX est une première étape d'une mise en réseau pouvant avoir comme objectif une animation métrologique, une coordination des bases de données et une politique de labellisation [Zone atelier, ICOS (le site de Fontblanche étant déjà labellisé), SOERE ..].

La plaine de la CRAU : De nombreux projets scientifiques ont pour terrain d'étude la plaine de la CRAU qui d'un point écologique présente des écosystèmes remarquables et d'un point de vue hydrologique, une nappe où les usages interagissent. Celle-ci est en effet exploitée par les agglomérations en périphérie de la zone et est principalement alimentée par l'irrigation gravitaire avec les eaux de la Durance. Nous envisageons mettre en place une animation scientifique pour une information mutuelle des programmes de recherche en cours, une structuration des données acquises sur la zone et organisation du partenariat avec les acteurs locaux (gestionnaires de l'espace, élus, profession agricole) pouvant aboutir à une structure plus formelle de type GIS.

Etang de Berre : l'étang de Berre fait l'objet de certaines études scientifiques telles que celle sur la recolonisation d'herbier aquatiques. Par ailleurs, les pressions anthropiques s'exerçant sur cet espace et la modification du régime de rejet d'eau douce via le canal EDF font que d'importants changements devraient intervenir sur les écosystèmes aquatiques et littoraux. ECCOREV devrait être un lieu privilégié pour recenser, structurer les travaux de recherche et promouvoir de nouvelles actions de recherches.

Bassin versant de l'Arc provençal - Etang de Berre: en réponse à de nombreuses questions sur l'identité et la biodiversité fonctionnelles de cours d'eau provençaux, et sur leur problématique de gestion et la définition d'objectifs de gestion (nouveau S.A.G.E. Arc 13 ; Grand Site Sainte Victoire , Agence de l'Eau RM&C), un collectif scientifique Cemagref – IMEP s'était formé via deux programmes successifs, Aquagest et MEDAQUARIVE, pour appréhender le champ complexe de l'impact, sur la biologie des écosystèmes aquatiques, des polluants et des interactions entre flux agricoles et flux d'eaux épurées urbaines. Se greffent sur ces questions, le cadre de la variabilité climatique interannuelle méditerranéenne (assecs, pérennité d'écoulement), et la transformation du cadre hydroclimatique des contraintes naturelles (débits, températures) par suppression des assecs et /ou renforcement des niveaux d'étiage du fait des eaux résiduelles urbaines et des retours d'irrigation estivale. Face à un partenariat dispersé des collectivités locales (Syndicats de communes, département, région, agence de l'eau...) nous envisageons de mettre en place une animation scientifique autour des acquis obtenus, pour mieux structurer ce partenariat potentiellement très demandeur (i.e. objectifs DCE). L'ambition est de structurer un groupement scientifique d'acteurs susceptible d'apporter, via des recherches-actions adaptées aux contextes social et climatique, des solutions méthodologiques opérationnelles en matière de restauration / protection de ces systèmes écologiques mal connus des gestionnaires.

L'observatoire Durance : l'aménagement du bassin versant de la Durance (Durance, Verdon) est la clé de voute d'une évolution majeure depuis 50 ans des contextes socio-économiques et environnementaux d'une grande partie de la région PACA. Porté par le SMAVD², et soutenu par la sphère politique, un Observatoire Durance est désormais en place, et il entend monter progressivement en puissance pour pérenniser du suivi long terme dans une problématique de gestion. Nous envisageons un projet de partenariat mobilisant l'offre interdisciplinaire de notre fédération sur les tendances évolutives du milieu et les questions d'évaluation des pratiques actuelles de gestion auxquelles doit se soumettre EDF. A minima le premier niveau visé de l'interdisciplinarité est celui de la dynamique fluviale et de l'écologie des peuplements (transparence sédimentaire inter-ouvrages, limitation des apports d'eau douce et sédimentaires à l'étang de Berre , surverses à Mallemort).

Connexion avec les pôles de compétitivité

Le projet Astuce et TIC a été labellisé par le pôle de compétitivité Risque. Le projet vise le développement d'une plateforme de modélisation permettant aux collectivités locales de mettre en place des politiques d'aménagements des territoires en préservant les actifs environnementaux. Ce projet se fait en partenariat avec France Télécom, le bureau d'étude G2C et la société MEEDSA. Le partenariat permettra une diffusion internationale de résultat qui devrait particulièrement intéresser les villes du pourtour méditerranéen, d'Afrique et d'Inde.

2.3. Axe 3. Ecodynamique et toxicologie environnementale (W. Achouak)

Lors de la création d'ECCOREV, l'axe 3 était composé de plusieurs projets indépendants avec une diversité de thèmes abordés et de compétences spécifiques dans chaque équipe. Depuis, cet axe d'ECCOREV a fédéré de nouvelles équipes autour de projets pluridisciplinaires. Les différentes compétences dans le domaine de l'écotoxicologie et de la génotoxicité allant de la géochimie à la microbiologie, avec des études d'impact sur le vivant à l'échelle moléculaire, ont été mises à contribution et se sont concrétisées pas des projets communs financés par exemple par des programmes tels que EC2CO (CNRS), l'ANR et l'Europe.

Les appels d'offre internes d'ECCOREV, ainsi que les tables rondes organisées par l'axe, ont permis la rencontre de chercheurs de divers horizons et l'initiation de projets communs. Les projets les plus fédérateurs concernent essentiellement les travaux sur le devenir et l'impact de **nanomatériaux** et plus récemment le **bisphénol**, ainsi que des études d'écotoxicologie sur des sites comme l'**étang de Berre** et **Tchernobyl**.

Nos objectifs sont toujours d'étudier l'écodynamique de toxiques, leur devenir dans différents écosystèmes, à déterminer leur mode de transfert, leur impact sur le vivant, leur biotransformation et les réponses adaptatives des différents organismes vivants face à des toxiques avérés ou pour lesquels l'enjeu est d'évaluer leur toxicité (nanomatériaux).

Ecotoxicologie et génotoxicité des sédiments de l'étang de Berre

Le projet BERTOX associe le CEREGE, le LBME et l'IMEP autour du transfert de polluants inorganiques dans les eaux et sédiments de l'étang de Berre. Le couplage des réponses des organismes vivants à une étude méticuleuse des mécanismes bio-physico-chimiques de transformation des polluants permet de mieux appréhender le risque réel de la contamination pour les écosystèmes. Il s'agit de coupler des expérimentations sur site avec des expériences de laboratoire. Pour ces dernières le développement de mésocosmes et/ou

² Syndicat Mixte d'Aménagement du Val de Durance »

microcosmes devient prioritaire.

Ce projet est une continuité des travaux mentionnés dans le bilan sur l'étang de Berre, et vise à améliorer la connaissance des liens entre contaminants, dynamiques biogéochimiques des sédiments et impacts sur la macro- et microfaune benthique ainsi que les herbiers par une approche de terrain intégrant les échelles spatio-temporelles de sédiments côtiers. Développé sur deux sites d'une lagune Méditerranéenne impactée dès les années 1950 par des apports de contaminants et sur un site témoin donnant accès au pool régional d'espèces (ainsi qu'à une des dernières zones de développement de *Zostera noltii*) ce programme a pour objectifs de :

1) Définir, grâce à un suivi saisonnier, les interactions entre les dynamiques des communautés macrofaunistiques et microbiennes du sédiment ainsi que les herbiers, les facteurs physico-chimiques des eaux porales (oxygène, redox, pH, nutriments, ETM) et les gradients verticaux de sédimentation et de bioturbation.

2) Préciser l'influence de contaminants présents dans le sédiment (HAPs, PCBs, ETM) sur ces interactions et dynamiques en étudiant : 1) l'influence de la diversité taxonomique et fonctionnelle des microorganismes sur la biodisponibilité et la toxicité des sédiments 2) la santé et l'aptitude (fitness) d'espèces sentinelles de la macrofaune ; 3) la spéciation et disponibilité de ces contaminants ; 4) l'évolution de différents biomarqueurs de dommage et de défense et 5) l'activité génotoxique des sédiments.

Un des attendus de cette étude est de comprendre en quoi les caractéristiques physico-chimiques et/ou la présence de contaminants dans des sédiments constituent un frein à sa colonisation par la macrofaune et les herbiers, en prenant en compte leurs interactions directes ou indirectes avec la diversité et les activités de biotransformation des contaminants par les microorganismes.

Impact environnemental des nanotechnologies

Les études concernant les impacts environnementaux des nanotechnologies représentent une action clairement identifiée de l'axe 3 d'ECCOREV. Comme indiqué dans le bilan quadriennal, l'IFR 112 PMSE puis la FR ECCOREV ont permis de structurer un groupe de laboratoires au niveau régional qui possèdent désormais une visibilité internationale (mise en place d'un GDR international franco-américain (iCEINT), participation à des comités d'experts Européens (ENPRA)...). Les actions réalisées, qui revêtaient un caractère pionnier il y a 4 ou 5 ans, ont permis de mieux appréhender le comportement environnemental et les effets biologiques de nanoparticules de synthèse (cf. bibliographie du bilan). Les actions récemment engagées et à venir vont tenir compte plus fortement des contextes de développement des nanomatériaux. En effet, l'évaluation de l'impact environnemental des nanotechnologies nécessite de mieux définir les conditions d'exposition (transfert et transformation) et les effets toxiques et écotoxiques. En ce qui concerne les aspects d'exposition, la littérature aborde principalement la question de dispersion de nanoparticules de synthèses telles que dioxyde de métaux (titane, cérium...), C60, nanotubes de carbone... Mais dans de nombreux cas les nanoparticules sont modifiées avant d'être incorporées dans les nanomatériaux. Comme indiqué dans le bilan, l'exemple des nano-composites de TiO₂ illustre bien la forte modification des nanoparticules de TiO₂ utilisées comme filtre UV. En effet, la couche protectrice d'AlOOH encapsulant le cœur de TiO₂ modifie fortement leur caractère toxique.

Ainsi pour les 4 années à venir les partenaires ont décidé de focaliser leurs actions sur l'impact des nanotechnologies en tenant compte du cycle de vie des nanomatériaux. Il s'agit entre autres de développer des méthodologies de vieillissements, d'altération des nanomatériaux en tenant compte de leurs conditions d'utilisation (enceintes climatiques pour les lazures incorporant des nanoparticules, digestion *in vitro* pour simuler la bioaccessibilité...). Le projet européen NEPHH incluant 4 laboratoires d'ECCOREV a débuté en octobre 2009 sur les nanomatériaux incorporant des nanoparticules de silice. Lors du « joint CASG Nano & ENPRA Workshop » (14-15 avril 2010 ISPRA, Italie), il est clairement apparu qu'il s'agissait du premier projet prenant en compte les effets de la dégradation des nanomatériaux. Au niveau national, ces quatre mêmes laboratoires (CEREGE, IMEP, IBEB/SBTN, LBME) ont débuté en février 2010, un projet similaire sur les nanomatériaux incorporant des nanoparticules de cérium et d'argent (projet ImpecNano, financement post-Grenelle, INERIS).

Même si le relargage de nanoparticules issues des nanomatériaux et des nanotechnologies ne fait aucun doute à l'échelle des années à venir, peu d'études ont toutefois réussi à quantifier leur concentration dans le milieu naturel. Ainsi un des objectifs d'ECCOREV visera à essayer de détecter dans les milieux naturels et proches des sites de production leur présence. Un projet exploratoire ECCOREV vient d'être accepté pour financement et visera, sur le site de l'OHM de Gardanne-Rousset, à analyser les eaux et les sédiments de la rivière traversant le site technologique de Rousset (projet Nanodepot, CEREGE, LMMPP).

Dans le cadre des nanotechnologies et pour développer un modèle de risque réaliste, outre la transformation et le cycle de vie des nanomatériaux, il est crucial d'intégrer le comportement des nanoparticules et résidus à l'échelle d'un écosystème. Le projet Mesonnet déposé auprès de l'ANR P2N a été accepté (CEREGE, IBEB/LEMIRE, IMEP, ...). Il permettra de mettre en place des mésocosmes 'ajustables' pour des écosystème aquatiques. Il s'agirait de reproduire le plus fidèlement possible le comportement de nanoparticules dans un milieu complexe (même si encore modèle) pour lequel il n'existe que très peu de données.

Qu'il s'agisse de résidus de nanoparticules ou de polluants métalliques, l'impact environnemental passe par une meilleure connaissance de l'exposition. A l'heure actuelle la majorité des études vise à étudier l'impact direct des organismes vis-à-vis des polluants. Or le transfert trophique peut aboutir à des transformations des contaminants

et ainsi modifier l'exposition réelle des organismes vivants dans les écosystèmes. ECCOREV a permis de rapprocher des équipes de biologistes et de géochimistes et de pouvoir envisager des telles études.

Impact des radionucléides sur la structure des communautés bactériennes

Dans le cadre d'une collaboration entre le Laboratoire des Interactions Protéine Métal (iBEB, CEA Cadarache) et le Laboratoire de Radioécologie et d'Écotoxicologie de l'IRSN (Cadarache), mais également avec l'UMR 5084 (CNAB Bordeaux), l'UMR 1219 de l'Institut Polytechnique de Bordeaux et l'UMR 6543 de l'Université de Nice comme partenaires, nous poursuivrons l'analyse des populations bactériennes de la fosse T-22 de la plateforme de Tchernobyl. Cette plateforme contient les déchets de décontamination de la forêt Rousse soumise aux retombées de particules de combustible expulsées du réacteur n°4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl lors de l'explosion du 26 avril 1986.

Les microorganismes présents dans les sols et les eaux jouent un rôle majeur dans la modification de la spéciation des métaux et radionucléides et influencent ainsi la biodisponibilité et/ou la migration de radionucléides dans l'environnement. Il s'agit d'évaluer le rôle potentiel de ces microorganismes dans la migration des radionucléides vers la nappe phréatique.

L'effet des radionucléides sur les communautés bactériennes a été analysé par des approches moléculaires et une collection de bactéries cultivables constituée. Dans les prochaines années, les interactions entre ces microorganismes et les radionucléides majeurs présents sur le site (Cs, Sr, U) seront analysées. Les espèces bactériennes capables de concentrer ces radionucléides seront sélectionnées pour une analyse des mécanismes de chélation au niveau moléculaire. Ce projet est soutenu par le GNR Trasse. Il bénéficiera d'une thèse (à partir d'octobre 2010) financée par l'IRSN.

Transporteurs de radionucléides chez les plantes

Les travaux menés au LEMS (Laboratoire des Echanges Membranaires et Signalisation, IBEB, CEA Cadarache) visent à déterminer l'impact de transporteurs membranaires sur l'accumulation et la détoxification de métaux toxiques, principalement le cadmium, dans les organismes vivants. Leur activité est centrée sur deux familles de transporteurs, P1B-ATPases et les protéines ABC sur le modèle plante (*Arabidopsis thaliana*) et levure (*Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces cerevisiae*). Les travaux menés à l'IRSN (Cadarache) sont centrés sur le devenir de radionucléides dans le sol. Ces deux équipes conduisent un projet commun sur l'identification de transporteurs impliqués dans l'accumulation des radionucléides par les plantes. Il s'agit dans un premier temps de mesurer les coefficients de transfert sol-plante de radionucléides sur des plantes ayant poussé sur des sols contaminés de Tchernobyl. Par la suite une approche de génétique inverse sera mise en place pour tenter d'identifier les transporteurs responsables en ciblant des transporteurs impliqués dans la nutrition minérale. Ainsi pour le projet quadriennal il s'agira de fédérer au mieux les moyens et demandes afin de se doter d'outils expérimentaux capables de reproduire des mini-écosystèmes aquatiques en parallèle de la plateforme phytotechnologie de Cadarache (GRAP, label IBISA) pour les écosystèmes terrestres.

Bisphenol A et Altération de la Spermatogénèse

Ce projet financé lors de la dernière campagne d'AOI ECCOREV, associe une équipe de la Timone (LBME) et une équipe de l'iBEB (SBTN, Marcoule). Il a pour but d'étudier les effets nocifs et les mécanismes d'action du bisphénol A (BPA), un polluant environnemental utilisé dans l'industrie du plastique et suspecté d'être un perturbateur endocrinien, sur la spermatogénèse et la cancérogenèse. Pour ce faire, les proposants utiliseront un modèle original *ex vivo* validé (coculture de cellules testiculaires germinales et de cellules de Sertoli chez le rat) et étudieront les étapes clefs de la spermatogénèse en alliant analyse physiologique et l'étude des modifications de l'expression des transcrits (transcriptomique) sous l'effet du BPA. Cette étude devrait faire émerger des gènes/protéines altérés par le BPA susceptibles de servir de support de tests pour des puces ADN dédiées à la toxicologie. Ce partenariat n'a que très rarement été mis en œuvre en toxicologie de la reproduction entre physiologiste, cytobiologiste et toxicologue, et jamais sur le BPA.

2.4. Axe 4. Ecotechnologie et développement durable (N. Roche, J.C. Sigoillot)

L'émergence de l'écotechnologie nécessite des efforts importants en recherche associant des chercheurs de diverses disciplines. L'objectif de l'axe 4 d'ECCOREV est de créer une synergie entre biologistes, physico-chimistes, spécialistes des procédés, sociologues et économistes dans le but de favoriser l'émergence de technologies de rupture limitant la pression de l'Homme sur l'environnement et d'en prévoir les effets socio-économiques. A la lecture des travaux récemment menés et mis en place dans cet axe de la fédération de recherche, on peut répartir les principales perspectives sur 3 axes :

- la caractérisation, la mesure et le suivi des polluants
- le traitement de la pollution, le recyclage et la valorisation
- les voies nouvelles de production de biocarburants respectueuses de l'environnement

Enfin, au cours de prochain quadriennal, nous souhaitons que dans l'axe 4 d'ECCOREV, soit mis en place, par une équipe de SHS, un axe de recherche sur les notions d'acceptabilité sociétales des écotechnologies et des nouveaux procédés développés. La mise en place de cet axe en est au recensement et à l'identification de

partenaires potentiels qui s'impliqueront dans l'animation de cette problématique.

Les travaux de recherches menés dans cet axe 4 sont, pour la plupart, réalisés en appui de ou en coordination avec les stratégies de recherches des pôles de compétitivité implantés en région PACA : Risques et Vulnérabilités des Territoires, Cap-Energies, Trimatec, Pôle Eau (nouveau pôle de compétitivité labellisé en 2010)

Caractérisation, mesure et suivi des polluants

Malgré les progrès réalisés sur les moyens de séparation et de pré-concentration, sur les nouveaux instruments de mesure, sur les techniques de spectroscopie, malgré les innovations proposées dans la miniaturisation et la rapidité des mesures, les besoins en contrôle, évaluation et analyse sont cependant encore loin d'être satisfaits.

Les objectifs sont ici de développer de nouvelles méthodes analytiques innovantes pour la détection et la quantification des contaminants afin de suivre leur devenir dans les écosystèmes, de mesurer les expositions et d'évaluer leur impact dans l'environnement. Ces développements concerneront à la fois la mise au point de couplages de techniques innovantes permettant de détecter les faibles concentrations et de réaliser la spéciation des contaminants chimiques, mais aussi l'élaboration de capteurs chimiques ou biochimiques permettant de suivre directement sur site les niveaux de contamination des milieux.

Développements analytiques :

La compréhension de la dynamique des contaminants organiques et minéraux nécessite le développement de procédures analytiques toujours plus performantes, permettant de déterminer les traces et ultra-traces dans différents types de milieux. Les développements analytiques doivent se concentrer à la fois sur les étapes de pré-concentration et d'extraction des composés, mais également sur les étapes de séparation et de détection.

Les composés cibles traités en priorité concernent les composés organiques polaires (pesticides et contaminants « émergents »), les détergents (Linear Alkyl Benzene Sulphonates) ainsi que les éléments traces métalliques. Les avancées attendues concernent le développement de membranes et de résines spécifiques des contaminants ciblés, permettant une meilleure spéciation et des niveaux de détection plus bas, ainsi que la mise au point de protocoles analytiques couplant les techniques chromatographiques (GC/HPLC) avec des systèmes de détection spécifiques et performants (ECD, MSn, ...).

Les équipes impliquées dans cet axe se focaliseront sur des sites ateliers de la Région (Calanques et littoral méditerranéen, Rhône et Durance, OHM Bassin minier de Gardanne, Camargue, ...).

Elaboration de capteurs :

La mise au point de capteurs permettant l'analyse des contaminants au sein des systèmes naturels mais également au sein même des processus industriels sont également une des priorités de cet axe. Le développement de tels capteurs permet de suivre les processus de transformation chimique au sein des réacteurs industriels ou dans les rejets d'effluents (chimie préventive), dans les sites et sols anthropisés (sites industriels ou agricoles) et permettent également de suivre sur site l'efficacité des techniques de remédiation mises en œuvre (chimie curative). L'autre intérêt de développer des outils d'analyse sur site réside dans la possibilité de mesurer les contaminants sans risquer de les dénaturer ou de les transformer, en s'affranchissant de toute la procédure d'échantillonnage. Il ne faut également pas négliger les différentes réglementations qui imposent aujourd'hui des fréquences d'analyse de plus en plus importantes.

La toxicité environnementale étant très souvent corrélée à la teneur et à la nature des micropolluants, les outils développés doivent être sensibles, spécifiques et robustes. Leur simplicité d'utilisation et leur faible coût doit permettre de multiplier le nombre d'analyses, permettant entre autres, de fiabiliser les résultats ; c'est pourquoi, les études utiliseront des méthodes de détections basées sur l'exploitation du signal dans le domaine de l'UV/VIS et du PIR et MIR.

Les méthodes d'analyse développées reposent sur une détermination en trois étapes comprenant i) une étape de prétraitement de l'échantillon, ii) une étape de formation d'un chromophore et iii) une détection spectrale. Toutes ces procédures font l'objet de recherches fondamentales spécifiques. L'ensemble de ces étapes de détermination des contaminants est menée en flux (par FIA, SIA, MSFIA, MPFS) ou en batch (développement de kits microplaques pour les analyses de terrain). Ces systèmes permettent d'instrumenter des sites d'études, mais ont également de nombreux débouchés industriels.

On peut noter aussi la mise en place de recherches sur l'étude de l'impact des contaminants sur l'écosystème durancien par une approche d'écotoxicogénomique. L'étude mis en place porte sur un couplage d'une démarche chimique d'étude des contaminants et de leurs métabolites et une étude de génomique sur deux espèces de poissons et leurs prédateurs.

Traitement de la pollution, le recyclage et la valorisation

L'essentiel du marché des éco-industries est actuellement occupé par les technologies de traitement de l'eau, des gaz, des sols et des milieux marins. Ces technologies, qu'elles soient biologiques, chimiques, ou physiques ont fait d'importantes avancées ces dernières années tout aussi bien du point de vue de leurs performances, que de celui de leur efficacité énergétique et de leur optimisation économique. Il est donc important de pouvoir continuer de

développer ces technologies en proposant des approches innovantes par des travaux à l'interface des biotechnologies, de la physico-chimie et des nanosciences telles que : (1) le couplage et la combinaison de traitements, (2) le traitement de polluants spécifiques ou émergents, (3) la valorisation des déchets par une augmentation sensible de leur recyclabilité.

Du point de vue du traitement biologique des polluants contenus dans les eaux usées, on peut mettre en avant deux voies :

- Le traitement d'effluents spécifiques ou de polluants émergents dans des procédés performants et compacts tels que les bioréacteurs à membranes. En effet pour traiter au mieux ces effluents ou ces polluants il faut pouvoir maîtriser parfaitement les conditions de milieu et de fonctionnement des procédés d'épuration afin de permettre à des microflores spécifiques et adaptées de se développer, de se mettre en place et de se stabiliser. A cet effet, les bioréacteurs à membranes ont montrés toutes leur potentialités dans ce but, qu'ils soient aérobies, anoxiques ou anaérobies, il est donc nécessaire d'approfondir des recherches dans ce sens.

- Les traitements physiques et/ou physico-chimiques offrent aussi des possibilités intéressantes et originales de traitement des pollutions. On peut citer, à cet effet, toute l'importance des travaux liés à l'utilisation de nanotechnologies dans le domaine de la dépollution, in situ, de milieux confinés. Il est en effet intéressant et très prometteur de pouvoir synthétiser en surfaces des nanoparticules spécifiques, pour ensuite les faire migrer vers les zones polluées où les réactions des dégradations des polluants pourront se mettre en place. Il en est de même pour le développement toujours important des procédés membranaires dans le domaine du traitement des effluents gazeux et liquides. Sur ce point, on peut noter aussi l'importance de développer et mettre au point des procédés de traitement des eaux moins consommateurs d'énergie.

La valorisation des déchets ou des produits en fin de vie nécessitera une vraie révolution des esprits et des approches industrielles impliquant un changement de paradigme dans la démarche de production. Un des enjeux est de les utiliser en tant que matières premières secondaires. Les boues de stations d'épurations sont caractérisées, par de grandes quantités produites, une composition complexe et des potentialités énergétiques fortes. Les travaux menés dans le cadre d'ECCOREV ont mis en évidence tout l'intérêt de l'utilisation de procédés de gazéification thermiques pour valorisation ces déchets.

Les procédés d'oxydation en voie humide et hydrothermale sont particulièrement concernés pour le traitement et la valorisation d'effluents industriels spécifiques contenant des molécules réfractaires aux traitements classiques. L'originalité des travaux menés est de développer une approche complémentaire « procédés et intégration énergétique des procédés ». Il s'agit dans ce cadre d'effectuer et d'intégrer des analyses énergétiques et exergétiques des procédés dans une démarche globale et complète d'Analyse de Cycle de Vie Produit/Procédé.

Voies nouvelles de production de biocarburants respectueuses de l'environnement

L'objectif général de cet axe est de lever les verrous technologiques pour l'utilisation optimisée des agro-ressources, en particulier des plantes et les déchets urbains « secs » majoritairement constitués de fibres d'origine végétale. On peut citer à cet effet les travaux menés sur la production de biocarburants à partir de microalgues et sur l'hydrolyse sélective enzymatique des ligno-celluloses en produits aisément valorisables.

Les lignocelluloses, qu'elles proviennent de directement de la plante ou qu'elles rentrent dans la composition des déchets urbains ménagers ou industriels (déchets « verts », vieux papiers,...), représentent une source potentielle de produits à haute valeur ajoutée dans le domaine de l'énergie renouvelable et plus généralement de la chimie verte.

Les projets en cours ou soumis :

- ANR : SHAMASH, ALGOH2, DIVHYDO, NANOFREZES, AQUANANO, ORLA, ECLAIR, MARSECO, THAVA
- FUI : SALINALGUE
- 7th PCRD "Marie Curie" : INORGASS
- Région PACA : BIOCIME, BLUE_GENES

2.5. Axe transversal T1. Observatoire Hommes-Milieus Bassin minier de Provence (P. Batteau, O. Radakovitch, S. Daviet, S. Robert)

Perspectives scientifiques

Dans la continuité des travaux engagés depuis 2008, les chantiers à venir doivent s'inscrire dans les perspectives suivantes :

- poursuivre la caractérisation (actuelle et passée) des milieux et du territoire,
- continuer la description de « l'héritage minier » : infrastructures passées et actuelles, urbanisme, peuplement, etc,
- continuer l'appréhension des perceptions et représentations du cadre de vie et de la qualité environnementale,
- développer une approche des questions de santé, en rapport avec le passé minier et en lien avec les pollutions actuelles,

- poursuivre la description et l'étude des logiques d'acteurs (habitants, élus, entreprises, *etc.*) en rapport avec les questions environnementales,
- caractériser les composantes et le fonctionnement de la gouvernance locale.

Ces objectifs impliquent l'investissement simultané de disciplines complémentaires devant, autant que possible, développer leurs travaux en concertation. Il appartient donc à l'OHM de créer les conditions d'émergence de projets communs à plusieurs unités de recherche.

Structuration et coordination

Pour atteindre ses objectifs scientifiques, l'OHM met en œuvre plusieurs actions. Pour la plupart, celles-ci relèvent de l'animation du réseau des partenaires (équipes scientifiques, collectivités locales, industriels, agences décentralisées de l'Etat) et de la construction de l'Observatoire en tant que tel.

Par le biais de l'appel à propositions de recherche (APR), lancé chaque année, l'OHM crée l'opportunité pour les différentes équipes de définir ensemble des projets d'études en rapport avec le cadre problématique défini sur le territoire du bassin minier, conçu ici comme « objet d'étude commun ». Les chercheurs lauréats de l'APR se retrouvent au cours de séminaires de présentation et de restitution des études. Cette « méthode » a d'ores et déjà porté ses fruits, puisque trois actions de recherche impliquant plusieurs équipes sont actuellement en cours (TERRIL, UQUALISOL-ZU et PACTES-BMP), dont deux sont sur financement externe à l'OHM ou à ECCOREV (MEEDDM, programme GESSOL pour l'un ; AFSSET/ADEME, programme santé-environnement-travail, pour l'autre). Cette voie doit être confortée à l'avenir.

Depuis 2008, la constitution progressive d'une base de données géo-référencées, pilotée par un SIG, permet de jeter les bases d'une infrastructure de données de recherche sur le territoire d'étude. Cet outil fondamental facilite le rapprochement des chercheurs et ouvre la voie à des collaborations de recherche pour plusieurs raisons. Il implique le recours à un modèle unique de représentation de l'information. Il permet le croisement et le recoupement des données collectées. Il favorise et incite à la construction commune de l'information. Il étaye les processus de recherche et il permet une connaissance commune de l'environnement sur le territoire. Pour conforter l'usage du SIG et créer une culture collective autour de cet outil, l'OHM continuera de proposer une formation aux SIG (voir section 4.18).

Par ailleurs, le renforcement des collaborations entre chercheurs et partenaires de l'OHM passant par le recours à des outils communs, il est envisagé le portage sur l'Internet des bases de données déjà constituées, avec notamment la création d'un « géoportail » scientifique propre à l'Observatoire. Cet équipement, dont les contours sont en cours de définition, est pensé comme outil collaboratif, avec accès différenciés, selon les projets et les catégories d'utilisateurs. Il constitue un chantier important des années à venir, simultanément à la création d'un catalogue des données scientifiques collectées et gérées par l'Observatoire.

La structuration et la coordination des activités au sein de l'OHM passent enfin par le développement et l'entretien d'un réseau constitué de différents partenaires. Depuis deux ans, de nombreuses institutions et équipes de recherche ont été approchées et informées des objectifs de l'Observatoire. Plusieurs ont rejoint le réseau, mais beaucoup restent encore à contacter. Un effort spécifique doit donc être envisagé en matière de communication et d'animation du réseau. A cet effet, un programme de rencontres des différents acteurs jusqu'à maintenant peu ou pas impliqués dans le réseau pourrait être établi et des ateliers d'échanges organisés. Le bulletin OHM-info doit être maintenu mais dynamisé par un système de mailing efficace et dynamique. Le site Internet, pour l'heure statique, devra évoluer vers un véritable portail dynamique, sur la base d'un CMS (système de gestion de contenus), auquel plusieurs rédacteurs pourront contribuer. Le recrutement d'un IE « bases de données » à ECCOREV en juin 2010 permet d'envisager cette perspective.

Connexions

La vitalité de l'OHM repose sur la mise en réseau d'acteurs de la recherche et de la société. Cet effort est effectué au sein même de l'Observatoire, mais également en direction de l'extérieur. Deux orientations principales ont été suivies jusqu'à maintenant et devront être maintenues.

Participation à la mise en place du Réseau des OHM de l'INEE du CNRS.

L'OHM bassin minier de Provence est le premier observatoire du genre à avoir été créé par l'INEE (en octobre 2007). Depuis, quatre autres OHM ont vu le jour : Guyane-Oyapock, Pyrénées Haut-Videssos, Tèssékéré Grande Muraille Verte (Sénégal) et Esterreja (Portugal). D'autres sont à l'étude dans l'Arctique (Baker Lake, Canada), en Inde (Kahao) et à Madagascar. Si les conditions sont différentes du point de vue des interactions hommes-milieus, les initiateurs de ces OHM souhaitent travailler en coordination afin de partager les apports méthodologiques de chaque observatoire, d'une part, et pour développer en commun des outils de stockage et de mise à disposition de données, d'autre part. La constitution d'un Réseau des OHM (ROHM) a été engagée lors d'une première réunion à Paris en mars 2010. L'OHM bassin minier de Provence s'est porté candidat pour l'organisation d'un séminaire de deux jours pour poursuivre cet effort de structuration du ROHM. Il a eu lieu à Aix-en-Provence en juin 2010 et il est immanquablement un jalon important de la création d'une communauté de recherche autour des interactions hommes-milieus. L'OHM continuera à s'impliquer dans l'animation de ce réseau.

Insertion dans d'autres communautés de recherche

Outre le ROHM, l'OHM s'est impliqué dans d'autres communautés de recherche. En mars 2009, il s'est porté partenaire de l'Atelier « Mines en milieux fragiles » organisés par l'INSU, l'INEE, l'IRD et le Ministère des ressources naturelles du Québec. En mars 2010, il a co-organisé avec l'ADEME et le MEEDDM le séminaire de lancement du programme de recherche GESSOL 3. Ces deux actions rendent compte de la volonté de positionner l'Observatoire sur des champs de recherche en phase avec la problématique environnementale du bassin minier de Provence. Les résultats escomptés sont l'amélioration de la visibilité de l'OHM avec mise en avant de l'effort de structuration des recherches, des partenariats entre scientifiques et partenaires locaux, et des outils à disposition des chercheurs (au premier rang desquels on peut citer le SIG et la base de données). L'accueil de séminaires et de colloques de ce type devra donc être reconduit à l'avenir.

2.6. Axe transversal T2: Méthodes de représentation et d'évaluation du risque (E. Chojnacki)

L'évaluation d'un risque industriel, environnemental ou sanitaire est un problème scientifique complexe. En effet, la caractérisation d'un risque fait intervenir un nombre important de données qu'il est souvent impossible de connaître parfaitement. Ceci est particulièrement vrai dans le domaine de l'environnement ou de son interaction avec l'homme. Aussi, l'évaluation du risque est une préoccupation majeure que l'on retrouve dans les différents axes de la fédération de recherche ECCOREV. Pour faire en sorte que l'évaluation du risque soit à la fois rigoureuse et transparente, le développement de méthodes formelles de représentation et de traitement des connaissances s'avère nécessaire. De plus, la formalisation se révèle souvent être un support efficace pour faciliter les échanges interdisciplinaires. Cependant le recours à des outils de représentation et de traitement de la connaissance nécessite des connaissances en mathématiques qui ne sont pas toujours accessibles à l'ensemble des chercheurs participant à la fédération ECCOREV. C'est pourquoi, cet axe aura dans les quatre prochaines années pour objectif principal de soutenir et fédérer la R&D relative aux méthodes de représentations, de traitement et de synthèse de l'information menée notamment au travers des différents axes fondateurs d'ECCOREV.

Aussi, nous proposons d'articuler les travaux futurs de cet axe transversal autour de trois thèmes :

La participation à projets

L'évaluation du risque est souvent comprise comme une science exacte puisqu'elle se réfère à des normes précises. Cependant, si on regarde au-delà de la réglementation ou les raisons qui ont conduit et justifient la réglementation, on s'aperçoit que l'évaluation d'un risque est davantage une projection de nos connaissances relatives à la vraisemblance et aux conséquences d'un événement qu'une grandeur intrinsèque propre à cet événement. Evaluer un risque apparaît dès lors comme une mesure subjective de notre perception du risque associé à un événement redouté et non plus comme une mesure métrologique de cet événement. Une finalité commune aux différents axes d'ECCOREV est de produire une recherche finalisée qui puisse aider les acteurs de la décision ou plus généralement de la société à proposer des stratégies de prévention ou de réduction du risque. Ainsi par exemple, le projet ADAGE piloté par le CEMAGREF (axe 1) pose le problème de la modélisation de la connaissance « expert » pour évaluer un risque. De même, l'ANR « Riskemotion » portée par le GREQAM (axe 1) étudie la prise en compte des émotions face à des événements catastrophiques. Enfin, la complexité des sciences du vivant ou de la terre ainsi que l'émergence de questions scientifiques ouvertes (dangerosité des nanoparticules, réchauffement climatique, choix d'énergies alternatives ...) sont telles qu'il ne pourra y être apporté une réponse définitive. Les outils mathématiques de formalisation de la connaissance et du raisonnement ont alors pour intérêt d'apporter une rigueur scientifique aux réponses possibles. La participation ou simplement le suivi de la recherche menée par les différents axes structurants d'ECCOREV permettra d'enrichir la R&D de cet axe sur ce sujet.

Nous proposons de structurer cette recherche, en fonction de son apport sur les modèles de représentation et de propagation de l'information, ainsi que sur l'identification de critères permettant de valider ces modèles.

Beaucoup d'analyses de risque ont montré que les probabilités classiques ne permettent pas de représenter et de traiter fidèlement la connaissance disponible (cf la difficulté à distinguer les notions d'ambiguïté et d'incertitude rendue célèbre par le paradoxe d'Ellsberg). Aussi de nombreuses théories alternatives : la théorie des possibilités, la théorie de Dempster-Shafer, la théorie des probabilités imprécises ont été proposées pour répondre à ce besoin. Avec l'émergence de ces théories sont apparues de nouvelles difficultés relatives à l'élicitation des connaissances et à leur modélisation numérique, aux différentes interprétations des notions d'indépendance et de conditionnement.

Les modèles utilisés en évaluation de risque sont de plus en plus élaborés et conséquemment exigeants en informations. Pour alimenter ces modèles, il faut recourir à différentes sources d'informations de nature et qualité variables. Les développements menés autour de ce thème porteront sur les modèles et méthodes permettant d'évaluer l'impact de ces connaissances imparfaites sur les résultats obtenus et le niveau de confiance associé.

La validation d'un modèle en sciences est toujours une question difficile, cependant en analyse de risque elle l'est encore plus. En effet, en évaluation du risque, deux analystes confrontés au même problème et aux mêmes connaissances peuvent structurer différemment leurs modèles de risque. Par exemple, l'un aura pu prendre en compte une variable ignorée dans une autre version du modèle, ou encore aura pu considérer comme

indépendantes deux variables qu'un autre aura reliées. De plus comme nous l'avons rappelé, une évaluation de risque ne repose pas nécessairement sur une réalité objective, il est donc encore plus important de disposer de critères permettant de juger la qualité des modèles utilisés.

La formation et la communication scientifique

La fédération ECCOREV regroupe un ensemble de chercheurs appartenant à un champ très vaste de disciplines et vise à faire émerger des collaborations au travers des thématiques étudiées. La participation à l'organisation de journées de formation et de communication est un excellent moyen de favoriser les rencontres et échanges entre chercheurs de disciplines différentes. Dans ce cadre, nous proposons de continuer à participer chaque année à des journées de formation sur les statistiques, de faire des présentations orientés « risque » lors de journées thématiques telle que la future journée sur les biomarqueurs et les bioindicateurs. Nous prévoyons également d'organiser une journée spécifique aux méthodes de représentation et de traitement de l'information dans laquelle différents chercheurs présenteraient les problèmes qu'ils ont rencontrés dans leurs disciplines.

La valorisation

Il est important que les développements en termes de méthodologie d'analyse du risque puissent être pérennisés et partagés au sein de la fédération ECCOREV. La mise au point d'outils logiciels pour évaluer un risque répondrait à ces deux objectifs. C'est pourquoi, nous essaierons de rendre disponible et de diffuser les réalisations informatiques qui auront vu le jour au travers des réalisations ECCOREV. De plus, la mise en accès libre d'outils numériques d'évaluation du risque répond pleinement aux « attentes sociétales » et à l'objectif de recherche finalisée d'ECCOREV qui est d'apporter des réponses transparentes et documentés dans le domaine du risque.

3. Projets d'équipements mutualisés

Axe 1

- Embarcation Semi-rigide 4m50, moteur 25cv couplé moteur 9cv (15 k€)
- Ligne de capteur de pression pour l'analyse des forçages météorologiques marins à l'interface océan continent. (15 k€)
- Ligne de turbidimètre pour évaluation des conditions de transfert sédimentaires à l'interface eau sédiment.
- Mise en place d'un canal à courant pour l'évaluation des conditions limites de forçages sur les sédiments.
- Scanner laser pour imagerie (3D) haute résolution (50 k€)
- Amélioration de l'instrumentation du site de Fontblanche.

Axe 2

- Plateforme expérimentale de suivis combinés hydro-physiques pour le projet « recolonisation des herbiers » sur l'étang de Berre : il s'agirait en particulier d'obtenir la contrepartie (50%) des co-financements obtenus dans le cadre de l'APO-PACA-2008 que nous devons finaliser avant la fin 2013 (sous-total : 97 k€ HT)
- Instrumentations pour le canal hydraulique (IRPHEE) : (sous-total: 31 k€ HT)
- Caméra rapide pour la visualisation du mélange air/eau lié au déferlement bathymétrique ;
- Plancher ajustable dans la soufflerie air-eau de l'IRPHE à Luminy, pour permettre la modélisation physique du déferlement bathymétrique ;
- Station Altus de suivi de la dynamique sédimentaire: configuration minimaliste pour utilisation en canal hydraulique
- Parc de capteurs multiparamètres autonomes subaquatiques pour appréhender la dynamique élémentaires des flux en cours d'eau. Socle de connaissances indispensable à la compréhension et à la modélisation fonctionnelle en écosystèmes d'eau courante (HYAX) (62 k€)
- Equipement de mesure sur le site de l'OHP des échanges avec l'atmosphère et du bilan carbone (mat ICOS) comportant un mat équipé de 100m avec mesure des COV, un lidar pour les aérosols de basse altitude (complétant les dispositifs déjà présents à l'OHP), un système permettant le raccordement au système de spectrométrie mobile MASSILIA... Cout du projet 450k€ (la moitié est déjà acquise)

Axes 3-4

- Evolution de la plateforme de micro-analyse associant un appareil de micro-DRX et un spectro-microscope RX installées au CEREGE.

La mise en œuvre en 2006 d'un diffractomètre équipé pour la microdiffraction (Panalytical X'Pert Pro MPD) a permis d'accéder à la minéralogie de matrices solides hétérogènes avec une résolution spatiale de l'ordre d'une centaine de microns. Associé au spectromètre de microfluorescence X (Horiba Jobin Yvon XGT-7000),

des informations à la fois chimique et minéralogique sur des zones d'une dizaine à une centaine de microns peuvent ainsi être obtenues. Ces potentialités sont mises à profit dans le cadre de nombreux projets impliquant des équipes d'ECCOREV.

Cette plateforme est unique à l'échelle de la région PACA et même au niveau national dans des laboratoires de sciences de l'environnement. Néanmoins des limitations existent, principalement liées aux limites de détection. Après plusieurs années d'utilisation il apparaît tout d'abord que cette plateforme est très utilisée par plusieurs partenaires d'ECCOREV (CEREGE, LEMiRE, IMEP, SBTN, LBME, ...) mais aussi que la plateforme ne permet pas de répondre à certains besoins que ce soit pour l'Axe 3 comme pour l'Axe 4. Les différentes perspectives montrent clairement qu'un dispositif capable de réaliser des micro-analyses sur des zones de la dizaine de micron, mais ayant des limites de détection inférieures au ppm permettrait de combler les lacunes actuelles. Les discussions ont permis d'identifier qu'un couplage 'ablation laser' - 'ICP-AES ou ICP-MS'. En effet, le dispositif posséderait la taille de sonde adéquate et en fonction du dispositif de quantification, les limites de détection atteintes satisferaient les attentes des utilisateurs. Les réunions de l'Axe 3 indiquent que plusieurs laboratoires seraient intéressés pour partager au sein d'une plateforme commune un tel dispositif (LEMiRE, CEREGE, LBME, LIPM, LEMS, SBTN). Le CEREGE dispose d'un Ingénieur formé à l'ICP-MS et qui pourrait assurer la bonne marche du service en association avec le service commun déjà existant. Au niveau financier, un tel dispositif nécessiterait un investissement de 120 k€ pour le laser et de 120-160 k€ pour l'ICP-MS en fonction du modèle choisi. Avec un total d'environ 250 k€, une partie, pourrait d'ores et déjà être assurée par les ressources propres des laboratoires (CEREGE, CEA). Le complément du financement sera demandé au niveau de la région PACA (80 k€) et du CNRS (INEE, INSU : appel d'offre mi-lourd (80 k€)).

- Chromatographie gazeuse couplée à un spectromètre de masse isotopique avec une interface de combustion (GC-C-IRMS) : le coût de l'appareil est aux alentours des 230 k€. Les cofinancements envisagés sont le Conseil régional et le Conseil Général + une contribution sur fonds propres à hauteur de 10%.

OHM et Bases de données

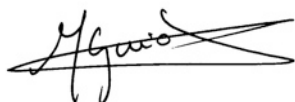
En matière d'équipement informatique, il conviendrait d'acquérir un serveur de données et une application logicielle permettant la mise en œuvre du « géoportail » OHM, et gérer les bases de données coordonnées par ECCOREV.

En petit équipement, l'OHM dispose d'un jeu de petits instruments (GPS, etc.) qu'il conviendrait de compléter : appareils photo numériques avec GPS intégrés, ordinateurs GPS de terrain, etc.

Outre ces besoins, il apparaît nécessaire de doter l'OHM de locaux bien identifiés. Il faut envisager d'obtenir un bureau individuel pour l'IR en charge du programme, un bureau pour les personnes de passage (le directeur, les doctorants, des visiteurs), un local technique pour disposer des archives et une petite salle de réunion de 10 à 12 personnes.

Date et signature du responsable de la structure

Aix-en-Provence, le 6 octobre 2010.

Une signature manuscrite en encre noire, stylisée et difficile à lire, se terminant par une longue traîne horizontale.