

Plan

Dossier AERES	i
Résumé Exécutif	i
I. 2009 : création de l'Observatoire et premiers pas scientifiques.....	1
II. Projet scientifique	3
II-A. Recherche et Observation Systématique du milieu en Méditerranée : besoins et pertinence.....	3
1. Une synergie locale en recherche	5
2. Une synergie commune de l'observation	6
II-B. Projet opérationnel de l'OSU-OREME.....	8
1. Assurer le développement, et la pérennisation des Système d'observation.	8
2. Développer et soutenir les projets scientifiques pluridisciplinaire.	9
3. Mutualisation de moyens techniques lourds de la recherche : plateformes technologiques régionales, services techniques communs.	10
4. Participation à la formation pour les métiers de l'Environnement.	14
5. Recherche et Développement, Valorisation économique	15
6. Expertise, Information du Public et des Politiques.	15
II-C. Compétences des laboratoires associés à l'OSU-OREME	16
1. Géosciences Montpellier	17
2. Hydrosience Montpellier	19
3. Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive	21
4. Ecologie des systèmes marins côtiers (UMR 5119)	23
5. Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier	25
6. Centre de Bio-Archéologie et d'Ecologie	26
III. L'OSU de Montpellier dans le contexte de recherche, de formation et de valorisation régional et national	28
III-A. Structures fédératives, Pôles de Recherche et de compétitivité, Université unique et l'OSU.	28
III-B. Pouvoir intégrateur de l'OSU à l'échelle de l'UM2 puis de UMSF.....	29
IV. Moyens de l'OSU OREME.....	30
IV-A. Les moyens actuels	30
1. Moyens humains	30
2. Moyens financiers	30
IV-B. Moyens demandés au cours du prochain contrat.....	31
1. Moyens humains	31
2. Moyens financiers	33
IV-C. Critères de progrès	2
V. Systèmes d'Observation de l'OREME.....	3
V-A. Observation du milieu naturel (observation ss) ou stimulé (expérimentation).....	3
V-B. Système d'Observation GEK	7
1. Service de Gravimétrie	7
2. Service d'Inclinométrie	10
3. Flux souterrains	12
V-C. Système d'Observation GPS-T2	13
1. Intérêt scientifique	13
2. GPS et tectonique (réseau VENICE)	14
3. Evolution temporelle de la vapeur d'eau atmosphérique par GPS (projet GEOTROP)	14
4. Mesures	15
5. Intégration au Service d'Observation INSU-RENAG	16
V-D. Système d'Observation Multi-Echelle de la DYnamique des Crues et de l'hYdrodynamique Souterraine des systèmes fracturés et karstiques :MEDYCYS	17
V-E. Système d'Observation Géophysique/Hydrogéophysique systématique en forage.....	20
1. Hydrodynamique systématique en forage	21
2. Géophysique systématique en forage	22

3. Intégration à l'ORE H+	24
V-F. Trait de côte-dynamique physique et sédimentaires	25
1. MAG-OBS : Observation et suivi multi-proxies du système avant-côte / lido / lagune de Maguelone. Processus de débordements de tempêtes, crues.	25
2. SOLLAR	28
V-G. Observatoire biologiques et dynamique lagune et avant-côte	29
1. Suivi-Thau : Suivi des apports du bassin versant, des variables bio-physico-chimiques et courantologie de la lagune de Thau.	29
Toutes ces données seront archivées automatiquement au pas de temps journalier.	31
2. Observatoire des courants marins en domaine côtier	31
V-H. Système d'Observation de la pollution et de l'adaptabilité biologique en aval des anciens sites miniers...	33
1. Suivi des processus hydrobiogéochimiques de transfert des métaux et métalloïdes issus des activités minières	33
2. Approche démographique et perspectives en phytomédiation	35
V-I. Système d'Observation des Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puéchabon	38
Responsables : Serge Rambal (CEFE), JM Ourcival (CEFE), Equipe DREAM-CEFE-CNRS	38
Réseau et programmes nationaux et internationaux	38
1. Intérêt et objectifs du système d'observation	38
2. Dispositif de mesure: observations et manipulations	39
3. Mise à disposition	41
V-J. Système d'Observation de la Phénologie de la flore et la faune terrestre	41
1. Système d'Information Phénologique pour l'Etude et la Gestion des Changements Climatiques	41
Intégration dans la recherche nationale et internationale	41
Au niveau national	41
Au niveau international	42
2. Enregistrements aéropalynologiques et suivi de la relation phénologie-climat	43
3. Enregistrement en continu de bioproxies paléoécologique apportés durant l'année dans le matériel sédimentaire de lacs Méditerranéens	45
Responsables: Christopher Carcaillet et Laurent Bremond	45
V-K. Système d'Observation de la Dynamique des communautés	46
1. Observatoire des communautés animale	46
Tableau 9: Observations se rapportant à la dynamique des communautés	47
2. Observatoire des communautés végétales	51
Les données brutes pourront être disponibles pour l'ensemble de la communauté scientifique	54
V-L. Système d'Observation de la Dynamique des populations d'organismes modèles.	54
1. Traits d'histoire de vie des oiseaux et réponses des populations aux changements globaux: cas des mésanges	54
Données récoltées annuellement sur le terrain :	55
Méthodologies utilisées :	56
2. Evolution spatio-temporelle des gènes de résistance aux insecticides du moustique Culex pipiens en région Méditerranéenne	56
3. Effet de la fragmentation sur la viabilité et l'évolution d'une espèce méditerranéenne endémique : la Centaurée de la Clape	57
4. Biodiversité, structuration et perturbation des populations de truites communes (Salmo trutta) françaises du sud	58
V-M. Autres SO et ORE dans lesquels les équipes de l'OSU ont une implication significative	59
1. ORE OHM-CV	59
2. ORE AMMA CATCH	60
3. ORE OMERE	61
V-N. Les bases de données de l'OSU	61
VI. Formation et intégration universitaire	63
VI-A. Le Master Sciences pour l'Environnement (responsable C. Moulia, ISEM)	63
1. Champs thématiques	63
2. Transversalité	64
VI-B. Le Master "Eau" (responsable S. Pistre, HSM)	65
VI-C. L'ED SIBAGHE (ED 167, responsable B. Godelle, ISEM)	67
1. Champs thématiques et offre de formation	67
2. Formation continue, aide à l'insertion professionnelle des docteurs.	68
3. Ouverture européenne/internationale	70
4. Partenariat avec le secteur socio-économique	70
VII. Gouvernance	71
VIII. Bibliographie	73

Campagne d'évaluation 2011-2014
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 2011)

Intitulé complet de la structure fédérative

Observatoire de REcherche Méditerranéen de l'Environnement - OSU OREME

Responsable

M./Mme	Nom	Prénom	Corps-Grade	Etablissement d'enseignement supérieur d'affectation ou organisme d'appartenance
Mr	ARNAUD	Nicolas	DR-2	CNRS

Label(s) demandé : sigle - organisme (exemple : FR - CNRS)

UMS - CNRS/UM2/IRD

Type de demande

nouvelle structure (création « ex-nihilo »)

renouvellement (avec ou sans changement de label)

En cas de renouvellement, préciser les label, n° et intitulé de la structure en 2007 :

UMS 3282 CNRS/UMR 222-IRD

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

Établissement(s) d'enseignement supérieur et de recherche

Établissement de rattachement : Université de Montpellier 2

organisme(s) de recherche

organisme : CNRS

département ou comm. de rattachement : INSU/INEE

organisme : IRD

département ou comm. de rattachement : DME

Préciser l'établissement ou organisme responsable du dépôt du dossier : Université de Montpellier 2

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

Préciser le cas échéant le délégué unique de gestion :

Autres partenaires de la structure :

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

Organisme(s) de recherche : CNRS, IRD

Entreprise(s) :

Autres :

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
- 7 Sciences de la société
- 8 Sciences pour l'ingénieur
- 9 Sciences et technologies de l'information et de la communication
- P 10 Sciences agronomiques et écologiques

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

Reporter les codes des secteurs par ordre d'importance : 303, 1010, 304

Mots-clés

Prédéfinis (cf nomenclature mots-clés) : Environnement, Géosciences, Hydrosociences, Ecologie, Biodiversité
Libres : Observation, Méditerranée, Changement global, Risque (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

- Santé humaine et animale
- S Alimentation, agriculture, pêche, agroalimentaire et biotechnologies
 - Nanosciences, nanotechnologies, matériaux et procédés
 - Technologies de l'information et de communication
 - Production de biens et de services & nouvelles technologies de production
 - Énergie nucléaire
 - Nouvelles technologies pour l'énergie
- P Environnement (dont changement climatique)
 - Espace
 - 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
- 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
- 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
- LS8 Evolutionary, population and environmental biology : evolution, ecology, animal behaviour, population biology, biodiversity, biogeography, marine biology, ecotoxicology, prokaryotic biology
- 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 : Université de Montpellier 2, Bâtiment 22
Numéro, voie : Place Eugène Bataillon
Boîte postale : 060
Code postal et ville : 34000
Téléphone : (33) 04 67 14 40 85/Fax : (33) 04 67 14 40 30
Adresse électronique : oreme@univ-montp2.fr

Unités membres de la structure fédérative au 1^{er} janvier 2011

Label et n°	Intitulé de l'unité	Responsable Au 1 ^{er} janvier 2011	Etablissement de rattachement support	Domaine scientifique principal (cf <i>nomenclature</i>)
UMR5243	Géosciences Montpellier	Bodinier Jean-Louis	Université de Montpellier 2	302-303
UMR5569	Hydrosciences Montpellier	Servat Eric	Université de Montpellier 2	303-304
UMR5175	Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive	Jarne, Philippe	Université de Montpellier 2	1010
UMR5119	Ecosystèmes Lagunaires	Trousselier Marc	Université de Montpellier 2	1010
UMR5554	Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier	Auffray Jean Christophe	Université de Montpellier 2	1010-303
UMR5059	Centre de Bio Archéologie et Ecologie	Carcaillet Christopher	Université de Montpellier 2	1010-303

Surfaces recherche (en m² SHON*) prévues pour la structure fédérative au 1^{er} janvier 2011
(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 : <i>Université de Montpellier 2</i>	40 m ²
TOTAL des surfaces	40 m²

* 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 (hors équipements spécifiques des unités)

Nature	Année d'achat	Coût d'achat	Coût annuel de fonctionnement

Appartenance à un réseau national ou international (préciser lequel)

2. Dossier scientifique

Le dossier scientifique pourra être rédigé en anglais ; dans ce cas, le résumé sera rédigé en français¹.

Rapport scientifique

La réalisation des objectifs du projet scientifique précédent et ses effets structurants seront explicités.

Le rapport mentionnera les résultats marquants des quatre dernières années et les productions significatives résultant directement de l'action de la structure fédérative.

Il précisera également le bilan de la répartition des crédits utilisés en 2007 et 2008 et les gros équipements utilisés, en mentionnant ceux acquis au cours des quatre dernières années et leurs financements ou cofinancements.

Projet scientifique pour la période 2011-2014

Le projet scientifique et ses effets structurants seront explicités.

Seront également précisés :

- l'organigramme de la structure fédérative ;
- le fonctionnement et la composition de l'instance de pilotage ;
- les principaux éléments de la convention de fonctionnement entre les unités de recherche fédérées ;
- les participants à la structure et le cas échéant, les personnels administratifs et de recherche employés par la structure (hors ceux des unités membres) ;
- les achats de gros équipements et les financements et cofinancements envisagés.

Date et signature du responsable de la structure

Projet transmis avec l'accord du responsable de ou des établissement(s) d'enseignement supérieur de rattachement de la structure fédérative

Pour les organismes, une liste globale des entités transmise à l'AERES vaudra accord.

Nom et prénom du responsable de l'établissement de rattachement déposant : Danièle HERIN

Qualité : Président

Date :

Signature :

¹ En cas d'hésitation, le choix de la langue se fera selon l'usage établi dans la communauté ou l'organisme d'appartenance.

Résumé Exécutif

L'OSU OREME organise une partie de la communauté scientifique de Montpellier des Sciences de l'Univers, de l'Écologie et de la Biodiversité autour du problème **des aléas naturels et des changements planétaires et de la réponse et de la vulnérabilité des populations biologiques sur le milieu méditerranéen**. Cette structuration se fera à travers la mise en synergie de la recherche fondamentale, de l'observation systématique du milieu méditerranéen, et de l'enseignement développés par six unités de recherche reconnues par contractualisation:

Unités de Recherche

- | | |
|---|----------|
| • Géosciences Montpellier | UMR 5243 |
| • Hydrosociences Montpellier | UMR 5569 |
| • CEFE : Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive | UMR 5175 |
| • ECOLAG : Laboratoire Ecosystèmes lagunaires | UMR 5119 |
| • ISE-M : Institut des Sciences de l'Evolution | UMR 5554 |
| • Centre de Bio-Archéologie et d'Ecologie | UMR 5059 |

Tutelles nationales :

- CNRS, à travers les instituts INSU et INEE
- IRD
- IFREMER
- CIRAD
- EPHE

Tutelles locales :

- Université de Montpellier 2
- Université de Montpellier 1
- Université de Montpellier 3
- SupAgro-M (Ministère de l'Agriculture)

Communautés territoriales partenaires dans le cadre de groupements scientifiques et/ou de plateformes technologiques

- Région Languedoc Roussillon (plateformes GLADYS, AETE et microscopie électronique)
- CG34, CG30

Ces unités développeront et croiseront les champs disciplinaires dans lesquelles elles sont déjà reconnues internationalement :

Synergie scientifique par thématiques

- Géophysique (notamment en surface et subsurface) et Géodésie (GPS, gravimétrie, inclinométrie)
- Hydrologie (aléa hydrique, ressource) et hydrogéologie (Réservoirs et transferts)
- Paléoécologie (évolution, forçage environnemental)
- Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (individu, population, communauté, et écosystème)
- Dynamique de la Biodiversité (terrestre et marine), ressources biologiques.

Objectifs transverses menés, en particulier à deux interfaces majeures, par la Recherche et l'Observation:

Objectifs transverses:

1. Enregistrement des changements planétaires récents et actuels, leurs liens avec les facteurs anthropiques.
2. Origine et évaluation des aléas naturels et anthropiques
3. Réponse des systèmes et mécanismes mis en jeu.

Interfaces:

1. la zone littorale
2. la surface/subsurface.

Observations systématiques:

1. Observation géophysique des aléas telluriques
2. Suivi du cycle hydrique et hydrologique : ressource et aléas
3. Le littoral languedocien : flux, transferts et biodiversité à l'interface entre bassin versant et espace marin
4. Biodiversité en système méditerranée et changement planétaire

Le transfert des connaissances sera également structuré autour de ces questions fondamentales grâce à un cursus LMD intégré déjà existant :

Enseignement mutualisé

- MASTER « BGAE : Sciences pour l'Environnement »
- Ecole Doctorale SIBAGHE (Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosociences, Environnement).

Besoins en Recherche et Observation systématique du Milieu Naturel

Le caractère inéluctable des changements planétaires est maintenant démontré, et leurs effets sont même parfois déjà ressentis par nos concitoyens. Le réchauffement climatique a notamment fait l'objet de nombreux débats jusqu'à la démonstration récente de son origine indubitablement anthropique dans le dernier rapport du GIEC. Cette démonstration a été possible grâce à la synergie entre observation systématique du milieu naturel et modélisation, modélisation dont le succès doit autant à la qualité grandissante des modèles et des puissances de calculs qu'à la qualité intrinsèque des données fournies en entrée et en validation des résultats des modélisations. C'est également le cas de l'étude, plus large, de tous les aléas naturels et de leur impact sur les systèmes vivants. L'observation systématique du milieu naturel est donc indispensable à l'étude des aléas naturels et du changement global : elle permet de conduire la recherche fondamentale qui détermine les marqueurs pertinents, tout autant que le suivi des aléas et du changement global et le développement de leur éventuelle remédiation.

Le pôle scientifique de Montpellier compte un grand nombre d'unités dont les recherches portent sur l'Environnement en Méditerranée, les aléas naturels, la dynamique des milieux naturels (caractérisation physico-chimique, biodiversité, ressources, et aléa), leur utilisation et leur valorisation.

L'Université de Montpellier 2, avec plus de 600 chercheurs mobilisés sur ces thématiques en est un acteur important. Ils sont notamment regroupés dans le Pôle de Formation et de Recherche EVAP (Environnement Vie Agroalimentaire Planète) et six unités de recherche reconnues pour l'excellence de leur recherche et contractualisées avec le Ministère de l'Enseignement Supérieur (tutelle principale UM2) et le CNRS (Instituts INSU et INEE-EDD), mais aussi avec l'IRD, l'IFREMER, le CIRAD, les autres universités de Montpellier, l'EPHE, et SupAgro-M. Enfin, plusieurs de ces unités ont déjà des liens privilégiés avec l'INSU

- GM : Géosciences Montpellier (UMR5243)
- HSM : Hydrosociences Montpellier (UMR5569)
- CEFE : Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (UMR5175)
- ECOLAG : Laboratoire Ecosystèmes lagunaires (UMR 5119)
- ISE-M : Institut des Sciences de l'Evolution (UMR 5554)
- CBAE : Centre de Bio-Archéologie et d'Ecologie (UMR5059 CNRS)

Ces laboratoires de la communauté scientifique des sciences de l'environnement de Montpellier ont donc choisi de focaliser une part de leur activité sur l'observation systématique du milieu méditerranéen tant sur le suivi des aléas naturels et anthropiques que sur la réponse et la dynamique des systèmes écologiques, et de coordonner leur effort dans le présent projet. Les thématiques scientifiques sur lesquelles ces unités sont reconnues permettent d'aborder le problème autour de trois thématiques structurantes :

- l'enregistrement des changements planétaires récents et actuels, leurs liens avec les facteurs anthropiques.
- L'origine et l'évaluation des aléas et perturbations naturels et anthropiques
- La réponse des systèmes et les mécanismes mis en jeu.

Ces unités de recherche développent leurs études principalement dans trois types de milieux :

- les habitats méditerranéens terrestres, soumis de plein fouet au risque d'interactions marquées entre changements climatiques et changements d'usage des terres ;
- la zone littorale, lieu de flux et de transferts en tant qu'interface entre bassin versant et espace marin, mais dépendant largement de ses propres cycles physiques et chimiques et une biodiversité propre.
- la surface/subsurface : un lieu capital puisque constituant l'interface entre les enveloppes profondes et superficielles, mais paradoxalement peu connu.

Il apparaît nécessaire aux unités concernées de mettre en synergie leurs approches respectives de l'environnement à travers la constitution d'un OSU qui permette de mobiliser les besoins et les moyens d'observation de ces unités tournées vers les thématiques environnementales au sein de l'Université Montpellier 2 en synergie avec l'INSU et le nouvel Institut dédié à l'Environnement (INEE). Plusieurs axes scientifiques constituent déjà des efforts mutualisés entre les unités impliquées sur la même thématique ou le même objet à travers des plateformes instrumentées et/ou des projets nationaux : interactions entre hydrodynamique, flux d'énergie et de matière et populations marines en domaine littoral, modélisation des contaminants bactériens dans le Golfe d'Aigues-Mortes (financé par le programme LITEAU III du MEDD), ressource en eau en domaine de karst (projet largement financé par le programme ECCO). Ces unités ont également en commun des plateformes analytiques labélisées par la Région pour l'étude physique et chimique du littoral, des eaux continentales, et plus largement de l'environnement.

Systèmes d'observation systématiques.

Ces unités adoptent une démarche commune et essentielle en sciences de l'Environnement qui porte sur la nécessité de développer et d'assurer des systèmes d'observation du milieu naturel, en étroite relation avec un dispositif

de recherche fondamental centré sur l'analyse des mécanismes. En effet, l'observation croisée du milieu naturel menée par ces unités participe à une meilleure compréhension des forçages externes naturels (globaux ou locaux) ou d'origine humaine et de leur impact sur les différents compartiments ou systèmes environnementaux dans le Bassin Méditerranéen et de leur réponse. Les systèmes d'observation développés et maintenus par ces unités ont en commun de porter sur le long terme (certaines activités couvrent plus de 30 ans d'observation), d'être de plus en plus fortement instrumentés, et de faire largement appel aux bases de données et à la modélisation. De nouveaux moyens couplant l'observation et l'expérimentation sont en cours de développement (e.g. ECOTRON, Mediterranean Platform for Marine Ecosystem Experimental Research) soutenus conjointement par l'UM2, l'INSU et l'INEE du CNRS.

L'OSU rassemble, organise et soutient les systèmes d'observation suivants :

Observatoire du Karst

- GEK : Gravimétrie, Inclinométrie et flux souterrains.
- Multi-Echelle de la Dynamique des Crues et de l'Hydrodynamique Souterraine des systèmes fracturés et karstiques: MEDYCYS

Observatoires RENAG/OHMCV : GPS T2

- GPS et tectonique
- GPS et troposphère

Observatoires en Forage

- Hydrodynamique systématique en forage
- Géophysique systématique en forage

Observatoire du Littoral

- Trait de côte: dynamique physique et sédimentaire
- Observatoires biologique et dynamique lagune et avant-côte

Observatoire des Pollution et adaptabilité biologique en aval des anciens sites miniers

- Suivi des processus hydrobiogéochimiques de transfert des métaux et métalloïdes issus des activités minières
- Approche démographique et perspectives en phytomédiation

Observatoires de l'Ecologie et de la Biodiversité

- Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puéchabon
- Phénologie de la flore et la faune terrestre
- Dynamique des communautés animales et végétales
- Dynamique des populations d'organismes modèles

Potentiel de formation existant et création de l'OSU.

Les unités de ce projet sont partenaires du MASTER Sciences pour l'Environnement (Biologie, Géologie, Agronomie, Environnement) qui fédèrent sous une même mention des approches croisées du milieu naturel, et du master Eau construit dans le cadre de l'Université Unique et qui rassemble tous les acteurs de formation du site autour de la formation aux métiers de l'Eau. Chacune des 6 unités du projet contribue activement à des parcours Recherche et professionnels, en ouverture sur les autres spécialités. Par ailleurs toutes les unités appartiennent également à une même école doctorale, SIBAGHE (Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosciences, Environnement), dont le contour a justement été choisi pour offrir une formation intégrée au niveau doctoral sur les relations entre Milieu et Vivant.

L'Université de Montpellier est caractérisée par une structuration pédagogique basée sur un grand 6 composantes à statut dérogatoire (3IUT, 1 Ecole Polytech, 1 IAE et 1 IUFM) et une grande UFR (la Faculté des Sciences) qui couvre tous les champs disciplinaires. Aucune de ces composantes ne structure la recherche. La mission de formation inhérente à un OSU se trouve déjà organisée au sein de l'UM2 sous forme de deux formations complémentaires couvrant une large partie du cursus LMD, et placées actuellement sous la responsabilité opérationnelle des composantes de formation (UFR-Faculté des Sciences et Ecole Polytech essentiellement). Afin de ne pas complexifier le système, l'Ecole Interne constituée par l'OSU s'appuie donc sur ces composantes existantes dans le cadre de la politique d'établissement définie par l'UM2.

Pertinence régionale et nationale

L'étude de l'environnement et en particulier des relations entre la géosphère, l'hydrosphère et la biosphère rassemble informellement pour l'instant une large communauté scientifique sur le pôle de recherche montpelliérain, qui s'inscrit dans un ensemble allant de l'agronomie jusqu'aux sciences humaines en passant par les Géosciences et l'étude de l'Eau. Plusieurs IFR assurent déjà une certaine structuration de la recherche et des synergies dans ces domaines en rassemblant sur des thématiques très ciblées, des communautés très actives dont la très grande diversité et les nombreuses tutelles implique cette focalisation thématique et ne permettent donc pas aux différents opérateurs

d'avoir une vision complète des actions menées localement autour des thématiques environnementales. L'OSU, à l'inverse, est une structure fédérative qui associe des acteurs en nombre plus limité mais sur un champ plus vaste, quoi que ciblé sur la Méditerranée. Cette structure constitue en région un opérateur qui peut offrir une vision complète des actions menées par les organismes nationaux, notamment l'INSU et l'INEE. Ces acteurs ont tous en commun un fort investissement universitaire, tant du point de vue de la recherche que de la formation. L'OSU est donc complémentaire du dispositif créé autour des IFR et qui a pour but une forte externalisation régionale de la recherche menée dans les UMR qui les constituent. L'OSU est également, par essence, la seule structure dont la mission est la pérennisation des observations systématiques, alors qu'une large part des recherches des UMR associées repose sur des suivis à long terme et un agencement maintenu avec difficulté par les unités, voire les équipes, entre observations de terrain et expérimentations d'une part, bases de données, analyses et modélisation d'autre part.

A plus longue échéance, et dans le cadre de la construction de l'Université unique UMSF, la création de l'OSU se fait sur une synergie de méthodes, de cibles et de questions scientifiques qui s'intègrent dans trois pôles de l'Université unique: le pôle « Agronomie - Environnement », le pôle Eau et le pôle SHS à travers sa déclinaison « Territoire, Risque et Société ». L'OSU a vocation à devenir l'une des composantes de UMSF où elle deviendrait le pendant naturel de la Maison des Sciences de l'Homme actuellement abritée par l'UM3, les deux structures développant ensemble les programmes à la croisée des Sciences de l'Univers et de l'Environnement et des SHS dans leurs implications sociétales.

Au plan régional et inter-régional les unités du groupe participent à l'existence de deux pôles de compétitivité (le pôle « Risque » en région PACA et Languedoc Roussillon, et le pôle DERBI en Languedoc Roussillon sur les énergies renouvelables et à la création d'un troisième pôle en cours d'examen national, le pôle « EAU »).

Pour toutes ces raisons l'OSU a été fortement identifié à la thématique « Environnement » au sein du projet de Plan Campus déposé au Ministère. Il pourrait constituer une plateforme d'intervention commune à l'ensemble de ces pôles, en forte association avec la Maison des Sciences de l'Homme qui charpente l'axe SHS.

Un Observatoire du Changement global est par essence à la rencontre des sujets au cœur des préoccupations des communautés territoriales et des citoyens: état et qualité des ressources hydriques, évolution de la biodiversité et du littoral ou stabilité du sous-sol, risques biologiques émergents. Les communautés territoriale, et notamment la Région sont aussi très désireuses d'identifier au sein du tissu universitaire régional les contacts compétents et pérennes sur les thématiques environnementales. Ce transfert des connaissances vers les politiques publiques constitue une formalisation de l'activité d'expertise déjà fortement développée dans les laboratoires porteurs du projet (ressources en eau, risques environnementaux, incendies, gestion des espaces protégés et non protégés et de la biodiversité).

A travers la mise en place d'un portail informatique et par la participation régulière de l'OSU dans les manifestations de la science dans la cité (une Chasse au Trésor vient d'être organisée avec succès dans le cadre de la Fête de la Science), l'Observatoire devra également montrer comment la science sert chaque jour, comment le suivi régulier de l'environnement est important, et que ces observations se construisent sur de longues périodes de temps. Les divers programmes de terrain du volet Biodiversité sont un lieu d'accueil privilégié de scolaires et de bénévoles. Les conséquences biologiques des changements climatiques font l'objet de nombreuses conférences grand public par des membres des laboratoires du projet. A une époque où le public demande beaucoup plus de savoir et de responsabilité à la science, un observatoire adossé à un centre de science fondamentale est le lieu idéal de démonstration des temps caractéristiques de la recherche appliquée et de ses relations symbiotiques avec la recherche fondamentale.

I. 2009 : création de l'Observatoire et premiers pas scientifiques

L'année 2009 a s'est ouverte par la décision favorable du CA de l'UM2 pour la création de l'École Interne qui abrite l'observatoire. Fort de cette décision nous avons donc mis en place les structures de gouvernance essentielles par les élections du Conseil et du bureau, puis nous avons négocié avec les tutelles le soutien de base nécessaire à cette année, pour un total, finalement de 120K€ auxquels s'ajoutent 48K€ par an d'un PPF « Observation » négocié en début de contrat quadriennal dans l'optique de la création de l'OREME.

S'il est encore trop tôt pour avoir un bilan pour l'Observatoire sensu stricto, cette année de création, première année pleine pour notre Observatoire, n'en n'est pas moins une année très importante au cours de laquelle de nombreux projets doivent être mis en place et donc bénéficier d'un soutien immédiat. Outre que cette année est celle de l'écriture du contrat d'objectif moyen qui nous guidera durant le prochain plan quadriennal, c'est aussi une année de labellisation de nouveaux Services d'Observation par le Comité Inter-Organismes. L'Observatoire doit donc être en capacité de démontrer rapidement, par ses engagements financiers et opérationnels, sa capacité à mettre en œuvre les priorités qu'il se fixe dans l'étude des risques et de la vulnérabilité des milieux méditerranéens.

Entre les mois de mars et de juin le bureau a donc mis en place un audit systématique des projets de Système d'Observation portés dans le dossier initial soumis à l'INSU en 2007 pour mettre à plat l'état de ces différents SO aujourd'hui. L'objectif est de caractériser le niveau de maturation des différents SO afin d'identifier ceux qui doivent disparaître, ceux qui doivent se restructurer et ceux, efficaces, mais pas encore labellisés, qui doivent faire l'objet d'un soutien prioritaire en vue de leur labellisation nationale. Cet audit doit permettre, d'aboutir à un contrat d'objectifs moyens avec chacun de ces SO afin de définir clairement les engagements de chacun, l'ensemble de ces COM faisant le COM de base de négociation avec l'Université et les organismes de tutelles pour le prochain quadriennal.

Au mois de juin, le budget primitif a été le premier geste politique fondateur de l'Observatoire. Ce budget, voté à l'unanimité du conseil a été bâti sur les lignes suivantes :

- limiter les dépenses des services centraux au minimum
- mettre en avant une politique de communication ambitieuse à travers la fête de la science, la réalisation de plaquettes de présentation de nos savoir-faire
- soutenir les services d'observation actuels en mettant en avant ceux dont la labellisation sera demandée cette année

À cette occasion le Conseil de l'Observatoire a mis en avant les 3 priorités suivantes :

1- soutenir l'installation de l'Observatoire du karst, permettant de rassembler sur un même terrain d'observation et d'expérimentation les approches géophysiques, hydrologiques géologiques et écologiques. Ce service d'observation permettra de comprendre le fonctionnement des karsts à travers la caractérisation de la fonction transfert de ces milieux très complexes mais majeurs en terme de ressource hydrique autour de la Méditerranée. Plus de 30K€ seront dédiés cette année à la mise en place de cet observatoire auquel s'adossent les unités Hydrosiences Montpellier, Géosciences Montpellier, et CEFE.

2- Soutenir la consolidation de l'Observatoire du Littoral, associant études systématiques dans la lagune, la côte et l'avant côté tant sur les paramètres physico-chimiques des eaux, le transport de matériel sédimentaire que sur la biodiversité et la productivité biologique. Le développement de la partie lagunaire notamment est au confluent des études sur la qualité de l'eau, la dynamique des bassins versants, l'effet des changements globaux et la variation de la biodiversité. Outre leur intérêt scientifique ces observations, qui associent Géosciences, Hydrosociences Montpellier et ECOLAG auront un impact sociétal fort, et doivent permettre de rapprocher l'OSU de ses partenaires présents à Sète sur des thématiques connexes, et notamment l'UMR EME. Ces activités vont bénéficier d'un financement de 27K€ cette année.

3- La préservation, l'ouverture et le développement des bases de données environnementales. L'un de ses principaux challenges de l'OSU-OREME réside dans sa capacité à gérer (récolter, intégrer et partager) les données associés à des champs disciplinaires très variés et mettre en évidence des corrélations qui ne pouvaient l'être au préalable. A la clé de cette mise en relation des données : la découverte de signaux systématiques permettant de juger de l'effet du changement global et/ou anthropique et d'en comprendre les mécanismes (aléa, vulnérabilité) dans ses effets environnementaux. La pérennité, l'ouverture et l'inter-opérabilité des données environnementales collectées par les Observatoires sont les conditions sine qua non de la réussite de ce projet, mais aussi la raison d'être des OSU pluri-disciplinaires.. L'hétérogénéité de ces données peut néanmoins être leur faiblesse car elle est un verrou majeur pour leur utilisation croisée. L'OSU doit être le creuset de la réflexion et des actions pratiques de développement des bases de données inter-opérables. C'est un problème complexe, immédiat pour la préservation des bases existantes, et qui nécessite une réflexion scientifique pour mettre en place les nouvelles bases. L'OSU peut et doit être un acteur majeur de cette réflexion en France. Les premières actions inscrites au programme de l'OSU sont le développement d'une architecture de sauvegarde automatique de type SAN (10K€ budgétisés pour commencer l'équipement) et le recrutement d'un IR pour mettre en place, avec les groupes opérationnels dans les laboratoires, la démarche de consolidation et de création des bases. Dans l'attente d'un poste définitif, qui sera la priorité en terme de recrutement, il est urgent de trouver les ressources nécessaires au recrutement en CDD d'une telle personne, soit près de 20 K€.

À côté de ces priorités, des financements conséquents seront consacrés aux Services d'Observation déjà labellisés nationalement.

Plusieurs des observatoires et SO proposés constituent déjà un lien entre des communautés et des laboratoires différents au sein de l'OSU, assurant de fait la réalisation de projets transdisciplinaires. Mais la vocation de l'observatoire est aussi d'assurer l'animation de projets scientifiques transverses à l'observatoire.

En particulier, à l'occasion de son inauguration, l'OSU-OREME organise un workshop le 16 septembre à la Maison de la Télédétection qui sera un lieu d'échange entre les acteurs de l'OSU au cœur de la collecte et de l'utilisation de données environnementales et des spécialistes régionaux et nationaux de la création et de l'utilisation de telles bases de données hétérogènes. Ce retour d'expérience éclairera la mise en œuvre des bases de données au cœur de l'OSU-OREME. Ce premier projet transversal est emblématique de la synergie scientifique que l'observatoire devra amener au sein d'une communauté hétérogène culturellement, tant du point de vue des thématiques que des pratiques.

II. Projet scientifique

II-A. Recherche et Observation Systématique du milieu en Méditerranée : besoins et pertinence

Le caractère inéluctable des changements planétaires est maintenant démontré, et leurs effets sont même parfois déjà ressentis par nos concitoyens. Le réchauffement climatique a notamment fait l'objet de nombreux débats jusqu'à la démonstration récente de son origine indubitablement anthropique dans le dernier rapport du GIEC (GIEC, 2007 ; Thompson, 2005). Cette démonstration a été possible grâce à la synergie entre observation systématique du milieu naturel et modélisation, modélisation dont le succès doit autant à la qualité grandissante des modèles et des puissances de calculs qu'à la qualité intrinsèque des données fournies en entrée et en validation des résultats des modélisations (IPSL and Météo-France, 2007 ; Michener, 2005; Michener et al., 1997). L'observation systématique du milieu naturel est donc indispensable à l'étude du changement global : elle permet de conduire la recherche fondamentale qui détermine les marqueurs pertinents du changement, tout autant que le suivi de ce changement et le développement de son éventuelle remédiation.

Les systèmes naturels relevant de la biosphère et de la géosphère subissent la pression de ces changements globaux, et plus généralement de l'ensemble des aléas et perturbations, naturels et/ou anthropiques. La principale caractéristique des changements planétaires d'origine anthropique est qu'ils engendrent des perturbations d'une ampleur qui sort du domaine naturel de ces perturbations, hormis les grandes catastrophes géologiques planétaires. En outre, les conséquences d'aléas naturels ou anthropiques sont souvent radicalement amplifiées par des changements d'usage comme une urbanisation croissante, qui sont partie intégrante des changements planétaires (voir par ex. Naveh and Dan, 1973). La réponse des systèmes naturels dépend de leur sensibilité et plus particulièrement, lorsque celle-ci engage la survie de ces systèmes, de leur vulnérabilité. Ces systèmes naturels sont donc à la fois des marqueurs et des victimes des aléas.

La région méditerranéenne au sens large, est particulièrement sensible, à la fois pour ses caractéristiques géologiques et par sa situation d'interface, entre régions écologiques arides et tempérées, avec des changements climatiques attendus importants. C'est en effet tout d'abord une zone tectoniquement active, l'ensemble du bassin étant dominé par la collision entre l'Afrique et l'Eurasie depuis Gibraltar jusqu'à l'Anatolie, donnant lieu à diverses manifestations orogéniques (Jolivet et al., 2006), ainsi qu'à une subduction active sous l'Égée et la Calabre, associées à de la sismicité et à du volcanisme actif. L'aléa sismique et ses corollaires (tsunami, mouvement telluriques etc...) et plus généralement les mouvements du sol, notamment les glissements de terrains sont donc une réalité quotidienne sur le bassin méditerranéen (Daeron et al., 2007; Philip et al., 2007) (Figure 1).

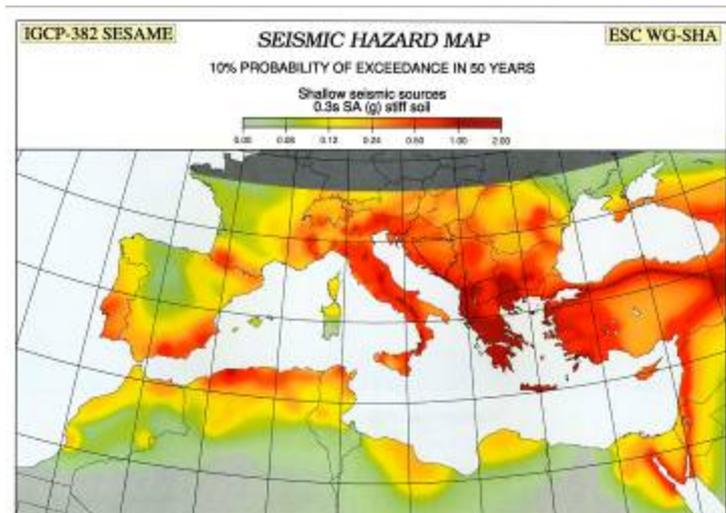


Figure 1 : carte du risque sismique dans le bassin méditerranéen (SESAME, 2004)

La Méditerranée est également caractérisée par un aléa hydrique exprimé tant au niveau de la ressource hydrique (en quantité et en qualité) qu'en terme d'aléa hydrologique par les pluies catastrophiques et des inondations associées (2003).

Au plan écologique, le bassin méditerranéen est un des « points chauds » de la biodiversité (Blondel and Aronson, 1999; Thompson, 2005). C'est d'ailleurs l'histoire géologique, par le morcellement des péninsules et le jeu des glaciations, qui a induit des isolements et remises en contact répétées qui ont été le moteur d'une spéciation intense. L'impact attendu des changements planétaires sur les systèmes vivants sera particulièrement marqué dans ces points chauds.

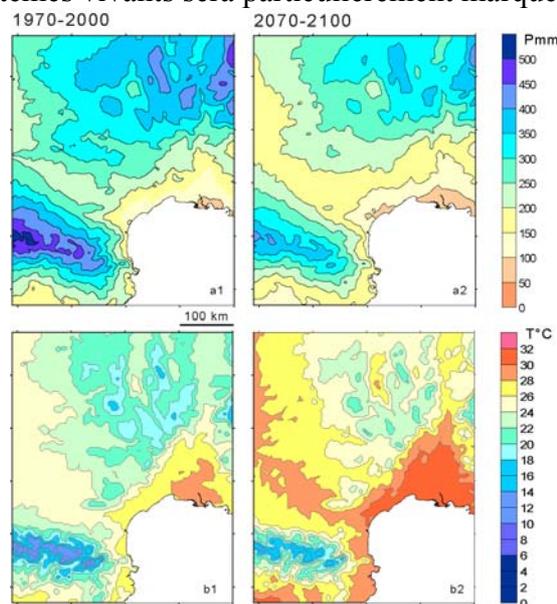


Figure 2 : Carte des précipitations et des températures maximales estivales actuelles (1970-2000) et futures (2070-2100)

La Région Languedoc Roussillon est particulièrement sensible tant en terme d'aléa que de vulnérabilité et donc de risque : dans la Région de Montpellier, si les risques telluriques sont a priori modérés les risques hydriques, tant en terme de ressource et donc de pénurie qu'en terme d'épisode de précipitation catastrophiques, sont une réalité tangible dans une région dont le littoral est de plus en plus fortement peuplé. Les modèles de changement climatique en cours suggèrent une augmentation probable de ces risques dans le futur (Figure 2), et un impact fort de ces

changements sur une biodiversité déjà traditionnellement fragile dans ces milieux. Ces changements planétaires, induits, accompagnés ou subis par les activités humaines, concernent bien sûr les changements climatiques, mais aussi les changements d'usage : changements d'usage des terres (abandon des terres ou au contraire intensification agricole, urbanisation,...), et divers changements de pratiques induisant notamment le transport incessant de nombreux êtres vivants (insectes, pathogènes, espèces exotiques envahissantes) (Groves and Di Castri, 1991). Les interactions potentielles de ces deux grands types de changements posent des questions sociétales d'environnement et de développement durable aiguës. Par exemple, l'interaction entre migrations humaines, abandon des terres ou au contraire intensification agricole, et changements climatiques façonnera de façon majeure l'évolution des sociétés du bassin méditerranéen dans les décennies à venir dans les domaines les plus divers (emploi, agriculture, ressources en eau, risques d'incendie,...).

Un accent sur les mécanismes est crucial pour dépasser une simple description des conséquences potentielles des aléas (naturels et anthropiques) et des changements planétaires, description condamnée à l'échec. Les mécanismes concernent en effet des échelles et des niveaux d'organisation multiples, et comme nous l'avons vu les changements planétaires eux-mêmes ne se résument pas aux seuls changements climatiques. Pour permettre cette analyse des mécanismes, des données suivies dans le temps, suffisamment spatialisées et couvrant une grande variété de phénomènes, structurées en bases de données et couplées à la modélisation et à des bases de connaissances relevant de la recherche fondamentale sont absolument nécessaires.

Enfin, la compréhension du milieu naturel ne s'arrête pas aux lieux d'interactions entre les enveloppes externes de la Terre, le milieu vivant et la surface de la Terre solide: les risques telluriques au sens large par exemple sont là pour nous rappeler le rôle de la Terre interne, jusque dans ses couches les plus profondes, sur les changements globaux (INSU, 2006). Il en va de même pour la compréhension fondamentale de l'évolution biologique de l'échelle du gène à celle de la dynamique des populations qui vont conditionner en partie l'adaptabilité finale des organismes et des écosystèmes aux changements globaux. C'est également le cas des processus physico-chimiques et de l'hydrodynamique dont la connaissance en amont est essentielle à la compréhension de la réponse des hydrosystèmes à ces changements. La recherche aux interfaces s'appuie donc nécessairement sur les développements fondamentaux menés en parallèle dans chaque discipline.

Un OSU est la structure la mieux armée pour couvrir l'ensemble de ces champs disciplinaires à toutes ces échelles de temps et d'espace, dans le cadre d'un réseau de recherches et d'observations systématiques instrumentés focalisé sur le système méditerranéen. Il peut en particulier s'intégrer efficacement, par exemple, au grand chantier « Méditerranée » en fédérant, sur des actions scientifiques communes et les observations nécessaires à ces recherches, des unités de recherche dans la Région Languedoc Roussillon.

Cet ensemble scientifique mis en place sur la façade méditerranéenne à Montpellier constitue un des premiers Observatoires des Sciences de l'Univers et de l'Environnement associant statutairement l'INSU et l'INERIS du CNRS mais aussi l'IRD. Un tel Observatoire constituera donc un « nœud », en terme « d'opérateur de suivi », de la déclinaison en région des actions nationales menées de façon transverse par l'ensemble de ces instituts et organismes.

1. Une synergie locale en recherche

Six laboratoires de la communauté scientifique des sciences de l'environnement de Montpellier ont choisi de focaliser une part de leur activité sur l'observation systématique du

milieu méditerranéen tant sur le suivi des aléas naturels que sur la réponse et la dynamique des systèmes écologiques, et de coordonner leur effort dans le présent projet. Le pôle scientifique de Montpellier compte un grand nombre d'unités dont les recherches portent sur l'Environnement en Méditerranée, la dynamique des milieux naturels (caractérisation physico-chimique, biodiversité, ressources, et aléa), leur utilisation et leur valorisation. L'Université de Montpellier 2, avec plus de 600 chercheurs mobilisés sur ces thématiques est un acteur important de ce secteur. Ils sont regroupés dans le même pôle de Formation et de Recherche EVAP (Eau, Vie, Agroalimentaire Planète) dont la géométrie est plus large que celle de l'OSU, et six unités de recherche reconnues pour l'excellence de leur recherche et contractualisées avec le Ministère de l'Enseignement Supérieur (tutelle principale UM2) et le CNRS (Instituts INEE et INSU), mais aussi avec l'IRD, l'IFREMER, et le CIRAD, les autres universités de Montpellier, l'EPHE, et SupAgro-M. Enfin, plusieurs de ces unités ont des liens déjà privilégiés avec l'INSU et l'INEE. Ces unités sont :

- GM : Géosciences Montpellier (UMR5243)
- HSM : Hydrosociences Montpellier (UMR5569)
- CEFE : Centre d'Écologie Fonctionnelle et évolutive (UMR5175)
- ECOSYM (ex-ECOLAG) : Laboratoire Écologie des Systèmes Marins Côtiers (UMR 5119)
- ISE-M : Institut des Sciences de l'Évolution (UMR 5554)
- CBAE : Centre de Bio-Archéologie et d'Écologie (UMR5059 CNRS)

Les thématiques scientifiques sur lesquelles ces unités sont reconnues permettent d'aborder le problème des aléas naturels et des changements planétaires et la réponse et la vulnérabilité des populations biologiques autour de trois thématiques structurantes :

- l'enregistrement des changements planétaires récents et actuels, leurs liens avec les facteurs anthropiques.
- L'origine et l'évaluation des aléas et perturbations naturels et anthropiques
- La réponse des systèmes et les mécanismes mis en jeu.

Les unités de recherche concernées développent leurs études principalement dans trois types de milieux:

- les habitats méditerranéens terrestres, soumis de plein fouet au risque d'interactions marquées entre changements climatiques et changements d'usage des terres ;
- la zone littorale, lieu de flux et de transferts en tant qu'interface entre bassin versant et espace marin, mais dépendant largement de ses propres cycles physiques et chimiques et une biodiversité propre.
- la surface/subsurface : elle est un lieu capital puisque constituant l'interface entre les enveloppes profondes et superficielles, mais paradoxalement peu connue. C'est d'abord une zone d'échange et de transfert primordiale, mais aussi de stockage des ressources notamment en Eau, mais aussi potentiellement en CO₂ par exemple, et de développement biologique. Il est donc très important de caractériser la subsurface, aussi bien dans sa structure à un moment donné que dans son évolution à travers la connaissance des champs et des flux de matière, solide et fluide, et d'énergie, approche nécessairement pluridisciplinaire impliquant une observation multi-échelle de variables physiques, chimiques et biologiques

2. Une synergie commune de l'observation

Outre leur appartenance à l'UM2, ces unités adoptent une démarche commune et essentielle en sciences de l'Environnement qui porte sur la nécessité de développer et d'assurer des systèmes d'observation du milieu naturel, en étroite relation avec un dispositif de recherche fondamental centré sur l'analyse des mécanismes. En effet, l'observation croisée du milieu naturel menée par ces unités participe à une meilleure compréhension des forçages externes naturels (globaux ou locaux) ou d'origine humaine et de leur impact sur les différents compartiments ou systèmes environnementaux dans le Bassin Méditerranéen et de leur réponse. Les systèmes d'observation développés et maintenus par ces unités ont en commun de porter sur le long terme (certaines activités couvrent plus de 30 ans d'observation), d'être de plus en plus fortement instrumentés, et de faire largement appel aux bases de données et à la modélisation. De nouveaux moyens couplant l'observation et l'expérimentation sont en cours de développement (e.g. Mediterranean Platform for Marine Ecosystem Experimental Research) soutenus conjointement par l'UM2, l'INSU et l'INEE du CNRS.

Ces systèmes d'observation abordent l'étude du milieu naturel à travers un appui sur la recherche fondamentale, des observations systématiques de ce milieu et des expériences in situ qui se rejoignent sur :

- L'étude et la compréhension fondamentale des enveloppes terrestres, internes, externes et biologiques, et leur rôle dans la création des ressources, des aléas et des risques
- l'impact des changements globaux ou des activités humaines sur le milieu et la biodiversité
- l'observation systématique ou l'examen périodique du milieu naturel comme base essentielle des recherches développées autour de ces thèmes dans chaque unité
- le développement d'instrumentation, d'outils analytiques et d'expériences innovantes pour l'étude géophysique, chimique, biologique et écologique du milieu
- leur focalisation sur les surfaces continentales et notamment les interfaces que constituent la subsurface et le littoral.

Plusieurs axes scientifiques constituent déjà des efforts mutualisés entre les unités impliquées sur la même thématique ou le même objet à travers des plateformes instrumentées et/ou des projets nationaux : l'étude des interactions entre hydrodynamique, flux d'énergie et de matière et populations marines en domaine littoral regroupe par exemple les unités Géoscience et Ecolag au sein d'une plateforme analytique régionale destinée à l'observation du littoral (projet Gladys). L'étude de la ressource en eau en domaine de karst fédère les unités Hydrosciences et Géosciences autour du suivi des transferts de fluide par mesure géophysique dans le Causse, et constitue le cœur du projet le plus largement financé par le programme ECCO de l'INSU. Par ailleurs, les unités Hydrosciences et Ecolag participent au même chantier «Lagunes Méditerranéennes» du Programme National Environnement Côtier (PNEC/EC2C0) sur la thématique des relations entre bassin-versant et lagunes. De même, les UMR Hydrosciences, Géosciences et Ecolag ont développé un projet conjoint sur la modélisation des contaminants bactériens dans le Golfe d'Aigues-Mortes qui a été retenu et financé par le programme LITEAU III du MEDD.

Ces unités ont également en commun des plateformes analytiques labellisées par la Région (plateformes AETE et GLADYS voir II-B.3) pour l'étude physique et chimique du littoral, des eaux continentales, et plus largement de l'environnement.

II-B. Projet opérationnel de l'OSU-OREME.

Le projet de l'OSU-OREME se décline en 6 volets.

1. Assurer le développement, et la pérennisation des Systèmes d'observation.

a) Systèmes d'Observation

C'est l'essence même des OSU et le cœur de l'action de l'OSU. De façon générale cela signifie identifier les moyens nécessaires au bon fonctionnement et les obtenir par leur labellisation ou par affectations spécifiques sur le budget global de l'observatoire. Les différents SO sont décrits en détail dans leurs attendus scientifiques et techniques dans la troisième partie de ce document.

Certains de ces systèmes d'observation forment déjà le cœur de Services d'Observation (SO) de l'INSU ou d'ORE existants notamment RENAG, AMMA-CATCH, OHM-CV, OMERE ou H+. D'autres, notamment en Biodiversité, s'intègrent déjà dans des Réseaux Nationaux qui assurent la pérennité, la collecte, l'organisation et la diffusion de ces observations. De plus, ces observations seront pertinentes au-delà des lieux d'observation par leur intégration à des bases de données plus larges, ou par la mise en évidence de mécanismes et de couplages dont la nature sera indépendante du lieu d'observation et il semble pertinent de les proposer à la communauté nationale dans son ensemble. Ces caractéristiques suggèrent que ces systèmes d'observation et les réseaux dont ils dépendent pourraient, le cas échéant, devenir des Services Nationaux (SN), voire des Services d'Observation de l'INSU et/ou de l'INEE. Bien sûr, compte tenu de la thématique centrale de l'OSU, l'ensemble de ces observations ont à court ou moyen terme un impact direct sur la vie des sociétés humaines.

L'objectif est de faire progressivement labelliser tous les systèmes de l'OSU OREME ou de les faire intégrer des SO existants. Cela est particulièrement vrai des SO proposés autour de l'Ecologie et de la Biodiversité dont certains, par exemple le suivi phénologique, ont déjà toutes les caractéristiques d'un SO par le suivi des observations, leur répétabilité, l'organisation des données et leur partage.

L'objectif de l'OSU dans les 4 ans est de faire labelliser au moins l'**Observation hydrologique du karst** dont l'importance pour tout le pourtour méditerranéen est majeure (noter qu'une partie de cet observatoire est déjà reconnu dans H+), l'**Observatoire du Littoral** dans ses composantes physiques et biologiques, et l'**Observatoire de la Phénologie**.

En parallèle, l'OSU soutiendra financièrement le développement des différents SO sur la base de Contrats d'Objectifs et de Moyen (COM) défini avec chaque SO sur une période de 4 ans. Après les audits en cours, l'OSU aura une vision plus complète des besoins de chaque SO et veillera à définir un COM avec chacun d'eux. Ces COM permettent de savoir à quoi s'engage l'OSU, mais également aux responsabilités qui incombent aux responsables des SO en terme de suivi du SO sur le long terme. Ces COM permettent aussi de diversifier les moyens en fonction de besoins très différents selon les SO. Le dernier conseil a par exemple noté que les besoins des SO Ecologie-Biodiversité sont souvent caractérisés par des besoins d'analyse répétée de terrain sur des périodes bien particulières, donc plutôt en terme de CDD qu'en terme de gros équipement, à l'inverse des SO géophysiques très instrumentés.

Il est intéressant de noter que plusieurs laboratoires développent, à côté de l'Observation directe du Milieu Naturel, des expériences de moyenne ou longue durée sur des systèmes écologiques de référence, par exemple les expériences en mésocosmes. Ce type d'approche n'est pas, pour l'instant, appuyé par les OSU traditionnels. Néanmoins, il est souvent très proche de l'étude du Milieu in situ, par les caractéristiques techniques et le suivi temporel de l'observation, sauf qu'il s'adresse à des milieux stimulés artificiellement et dont on suit l'évolution après cette stimulation. Il n'est pas toujours facile de pérenniser ces expériences dans le cadre des programmes actuels souvent annualisés ou sur des temps assez courts, sauf dans le cas de grands systèmes expérimentaux comme les Ecotrons.

Dans le futur ce pourrait être une mission supplémentaire de l'OSU d'identifier ces besoins de suivie expérimental long terme et d'en faciliter la maintenance et la reconnaissance nationale le cas échéant.

b) Bases de données

Le soutien au développement des bases de données est un élément central du projet de l'OSU. Il est détaillé en V-N. Ce sujet constitue à la fois un développement complètement indissociable des SO et un vrai projet scientifique transverse qui réunit toutes les communautés.

L'étude de l'Environnement physique, chimique et biologique, s'appuie de plus en plus sur la réalisation de bases de données servant aussi bien de système de référence à travers le temps que de source essentielle à l'initiation et au recalage des modèles numériques. Pour développer leur plein potentiel, ces bases doivent être pérennes, ouvertes, et interopérables. Cependant, la caractéristique des bases de données environnementales est leur hétérogénéité intrinsèque, tant dans la nature des signaux observés que dans la nature des bases à comparer. Ceci ajoute à la difficulté d'assurer leur sauvegarde et leur inter-opérabilité et implique une réflexion fondamentale sur la nature et la forme de la donnée environnementale et des métadonnées nécessaires et associées, la nature et la forme des entrepôts de donnée à mettre en place, avec les acteurs qui collectent et valorisent les données, ceux en charge de leur pérennité et de leur mise à disposition, et ceux qui développent les outils informatiques et algorithmiques nécessaires à la mise en relation des bases. Les Observatoires des Sciences de l'Univers sont en charge de la création, de la synthèse de la sauvegarde et de l'utilisation optimale des bases de données en sciences de l'Univers. Ils sont donc des acteurs majeurs de la réflexion.

L'un des principaux challenges de l'OSU réside donc dans sa capacité à gérer (récolter, intégrer et partager) les gros volumes de données associés à ces disciplines et mettre en évidence des corrélations entre les informations historisées qui ne pouvaient l'être au préalable. A la clé de cette mise en relation des données : la découverte de signaux systématiques permettant de juger de l'effet du changement global et/ou anthropique et d'en comprendre les mécanismes (aléa, vulnérabilité) dans ses effets environnementaux.

À l'occasion de son inauguration, l'OSU-OREME organise une première journée de réflexion prospective sur la constitution et le partage des bases de données environnementales. Cette journée devrait déboucher sur la proposition de solutions concrètes à explorer ou mettre en œuvre au sein de l'OSU et des unités partenaires. Sont conviés à cette journée les acteurs des OSU en charge de la collection et de la réalisation des bases de données, des acteurs nationaux possédant l'expérience des données complexes et hétérogènes et de leur intercomparaison, et tous les acteurs en charge de la collecte et de l'utilisation de données environnementales notamment sur l'ensemble universitaire montpellierain.

2. Développer et soutenir les projets scientifiques pluridisciplinaires.

Les SO sont naturellement adossés à des recherches au sein de chaque UMR constitutive de l'OSU. Certains de ces SO sont déjà transverses et constituent donc le ferment d'où pourraient naître des projets transdisciplinaires. Certains de ces projets existent déjà de fait, car els laboratoires ont vu l'intérêt de travailler ensemble pour conforter les observations nécessaires : c'est le cas en hydrogéologie sur le karst et autour du littoral. Si ces projets ne trouvaient pas en interne ou au niveau national les moyens de leur développement, l'OSU aiderait au cas par cas, pour un faible nombre de projets.

Parce que l'étude du changement global implique des approches nécessairement diversifiées l'OSU doit organiser la structuration de ces axes supra-UMR. C'est toutefois difficile à réaliser alors même que le travail culturel de rapprochement commence. La multiplicité des sollicitations actuelles, la diversité des sources de financement possible fait qu'il ne serait sans doute pas très efficace de rajouter à cela encore un appel d'offre interne, ou des cycles de conférences où peu de personnes convergent finalement. L'éloignement des différents laboratoires de l'OSU n'aide pas non plus.

Toutefois, à côté des projets sur le développement des bases de données, il semble que l'ensemble des acteurs de l'OSU se retrouve notamment sur des points techniques qui constituent des verrous pour plusieurs d'entre eux. Dans un premier temps, l'OSU souhaite donc organiser quelques journées thématiques techniques, à l'image de ce qui va avoir lieu pour les bases de données.

Dans le cadre de son appui aux projets scientifique, l'OSU soutiendra les propositions de workshop dans ses domaines de compétence. C'est déjà le cas avec une participation active au Colloque sur les Lagunes (décembre 2009) et à la 32e assemblée de l'European Seismological Society qui aura lieu en septembre 2010 à Montpellier.

3. Mutualisation de moyens techniques lourds de la recherche : plateformes technologiques régionales, services techniques communs.

La convergence des moyens technologiques utilisés notamment pour l'Observation par les laboratoires associés au projet, et la technicité croissante des moyens d'étude de la biodiversité, avec la montée en puissance d'instrumentations, de capteurs et de méthodes physiques et chimiques très divers, ouvrent la voie à, et imposent à moyen terme, la mutualisation de certains de ces moyens, et des moyens nécessaires à leur entretien. Les besoins parallèles en termes de bases de données et de modélisation, par exemple pour l'élaboration de données intermédiaires ou « métadonnées », pour l'interfaçage de bases de données hétérogènes, et pour les outils de génie logiciel en modélisation spatialisée, font qu'il en est de même pour la gestion des données qui seront produites. Les unités associées au projet ont déjà en commun des plateformes analytiques labélisées par la Région pour l'étude physique et chimique du littoral, des eaux continentales, et plus largement de l'environnement : ce sont les plateformes AETE et GLADYS décrites sommairement ci-après. Les observations en forage in situ ont donné lieu à des développements techniques réalisés sur le site instrumenté de Lavalette, lieu de recherche technologique et d'enseignement. Mais d'autres moyens devront être mis en commun et gérées par les commissions ad hoc, notamment des moyens électroniques (capteurs, transmission, etc.) et informatiques (bases de données). Ces mises en commun contribueront à l'émergence d'une culture partagée, et induiront une amélioration des capacités de réponse concertée aux appels d'offres nationaux et

internationaux concernant les changements globaux et la gestion financière des résultats de ces appels d'offres.

Les unités SDU ont déjà l'habitude de la mutualisation de services à travers la Fédération de Recherche qui fut active de 1994 à 2006 avant le rassemblement de toutes les unités de Géoscience en une seule. Les unités du volet Biodiversité ont déjà fortement mutualisé plusieurs de leurs plateformes notamment au sein de l'IFR 119 « Montpellier-Environnement Biodiversité ».

a) Plateforme régionale GLADYS

Cette plateforme est destinée à épauler toute la recherche fondamentale et appliquée sur l'hydrodynamique et la dynamique sédimentaire littorale, l'ingénierie littorale, le risque littoral, les techniques de protection, de gestion et d'aménagement littoral. Tous les équipements ont donc pour objectif final l'acquisition de données sur le milieu littoral. On peut regrouper les équipements de GLADYS en quelques catégories:

- mesure hydrodynamique (courants et houle)
- mesure des propriétés physiques des sédiments (rhéologie et granulométrie)
- mesure des propriétés chimiques des sédiments (spectrométrie)
- imagerie de subsurface (identification des structures sédimentaires dans le sédiment)
- imagerie topobathymétrique (identification des formes de fond)
- moyens à la mer (embarcations, appontements, bouées, cages,...)
- mesure du transport sédimentaire

b) Plateforme régionale AETE (analyse des Éléments en Trace dans l'Environnement)

La plate-forme technologique régionale "Analyse des Éléments Traces dans l'Environnement", créée en juillet 2006, est un service commun du département de Recherches Terre, Eau et Environnement de l'UM2. Elle est financée par le MERT, l'INSU et la région Languedoc-Roussillon. Elle permet la mutualisation et l'optimisation du potentiel analytique de la géochimie des éléments en trace des UMR Géosciences Montpellier et HydroSciences Montpellier. Les principales applications concernent l'analyse d'éléments en trace dans les eaux, les roches, les minéraux et différents types de matériaux organiques et inorganiques. Un des principaux objectifs de cette mise en commun des moyens a été la nécessité impérieuse d'améliorer considérablement nos performances analytiques dans des domaines tels que la quantification des ultratrace ($< 10^{-9}$ g/g), l'analyse ponctuelle à forte résolution spatiale ($< 10 \mu\text{m}$) pour les éléments en trace (< 1 ppm), la mesure de nouveaux éléments d'intérêt cosmochimique ou/et à fort impact environnemental, tels que les métalloïdes et la spéciation des éléments en trace dans les eaux et l'environnement. La plate-forme est actuellement équipée d'un spectromètre de masse à filtre quadripolaire et d'un spectromètre de masse à source plasma "Haute Résolution" Élément XR couplé à un système d'ablation laser. Les équipements nécessaires pour effectuer la spéciation des métaux et des métalloïdes (Chromatographie en Phase Gazeuse et Chromatographie Liquide Haute Performance) pour couplage avec l'ICP-MS quadripolaire sont en cours d'acquisition.

La plate-forme est actuellement utilisée par les UMR GM et HSM, par d'autres laboratoires de l'UM2 ainsi que par des équipes de géochimie nationales et internationales. AETE est également ouverte aux utilisateurs extérieurs tels que les partenaires institutionnels régionaux et nationaux et les entreprises privées.

c) Le site d'expérimentation et d'enseignement en géophysique en forage de Lavalette

Le Centre Expérimental et d'Enseignement de Lavalette (CEEL) est localisé à 3 km au Nord du campus de l'Université de Montpellier 2. Ce site est développé depuis 2001 afin de construire une plateforme expérimentale permettant à la fois le déploiement d'un ensemble de sondes

d'investigations en forage, ainsi que la mise en place d'enseignements dans ce domaine. Il est basé sur un aquifère dans une formation marno-calcaire (Valanginien) fracturée et située sous 12 m de dépôts quaternaires. La nappe phréatique est stable à une profondeur de 5 mètres. Le site est équipé de 5 forages distants de 2 à 15 m: 3 forages profonds (≥ 70 m) alignés suivant un axe nord-sud dont 1 carottés, 2 forages superficiels (≥ 25 m) dont un à l'intérieur du laboratoire.

Le CEEL est utilisé tout d'abord comme base logistique pour la géophysique et l'hydrodynamique en forage avec un équipement important : 4 véhicules de terrain, 4 treuils de 200 à 1200m, environ 25 sondes géophysiques. Ces équipements et les infrastructures en place font du CEEL un site d'expérimentation et d'observation de la dynamique du sous-sol unique en France, utilisé pour la calibration in situ des sondes de mesure en forage en permettant leur déploiement dans des cadres divers : projet européen ALIANCE ("Advanced Logging Investigations in Coastal Environments", 2002-2005) ; développement de l'ORE H+ (voir V-E.2 p.56) soutenu par le MRT, l'étude des écoulements dans le sous-sol sur le site CEA de Cadarache (2002-) ; l'étude de la dynamique du littoral languedocien (Maguelone, 2003-) soutenu par le CG34k ; ou encore l'étude des instabilités de pente le long de l'autoroute A75 (région de Lodève; 2005) coordonnée par le CETE.

Enfin, le CEEL sert de site d'enseignement pour la géophysique et d'hydrodynamique en forage (Universités de Montpellier, Strasbourg, Pau, ainsi que l'IGAL et l'ETH-Z). La présence de chaînes d'acquisition pour la mesure géophysique en forage ainsi que de forages à 100 m offre l'occasion unique de présenter cette méthodologie dans le cadre de travaux pratiques, ce qui a été réalisé dès 2001 pour les étudiants de l'Université de Montpellier 2. Cette action s'est étendue depuis aux étudiants de l'EOPG Strasbourg, de l'Université de Pau ainsi que de l'IGAL et l'ETHZ.

d) Le projet d'équipement MC-ICP MS : Traçage isotopique des interactions Biosphère, Hydrosphère & Géosphère - Acquisition d'un spectromètre de masse à source plasma à multicollecion couplé à un système d'ablation laser (Responsables : Delphine Bosch & Olivier Alard)

Introduction

Cette demande d'équipement est déposée par l'Observatoire OREME « Observatoire de Recherche Méditerranéen en Environnement » de l'Université de Montpellier 2 et concerne l'acquisition d'un appareil de type spectromètre de masse à source Plasma à multicollecion couplé à un système d'ablation Laser (LA-MC-ICP-MS). Cet appareil permet de mesurer à plusieurs échelles de grandeur (du mm à l'échelle régionale) la composition isotopique d'un très grand nombre d'éléments chimiques, et donc, de contraindre l'évolution actuelle et passée des systèmes biologiques et minéralogiques, en particulier les mécanismes d'interactions entre biosphère, hydrosphère et géosphère. Cette demande d'équipement qui fédère les personnels de quatre des six Unités Mixtes de Recherche de l'observatoire OREME témoigne de la volonté et de la prise de conscience locale de la nécessité de mutualiser les gros équipements analytiques. Cette mise en commun est le garant d'une synergie entre les différentes équipes participantes, mais également une garantie de succès pour les programmes de recherche scientifique qui se développeront grâce à cet équipement de haute technologie.

Dans la conjoncture actuelle de compétition nationale et internationale dans le domaine de l'analyse géochimique, en particulier isotopique, cette demande nous paraît essentielle pour nous positionner comme un centre de recherche « leader » dans les domaines de compétence concernés par ce projet, à savoir l'Écologie, l'Eau, la Pollution, la Santé, l'Environnement et la Géologie. Elle est essentielle pour que la communauté géochimiste montpelliéraine puisse continuer à

remplir sa mission d'ouverture aux partenaires institutionnels régionaux intéressés par son expertise et ses compétences dans les différents domaines concernés.

Contexte de la demande

Des évolutions technologiques majeures dans le domaine de la géochimie isotopique ont eu lieu au cours de cette dernière décennie avec le développement de nouveaux spectromètres de masse de type MC-ICP-MS. Les spécificités techniques de ces appareils permettent la mesure des rapports isotopiques d'un très grand nombre d'éléments chimiques et ce, sur la plupart des matériaux connus (minéral, animal, végétal, composé chimique divers) et sous diverses formes (solide, liquide, vitreux). De plus, ce type de spectromètre peut être couplé avec différents systèmes d'introduction (laser, chromatographie liquide ou gazeuse) ce qui offre une panoplie extrêmement riche et diverse de projets scientifiques réalisables grâce à un tel appareillage.

Cet équipement sera intégré au niveau de la plateforme technologique AETE de l'UM2 qui bénéficie du haut niveau de qualification du personnel technique qui y est affecté et dont le savoir-faire est reconnu nationalement et internationalement. Actuellement, au niveau de l'UM2, nous ne disposons d'aucun spectromètre permettant la mesure des compositions isotopiques par technique « in situ », ou de systèmes isotopiques dits « non conventionnels » (Fe, Cu, Zn, ...).

Cette demande bénéficie d'un environnement scientifique exceptionnel par la diversité d'expertises qu'elle rassemble. En effet, autour d'un même projet sont réunis paléontologues, biologistes, chimistes, médecins, géologues, hydrologues et géochimistes de la terre profonde et de l'environnement. Certains ont déjà acquis une expérience reconnue et avérée par des publications internationales dans les domaines analytiques concernés, ce qui constitue une garantie pour la réussite du projet ainsi que pour sa faisabilité technique.

Notre besoin en mesures isotopiques utilisant un système MC-ICP-MS, couplé ou non à des systèmes d'ablation laser ou de chromatographie, est essentiel pour la réalisation des projets que nous développons actuellement et que nous souhaitons développer dans les années futures. Ils concernent trois domaines scientifiques majeurs : Pollution-Eau-Santé, Ecologie-Paléoécologie-Paléoenvironnement, Planète Terre-Processus endogènes.

Cette demande d'équipement d'un LA-MC-ICP-MS au sein de l'observatoire OREME est donc dictée par les nouveaux développements de nos axes de recherche actuels et futurs, par la pression grandissante des préoccupations nationales et internationales dans les différents domaines listés ci-dessus et par la compétition internationale dans le secteur de la géochimie.

D'un point de vue localisation géographique, nous souhaitons profiter de l'arrivée de ce nouvel équipement pour recentrer sur un même site géographique l'ensemble des moyens analytiques de la Plateforme technologique AETE. Ce regroupement offrirait l'avantage de rassembler les personnels travaillant au sein de cette plateforme sur un même site et également, de réaliser des économies de fonctionnement non négligeables. Ce serait aussi un moyen de gagner en lisibilité et de souligner la notion d'accessibilité à la Plateforme pour tous les scientifiques appartenant à l'observatoire OREME.

Points forts de la demande

Les atouts principaux de cette demande se résument en plusieurs points listés ci-dessous, sans ordre de priorité:

- Sa dimension transversale, en effet les retombées scientifiques de ce projet sont aussi bien fondamentales (exp. différenciation de la nébuleuse solaire...) qu'environnementales et sociétales (exp. pollution, fonctionnement des écosystèmes lagunaires...);
- son caractère fédérateur puisqu'elle associe des personnels permanents ou non de 4 des 6 Unités Mixtes de Recherche regroupées au sein de l'observatoire OREME :

Unité de Recherche	Code
· Géosciences Montpellier	UMR 5243
· Hydrosociences Montpellier	UMR 5569
· ECOLAG : Laboratoire Écosystèmes lagunaires	UMR 5119
· ISE-M : Institut des Sciences de l'Évolution	UMR 5554

De plus et bien que n'ayant pas de besoins immédiats en terme d'éléments en trace, le CEFE (Centre d'Écologie Fonctionnelle et évolutive, UMR 5175) s'associe et soutient cette demande PAS qui complète bien la panoplie d'outils analytiques nécessaires aux études sur la biodiversité :

1. son interdisciplinarité, car elle intègre des projets scientifiques ciblés sur des axes de recherche extrêmement divers couvrant les domaines de la Terre Solide, de l'Eau, de l'Environnement, de la Santé, de l'Écologie et des Sciences de l'Évolution, certains de ces projets étant transverses entre différents champs de discipline. Ce projet concerne donc des champs disciplinaires dépendant de tutelles nationales diverses :

Tutelles nationales	Tutelles locales
· CNRS (Départements MPPU/PU & EDD)	Université de Montpellier 2
· IRD	
· IFREMER	

Les différentes sources de financement envisagées pour ce projet dont la somme totale atteint 680 K€ HT sont : l'Université de Montpellier 2, le CNRS et la Région Languedoc-Roussillon.

2. Son originalité au niveau national, à double titre, d'une part par le caractère innovant des projets scientifiques qui y sont rattachés et qui concernent des champs disciplinaires multiples (voir point 3 ci-dessus) et, d'autre part par le type d'appareillage demandé (couplage MC-ICPMS et ablation Laser et chromatographie). Cette diversité des champs de compétence autour d'un même équipement est sans doute unique en France et représente une des spécificités propres à cette demande. Elle est pour nous le garant d'une synergie positive autour de cet équipement;
3. son intégration au sein d'une Plateforme Technologique Régionale déjà existante au niveau de la Région Languedoc-Roussillon, la plateforme AETE "Analyse des Elements en Trace dans l'Environnement" en fonctionnement au sein de l'université Montpellier 2 depuis 2006. L'excellence en matière de qualité des données obtenues au sein de cette plateforme, mais également son mode de fonctionnement et de gestion constitue une garantie d'efficacité pour la gestion technique et financière de cette demande ;
4. l'expertise technique et scientifique des différents personnels impliqués dans cette demande, expertise reconnue nationalement et internationalement constitue une garantie de succès pour les axes scientifiques qui seront développés en utilisant cet appareillage;
5. enfin, la plateforme technologique AETE ainsi équipée d'un spectromètre de masse nouvelle génération de type LA-MC-ICP-MS constituera une plateforme complémentaire des plateformes existantes, en particulier de la « Plateforme d'Analyses Chimiques en Écologie » (PACE, CEFE et IFR119).

4. Participation à la formation pour les métiers de l'Environnement.

Les unités de ce projet sont partenaires du MASTER SPE (Sciences pour l'Environnement) qui fédère sous une même mention des approches croisées du milieu naturel et du nouveau master Eau porté par l'UM2 mais qui a vocation à fédérer plus largement les formations de Master du site de Montpellier autour des métiers de l'Eau au sens large.. Chacune des 6 unités du projet contribue activement à des parcours Recherche et professionnels, en ouverture sur les autres spécialités. Par ailleurs toutes les unités appartiennent également à une même école doctorale, SIBAGHE (Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosociences, Environnement), dont le contour a justement été choisi pour offrir une formation intégrée au niveau doctoral sur les relations entre Milieu et Vivant.

On trouvera dans la partie IV la description de ces parcours, de leur organisation et de leur complémentarité.

L'Université de Montpellier est caractérisée par une structuration pédagogique basée sur un grand 6 composantes à statut dérogatoire (3IUT, 1 Ecole Polytech, 1 IAE et 1 IUFRM) et une grande UFR (la Faculté des Sciences) qui couvre tous les champs disciplinaires. Aucune de ces composantes ne structure la recherche. La mission de formation inhérente à un OSU se trouve déjà organisée au sein de l'UM2 sous forme de deux formations complémentaires couvrant une large partie du cursus LMD, et placées actuellement sous la responsabilité opérationnelle des composantes de formation (UFR-Faculté des Sciences et École Polytech essentiellement). Afin de ne pas complexifier le système, l'École Interne constituée par l'OSU s'appuie donc sur ces composantes existantes dans le cadre de la politique d'établissement définie par l'UM2.

5. Recherche et Développement, Valorisation économique

Les observations systématiques justifient la mise en place de capteurs qui, parfois, n'existent pas. Il en découle une action de R&D qu'il n'est pas toujours facile de mener dans les UMR, mais qui devient possible si elle est mutualisée. Au sein de l'UMR Géosciences, le groupe en charge de la subsurface a depuis longtemps développé une activité de R&D importante, qui a conduit à la réalisation de prototypes uniques au monde et qui permettent le suivi en continu de paramètres géophysiques dans les puits de forage, en continu. Ces actions de R&D seront fortement soutenues par l'OSU soit en interne par la mutualisation de l'atelier de mécanique de Géosciences, soit par le recours à la Division Technique de l'INSU.

La valorisation économique de ces développements et des recherches entreprises par les UMR est déjà une réalité avec la création de plusieurs jeunes entreprises dans le périmètre des laboratoires et des projets en cours. De façon plus générale, le transfert de l'expertise est lui aussi une valorisation des savoirs-faire auprès des communautés territoriales.

Enfin, l'UM2, et plus largement le tissu universitaire, s'implique aussi de plus en plus fortement dans la formation continue et la formation par la recherche, ce dernier point relevant à présent des Écoles Doctorales (voir VI-B, p.99). C'est également une forme de valorisation économique de la recherche.: divers anciens étudiants ayant fait leur thèse sur la base des programmes à long terme supports de projets scientifiques, ont des fonctions allant de hauts fonctionnaires (Ministère de l'Environnement) aux bureaux d'études, en passant par des organismes appliqués (Office National de la Chasse et de la faune sauvage) et des O.N.G. internationales en environnement. S'ajoute à cela la forte interaction que l'OSU doit développer avec els pôles de compétitivité comme décrit plus haut.

6. Expertise, Information du Public et des Politiques.

Un Observatoire du Changement global est par essence à la rencontre des sujets au cœur des préoccupations des communautés territoriales et des citoyens: état et qualité des ressources hydriques, évolution de la biodiversité et du littoral ou stabilité du sous-sol.

Les communautés territoriales, et notamment la Région sont aussi très désireuses d'identifier les contacts compétents et pérennes sur les thématiques environnementales, et qui peuvent jouer le rôle d'expert pour les prises de décision politique. Les Universités sont trop généralistes, et les laboratoires spécialisés trop petits, pour constituer des contacts efficaces et pertinents. Le « grain » adapté à ces relations est la fédération d'unités travaillant de façon coordonnées sur les problèmes de l'environnement. La structuration en cours a déjà permis de répondre de façon coordonnée à l'appel à action lancée par la Préfecture de Région dans le cadre du PASER, plan d'action accompagnant la mise en pratique du Contrat de État/Région 2007-2012. Cette réponse coordonnée permet à la Région et à la Préfecture d'identifier rapidement les acteurs et les projets qui auront un impact significatif sur les questions pratiques posées par une région vulnérable, très anthropisée, et doublant sa population durant les mois d'été.

Les recherches fondamentales trouvent donc une application directe dans la mise en œuvre des politiques publiques de précaution et de prévention. Ce transfert des connaissances vers les politiques publiques constitue une formalisation de l'activité d'expertise déjà fortement développée dans les laboratoires porteurs du projet (ressources en eau, risques environnementaux, incendies, gestion des espaces protégés et non protégés et de la biodiversité).

À travers la mise en place d'un portail informatique et par la participation régulière de l'OSU dans les manifestations de la science dans la cité, l'Observatoire devra également montrer comment la science sert chaque jour, comment le suivi régulier de l'environnement est important, et que ces observations se construisent sur de longues périodes de temps. Cela a commencé par la participation active de l'OREME à la fête de la Science en 2008 et sa présence programmée en 2009. En 2008, l'OSU a organisé une chasse au Trésor virtuelle permettant à des classes de seconde de circuler dans les sites WEB des unités associées à l'OSU à partir des pages de l'Observatoire et d'en apprendre plus sur l'activité de ces laboratoires tout en cherchant la réponse à des énigmes. La classe gagnante a bénéficié d'une sortie organisée par l'OSU en Camargue où elle a pu prendre connaissance des problèmes environnementaux posés et des remédiations en cours d'étude par les scientifiques de l'OSU. Cette activité a une un accueil et un écho fort et très favorable de la part du rectorat, des enseignants et des classes qui ont participé. Une action similaire va être reproduite en 2009.

À moyen terme l'OSU souhaite organiser des journées « Science et Citoyen » focalisées sur l'Environnement Méditerranéen en partenariat avec des pays du Maghreb et en particulier la Tunisie avec laquelle plusieurs laboratoires de l'OSU ont déjà des collaborations scientifiques. Les contacts sont déjà pris pour faire des journées à cheval entre la Tunisie et la France en 2010.

Les Systèmes d'Observation sont aussi l'occasion d'aller vers le grand public. À l'heure actuelle, un parc de sismomètres est déjà en place dans plusieurs collèges de la Région permettant le recueil d'une base continue d'information sismique, mais aussi la sensibilisation des jeunes et de leurs enseignants au travail scientifique de longue haleine et à ses conclusions. Les divers programmes de terrain du volet Biodiversité sont aussi un lieu d'accueil privilégié de scolaires et de bénévoles. Les conséquences biologiques de changements climatiques font l'objet de nombreuses conférences grand public par des membres des laboratoires du projet.

À une époque où le public demande beaucoup plus de savoir et de responsabilité à la science, un observatoire adossé à un centre de science fondamentale est le lieu idéal de démonstration des

temps caractéristiques de la recherche appliquée et de ses relations symbiotiques avec la recherche fondamentale.

II-C. Compétences des laboratoires associés à l'OSU-OREME

L'ensemble des laboratoires associé rassemble plus de 650 personnes, dont 200 postdocs et doctorants. Chacune des unités a, évidemment, établi un bilan et un projet propre soumis pour évaluation à l'AERES. Chacune de ces unités était classée A ou A+ lors de la précédente évaluation par la MSTP.

Dans la partie qui suit, on se bornera donc à une présentation très synthétique des unités en mettant en avant ce qu'elles apportent à la structure de l'OSU-OREME et au projet scientifique.

Tableau 1: unités de recherche partenaires du projet

Géosciences	http://www.gm.univ-montp2.fr/
Hydrosciences	http://www.hydrosciences.fr/
CEFE	http://www.cefe.cnrs.fr/
ECOLAG	http://www.ecolag.univ-montp2.fr/
ISEM	http://www.isem.cnrs.fr/
Centre de Bio-Archéologie et d'Écologie	http://www.umr5059.univ-montp2.fr/

Une carte d'identité de chaque laboratoire et des Départements est fournie en annexe. En résumé les forces présentes dans chaque laboratoire se déclinent ainsi :

Tableau 2: fiche signalétique des unités de recherche associées au projet

Unité	UMR	ED UM2	UM2	CNRS	UM1	UM3	IRD	CIRAD	Sup' Agro	EPHE	IFREMER
Géosciences	5243	SIBAGHE	X	X							
<i>Personnel perm.</i>	112										
<i>Doc/post-docs</i>	35										
Hydrosciences	5569	SIBAGHE	X	X	X		X				
<i>Personnel perm.</i>	60										
<i>Doc/postdocs</i>	36										
CEFE	5175	SIBAGHE	X	X	X	X		X	X	X	
<i>Personnel perm.</i>	125										
<i>Doc/postdocs</i>	40										
ECOLAG (ECOSYM)	5119	SIBAGHE	X	X	X ¹		X ²				X
<i>Personnel perm.</i>	83										
<i>Doc/postdocs</i>	9										
ISEM	5554	SIBAGHE	X	X							
<i>Personnel perm.</i>	111										
<i>Doc/postdocs</i>	56										
CBAE	5059	SIBAGHE	X	X						X	
<i>Personnel perm.</i>	19										
<i>Doc/postdocs</i>	7										

1 : tutelle

2 : partenaire

Chaque laboratoire est impliqué à divers niveaux dans une ou plusieurs thématiques.

Tableau 3: implication des partenaires du projet dans les thématiques proposées

Thématiques	Aléas telluriques	Aléas et ressource hydrique	Littoral	Biodiversité/Vulnérabilité des populations
Géosciences Montpellier	X	X	X	
Hydrosciences Montpellier		X	X	
Centre d'Écologie Fonctionnelle et évolutive				X

Laboratoire Écosystèmes lagunaires		X	X	X
Institut des Sciences de l'Évolution				X
Centre de Bio-Archéologie et d'Écologie				X

1. Géosciences Montpellier

L'unité se focalise sur la nature et le couplage des enveloppes terrestres, du noyau jusqu'à la surface avec une spécialisation dans : la dynamique du manteau et de la lithosphère et leur couplage ; la déformation de la lithosphère continentale à toutes les échelles de temps et d'espace ; et l'étude des enveloppes superficielles et notamment des bassins sédimentaires et de la subsurface, en particulier la nature et de l'évolution des réservoirs naturels. L'unité est forte d'une expérience d'observation, d'analyse et de modélisation du milieu naturel géologique reconnue qu'elle met en action à travers des plateformes technologiques mutualisées, de l'échelle du laboratoire à celle de la Région et de la communauté nationale, notamment à travers des Services d'Observation déjà labellisés par l'INSU (comme RENAG ou les ORE H+ et OHM-CV).

En ce qui concerne les thématiques de l'OSU, Géosciences Montpellier (GM) développe ses compétences sur plusieurs thématiques relevant des aléas et des ressources :

- Aléas telluriques : sismique et gravitaire
- Dynamique du littoral : suivi de la stabilité des côtes
- Ressource : géophysique en surface et subsurface
- Aléa hydrologique : quantification GPS de la vapeur d'eau troposphérique et précipitations catastrophiques.

En ce qui concerne les aléas telluriques, des séismes de forte magnitude se produisent également sur des failles lentes. En outre, les séismes ne surviennent pas toujours de façon régulière. Ils peuvent aussi se produire par crises ou amas sur des failles lentes (glissant sur le long terme à 1 mm/an ou moins). La caractérisation de ces structures reste donc un enjeu important, notamment sur le territoire national. Cette caractérisation doit se faire par la combinaison de plusieurs types d'observations d'ordre géologique, morphologique, géophysique et géodésique afin de déterminer les géométries 3-D et leur potentiel sismique afin de faire une estimation correcte de l'aléa sismique. Au sein de Géosciences Montpellier la diversité des approches géophysiques est un atout : GPS (dont le service RENAG est géré à Montpellier, voir V-C.5) , gravimétrie (avec un gravimètre absolu et bientôt un supraconducteur en service national) et inclinométrie se complètent dans les échelles spatiales. Cette approche est particulièrement pertinente sur l'arc méditerranéen et notamment l'Europe méditerranéenne occidentale où les mouvements sont faibles, mais le risque n'en est pas pour autant absent. C'est pourquoi l'équipe GEOPHYSIQUE réalise en Provence et Languedoc des observations géodésiques GPS (voir V-C.2) qui permettront d'évaluer les déplacements et donc l'aléa sismique sur des failles actives, mais aussi historiquement non actives.

Parmi les domaines géologiques de forte concentration humaine soumis à des aléas récurrents, le littoral languedocien est très particulier : il est divisé en plusieurs réservoirs dans lesquels la sédimentation est dominée par les processus hydrodynamiques et éoliens. La sédimentation régulière est occasionnellement soumise à l'action des tempêtes impliquant des modifications brutales et importantes du paysage, catastrophiques pour l'environnement et les milieux urbanisés.

Les objectifs de la thématique « dynamique littorale » sont la compréhension des mécanismes de déplacement et de dépôt du matériel sédimentaire littoral sous différentes conditions météorologiques (notamment lors des tempêtes et des crues sédimentaires). Dans cette perspective, les études menées par le groupe LITTORAL consistent en des mesures hydrodynamiques

(paramètres de houle, vitesses de courant, salinité, température,...) et sédimentométriques répétées ainsi qu'une étude des formes de dépôts en mer et à terre (observation et prélèvement in-situ en plongée, transmissométrie, imagerie de fond, imagerie sismique, sondage électrique, tranchées). S'y ajoute la modélisation numérique des processus hydrodynamiques littoraux (houle, courant) et du transport sédimentaire résultant, mais aussi l'étude des archives sédimentaires à différentes échelles de temps par carottage dans les lagunes et sur le cordon dunaire.

L'ensemble des travaux est mené en étroite collaboration avec le Centre d'Océanologie de Marseille (LOB-COM, Marseille II), le LEGEM de l'Université de Perpignan, les services Maritime et Navigation du Languedoc-Roussillon (SMNLR), l'Entente Interdépartementale de Démoustication (EID), le BRGM Languedoc- Roussillon, la Région Languedoc-Roussillon et le Conseil Général de l'Hérault, notamment à travers la plateforme régionale GLADYS (voir II-B.3.a)).

L'aléa et la ressource hydriques sont abordés sous l'angle de la qualité de la ressource hydrique, (volume et dynamique) en prenant en compte son contexte géologique, structural et lithologique. Cette connaissance n'est accessible en subsurface que par approche indirecte géophysique ou directe, in situ, par forage pour lesquelles les équipes de Géosciences ont un savoir-faire reconnu notamment dans le développement de capteurs prototypes. Les groupes de GEOPHYSIQUE développent donc conjointement une observation in-situ par forage, caractérisation géologique, géophysique et géochimique, et suivi des flux de matière dans l'espace et dans le temps (voir V-E, p.54). Le transfert de l'eau de l'atmosphère vers les aquifères peut être étudié, en plus des forages in situ, par les techniques géodésiques (GPS, inclinométrie, gravimétrie) sensibles à la fois aux transferts de masse et aux éventuels effets de déformation de la surface du sol. La répétition des mesures géophysiques dans le temps, ou la mise en place de capteurs permanents et donc d'observatoire in-situ est le garant d'une connaissance précise de la pérennité et de la qualité de la ressource dans des potentiellement polluées, les zones urbaines, ou les zones dans lesquelles la structure du sous-sol et l'hydrogéologie interagissent de façon majeure tant pour la ressource hydrique que pour la stabilité des pentes. L'ensemble des travaux de GM pour cette thématique est mené à une échelle à la fois nationale et européenne dans le cadre du projet d'ORE H+ (voir III-K.3, p.36) ou du projet européen ALIANCE.

Enfin, l'aléa hydrologique est abordé dans l'unité via l'étude de la vapeur d'eau potentiellement précipitante dans l'atmosphère. Les techniques actuelles de sondage de la vapeur d'eau sont multiples, mais ont de nombreuses limitations. C'est pourquoi depuis plusieurs années, des projets sont en cours pour les compléter par des observations de la vapeur d'eau par GPS, méthode basée sur la mesure du retard subi par l'onde électromagnétique émise par le satellite lors de sa traversée de la troposphère. L'apport du GPS est de fournir des observations tout temps (même en présence de précipitations), avec une résolution temporelle aussi fine que 5 minutes, et une précision de 1 à 2 kg/m² (i.e., 1 à 2 mm d'eau précipitable). Les réseaux GPS au sol sont en pleine expansion dans les pays développés et permettent ainsi d'avoir une bonne couverture sur une bonne partie des terres émergées, complétant les observations satellitaires de vapeur d'eau intégrée (VEI) opérationnelle uniquement au-dessus des océans (p.ex. ATOVS, SSM/I, AMSU-B). Le Laboratoire GM s'intéresse à ce sujet depuis plusieurs années (thèses E. Doerflinger et Cédric Champollion, projet Escompte) et expérimente ces techniques dans le cadre de l'ORE Observatoire Hydro-Météo Cévennes-Vivarais (OHM-CV) dans une région représentative du régime pluviométrique et hydrologique de la moyenne montagne du pourtour méditerranéen, caractérisée par des pluies intenses et des crues éclairs.

Outre que l'unité Géosciences porte déjà un Service d'Observation National (RENAG) et participe à plusieurs ORE majeurs, la création de l'OSU est essentielle pour renforcer

l'interdisciplinarité de l'étude des domaines géologiques vulnérables, notamment le littoral et la subsurface. Ce sont des lieux évidents d'interaction entre géosphère, hydrosphère et biosphère, cette dernière culture étant actuellement absente des approches de l'unité. En mettant à disposition de toutes les équipes de l'OSU ses plateformes analytiques et son savoir-faire en termes de suivi continu des paramètres physiques et chimiques de l'Environnement, GM souhaite s'impliquer fortement dans l'interprétation pluridisciplinaire des observations de l'environnement méditerranéen.

2. Hydroscience Montpellier

HydroSciences Montpellier (HSM) est une UMR rattachée à 4 organismes: UM2, CNRS, IRD et UM1. La tutelle IRD est synonyme d'actions au Sud et HydroSciences s'intéresse prioritairement aux régions méditerranéennes et tropicales (Afrique surtout) dont l'environnement est souvent fragilisé (sécheresse et désertification ; crues et inondations) et où les enjeux sont importants (développement économique, accès à l'eau, enjeux sanitaires, etc.).

L'activité de recherche de l'UMR est centrée sur les impacts climatiques et anthropiques sur les hydrosystèmes méditerranéens et tropicaux. Le laboratoire décline ainsi son activité autour de trois thèmes clés :

- l'eau et la variabilité du climat
- l'eau dans l'environnement et les risques associés
- l'eau ressource mobilisable et exploitable

Quatre principaux domaines d'activité structurent les recherches menées au laboratoire en relation directe avec les thèmes fondateurs de l'OSU:

- Processus biogéochimiques et risque écologique
- Karts et milieux fracturés : hydrogéologie et transferts
- Variabilité hydrologique : analyse, mécanismes et impacts sur les ressources en eau
- Risques hydrologiques liés aux aléas extrêmes

HSM s'intéresse aux changements hydrologiques qu'ils soient de nature climatique ou anthropique avec pour objectif la connaissance du cycle hydrologique, la compréhension du rôle de la végétation dans le cycle hydrologique, la prise en compte des modifications des états de surface dans la relation pluie-débit, mais aussi la modélisation à grande échelle de temps et d'espace. Tout cela dans une optique d'évaluation et de maîtrise de la ressource en eau, mais aussi de la problématique des pluies extrêmes, des crues dévastatrices et de leurs conséquences tant du point de vue quantitatif (inondations) que du point de vue qualitatif (pollutions liées aux crues importantes ou/et au fonctionnement des cours d'eau intermittents). En zone méditerranéenne et tropicale, les risques liés aux crues, notamment inondations et pollutions des milieux récepteurs, constituent un des enjeux forts, liés à la croissance démographique et urbaine, et à la fragilité des écosystèmes continentaux, lagunaires et maritimes. Le lien "changement climatique/événement extrême" est donc un domaine d'étude actuel dans lequel le laboratoire a toute sa place. Les recherches menées visent à mieux caractériser ces risques et à promouvoir différentes stratégies de protection : aménagement d'ouvrages, normes réglementaires, dispositifs de surveillance et d'alerte en temps réel. Ces recherches s'articulent autour de quatre points forts : (1) l'analyse fréquentielle et la caractérisation de la distribution de l'aléa, (2) l'étude des crues rapides et des processus de génération de ces crues en contexte rural ou urbain, (3) l'étude de la propagation des inondations lors de ces événements extrêmes, en particulier en zone densément urbanisée, (4) enfin l'étude des chocs de pollution en éléments dissous ou particuliers, associés à ces crues. Ces sujets impliquent à la fois observations et mesures de terrain (pluies, débits, sols, teneurs en eau, matières dissoutes et en suspension, en particulier dans le cadre de l'ORE OHMCV, voir V-M.1, p.93) notamment pour mieux identifier les contributions des karts lors de ces événements extrêmes. Ces

observations sont accompagnées de développement méthodologique d'outils de modélisation adaptés (approches spatialisées, couplages flux liquides et matières).

Plus généralement, l'impact des activités anthropiques (qui, par ailleurs, ne joue pas toujours comme un amplificateur du changement climatique) sur la ressource en eau et sur le cycle hydrologique est abordé directement ou indirectement par la quasi-totalité des projets menés au laboratoire. Ils concernent notamment les drainages de mines acides au travers du suivi et de la compréhension du fonctionnement hydrobiogéochimique des dépôts de sulfures métalliques directement issus de l'activité minière (voir V-H., p.67) avec la présence dans les eaux de contaminants émergents (composés pharmaceutiques, produits de soin personnel) et des métaux (étain, mercure, plomb, cadmium, cuivre). L'accent est mis sur l'étude du devenir de ces contaminants et de leurs effets sur les organismes. Les travaux entrepris ont aussi pour objectif d'identifier des communautés microbiennes naturellement résistantes à des contaminations extrêmes parce qu'elles constituent des candidates pour être intégrées dans les procédés de biotraitement des effluents industriels. De même, la participation d'HydroSciences à l'ORE OMERE (voir V-M.3, p.95) s'appuie-t-elle sur la nécessité de mieux comprendre l'évolution des concentrations en éléments traces dans les précipitations, les eaux de ruissellement et les nappes souterraines en milieu cultivé.

Les chantiers d'HydroSciences sont localisés sur le Bassin Méditerranéen (au sud comme au nord) et en Afrique de l'Ouest sub-saharienne. Ceux qui pourraient être concernés par le projet d'OSU ne se situent pas directement à l'interface terre/mer dans la zone littorale mais relèvent plutôt de petits bassins versants. Ils relèvent par contre tous d'une logique "surface/subsurface" directement liée à notre discipline. Ils sont intégrés dans des ORE (OMERE et OHMCV) et relèvent d'approches hydrologiques ou constituent des sites expérimentaux reconnus (Carnoulès, voir V-H.1, p.67) sur lesquels de nombreuses observations ont pu être réalisées. Plus largement, sur le Bassin Méditerranéen, ce sont, à l'heure actuelle, principalement des problématiques d'eaux souterraines qui caractérisent nos chantiers : contribution des karsts aux crues en région montpelliéraine, suivi de nappes en milieu aride (Tunisie) ou encore suivi des sources d'eau douce au Moyen Orient. En Afrique sub-saharienne, les chantiers relèvent tous de problématique de surface ou de sub surface. Ils sont tous orientés vers la connaissance du cycle hydrologique à des fins d'évaluation et de maîtrise de la ressource en eau. Ils se situent dans des régions sahéliennes, subsahéliennes ou soudanaises. Ces chantiers sont maliens (projets sur le fleuve Niger et son affluent le Bani, suivi de la végétation), nigériens (programme AMMA –voir V-M.2, p.94- et Bassin du Lac Tchad) ou béninois (programme AMMA à déclinaisons surface, souterraine ou hydrochimique).

La nécessité d'observations systématiques est présente dans de nombreux projets de recherche menés au laboratoire. Toutes ne sont pas demandeuses d'une reconnaissance dans le cadre de ce projet d'OSU. En outre, il convient de prendre en compte la spécificité IRD d'HydroSciences qui conduit à mener sa recherche très souvent hors du contexte régional ou même méditerranéen. De nombreuses tâches d'observation sont ainsi menées dans le cadre du programme AMMA en Afrique de l'Ouest (Mali, Niger et Bénin). Ces tâches sont actuellement répertoriées au sein de l'ORE AMMA-Catch essentiellement piloté par le LTHE et le CESBIO.

La volonté d'HydroSciences est de participer pleinement à ce projet dont il est attendu qu'il puisse relayer le savoir-faire montpelliérain dans le domaine et l'importance et la pertinence des travaux menés jusqu'alors dans le domaine de l'observation

3. Centre d'Écologie Fonctionnelle et évolutive

Les recherches du **Centre d'Écologie Fonctionnelle et évolutive** sont organisées en deux composantes en étroite interaction :

- un effort de recherche fondamentale en écologie fonctionnelle et évolutive ;
- un effort transversal explicite et coordonné, de recherches sur l'action de l'homme sur les systèmes écologiques.

La prise en compte de l'**anthropisation** de la biosphère répond à l'importance croissante des questions d'environnement : en effet, "*la question écologique est une composante structurelle du fonctionnement des sociétés contemporaines*" (Luginbühl, comm. orale, conseil scientifique du CNRS, 7/4/2005). L'anthropisation de la biosphère atteint un niveau sans précédent, et la recherche en écologie ne peut rester absente des débats. Mais les questions soulevées, concernant des échelles et des mécanismes de l'individu à la population et au paysage, impliquent inévitablement un large spectre de recherches fondamentales pour améliorer notre compréhension des mécanismes en jeu à différentes échelles, en amont de la recherche appliquée, de l'expertise, et de l'ingénierie. Par ailleurs, les changements du globe, qu'il s'agisse de l'exploitation directe ou indirecte des populations vivantes et des ressources, des divers changements d'utilisation des terres ou du changement climatique, constituent un ensemble de quasi-expériences sans précédent : le besoin de compréhension des mécanismes va donc de pair avec des opportunités considérables d'améliorer cette compréhension.

L'effort de recherche fondamentale est centré autour de la **dynamique de la biodiversité**, de ses mécanismes et de ses conséquences aux échelles d'organisation allant de l'individu au paysage. Les recherches du CEFÉ portent sur trois axes principaux conduisant à une organisation en trois départements auxquels s'ajoute l'Ecotron, grand équipement d'expérimentation en écologie.

Le département "Biologie des populations" regroupe les recherches relevant principalement du fonctionnement et de l'adaptation des populations et de leurs conséquences sur la dynamique de la biodiversité. Il bénéficie d'une forte composante théorique. L'écologie comportementale et l'écologie chimique sont un apport marquant à la biologie intégrative en plein développement. L'anthropisation est abordée dans des problèmes d'écologie de la conservation et d'érosion de la biodiversité, dans des études de dynamique de la biodiversité de plantes tropicales cultivées, et dans l'étude des réponses démographiques et évolutives aux changements climatiques

Le département "Dynamique des systèmes écologiques" aborde de façon intégrative la dynamique des communautés et des paysages en relation avec les changements d'utilisation de terres. Les approches vont de la biologie des populations à des approches fonctionnelles et ce département est donc un des lieux privilégiés du développement de l'interface entre écologie évolutive et écologie fonctionnelle. Dans une confrontation fructueuse, l'hétérogénéité spatio-temporelle de l'environnement, dont les activités humaines sont un déterminant majeur, correspond au "régime de sélection" des biologistes évolutifs et au "régime de perturbation" de l'écologie des communautés et des paysages. de cette hétérogénéité. Le département développe ainsi des approches pluridisciplinaires avec les Sciences de l'Homme et de la Société (SHS).

Le département "Fonctionnement des écosystèmes" étudie les flux de matière et d'énergie et leurs fonctions dans les écosystèmes. Un effort particulier est consacré à l'évaluation de l'importance de la diversité biologique dans ces fonctions et leur pérennité face aux changements globaux, à partir de modèles biologiques situés à différents niveaux d'organisation du vivant.

L'Ecotron, grand équipement expérimental en cours de construction, permettra d'établir un continuum depuis l'observation et l'expérimentation *in natura* jusqu'aux expérimentations au laboratoire en proposant plusieurs échelles intermédiaires d'expérimentation et de suivi (macrocosmes, mésocosmes, microcosmes), qu'il est prévu d'ouvrir par appel d'offres à la communauté scientifique internationale.

L'effort de recherche fondamentale et l'effort consacré à l'écologie de l'anthropisation s'appuient fortement sur divers programmes de suivi à long terme, du niveau populationnel au niveau écosystémique, programmes dont beaucoup sont centrés sur le milieu méditerranéen.

On peut citer pour le niveau populationnel le suivi démographique de populations de mésanges intégrant des approches d'écophysiologie extrêmement fines, et des approches expérimentales : ce programme éclaire à la fois les mécanismes d'adaptation locale, et la réponse démographique aux changements climatiques. Au niveau écosystémique par exemple la tour à flux de Puéchabon permet de mesurer en continu les flux d'eau et de CO₂ au niveau de l'écosystème, et a permis de démontrer qu'en période de sécheresse, la respiration l'emporte sur la photosynthèse et que la forêt ce chêne vert en question relargue du carbone au lieu d'en stocker. Sur le même site, le suivi est couplé à une expérience à long terme d'interception de pluie au niveau de toute une parcelle.

Certains de ces programmes à long terme sont en cours depuis 30 ans : les bases de données correspondantes constituent une des richesses du laboratoire et sont l'objet d'une intense activité de recherche, de modélisation et d'analyse et de publication. Pour une meilleure prospective sur l'instrumentation et pour mieux organiser notre appui à des programmes qui ont souvent eu à gagner leur pérennité pas à pas, nous avons mis en place en 2006 une commission "programmes à long terme", étroitement associée à la section des Terrains d'Expérience du CEFÉ.

En résumé, le CEFÉ constitue un grand laboratoire d'interface alliant de façon interdisciplinaire sciences de la vie (SDV), sciences de l'univers (SDU), et sciences de l'homme et de la société (SHS), comme l'exigent les enjeux de recherche en écologie, et, singulièrement, la compréhension et la prédiction des conséquences biologiques des changements globaux.

4. Écologie des systèmes marins côtiers (UMR 5119)

Dans la continuité du quadriennal précédent, la thématique générale du projet scientifique de l'unité reste centrée sur l'étude des effets des changements locaux et globaux liés à l'anthropisation sur les écosystèmes marins côtiers, les communautés, les populations et les organismes qui les composent.

Au-delà des enjeux concernant ces systèmes écologiques qui se sont renforcés à différents niveaux de perception, la complexité des systèmes étudiés et la diversité des forçages dont ils font l'objet légitiment deux grandes approches conceptuelles qu'il faut mener de front : celle de l'acquisition et de l'intégration des connaissances le long du continuum organisationnel du vivant, et celle de la prise en compte de la multiplicité des facteurs de contrôle qui sont à l'œuvre à chaque niveau d'organisation considéré.

Ces approches doivent s'appuyer sur le couplage le plus étroit possible entre les trois piliers méthodologiques qui supportent l'acquisition des connaissances et l'analyse des systèmes écologiques : l'observation, l'expérimentation et la modélisation.

Les approches conceptuelles et les supports méthodologiques doivent aussi s'inscrire dans les dimensions spatiales et temporelles qui caractérisent les systèmes marins côtiers. Il s'agit tout autant d'associer et d'analyser aux différents niveaux d'observation des systèmes et de leurs réponses les échelles spatio-temporelles pertinentes, que de définir les interfaces et interactions entre ou au sein des systèmes étudiés.

Au delà de la compréhension des actions des facteurs biophysico-chimiques sur les caractéristiques structurelles et fonctionnelles des systèmes, celle des interactions homme-littoral-mer, benthos-pelagos, macroorganismes-microorganismes ou entre catégories d'organismes sont au cœur des équilibres/déséquilibres constatés.

Dans ce contexte, l'UMR au regard de ses compétences et de ses moyens identifie 3 grandes priorités scientifiques :

(i) décrire, comprendre et modéliser les effets des changements environnementaux d'origine locale et globale sur les composantes biologiques (réseaux, communautés, populations,

organismes) des milieux marins côtiers en termes de capacités adaptatives, de diversité et d'interactions ;

(ii) estimer les conséquences des modifications de ces caractéristiques des assemblages des micros - et macro-organismes sur les fonctions qu'ils exercent dans leurs écosystèmes ;

(iii) contribuer à l'élaboration des bases conceptuelles et méthodologiques de la gestion des ressources et des services écosystémiques des milieux marins côtiers.

L'unité s'appuie sur les projets spécifiques de huit équipes, deux axes transversaux de recherche et des supports communs qui offrent des capacités d'expérimentation et d'analyse performantes (site d'observation et d'expérimentation MEDIMEER, plateaux techniques). Les effets des différents types de forçages environnementaux sont abordés en référence à la dynamique et aux rôles des différentes communautés de microorganismes et de macro-organismes vis-à-vis du fonctionnement et des usages des écosystèmes marins côtiers.

La productivité des écosystèmes marins côtiers ainsi que la plupart des processus biogéochimiques qui s'y déroulent dépendent du fonctionnement des réseaux microbiens. L'équipe « Réseaux planctoniques » a pour objectif d'étudier le fonctionnement de l'ensemble des réseaux planctoniques marins côtiers. L'équipe « Dynamique et diversité des populations planctoniques » explorera les interactions entre l'environnement marin côtier et la diversité, la dynamique et l'activité des populations planctoniques. Au sein des écosystèmes pélagiques, l'équipe « Diversité et Ecologie des Poissons » se focalisera sur les déterminants et l'évolution de la diversité spécifique et fonctionnelle des poissons côtiers. La structure et le fonctionnement des communautés benthiques et les interactions pélagos/benthos seront étudiés par l'équipe « Fonctionnement écologique du benthos et ses interactions avec le pélagos ».

Les capacités et les mécanismes d'adaptation aux variations de salinité des populations de macro-organismes naturelles et d'intérêt aquacole seront analysés par l'équipe « Adaptation écophysiological au cours de l'ontogénèse ». Les travaux de l'équipe « Réponse immunitaire des macro-organismes et environnement » seront focalisés sur les interactions du système immunitaire des animaux avec les populations microbiennes commensales ou pathogènes et avec les facteurs environnementaux.

Parmi les « crises environnementales » récurrentes ou émergentes qui menacent ces écosystèmes et leurs usages, ce sont celles causées par les microorganismes qui prennent le plus d'amplitude tant en fréquence qu'en durée. Une équipe (« Efflorescences toxiques et diversité algale »), a pour objectif central la compréhension des phénomènes d'efflorescences algales toxiques et de leurs déterminismes. Une autre (« Pathogènes et Environnement ») se consacrera à la diversité, aux facteurs de contrôle et aux incidences des bactéries pathogènes (humains et animaux) dans le continuum des écosystèmes et anthroposystèmes littoraux.

Les interactions entre ces équipes seront favorisées par deux axes transversaux (1- Intégrer les connaissances autour du tryptique « biodiversité-fonctions-services écosystémiques » en développant notamment l'utilisation des outils de l'expérimentation et de la modélisation. 2- Rapprocher la connaissance de l'action autour de différentes problématiques environnementales urgentes dans un contexte/démarche d'ingénierie environnementale) et par une utilisation partagée de différents outils.

L'Unité dispose de 6 plateaux techniques consacrés aux analyses biologiques et chimiques sur son site principal d'implantation (campus UMII).

Sur le site de la Station Méditerranéenne de l'Environnement Littoral (Sète, Lagune de Thau) l'UMR a créé, avec l'aide de l'Université Montpellier 2 et du CNRS (Instituts INEE-CNRS et INSU) le site d'observation et d'expérimentation MEDIMEER (Mediterranean Platform for

Marine Ecosystem Experimental Research). Ce site offre des capacités uniques de simulation et d'observation des effets des changements globaux sur les écosystèmes marins côtiers.

Sur le plan thématique, notre UMR s'inscrit donc naturellement dans la thématique globale de l'OSU au titre des changements globaux et de leurs effets sur le fonctionnement des écosystèmes marins côtiers et plus particulièrement ceux de la zone littorale.

Nous proposons que le site d'expérimentation et d'observation de notre unité (MEDIMEER) localisé sur le site de la Station Méditerranéenne de l'environnement Littoral (UMII, Sète) soit le point d'appui de certaines des tâches d'observation, concernant le milieu marin côtier, décrites à la section V-G.1.

Pour chacune de ces tâches, les équipements nécessaires aux observations correspondantes ont été acquis. Le nouveau bâtiment «front d'étang» achevé en 2009 pourra abriter notamment la centrale d'acquisition des différentes variables mesurées.

Pour définir et prendre en compte des scénarios d'évolution des écosystèmes marins côtiers, il est nécessaire d'interfacer les compétences de nos équipes avec celles d'autres disciplines présentes à l'extérieur de notre unité. L'OSU nous paraît comme une structure particulièrement bien adaptée pour mutualiser les moyens au service d'une communauté qui a déjà initié différentes collaborations entre ses unités dans le domaine marin côtier : Hydrosiences, Géoscience, ECOLAG.

Cette mutualisation devrait permettre d'afficher clairement les savoirs faire locaux dans ce domaine et l'offre disponible pour les équipes extérieures intéressées par les problématiques environnementales concernant le milieu marin côtier méditerranéen.

Nous attendons également de la participation à cet OSU de pouvoir pérenniser un système d'observation des écosystèmes lagunaires et de bénéficier d'une aide technique pour supporter les tâches d'observation proposées.

5. Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier

L'ISEM focalise ses recherches sur les mécanismes de l'évolution (mécanismes de spéciation, d'adaptation, évolution du sexe, innovations clefs, etc.) en appréhendant les différentes dimensions structurelles et fonctionnelles du vivant. Un intérêt particulier est aujourd'hui porté sur les capacités de réponses des organismes et des communautés vis-à-vis des changements planétaires qui sont un paramètre déterminant de l'évolution des espèces, des écosystèmes, et des sociétés humaines. Ces thématiques sont toutes abordées à travers l'acquisition de nouvelles données ainsi que par des outils/approches de modélisation et ayant pour objectif des aspects appliqués et/ou prédictifs.

L'ISEM fonde son projet de recherche pour le prochain quadriennal sur cinq départements (équipes au sens de l'AERES), eux même constitués de 13 groupes. Ces départements sont "Génome", "Forme", "Diversité", "Conservation/Domestication" et "Environnement".

Chacun de ces nouveaux départements trouve sa logique dans la nécessité de décliner au mieux le projet en regard de l'un ou l'autre des axes émergents en sciences de l'évolution. Ils s'organisent également plutôt selon un gradient croissant d'échelle d'appréhension des processus (« Génome », « Diversité », « Environnement ») admettant toutefois deux axes plus transversaux (« Forme » et « Conservation-Domestication »). Les ponts et les recouvrements thématiques entre chacun d'eux sont nombreux et les projets de recherche peuvent être partagés.

LE DEPARTEMENT « GENOME » implique des équipes et des projets de recherche qui incluent l'échelle moléculaire dans leur réflexion sur l'évolution. Ce département a pour objectif

de répondre à la montée en puissance de la génomique. Celle-ci confronte les chercheurs à un développement sans précédent des moyens d'acquisition de données. Les projets proposés cherchent à tirer profit de l'accès à l'information génétique aux différentes échelles structurales et fonctionnelles pour décrypter les processus évolutifs, notamment ceux impliqués dans l'évolution moléculaire et la phylogénie, les mécanismes de l'adaptation et de la spéciation.

Le département « Génome » a des besoins en termes de temps de calcul et de stockage de données très importants actuellement et qui vont croître durant le prochain quadriennal.

LE DEPARTEMENT « DIVERSITE » propose un ensemble de projets qui répondent plus explicitement à la nécessité de lier les processus évolutifs et écologiques (écologie évolutive), pour une meilleure appréhension des mécanismes qui sous-tendent la dynamique de la biodiversité. Ce département est le plus investi dans la compréhension des effets des changements planétaires sur les organismes, les populations et les communautés. Le développement de modèles théoriques y est tout aussi fondamental que celui de l'évolution expérimentale.

Ce département a également des besoins en termes de temps de calcul et de stockage de données très importants .

LE DEPARTEMENT « FORME » propose d'orienter l'un de nos axes de recherche vers une meilleure compréhension des mécanismes par lesquels la dynamique du développement affecte la variation et l'évolution phénotypique. L'approche proposée ici associe l'étude des mécanismes fins à l'origine de l'émergence et de la variabilité des formes, et de ceux qui contraignent le rôle de la sélection dans leurs évolutions. La vision paléontologique de cette évolution, et son interprétation évolutive sont parties intégrantes de ce projet.

LE DEPARTEMENT « CONSERVATION ET DOMESTICATION » porte un projet transversal et intégratif centré sur un groupe d'organismes, les poissons. Il incarne, en partie, l'ambition de l'unité de s'afficher plus explicitement sur le terrain de l'évolution appliquée. Les recherches vont servir à documenter et valoriser nos connaissances fondamentales sur la diversité ichtyologique, la génomique évolutive, le potentiel adaptatif, et la structuration des populations pour se doter des moyens nécessaires au développement de méthodes de conservation, gestion, domestication (production aquacole).

LE DEPARTEMENT « ENVIRONNEMENT » est, dans l'ISEM, celui qui propose la recherche qui se situe à l'échelle la plus globale. Deux thématiques majeures y sont traitées, les reconstitutions des changements climatiques et de la dynamique des écosystèmes passés. Ces deux thématiques se fondent sur l'acquisition de nouvelles données et intègrent des aspects de modélisation pour une meilleure compréhension des processus actuels et futurs. L'un des buts de cette recherche est la gestion de la biodiversité au niveau spécifique et écosystémique dans le cadre des changements globaux.

Ce département possède plusieurs bases de données, dont celles archivant les données palynologiques de plus de mille sondages localisés en Europe (European Pollen Database) ainsi que celles de distribution de plantes (Plantclim) et de lames de références (Nextgen). Toutes ces bases de données sont gérées sous MySQL sur un serveur local.

6. Centre de Bio-Archéologie et d'Écologie

Composé de biologistes et de géologues, le CBAE est une UMR d'interface entre les domaines des sciences de la vie (SDV), des sciences de l'Homme et de la société (SHS) et des sciences de la terre (SDU) dont les tutelles sont l'UM2, le CNRS et l'EPHE-Paris. Un autre établissement participe à la vie du laboratoire en affectant du personnel, l'Inrap (Ministère de la Culture) qui devrait pouvoir devenir un partenaire institutionnel de l'unité au prochain quadriennal. Cette situation d'interface conduit le CBAE à dépendre de deux instituts du CNRS, INEE en principal et INSHS en second.

Le cœur d'ouvrage du CBAE consiste à étudier les environnements passés (>100 ans), pour l'essentiel durant les derniers millénaires de l'actuel post-glaciaire (Holocène). Mais une partie des recherches couvre des périodes plus anciennes du Quaternaire et même de la transition Plio-Pléistocène. Les recherches visent à décrire les changements paléo-environnementaux, qu'ils soient induits par des modifications climatiques ou par des changements d'usage du sol et des pratiques agropastorales, se traduisant généralement par des changements du régime des perturbations, notamment les incendies ou d'avalanches. L'analyse des causes des changements environnementaux vise à mieux comprendre les conséquences en termes de structurations des écosystèmes, de dynamique de la biodiversité, de mise en place des agrosystèmes et enfin d'évolution des sociétés. La chaîne d'investigation couvrant les causes (forçages) aux conséquences des processus (perturbations) sur les écosystèmes naturels ou cultivés intègre depuis peu l'analyse des rétroactions comme les conséquences des changements climatiques des régimes de feux sur les émissions de carbone atmosphérique avec pour éventuelle résultante une altération du climat. Pour atteindre ces objectifs, les recherches réalisées mettent en œuvre des stratégies visant la haute résolution spatiale et temporelle, et déploient des approches fondées sur des indicateurs et des archives paléoenvironnementales aussi diversifiées que l'étude des charbons dans les sols naturels (pédoanthracologie) et les sédiments lacustres, la dendrochronologie, la bioarchéologie ou les analyses bio-géochimiques élémentaires.

Le CBAE comporte deux équipes correspondant aux deux principales tendances de l'unité.

L'équipe « Ressources biologiques, sociétés et biodiversité » a pour principale vocation l'analyse des relations entre l'Homme et son environnement. Ici l'Homme est considéré sous sa dimension sociétale, bien que des recherches ponctuelles ont conduit à explorer les environnements associés aux Hominidés (>100 000 ans). Les problématiques intègrent l'exploitation de la diversité des ressources organiques en vue d'usages domestiques (combustible, habitat, mobilier, etc.) et alimentaire. Les recherches de cette équipe bénéficient de soutien sous forme d'ACI et depuis peu de financements ANR. En outre, une ATIP EDD est financée au bénéfice de cette équipe (2007-08). Le territoire de ces recherches est le bassin méditerranéen de la péninsule ibérique au Moyen-Orient, territoire berceau de notre civilisation agronomique et d'un grand nombre de plantes cultivées et exploitées. L'équipe « Paléoécologie, perturbations et changements globaux » étudie le complexe de relations liant les régimes de perturbations (feux, avalanches) à leurs forçages (climat, activités humaines, reliefs) et à leurs conséquences en termes de dynamique et de structuration spatiale des écosystèmes et de communautés. Les régimes de perturbations sont décrits en termes de fréquences et d'intervalles entre événements, et à l'avenir un effort sera investi pour explorer les régimes en termes de surface ou de sévérité qui constituent des variables physiques essentielles à décrire pour comprendre les processus écologiques induits. Les hypothèses de travail supposent que les changements globaux n'agissent pas toujours directement sur les organismes (populations, communautés, écosystèmes) mais s'exercent au travers des changements de régime de perturbations qui peuvent avoir des conséquences profondes et durables (>100 ans) sur les écosystèmes, voire des conséquences inverses à ce que l'action directe du climat sur les systèmes écologiques pourrait induire. Les processus étudiés explorent les derniers 10 000 ans du postglaciaire, mais aussi la période subrécente qui est le siège de la déprise agropastorale de l'ère industrielle (<200 ans) dont les conséquences sont remarquables pour la biodiversité. L'essentiel des recherches de cette équipe bénéficie de soutiens financiers de l'INSU (ECLIPSE, ECCO, EC2CO, ARTEMIS) et de l'IGBP (Fast track initiative on fire). Le programme ESMEERALDA qui a débuté en 2007 est labellisé et reconnu par le Pôle Risque de la région PACA : il vise à étudier le rôle des incendies sur la structuration des écosystèmes de montagne périméditerranéenne. Un programme en partenariat avec des universités canadiennes (UQAT, UQAM) et le *Canadian Forest Service* permettent de soutenir les recherches en forêt boréale avec en ligne de mire des questions sur la variabilité naturelle des régimes de feux pour mieux maîtriser

les modalités de gestion durable des forêts dans une perspective d'exploitation de la ressource ligneuse et de préservation des stocks de carbone. Positionnement par rapport à l'OSU

Les programmes mis en œuvre par les deux équipes du CBAE peuvent bénéficier utilement de système d'observation à long terme, notamment pour expérimenter les processus associés à la déprise pastorale, ou pour monitorer le transfert des bio- et géo-indicateurs utilisés pour reconstituer les paléoenvironnements dans des archives très diverses comme les sols naturels, les travertins ou les sédiments lacustres et tourbeux. Ce travail de monitoring est déterminant pour la calibration des méthodes qui sont mise en œuvre. Les actions envisagées sont les suivantes :

Recrutement forestier et pastoralisme. Depuis 2005, le CBAE a mis en place un protocole à long terme (mini. 10 ans) de suivi de la régénération et mortalité forestière pour quantifier le recrutement dans un massif forestier méditerranéen soumis à un pastoralisme traditionnel avec du gros bétail (bovins). Ce projet vise à quantifier les conséquences induites par les bovins dans des systèmes forestiers, processus s'apparentant à ce qui a pu se dérouler au cours du Néolithique et des âges des métaux.

Traçage de bioproxies paléoécologique. La paléoécologie en milieu méditerranéen est particulièrement pauvre en travaux taphonomiques permettant de calibrer les signaux fossiles. Les recherches sur les paléo-incendies ne disposent que de données taphonomiques en milieux boréaux et tropicaux, et aucun en milieu méditerranéen, alors même que ces écosystèmes sont le siège d'incendies fréquents ce qui limite les reconstructions en zone méditerranéenne. Des lacs de retenues entourés de massifs forestiers susceptibles de brûler (lacs de Salagou, de St-Mathieu de Trévières, de la Ste Victoire, etc.) peuvent accueillir des pièges à sédiment qui permettront de quantifier les apports en bio-proxies et notamment à l'occasion d'incendies qui ne manqueront pas de se dérouler un jour dans les bassins versants. Ce système d'observation doit pouvoir réunir les paléoécologues et sédimentologues de l'OSU (CBAE, ISEM, Géosciences).

III. L'OSU de Montpellier dans le contexte de recherche, de formation et de valorisation régional et national

III-A. Structures fédératives, Pôles de Recherche et de compétitivité, Université unique et l'OSU.

L'étude de l'environnement et en particulier des relations entre la géosphère, l'hydrosphère et la biosphère rassemble informellement pour l'instant une large communauté scientifique sur le pôle de recherche montpelliérain, qui s'inscrit dans un ensemble allant de l'agronomie jusqu'aux sciences humaines en passant par les Géosciences et l'étude de l'Eau. Plusieurs IFR assurent déjà une certaine structuration de la recherche et des synergies dans ces domaines notamment les IFR 119 (biodiversité) et 123 (ILEE) validés par le Ministère de la Recherche pour le quadriennal 2007-2010. Ces IFR regroupent des unités relevant de 12 établissements : AGROPARISTECH, BRGM, CEMAGREF, CIRAD, CNRS, EMA, IFREMER, INRA, IRD, SUPAGRO, UM1, UM2. Plusieurs de ces établissements sont également impliqués dans le RTRA (« Fondation Montpellier Agronomie Développement Durable ») créé en 2006.

Les IFR structurent sur des thématiques très ciblées, des communautés très actives dont la très grande diversité et les nombreuses tutelles impliquent cette focalisation thématique et ne permettent donc pas aux différents opérateurs d'avoir une vision complète des actions menées localement autour des thématiques environnementales. L'OSU, à l'inverse, est une structure

fédérative qui associe des acteurs en nombre plus limité, mais sur un champ plus vaste, quoique ciblé sur la Méditerranée. Cette structure constitue en région un opérateur qui peut offrir une vision complète des actions menées par les organismes nationaux, notamment l'INSU et l'INEE. Ces acteurs ont tous en commun un fort investissement universitaire, tant du point de vue de la recherche que de la formation. L'OSU est donc complémentaire du dispositif créé autour des IFR et qui a pour but une forte externalisation régionale de la recherche menée dans les UMR qui les constituent. L'OSU est également, par essence, la seule structure dont la mission est la pérennisation des observations systématiques, alors qu'une large part des recherches des UMR associées repose sur des suivis à long terme et un agencement maintenu avec difficulté par les unités, voire les équipes, entre observations de terrain et expérimentations d'une part, bases de données, analyses et modélisation d'autre part.

La disparition annoncée des IFR va imposer à l'Université et aux différents acteurs concernés de choisir entre leur renouvellement sous forme de structures fédératives plus ancrées sur les Universités, mais gardant le même but de structuration régionale focalisée thématiquement, ou de les intégrer dans les pôles de formation et de recherche de l'UM2 (notamment le pôle EVAP -Eau, Vie, Environnement, Planète- et demain dans les pôles de l'Université Unique UMSF.

Quels que soient finalement les choix l'OSU garde sa pertinence tant sur le plan thématique que sur la synergie naturelle entre formation et recherche qu'il assure de par sa construction fortement universitaire, tout en offrant à toutes les tutelles un opérateur de gestion donnant une vision consolidée des moyens qu'ils mettent à l'étude de l'Environnement.

A plus longue échéance, et dans le cadre de la construction de l'Université unique UMSF, la création de l'OSU se fait sur une synergie de méthodes, de cibles et de questions scientifiques qui s'intègrent dans trois pôles de l'Université unique:

- Le pôle « Agronomie - Environnement » qui traite précisément des relations entre Milieu et Biodiversité dans la définition d'un environnement «ressource» allant des espaces naturels à l'agronomie, et intégrant également les démarches agro-alimentaires. Toutes les unités rassemblées dans le projet d'OSU participent à cet axe.
- Le pôle Eau qui se constitue autour de l'IFR ILEE et du master eau et qui a vocation à devenir de dimension européenne
- Le pôle SHS à travers sa déclinaison « Territoire, Risque et Société » qui prend en compte l'analyse de l'aléa et son influence sur la construction du milieu naturel et du milieu social. Les unités Géoscience et Hydrosciences participent activement à cet axe en partenariat avec les SHS ; cet axe est un axe majeur de la Maison des Sciences de l'Homme de l'UM3.

L'OSU a vocation à devenir l'une des composantes de UMSF où elle deviendrait le pendant naturel de ma Maison des Sciences de l'Homme actuellement abritée par l'UM3, les deux structures développant ensemble les programmes à la croisée des Sciences de l'Univers et de l'Environnement et des SHS dans leurs implications sociétales.

L'axe « Territoire, Risque et Sociétés » est également l'un des axes porteurs du projet de Plan État Région 2007-2014 dans lequel les acteurs réunis dans cette proposition d'OSU animent en partenariat avec les SHS un volet « Risque » et ont souhaité afficher leur visibilité à travers un manifeste « Risque » largement diffusé en région.

Au plan régional et interrégional les unités du groupe participent à l'existence de deux pôles de compétitivité (le pôle « Risque » en région PACA et Languedoc Roussillon, et le pôle DERBI en

Languedoc Roussillon sur les énergies renouvelables) et à la création d'un troisième pôle en cours d'examen national, le pôle « EAU ». Il sera très important de veiller au développement de ces relations entre les pôles de compétitivité et l'OSU car l'observatoire a vocation à valoriser son savoir-faire scientifique et technique ainsi que les conclusions de ses études auprès de milieu socio-économique afin que celui profite de ce savoir-faire et adapte ses pratiques lorsqu'elles ont un impact environnemental fort ou qu'elles sont sujettes au risque naturel. Ces liens sont aussi le garant d'une meilleure intégration des diplômés des métiers de l'Environnement dans le milieu industriel

III-B. Pouvoir intégrateur de l'OSU à l'échelle de l'UM2 puis de UMSF.

La structuration de l'UM2 et de UMSF fait apparaître à l'évidence de nombreux acteurs avec qui l'OSU devra tisser des relations

- les technologies du signal et des capteurs (électronique etc...) : ces relations seront essentielles pour la co-conception des nouveaux capteurs nécessaires aux SO
- les technologies de l'information : pour tout ce qui concerne la constitution et l'utilisation de bases de données environnementales hétérogènes. Le travail de rapprochement a déjà largement commencé comme en témoigne les travaux actuels dans ce domaine à l'OSU et la tenue du premier workshop dédié à cette thématique l 16 septembre 2009
- les sciences agronomiques, qui interagissent avec les SDUE à l'échelle nationale pour l'étude du milieu naturel, et qui constituent une part importante de la dynamique régionale en terme d'enseignement et de recherche. Dans un premier temps, ce sont les structures post-IFR qui pourraient assurer le relais entre l'OSU et le monde agricole.
- les SHS, avec qui l'interaction est déjà forte sur l'axe « Territoire, Risque, Sociétés » et le Programme National Environnement Côtier (PNEC, EC2CO, INSU) et dans des équipes pluridisciplinaires au sein même de certains des laboratoires du présent projet.
- les astronomes, petit groupe rattaché à la physique fondamentale, et qui sont porteurs d'une tâche de service au sein d'un Service labellisé par l'INSU (division AA) et pourraient à terme intégrer la structure proposée ou en tout cas s'y associer fortement. L'OSU gèrera autant que de besoin la carrière des personnels CNAP de ce laboratoire qui seraient rattachés à l'UM2 et assurera pour l'INSU et pour ce laboratoire la gestion croisée des projets de recherche et des rapports consolidés. Certaines thématiques de recherche, par exemple autour de l'exobiologie par exemple, pourraient également voir le jour au sein de l'OSU qui assurerait ainsi une prise de risque que chacun des laboratoires ne prendrait pas seul.

IV. Moyens de l'OSU OREME

IV-A. Les moyens actuels

1. Moyens humains

À l'heure actuelle, l'OSU naissant n'a que peu de personnel directement rattaché à la structure : son directeur et l'attaché de direction également chargé e de communication.

Cet état de fait masque que, au sein des unités, un nombre significatif de personnels ITA/IATOS effectue tout ou partie de son activité autour des missions d'observatoire, ainsi qu'un certain nombre de chercheurs et d'enseignants chercheurs.

Il est toujours délicat d'estimer dans l'activité d'un agent les fractions de temps affectés à différentes tâches mais ce travail doit permettre d'éclairer l'engagement des unités au service des missions d'OSU, ce qui est éventuellement mutualisation, et donc orienter les choix de recrutement énoncés en fin de document.

À l'heure actuelle voici un premier récapitulatif de ces moyens mis à disposition en quelque sorte, des missions d'observatoire par les unités.

Tableau 4 : récapitulatif des moyens mis à disposition des missions d'observatoire par les unités

Laboratoires	ITA (ETP)	ITRF/ BIATOS (ETP)	CH (ETP)	EC (ETP)	CDD	Doc.	
Géosciences Montpellier	9.5	1.7	4.15	2.7	2.2	7,2	
Hydrosciences Montpellier	2.0	20.	1.6	3	0	0	
Centre d'Écologie Fonctionnelle et Evolutive	9.2	0	11.7	4.2	0	0	
Laboratoire Écosystèmes Lagunaires et Côt.	1.1	0.1	0.2	0	0	0	
Institut des Sciences de l'Évolution	1.2	0	0.9	0.75	0	0	
Centre de Bio-Archéologie et d'Écologie	0	0	0	0.5	0	0.2	
Total	23	21.8	18.55	11.15	2.2	0.2	76.9

2. Moyens financiers

L'OSU dispose actuellement d'un budget fondé sur un PPF de 200K€ sur 4 ans, négocié au début du plan actuel avec le Ministère afin de développer des actions d'Observation Systématique en Sciences de l'Univers auquel s'ajoutent le soutien de l'INSU-CNRS (40K€ en 2009), de l'INEE-CNRS (50K€ en 2009), et de l'IRD (30K€ programmés en 2009). Ce budget a permis à l'Observatoire de commencer à financer ses priorités, en sous-dotant notamment certains SO, notamment en bio-diversité ou le besoin en équipement et en main d'œuvre est criant et a un fort impact sur le budget

De même que pour les agents, les Unités participent déjà fortement au soutien des activités d'observatoire sur le budget d'UMR comme élément fondamental de leur recherche. Ce soutien est toutefois de plus en plus difficile dans un contexte où les UMR cherchent à valoriser rapidement leur investissement en terme de recherche. Il conviendra d'identifier exactement le montant de ce soutien, ce qui n'est pas encore terminé au moment de la rédaction de ce rapport pour permettre aux différentes tutelles d'accéder à une vision intégrée des moyens consacrés à ces activités en région.

IV-B. Moyens demandés au cours du prochain contrat

1. Moyens humains

a) Techniques et d'encadrement des services centraux

Afin de favoriser le plus tôt possible la synergie autour des grands objectifs et notamment des Observations systématiques et implanter l'OSU dans le paysage local l'OSU s'est déjà doté d'un service de communication chargé d'accompagner la naissance et la construction de cet OSU en le rendant visible à l'échelle régionale et nationale, notamment à travers la conception du portail WEB. C'est un poste très important lors des premières années de l'OSU car celui-ci devra s'imposer régionalement comme un acteur important sur l'environnement méditerranéen. Compte

tenu de la synergie essentielle entre ce poste et la direction de l'OSU, il était logique de lui ajouter la mission de secrétariat de direction, en relation directe avec les tutelles. Un NOEMI AI a donc été obtenu auprès du CNRS sur lequel Marie Odile Pietrusiak a été recrutée en 2008.

Elle assure actuellement ces fonctions plus celle de gestionnaire et celle de secrétariat classique. Si cela a été possible en 2009 c'était parce que la charge budgétaire était faible. Toutefois, dès 2010, l'OSU va gérer intégralement son budget et va également récupérer la gestion des plateaux techniques mutualisés gérés jusque-là par le département universitaire des STU qui a à présent disparu. L'OSU va également gérer les budgets liés aux demandes d'équipement. À cela s'ajoute un travail de secrétariat de routine qui augmente un peu, alors même que la charge de travail en communication va augmenter avec la gestion dynamique du site WEB et la réalisation de plus actions en cours de montage, allant de la fête de la science au projet de journées Sciences et Citoyen avec la Tunisie

Il convient donc de recentrer le travail de Mme Pietrusiak sur les seules activités d'attaché de direction dans les relations de l'OSU avec els tutelles et de chargé de communication. Pour cela il faut recruter un poste de secrétariat et gestion, en BAP J, de niveau technicien.

Le développement des bases de données est la priorité des projets de l'OSU-OREME et dépend, comme argumenté au chapitre IV-N d'une part de la mise en place des outils matériels dont le déploiement est pris en charge par les personnels actuels responsables des réseaux, mais également, et surtout, par la mise en place de méthodes et de solutions logicielles à discuter avec tous les utilisateurs qui devront être aidés et formés dans cette démarche. Il faut donc, au-dessus des groupes de terrain qui constituent ces bases, un niveau de synthèse à l'échelle de l'OSU. Ce travail devrait être réalisé par une Ingénieur d'Etude, en BAP E, spécialisé dans la constitution, le développement et la pérennisation des bases de données. Ce poste est la priorité technique des services mutualisés de l'OSU.

b) Encadrement technique des Systèmes d'Observation.

À moyen terme d'autres besoins vont apparaître. Certains pourront être couverts par mutualisation entre les unités, mais sans doute pas tous :

1. Le maintien des programmes de suivi de la biodiversité bénéficierait d'une coordination technique spécifique effectuée par un personnel qualifié sur ces questions (personnel maîtrisant les techniques de terrain utilisées pour l'estimation des paramètres de la dynamique des populations et des communautés). En effet les départs à la retraite vont affecter significativement les SO Biodiversité-Ecologie et les programme »s sur les vertébrés en particulier.
2. Le soutien aux observations phénologiques et palynologiques intégrées dans le réseau national de phénologie devront faire l'objet d'un soutien pour l'instant inexistant alors même que ce système doit faire l'objet d'une demande prioritaire de labellisation nationale.
3. Le maintien des activités autour du littoral est déjà très lourd, et le développement des nouveaux systèmes va augmenter cette charge. Un ingénieur dédié sur le site de la station marine de Sète sera nécessaire pour entretenir les capteurs installés sur ce site, le traitement des données issues de ces capteurs et établir la banque de données de toutes les données produites dans ce projet et également pour les mettre en réseaux.

4. Le développement des SO « MEDYCYS » et « Pollution en aval des sites miniers » sont très ralentis par l'absence de personnel technique dédié à la collecte des informations hydrologiques et aussi à l'analyse en routine des eaux recueillies.
5. L'ensemble des moyens techniques mis en œuvre pour les observations systématiques en relation avec la R&D imposent la maintenance importante d'une grande diversité d'appareillages et de montages électroniques que n'assurent que de plus en plus difficilement les personnels des UMR. Il est encore trop tôt pour savoir si l'OSU aura vocation à développer un vrai bureau d'études avec les services techniques correspondants ou si l'OSU argumentera de postes qui, bien que généralistes, devront être au plus près des SO.

c) Recherche

À l'heure actuelle, tous les systèmes proposés fonctionnent, y compris ceux qui font le cœur de SO de l'INSU, grâce au dévouement de personnels chercheur ou enseignant chercheur. Il est encore un peu tôt dans ce projet pour décider d'une politique de recrutement de personnel spécialisé de type CNAP, d'autant que ces demandes doivent être harmonisées avec les priorités l'INSU en termes de SO, et la politique de recrutement du CNRS et de l'Université.

Toutefois, les prévisions de départ à la retraite des cadres dans les UMR et les développements programmés montrent que trois systèmes d'observation vont avoir besoin de soutien en termes de recherche et de suivi des observations :

1. Le système d'observation géodésique et gravimétrie
2. Le système MEDYCYS dont toute l'exploitation et l'intégration des données reposent sur un maître de conférence et ses étudiants
3. L'ensemble des programmes de suivi de la biodiversité qui, en plus d'un personnel technique dédié, aura besoin d'une expertise scientifique dans la construction et la pertinence des bases de données.

À cela se rajoute le problème spécifique de la dépendance de la plupart des SO Biodiversité Environnement à une main d'œuvre saisonnière pour la collecte des informations de terrain, qui reposent par essence sur une collecte « humaine ». Actuellement effectuée en grande partie par des étudiants, cette collecte devrait être plus professionnalisée pour assurer en particulier un suivi des campagnes et leur intégration dans les bases de données.

Tableau 5: résumé des moyens envisagés, dans le prochain quadriennal. Les postes proposés à la création dans ce tableau sont affectés par tutelle pour assurer un équilibre initial, mais aucune négociation n'a encore eu lieu en ce sens avec les tutelles.

Moyens Humains	Besoins	Demandés	
		Nombre	Origine
Techniques et d'encadrement des services centraux			
1. Secrétariat/Gestion Bap J, Niveau TCH	1	1	IRD
2. Informatique-bases de données Bap E, Niveau AI	1	1	CNRS/INSU
Encadrement technique des Systèmes d'Observation.			
1. Suivi technique des actions d'Observation en biodiversité BAP A ou C, Niveau TECH	1	1	CNRS/INEE

2. Suivi des informations phénologiques	1	1	CNRS/INEE
3. Suivi capteurs littoral BAPC, Niveau IE	2	1	UM2
4. SO Hydrologie et analyses chimiques Bap C, Niveau IE et AI	2	2	CNRS/INSU IRD
5. Technique mutualisée Bap C, Niveau IE et AI	2	2	CNRS/INSU CNRS/INEE IRD
Recherche			
1. système d'observation géodésique	1	1	INSU/CNAP
2. MEDYCYS	1	1	INSU/CNAP
3. Suivi des actions d'Observation en biodiversité	1	1	INEE INSU/CNAP

2. Moyens financiers

Sur la base du budget 2009 et de l'audit de fonctionnement des SO un budget type peut être établi :

Tableau 6: résumé des moyens envisagés dans le prochain quadriennal. Les postes proposés à la création dans ce tableau sont affectés par tutelle pour assurer un équilibre initial mais aucune négociation n'a encore eu lieu en ce sens avec les tutelles.

I - DEPENSES DE FONCTIONNEMENT		
Fonctionnement général		
	Affranchissement postal	1 000.00 €
	Consommation téléphonique	1 000.00 €
	Photocopie	800.00 €
	Papeterie	500.00 €
	Equipement informatique	1 200.00 €
	Fonctionnement du bureau et du Conseil	1 000.00 €
	Mission extérieur conseil	3 000.00 €
	Hygiène, sécurité et environnement	2 500.00 €
	Total fonctionnement général	11 000.00 €
Direction		
	Missions	1 500.00 €
	Abonnement portable	600.00 €
	Réserve direction	5 000.00 €
	Relations institutionnelles	1 000.00 €
	Total Direction	8 100.00 €
Communication		
	Entretien Site Web de l'OSU (prestation)	2 000.00 €
	Posters + communication scientifique OSU	5 000.00 €
	Total communication	7 000.00 €
Valorisation, lobbying, brevets...		5 000.00 €
II - ACTIONS TRANSVERSES		
Soutiens aux colloques		5 000.00 €
Soutien à la formation (outils d'observation)		2 000.00 €
Actions scientifiques et techniques transverses notamment bases de données		20 000.00 €
	Total actions transverses	27 000.00 €
Total fonctionnement		58 100.00 €
III - SYSTEME D'OBSERVATION		
GEK		
	Service de Gravimétrie	11 000.00 €
	Service d'Inclinométrie	
	Flux souterrains	
Géophysique/Hydrogéophysique systématique en forage in situ		
	Hydrodynamique systématique en forage	11 000.00 €
	Géophysique systématique en forage	
Multi-Echelle de la Dynamique des Crues et de l'Hydrodynamique Souterraine des systèmes fracturés et karstiques: MEDYCYS		12 000.00 €
GPS_T2 dont dotation RENAG		
	GPS et tectonique	8 970.00 €
	GPS et troposphère	8 372.00 €
Trait de côte: dynamique physique et sédimentaire		
	MAG-OBS: Observation et suivi multi-proxies du système avant-côte/lido/lagune de Maguelone.	7 000.00 €
	Processus de débordements de tempêtes, crues.	
	SOLLAR	5 000.00 €
Observatoires biologique et dynamique lagune et avant-côte		
	Suivi-Thau: Suivi des apports du bassin versant des variables bio-physico-chimiques et courantologie de la lagune de Thau.	10 000.00 €
	Observatoire des courants marins en domaine côtier	3 000.00 €
Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puéchabon		10 500.00 €
Phénologie de la flore et la faune terrestre		
	Système d'Information Phénologique pour l'Etude et la Gestion des Changements Climatiques	12 233.00 €
	Enregistrements aéropalynologiques et suivi de la relation phénologie-climat	10 000.00 €
	Enregistrement en continu de bioproxies paléoclimatologiques apportés durant l'année dans le matériel sédimentaire de lacs Méditerranéens	5 000.00 €
Dynamique des communautés		
	Observatoire des communautés animale :	25 000.00 €
	Observatoire des communautés végétales :	30 000.00 €
Dynamique des populations d'organismes modèles		
	Traits d'histoire de vie des oiseaux et réponses des populations aux changements globaux: cas des mésanges	15 000.00 €
	Evolution spatio-temporelle des gènes de résistance aux insecticides du moustique Culex pipiens en région Méditerranéenne	10 107.00 €
	Effet de la fragmentation sur la viabilité et l'évolution d'une espèce méditerranéenne endémique: la Centauree de la Clape	10 137.00 €
	Biodiversité, structuration et perturbation des populations de truites communes (Salmo trutta) françaises du sud	9 690.00 €
	Circulation d'agents infectieux dans les populations d'oiseaux sauvages: suivi de colonies de Goélands leucophaea Larus michaellis en Méditerranée	9 827.00 €
Pollution et adaptabilité biologique en aval des anciens sites miniers		
	Suivi des processus hydrobiogéochimiques de transfert des métaux et métalloïdes issus des activités minières	10 000.00 €
	Approche démographique et perspectives en phytomédiation	8 000.00 €
Total SO		241 836.00 €
Total budget OSU		299 936.00 €

Un budget annuel d'environ 3000K€ serait nécessaire au bon fonctionnement de l'Observatoire pour qu'il remplisse ses missions d'Observation, mais aussi de d'animation scientifique. Il est bien évident que le soutien aux Systèmes d'Observation doit être avant tout recherché via leur labellisation nationale et donc leur labellisation.

IV-C. Critères de progrès

Le but de l'OSU est de favoriser la synergie et la mise en commun des moyens de la Recherche et de l'Observation, ou des demandes de moyens nécessaires. De bons indicateurs à 5 ans devront rendre compte du succès de cette synergie, c'est-à-dire montrer ce qui n'aurait pu être fait sans cette convergence.

Au-delà de l'enregistrement des travaux scientifiques soutenus par les moyens financiers ou humains de l'OSU trois indicateurs semblent pertinents :

- Les demandes de moyens aux programmes nationaux et internationaux portés par l'OSU : nombre de demandes et nombre de projets financés
- Les demandes d'équipements mutualisés portées par l'OSU, notamment auprès de l'INSU et de l'INEE, mais aussi des acteurs locaux, notamment les communautés territoriales
- La production scientifique de la communauté via l'utilisation des bases de données réalisées par l'OSU (nombre de consultations).

V. Systèmes d'Observation de l'OREME

V-A. Observation du milieu naturel (observation ss) ou stimulé (expérimentation)

Les 6 laboratoires mettent en oeuvre des **systèmes d'observation** couplés et complémentaires focalisés sur le suivi des aléas et des changements des systèmes géologiques, hydrologiques et biologiques méditerranéens en réponse à ces aléas. Ces systèmes d'observation sont essentiels parce que la continuité temporelle des observations (physiques, chimiques et biologiques) est la condition *sine qua non* de leur pertinence pour étudier les changements globaux selon les axes scientifiques de l'OSU. Les SO de l'OSU-OREME sont organisés sous forme d'Observatoires lorsqu'ils sont complémentaires pour étudier en synergie des processus communs, et rassemblent parfois plusieurs services ou tâches d'observation différentes. De fait ces SO sont souvent communs à plusieurs laboratoires :

Observatoire du Karst

- GEK : Gravimétrie, Inclinométrie et flux souterrains.
 - Service de Gravimétrie
 - Service d'Inclinométrie
- Multi-Echelle de la Dynamique des Crues et de l'Hydrodynamique Souterraine des systèmes fracturés et karstiques: MEDYCYS

Observatoires RENAG/OHMCV : GPS T2

- GPS et tectonique
- GPS et troposphère

Observatoires en Forage

- Hydrodynamique systématique en forage
- Géophysique systématique en forage

Observatoire du Littoral

- Trait de côte: dynamique physique et sédimentaire
 - MAG-OBS: Observation et suivi multi-proxies du système avant-côte/lido/lagune de Maguelone. Processus de débordements de tempêtes, crue
 - SOLLAR
- Observatoires biologiques et dynamique lagune et avant-côte
 - Suivi-Thau: Suivi des apports du bassin versant, des variables bio-physico-chimiques et courantologie de la lagune de Thau.
 - Observatoire des courants marins en domaine côtier

Observatoire des Pollutions et adaptabilité biologique en aval des anciens sites miniers

- Suivi des processus hydrobiogéochimiques de transfert des métaux et métalloïdes issus des activités minières
- Approche démographique et perspectives en phytomédiation

Observatoires de l'Écologie et de la Biodiversité

- Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puéchabon
- Phénologie de la flore et la faune terrestre
 - Système d'Information Phénologique pour l'Étude et la Gestion des Changements Climatiques
 - Enregistrements aéropalynologiques et suivi de la relation phénologie-climat
 - Enregistrement en continu de bioproxies paléoécologique apportés durant l'année dans le matériel sédimentaire de lacs Méditerranéens
- Dynamique des communautés
 - Observatoire des communautés animales :
 - communautés d'oiseaux
 - reptiles et des amphibiens en région méditerranéenne française
 - faune entomologique coprophage
 - Observatoire des communautés végétales :
 - Dynamique de la végétation: traits et écophysiologie
 - Recrutement forestier et pastoralisme
 - Orchidées méditerranéennes
 - Dynamique des végétaux en milieu urbain
- Dynamique des populations d'organismes modèles
 - Traits d'histoire de vie des oiseaux et réponses des populations aux changements globaux: cas des mésanges
 - Évolution spatio-temporelle des gènes de résistance aux insecticides du moustique *Culex pipiens* en région Méditerranéenne
 - Effet de la fragmentation sur la viabilité et l'évolution d'une espèce méditerranéenne endémique: la Centaurée de la Clape
 - Biodiversité, structuration et perturbation des populations de truites communes (*Salmo trutta*) françaises du sud
 - Circulation d'agents infectieux dans les populations d'oiseaux sauvages: suivi de colonies de Goélants leucophaea *Larus michaellis* en Méditerranée

Le Tableau 7 présente les systèmes d'observation en relation avec les thématiques qui déclinent les grands axes scientifiques de l'OSU, et auxquelles ces données sont indispensables. Le Tableau 8 présente l'implication des divers partenaires de l'OSU dans les observations proposées. Dans la suite chaque système d'observation est détaillé, ainsi que les SO ou ORE de rattachement principal le cas échéant. La dernière partie détaille les participations moins directes des laboratoires du projet à d'autres ORE ou SO existants.

Tableau 7: résumé des Services d'Observation proposés dans le cadre de la création de l'OSU, présentés en relation avec les thématiques principales de l'OSU mais aussi en relation avec, pour certaines thématiques, leur appartenance à un Service d'Observation labellisé, un ORE ou un Réseau National existant.

		Laboratoire	Aléas telluriques	Aléas et ressource hydrique	Littoral	Biodiversité/Vulnérabilité des populations
Système d'observation proposé						
Observatoire du Karst	GEK		X	X	X	
	Service de Gravimétrie		X			
	Service d'Inclinométrie		X	X		
	Flux souterrains		X	X	X	
	Multi-Echelle de la Dynamique des Crues et de l'Hydrodynamique Souterraine des systèmes fracturés et karstiques: MEDYCYS			X		
RENAG OHM-CV	GPS_T2 dont dotation RENAG		X	X		
	GPS et tectonique		X			
	GPS et troposphère			X		
Observatoires en forages	Géophysique/Hydrogéophysique systématique en forage in situ			X	X	
	Hydrodynamique systématique en forage			X	X	
	Géophysique systématique en forage			X	X	
Observatoire du Littoral	Trait de côte: dynamique physique et sédimentaire					
	MAG-OBS: Observation et suivi multi-proxies du système avant-côte/lido/lagune de Maguelone. Processus de débordements de tempêtes, crues.				X	
	SOLLAR				X	
	Observatoires biologique et dynamique lagune et avant-côte					
	Suivi-Thau: Suivi des apports du bassin versant, des variables bio-physico-chimiques et courantologie de la lagune de Thau. Observatoire des courants marins en domaine côtier				X	X
Observatoire des Pollution et adaptabilité biologique en aval des anciens sites miniers	Suivi des processus hydrobiogéochimiques de transfert des métaux et métalloïdes issus des activités minières			X		
	Approche démographique et perspectives en phytomédiation					X
Observatoires de l'Ecologie et de la Biodiversité terrestre	Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puéchabon					X
	Phénologie de la flore et la faune terrestre					X
	Système d'Information Phénologique pour l'Etude et la Gestion des Changements Climatiques					X
	Enregistrements aéropalynologiques et suivi de la relation phénologie-climat					X
	Enregistrement en continu de bioproxies paléocécologie apportés durant l'année dans le matériel sédimentaire de lacs Méditerranéens					X
	Dynamique des communautés					X
	Observatoire des communautés animale : communautés d'oiseaux					X
	reptiles et des amphibiens en région méditerranéenne française					
	faune entomologique coprophage					
	Observatoire des communautés végétales :					X
	Dynamique de la végétation: traits et écophysologie					
	Recrutement forestier et pastoralisme					
	orchidées méditerranéennes					
	Dynamique des végétaux en milieu urbain					
	Dynamique des populations d'organismes modèles					X
Traits d'histoire de vie des oiseaux et réponses des populations aux changements globaux: cas des mésange					X	
Evolution spatio-temporelle des gènes de résistance aux insecticides du moustique Culex pipiens en région Méditerranéenne				X	X	
Effet de la fragmentation sur la viabilité et l'évolution d'une espèce méditerranéenne endémique: la Centaurée de la Clape					X	
Biodiversité, structuration et perturbation des populations de truites communes (Salmo trutta) françaises du sud					X	
Circulation d'agents infectieux dans les populations d'oiseaux sauvages: suivi de colonies de Goélands leucophaée Larus michaellis en Méditerranée				X	X	
Soutien à des ORE existants	AMMA-CATCH			X		
	ORE-OHMCV			X		
	ORE-OMERE			X		
	ORE H+			X		

Tableau 8: implication des partenaires du projet dans les Systèmes d'Observation proposés

Laboratoire		Géosciences	Hydrosciences	CEFE	ECOLAG	ISEM	CBAE
Système d'observation proposé							
Observatoire du Karst	GEK	X	X				
	Service de Gravimétrie	X					
	Service d'Inclinométrie	X					
	Flux souterrains	X	X				
	Multi-Echelle de la Dynamique des Crues et de l'Hydrodynamique Souterraine des systèmes fracturés et karstiques: MEDYCYS		X				
RENAG OHM-CV	GPS_T2 dont dotation RENAG	X					
	GPS et tectonique	X					
	GPS et troposphère	X					
Observatoires en forages	Géophysique/Hydrogéophysique systématique en forage in situ	X					
	Hydrodynamique systématique en forage	X					
	Géophysique systématique en forage	X					
Observatoire du Littoral	Trait de côte: dynamique physique et sédimentaire						
	MAG-OBS: Observation et suivi multi-proxies du système avant-côte/lido/lagune de Maguelone. Processus de débordements de tempêtes, crues.	X					
	SOLLAR	X					
	Observatoires biologique et dynamique lagune et avant-côte	X			X		
	Suii-Thau: Suivi des apports du bassin versant, des variables bio-physico-chimiques et courantologie de la lagune de Thau.				X		
	Observatoire des courants marins en domaine côtier	X					
Observatoire des Pollution et adaptabilité biologique en aval des anciens sites miniers	Suivi des processus hydrobiogéochimiques de transfert des métaux et métalloïdes issus des activités minières		X				
	Approche démographique et perspectives en phytomédiation					X	
Observatoires de l'Ecologie et de la Biodiversité terrestre	Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puéchabon			X			
	Phénologie de la flore et la faune terrestre			X		X	X
	Système d'Information Phénologique pour l'Etude et la Gestion des Changements Climatiques			X			
	Enregistrements aéropalynologiques et suivi de la relation phénologie-climat					X	
	Enregistrement en continu de bioproxies paléocéologique apportés durant l'année dans le matériel sédimentaire de lacs Méditerranéens						X
	Dynamique des communautés			X		X	X
	Observatoire des communautés animale :			X		X	
	communautés d'oiseaux						
	reptiles et des amphibiens en région méditerranéenne française						
	faune entomologique coprophage						
	Observatoire des communautés végétales :			X		X	X
	Dynamique de la végétation: traits et écophysologie						
	Recrutement forestier et pastoralisme						
	orchidées méditerranéennes						
	Dynamique des végétaux en milieu urbain						
	Dynamique des populations d'organismes modèles				X		X
Traits d'histoire de vie des oiseaux et réponses des populations aux changements globaux: cas des mésange				X			
Evolution spatio-temporelle des gènes de résistance aux insecticides du moustique Culex pipiens en région Méditerranéenne						X	
Effet de la fragmentation sur la viabilité et l'évolution d'une espèce méditerranéenne endémique: la Centauree de la Clape						X	
Biodiversité, structuration et perturbation des populations de truites communes (Salmo trutta) françaises du sud						X	
Circulation d'agents infectieux dans les populations d'oiseaux sauvages: suivi de colonies de Goélands leucophaea Larus michaellis en Méditerranée				X			
Soutien à des ORE existants	AMMA-CATCH		X				
	ORE-OHMCV	X	X				
	ORE-OMERE		X				
	ORE H+	X					

Les divers systèmes sont présentés en détail dans la suite du document. Ils font le cœur du projet d'OSU, et, bien qu'ils se partagent, pour une présentation plus claire en deux grands groupes (« Physicochimie de l'Environnement » et « Biodiversité »), ils sont réellement complémentaires dans leur approche.

V-B. Système d'Observation GEK

Cet observatoire rassemble l'ensemble de l'instrumentation géodésique utilisée en station permanente ou semi-permanente pour l'observation de l'activité tellurique des cycles hydriques et hydrologiques.

Les différents services de cet observatoire sont présentés séparément pour mettre en valeur les mesures systématiques effectuées par chacun d'eux, mais ils sont en général mis en œuvre de façon combinée.

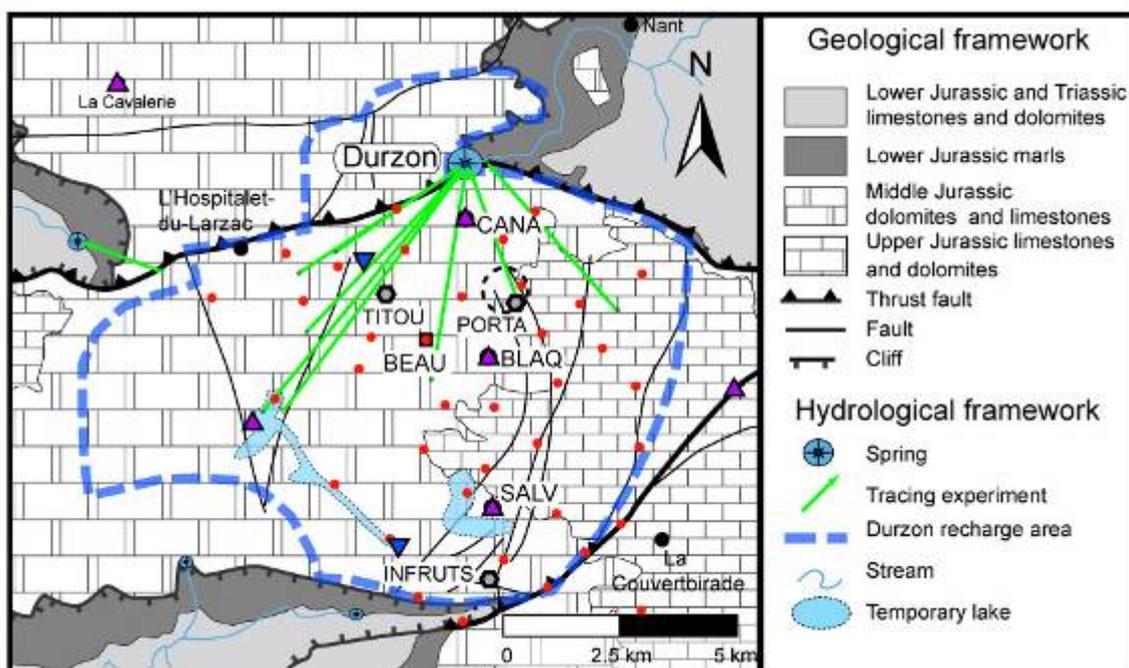


Figure 3 : vue synthétique des observations effectuées sur le site du Durzon. Triangles violets : gravimétrie absolue ; Hexagones gris : inclinométrie ; Ronds rouges : gravimétrie relative ; Triangles violets : pluviométrie

1. Service de Gravimétrie

Responsables : N. Le Moigne (IE CNRS) et R. Bayer (PR UM2)

Réseau :

- Géosciences Montpellier, UMR 5243, groupe Tectonique Active et Géodésie : N. Le Moigne, R. Bayer, C. Champollion
- Laboratoire HSM (UMR CNRS/UM 2 5569) - Hervé Jourde (M.C. UM 2) - Pascal Brunet (A. I., CNRS)
- EOST, UMR 7516 : Jacques Hinderer, B. Luck

a) Intérêt scientifique

La gravimétrie vit depuis quelques années une véritable révolution grâce aux missions spatiales (CHAMP, GRACE, etc...) et aux nouveaux instruments de mesure de la pesanteur au sol. Les

thématiques scientifiques concernées par la présente demande pour lesquels la gravimétrie est bénéfique voire essentielle en temps que mesures d'observatoire à long terme, sont :

- L'étude des transferts de masse dans les enveloppes fluides superficielles (atmosphère, circulation océanique, hydrologéologie, cryosphère, ...)
- L'étude des processus liés au cycle sismique pour les grands séismes.
- Les mouvements verticaux conjointement ou en complément de la géodésie, notamment dans les zones tectoniques actives.

b) Mesures

(1) Dispositif

Seuls les gravimètres absolus de grande sensibilité (10^{-8} m/s²) ou les gravimètres relatifs supraconducteurs (10^{-10} m/s²) permettent d'observer ces signaux géophysiques sur de longues périodes. Notre laboratoire dispose depuis 2005 d'un gravimètre absolu national de type FG5 (Micro-g Solutions Inc, Boulder, USA) capable de telles performances, complété par un gravimètre relatif à ressort CG3M (Scintrex, Canada).

Le protocole de la mesure a été défini d'une manière concertée par la communauté des gravimétriciens français disposant d'un FG5 (EOST, Strasbourg ; Géosciences Montpellier)

- Observatoire Campus CNRS (Montpellier) : ~1 mesure/1,5 mois
- Observatoire de METEO-FRANCE Aigoual et Puechagut ~1 mesure/2 mois
- Observatoire des milieux karstiques du Durzon (3 sites): ~1 mesure/1,5 mois
- Observatoire « Risque sismique sur Téhéran (Iran)» (7 sites) : 1 mesure/ an

Dans le cadre de la politique d'observation du milieu naturel mise en oeuvre par T2E, nous proposons d'initier et de pérenniser des mesures gravimétriques absolues d'observatoire se rattachant aux thématiques précédentes, observations à caractère régional, voir international.

(2) Variation spatio-temporelle du stock d'eau dans le système karstique du Larzac

(a) mesures absolues de pesanteur (3 sites mesurés / 2 mois)

Depuis 2006, la pesanteur absolue est régulièrement mesurée avec le gravimètre national INSU/CNRS FG5 sur 3 sites situés sur le système karstique du Larzac. afin de quantifier les variations du stock d'eau. Ces mesures couplées aux mesures hydrologiques et inclinométriques permettent de mieux comprendre l'hydrodynamique du système.

(b) Mesures relatives de pesanteur (réseau microgravimétrique de 45 stations)

Les observations absolues sont complétées par des réoccupations régulières (2 à 3 fois par an) d'un réseau gravimétrique (~45 sites) à l'aide de gravimètres relatifs de type CG5 (parc gravimétrique INSU). Il s'agit d'observer les variations spatio-temporelles du stock d'eau sous le karst, en particulier au cours du cycle saisonnier et interannuel. La figure ci-dessous illustre les changements de pesanteur entre avril et octobre 2008.

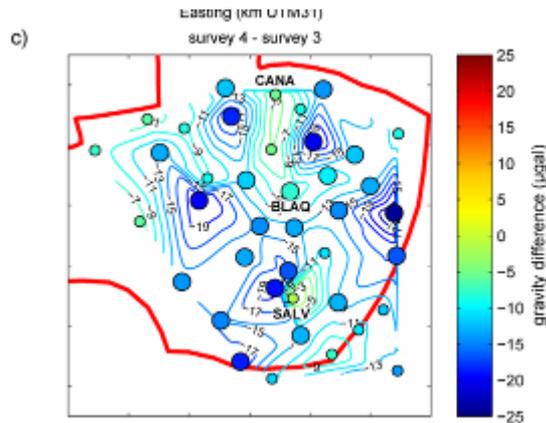


Figure 4 : Variations spatio-temporelles de pesanteur sur le causse du Larzac(Jacob et al., en préparation)

(3)

(4) Les variations de pesanteur associées au stock d'eau continental à grande échelle : Calibration des gravimètres relatifs

Observation : Campus CNRS Montpellier- METEO France (Mont Aigoual)

Le campus du CNRS de Montpellier constitue un observatoire de la pesanteur couplée aux observations GPS depuis 2005. Ces observations contribuent à une meilleure compréhension du cycle de l'eau continental, en particulier à grande échelle de part le changement de masse induit et la déformation qui en résulte. Ces observations sont confrontées aux observations spatiales de pesanteur de type GRACE et GOCE ou au sol (Global Geodynamic Project) afin d'être confrontées aux modèles climatiques. Les mesures de pesanteur à l'observatoire du Mont Aigoual contribuent à une meilleure connaissance des effets interannuels (eau continentale voir même déformation tectoniques sur le très long terme). Elles complètent ainsi les données du campus du CNRS. Les sites Montpellier, Puechagut, Aigoual constituent une ligne de base privilégiée pour la communauté française et européenne pour l'étalonnage d'instruments relatifs, à l'exemple du parc des gravimètres CG5 de l'INSU.

c) Traitement et validation systématique des données brutes

Le traitement des observations enregistrées par le gravimètre absolu FG5 est réalisé à l'aide du logiciel g8 conçu par Micro-g Lacoste Inc. (<http://www.microglacoste.com/g.htm>). Les valeurs de la pesanteur sont restituées après de multiples corrections (marées terrestre et océanique, mouvement du pôle, pression atmosphérique, effet relativiste).

Le logiciel MCGRAVI (IGN France) est utilisé pour traiter et combiner les données relatives et absolues lors de la réoccupation du réseau. Dans ce traitement, on procède à l'estimation de la dérive instrumentale et au coefficient d'étalonnage des gravimètres relatifs. Là encore, on corrige des effets de marées terrestre et océanique, du mouvement du pôle, de la pression atmosphérique, et de l'effet relativiste).

L'accès aux données gravimétriques est régi par le Code Minier. Une banque de données des mesures absolues est actuellement en cours de réalisation par le Bureau Gravimétrique International (BGI, Toulouse) en collaboration avec le Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (<http://bgi.dtp.obs-mip.fr/agra/>). À terme, l'ensemble des mesures absolues sera disponible sur ce site. Actuellement, les observations de pesanteur absolues peuvent être obtenues auprès du responsable de l'instrument (N. Le Moigne, Géosciences Montpellier).

Dans le cas d'une labellisation éventuelle de l'observatoire hydrogéodésique du Larzac, l'ensemble des données acquises seront fournies à la base des données de l'ORH H+ selon des modalités de fourniture et d'accès définies par l'ORE H+ (<http://hplus.ore.fr/>). Un lien depuis le site de l'OSU OREME permettra cet accès.

2. Service d'Inclinométrie

Responsables : Frédérick Boudin (IR CNRS), Jean Chéry (DR CNRS), Roger Bayer (PR UM2).

Réseau :

- Géosciences Montpellier, UMR 5243, Équipe Lithosphère (Tectonique Active et Géodésie) : Frédérick Boudin, Jean Chéry, Roger Bayer, Thomas Jacob.
- Institut de Physique du Globe de Paris, UMR 7580, équipe de sismologie : Pascal Bernard, Marie France Esnault.
- Laboratoire Sisyphe, Université Paris 6, UMR 7619 : Valerie Plagnes, Nicolas Florsch
- Géosciences Rennes, UMR 6118, CAREN, laboratoire de recherche en hydrologie : Olivier Bour, Frédérique Moreau, Olivier Dauteuil, Jean-Pierre Caudal.

L'inclinométrie à haute résolution a retrouvé de nouveaux objectifs et intérêts en hydrologie pour mesurer les déformations produites par les écoulements ou les variations de stock d'eau dans les nappes ou les zones karstiques. Ces instruments permettent de mesurer des déformations transitoires en continu longue ou courte période lors de l'ensemble d'un cycle hydrologique rapide ou lent. L'objectif majeur est de qualifier les approches inclinométriques en tant qu'outil pour la caractérisation des variations des stocks d'eaux souterrains. Nous avons choisi le plateau du Durzon comme site d'observation inclinométrique des milieux karstiques. En effet, l'hydrodynamique de ce système est relativement simple et les conditions aux limites bien connues (flux d'entrée et de sortie). 4 inclinomètres longue base sont en fonctionnement aujourd'hui dont un instrument de 23 m de long, et 4 autres instruments fonctionneront d'ici un an. Ils sont installés sous terre dans des systèmes karstiques à plus de 20 m de profondeur. Les prédictions et les observations sur l'amplitude de la déformation associée à la circulation de l'eau montrent que la plupart des événements transitoires produisent de très faibles signaux difficiles à détecter par les techniques géodésiques classiques, car demandant des résolutions meilleures ou égales à 10⁻⁸ rad (correspondant à une déformation verticale de 1 mm sur 100 km) et des précisions à long terme égales à 10⁻⁷ rad/an. Cela est clairement hors de portée des techniques de mesure GPS ou INSAR. Les premiers enregistrements inclinométriques réalisés sur le Causse en 2006-2007 (Fig. 1) confirment la sensibilité de l'inclinométrie à la circulation rapide de l'eau dans le karst et laissent espérer la détection d'effets de plus grande période (variation saisonnière locale, régionale,...). À côté des mesures gravimétriques (mesures dynamiques), l'inclinométrie donne une combinaison alternative à la fois dynamique (géoïde instantané) et géométrique (flexure proprement dite). Ces mesures sont clairement complémentaires des mesures gravimétriques absolues s'effectuant sur le plateau du Durzon.

a) Mesures

(1) Dispositif

Le réseau inclinométrique longue base dans la région comportera à l'issue du programme EC2CO, 4 à 5 stations. Les enregistrements se feront en continu toutes les 30 secondes sur plusieurs années. L'ensemble des données stockées sur chaque site est actuellement récupéré en moyenne tous les 3 mois.

(2) Observation systématique sur le plateau du Larzac

L'action d'observation sur le site du Durzon fait suite à la conception et l'installation des inclinomètres sur le karst financé par l'ANR ECCO en 2005-2006 et ultérieurement en 2007-2008 (Programme National coordonné ANR : « ECCO » PNRH , projet Hydrologie et Géodésie.).

Sur le Plateau du Larzac 2 stations inclinométriques longue base et 1 station extensométrique sont présentes. Une dernière station vient d'être installée en ce début d'année. Les enregistrements se font en continu toutes les 120s. Les stations de « Titou » de « Infruts » fonctionnent depuis août 2006 et mai 2007 respectivement. La 3e station inclinométrique, de la « Portalerie », a été mise en route depuis le 6 avril 2009. Elle est composée d'un inclinomètre longue base de 25 m mesurant l'inclinaison NS en 2 points à partir de 3 systèmes de nivellement hydrostatique. L'autre composante EO est obtenue à partir d'un inclinomètre de 9 m de long. La station des Infruts a également permis de mesurer également les paramètres élastiques du milieu. Nous avons sollicité artificiellement le site avec une charge de 17 à 26 tonnes, pour créer une déformation visible sur les inclinomètres. Cela permet de calibrer les propriétés mécaniques du Karst. Les paramètres de Lamé obtenus sont : $\mu = 2.65 \times 10^{-9}$ Pa et $\lambda = 3.42 \times 10^{-9}$ Pa, soit un module d'Young de 6.44×10^{-9} Pa et un coefficient de Poisson de 0.288.

Des problèmes d'oxydation fréquents sont les principaux obstacles rencontrés, mais imposent des changements fréquents de matériel. Ce problème est dû à la condition difficile du site souterrain, l'aven de « Titou » se trouve à une profondeur de 40 m avec un taux d'humidité proche de 99%. Dans tous les cas, il sera également nécessaire d'améliorer la précision de mesure thermique comme pour le site de Titou. Cela est possible en ajoutant une carte électronique pour transformer le signal thermique en tension. Cela nécessite pour cette station une centrale de mesure avec un nombre de voies plus important. Ces cartes ont une consommation électrique non négligeable. Elles peuvent fonctionner grâce aux panneaux solaires financés par la précédente demande OSU OREME 2008.



Figure 5 : Photo de capteur de déplacement situé le plus au Nord et du capteur situé au centre de l'instrument NS.

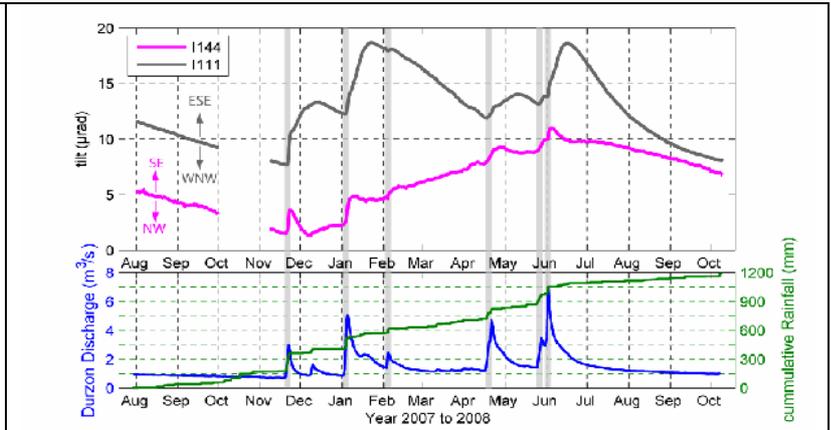


Figure 6 : enregistrement inclinométrique en direction N111°E et N144°E à la station des Infruts, les variations inclinométriques se produisent aux mêmes instants que les périodes de pluies en gris. On observe aussi ces déformations inclinométriques court terme pendant les périodes de crues mesurées à la source du Durzon en bleu

Cette technologie est aussi mise en œuvre comme instrument d'observatoire :

- à l'observatoire de Ploemeur (ORE H+, Rennes) : site hydrogéologique dans un socle métamorphique
- au site de Sainte Marie aux Mines (Vosges) (EOST, Strasbourg)
- au site du Calern (CERGA, Grasse)

b) Programmes internationaux :

L'inclinométrie est actuellement développée sous la responsabilité de F. Boudin dans le cadre de programmes ANR :

- Installation d'inclinomètre longue base jusqu'à 100 m de long faisant partie du
- Programme d'observation du nord Chili "Integrated Plate Boundary Observatory in Chile"
- Collaboration entre le CNRS/INSU, DGF (universidad de Chile), GFZ (Potsdam).
- Laboratoire du Golfe de Corinthe :
- Installation d'une station inclinométrique longue base.
- Projet et financement européens 3HAZ.
- Collaboration avec l'Institut de Physique du Globe de Paris.

c) Mise à disposition

Dans le cadre du projet ANR ECCO, l'ensemble de ces données inclinométriques sont traitées et validées par F. Boudin au laboratoire de Géosciences Montpellier. Le traitement est constitué de corrections thermiques et barométrique statique lorsque celles-ci s'avèrent nécessaires. D'autres facteurs correctifs peuvent être pris en compte (marée terrestre, surcharge océanique) Les observations sont classées dans des fichiers journaliers pour chaque site en format ASCII. Des programmes sous Matlab permettent par une interface graphique simple de charger, visualiser et traiter les données. Depuis la mise en service des premiers inclinomètres, faute de temps, aucun support de stockage n'existe actuellement. Le protocole d'accès des données inclinométriques est possible dans le dans le cadre de l'ORE H+. L'objectif à moyen terme consistera à stocker l'ensemble des données sur le disque d'une machine présente à Montpellier avec une arborescence classée par site. Ces données pourraient être accessibles par l'intermédiaire d'un serveur FTP. Les données sont du domaine public. Les données peuvent être fournies sur demande (contact : frederic.boudin@gm.univ-montp2.fr).

3. Flux souterrains

Depuis 2006, nous mesurons sur 4 sites aériens et 2 sites souterrains les flux d'eau sur le site du Durzon. Ces mesures, effectuées à l'aide de pluviomètres et de capteurs de niveau d'eau, sont essentielles, car elles permettent d'évaluer la charge en eau responsable des variations gravimétriques et inclinométriques que nous mesurons. La mesure des flux souterrains, encore non exploitée scientifiquement par notre groupe, s'avère intéressante dans la mesure ou elle met en évidence un retard du flux souterrain (courbe rouge) par rapport au flux aérien (courbes bleues), ainsi qu'un fonctionnement à seuil.

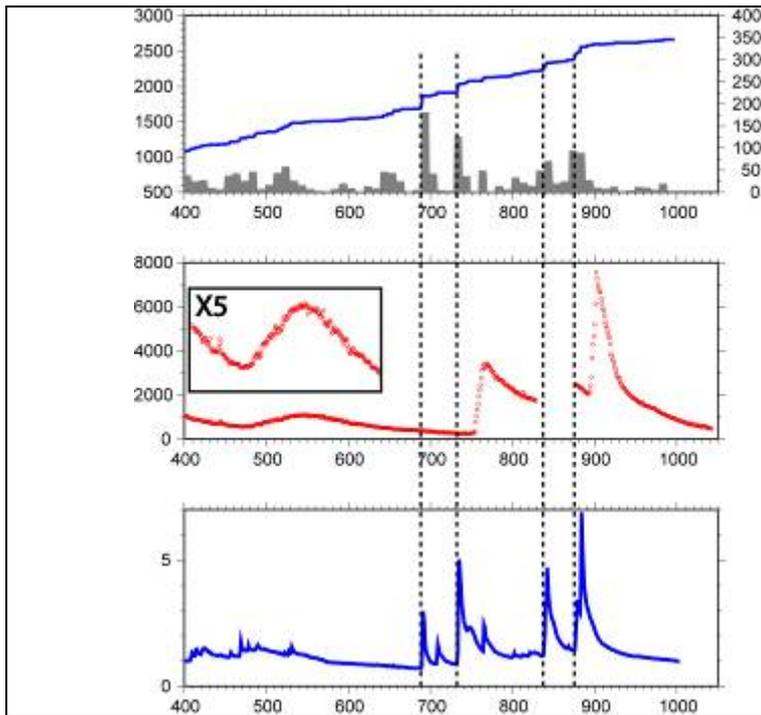


Figure 7 :

Haut : pluviométrie mesurée en surface (cumul en bleu et moyenne 10 jours en gris) ;

Milieu : débit souterrain mesuré à 50 m de profondeur sur le site de l'aven Titou. Noter le décalage de 20 jours de l'augmentation du débit;

Bas : débit mesuré à la source du Durzon

Les données acquises dans le cadre du projet ANR ECCO « géodésie et hydrologie » seront mises à disposition en 2009 dans le cadre de la mise en service de l'observatoire du Larzac OREME-ORE H+ (GEK)

V-C. Système d'Observation GPS-T2

Responsables : Érik Doerflinger (IR CNRS), Jean Chery (DR, CNRS), Roger Bayer (PR UM2).

Réseau :

- Géosciences Montpellier, UMR 5243, groupe Tectonique Active et Géodésie : Erik Doerflinger, Jean Chery, Roger Bayer, Karen Boniface, Philippe Collard, Phillipe Vernant
- Météo-France – CNRM (Toulouse) : Veronique Ducrocq
- RENAG (Réseau National GPS, Service d'observation de l'INSU)
- OHM-CV (Observatoire Hydrométéorologique Cévennes Vivarais, ORE MEN)
- National Cartographic Center, Geodetic Dept., Tehran, Iran : Yahya Djamour

1. Intérêt scientifique

Les mesures GPS permanentes et semipermanentes couvrent aujourd'hui un très large spectre d'utilisation en Sciences de la Terre. Fin 2007, notre laboratoire Géosciences Montpellier comptera 8 stations GPS permanentes et une vingtaine de sites semipermanents (figure 1) pour alimenter deux axes majeurs développés depuis plusieurs années : le suivi de l'évolution temporelle de la vapeur d'eau atmosphérique par inversion tomographique (risque lié aux pluies catastrophiques régionales) et l'étude de quantification de la déformation tectonique actuelle (risque sismique). Ces mêmes données issues de nos sites de mesure GPS sont utilisées pour de nombreuses autres applications telles que la détermination précise des mouvements verticaux en co-localisation avec des mesures de gravimétrie absolues et relatives, la contribution au positionnement géodésique précis à l'échelle régionale, scientifique et industrielle, la réalisation de Modèles numériques de terrain (MNT),...

2. GPS et tectonique (réseau VENICE)

Nous avons entrepris en 2000 d'étudier l'aléa sismique en Provence à travers un réseau de 14 sites semi-permanents observés deux fois par an durant plusieurs jours a été installé. Depuis, de nombreuses stations permanentes sont venues densifier ce réseau. Cela nous permettra à la fois de détecter la répartition de la déformation entre les divers accidents tectoniques, mais aussi de quantifier d'éventuels glissements asismiques localisés sur ces accidents. Au vu des faibles déformations attendues, il est évident que l'intérêt d'un tel réseau est sur le long terme (10 -30 ans), et qu'il est essentiel de continuer les observations sur les sites semi-permanents en raison des longues séries déjà acquises et des localisations stratégiques en terme d'étude des failles lentes.

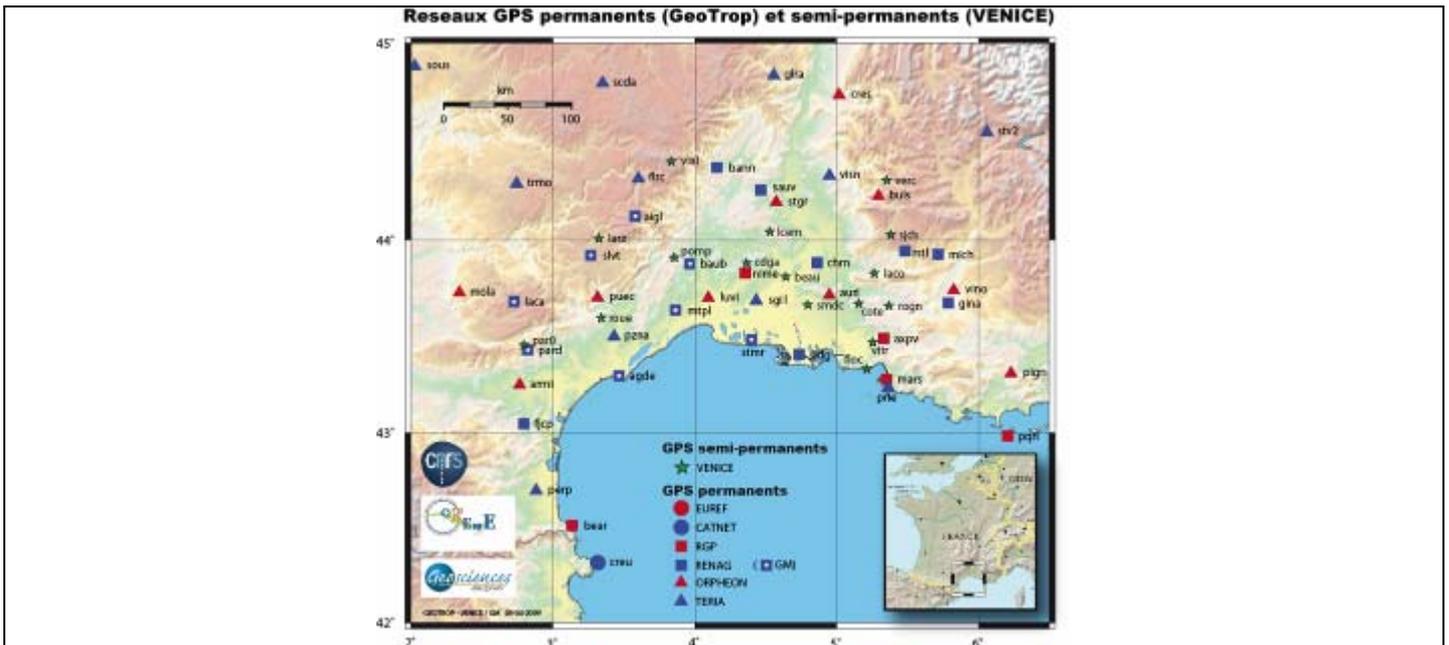


Figure 8: Localisation des stations GPS permanentes et semi-permanentes du laboratoire Géoscience Montpellier et des autres organismes sur la région Languedoc Roussillon.

3. Évolution temporelle de la vapeur d'eau atmosphérique par GPS (projet GEOTROP)

Le GPS permet aujourd'hui d'accéder au contenu en vapeur d'eau atmosphérique intégré au-dessus du site de mesure. Depuis 2002, chaque automne, un réseau régional de capteurs GPS est mis en place dans le Sud-Est de la France dans le cadre de l'Observatoire Hydrométéorologique Méditerranéen Cévennes- Vivarais (OHM-CV). À partir de 2007, ce réseau (projet GEOTROP, Figure 9) deviendra permanent (une trentaine de stations permanentes de Perpignan à Marseille dont 8 de GM). Les objectifs de cette étude sont d'évaluer quantitativement la distribution spatiale de la vapeur d'eau troposphérique restituée par le traitement des données régionales GPS et de montrer leur apport dans l'étude des événements fortement précipitant affectant régulièrement le pourtour méditerranéen. Le passage en temps quasi réel de la récupération et du traitement des données GPS, actuellement en cours, permettra de rendre le projet GEOTROP opérationnel pour l'aide à la prévision des pluies catastrophiques régionales.

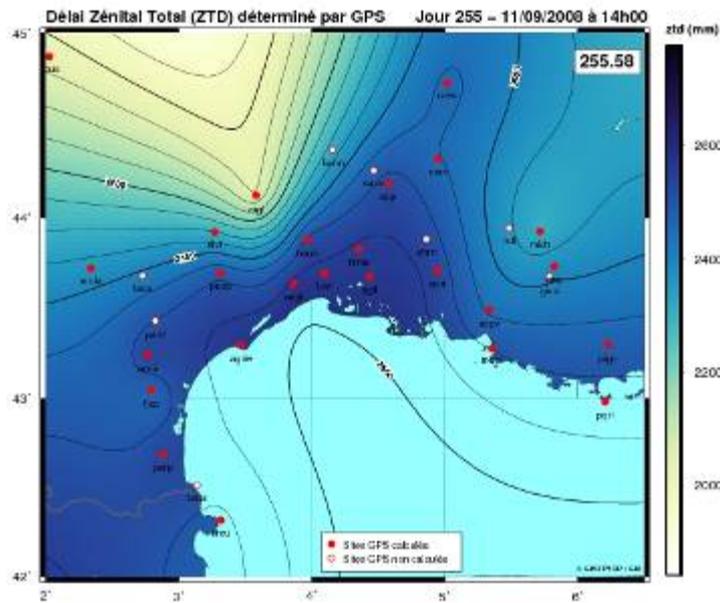


Figure 9: Eau précipitable (IWV) déterminée par GPS pour le 19/11/2007 à 23h30. Nous observons un front humide marin provenant du sud et pénétrant dans la vallée du Rhône et de l'Hérault.

4. Mesures

a) Dispositif

8 sites GPS permanents (figure 2) : Mesures GPS continues (fichiers 30s/24h), mesures météo (P, T, U toutes les 10mn) :

- AGDE (Cap d'Agde – 34)
- AIGL (Mont Aigoual - 30)
- BAUB (Baubiac – 30)
- LACA (Lacaune – 81)
- MTPL (Montpellier CNRS – 34)
- PARD (Pardailhan – 34)
- SLVT (La Salvetat – 34)
- STMR (Saintes-Maries de la Mer - 30)

16 sites GPS semi-permanents (VENICE) : 2*15 jours de mesures par an (fichiers 30s / 24h)

b) Mise à disposition des données

Les données GPS permanentes sont formées de fichiers quotidiens enregistrés à la fréquence de 30s. Chaque fichier est automatiquement récupéré par le centre de contrôle de Montpellier et suivent un prétraitement de contrôle et de mise au format international (RINEX). Un traitement de position (quantification de la déformation tectonique actuelle) et un traitement météorologique (suivi de l'évolution temporelle de la vapeur d'eau atmosphérique) sont réalisés chaque jour sur les 8 stations permanentes de GM, ainsi que sur une quarantaine d'autres stations GPS permanentes régionales. Ce traitement est réalisé avec un délai de 20 jours afin que les éphémérides précises des satellites GPS soient disponibles. Une seconde chaîne de traitement en temps quasi réel mais un peu moins précise sera mise en place courant 2009.

Les données semi-permanentes sont récupérées manuellement. Le traitement est réalisé suivant une méthodologie identique à celle des données permanentes.

Le traitement et la validation systématiques des données brutes archivées par le RENAG sont réalisés par le RENAG (Geosciences Azur et Géosciences Montpellier) à l'aide du logiciel scientifique GAMIT 3.21 (finalisation sur l'ensemble des données fin 2007). La mise à disposition des données brutes et prétraitées se fait au travers du site internet du RENAG (www.renag.fr) et sur la page du projet GEOTROP (www.gm.univ-montp2.fr/GEOTROP) du laboratoire Géosciences Montpellier (finalisation sur l'ensemble des données fin 2007).

Les données GPS permanentes et les données météorologiques sont envoyées vers les centres de calcul de l'IGN et de RENAG (Géoscience Azure) après prétraitement et validation. Les données sont aussi mises à disposition sur le serveur de Géosciences Montpellier en temps réel (<http://www.gm.univ-montp2.fr/geotrop/>). Les résultats du traitement GPS météorologique (suivie de l'évolution temporelle de la vapeur d'eau atmosphérique) réalisé chaque jour, est mis à disposition sur le serveur de GM (<http://www.gm.univ-montp2.fr/geotrop/>) sous forme de fichiers, de cartes et de graphiques (figure 3).

Les données semi-permanentes sont prétraitées, validées, et mises à disposition suivant un principe identique à celui des données permanentes.

5. Intégration au Service d'Observation INSU-RENAG

a) Le SO RENAG

La plateforme de moyens d'observation GPS des laboratoires français comprend deux éléments reconnus au niveau national :

- Un parc d'instruments mobiles (Parc GPS de l'INSU) qui existe depuis 1991 (resp. P. Briole). Cet ensemble permet aux équipes françaises de réaliser des campagnes de mesure en France et à l'étranger, principalement pour étudier des phénomènes géodynamiques et tectoniques.
- Un ensemble de stations permanentes sur le territoire métropolitain (RENAG) depuis 2003. Ce réseau correspond à l'extension du réseau REGAL qui était centré sur l'étude des Alpes occidentales.

L'objectif du SO RENAG est de structurer sur le long terme les recherches faites par les équipes françaises dans le domaine du positionnement GPS de précision appliqué aux Sciences de la Terre, sur la base d'observations en territoire métropolitain et outremer. Pour ce faire, 20 équipes de recherche participent de façon active à la mise en place des systèmes d'observation, à l'acquisition des données, à leur exploitation scientifique et à leur diffusion. Ces équipes participent à la sauvegarde de ces données et à leur pérennisation, au côté d'organismes tel que l'IGN et bientôt Medias-France. Cette activité est menée à bien grâce à un soutien récurrent de la part des tutelles des laboratoires : le ministère de la recherche par le biais des PPF, et le CNRS après labellisation du RENAG comme service d'observation (SO) de l'INSU en 2006.

b) Géosciences Montpellier dans le SO RENAG

Depuis 2005 et jusqu'en 2010, la direction du service d'observation est assurée par J. Chéry du laboratoire Géosciences Montpellier. A ce titre GM joue un rôle particulier dans la gestion du service. Deux aspects sont à souligner plus spécialement : 1/ La gestion du PPF RENAG qui a été attribué à GM 2/ le développement du site web officiel du RENAG (www.renag.fr) qui est assuré par GM (J. Chéry – E. Doerflinger).

GM joue également un rôle scientifique important dans le RENAG en ce qui concerne la déformation tectonique, l'aléa sismique et la météorologie GPS (voir l'Observatoire Géodésique, 0, p.41).

- ORE - OHM-CV (Observatoires de Recherche en Environnement - Observatoire Hydro-météorologique Méditerranéen Cévennes-Vivarais - www.lthe.hmg.inpg.fr/OHM-CV)
- ORE RENAG (Observatoires de Recherche en Environnement - Réseau National GPS permanent - www.renag.fr)
- RGP (Réseau GPS Permanent de l'IGN - www.rgp.ign.fr)
- Chantier Méditerranée consacré à la fin de la décennie à l'étude régionale du cycle de l'eau.
- HyMeX (HYdrological cycle in the Mediterranean Experiment - www.cnrm.meteo.fr/hymex/).

V-D. Système d'Observation Multi-Echelle de la DYnamique des Crues et de l'hYdrodynamique Souterraine des systèmes fracturés et karstiques :MEDYCYS

Responsable : H. Jourde (MCF Hydrosociences), P. Brunet, V. Bailly Comte, F. Hernandez, C. Batiot, V. Guinot, V. Borell, J.L. Seidel et Éric Gayraud

Réseau :

- Schlumberger Water Services
- TOTAL (Hydrodynamique souterraine)
- CEMAGREF, UMR GEAU
- Agro Polytech
- BGRM,
- Centre d'Hydrogéologie de Neufchâtel.

a) Intérêt scientifique

Les régions méditerranéennes semblent subir une recrudescence des dommages liés aux inondations. De plus lors d'évènements pluviométriques extrêmes, un autre risque s'ajoute au risque hydrologique : le risque de contamination de la ressource en eau souterraine. Dans les régions méditerranéennes, la majorité des cours d'eau sujets à des crues exceptionnelles s'écoulent en partie sur des roches fracturées et karstiques, typiques des milieux carbonatés du pourtour méditerranéen. Ces milieux complexes doivent être finement caractérisés et leur dynamique comprise afin d'évaluer leurs ressources et leur vulnérabilité. Qu'il s'agisse de pollution ayant pour vecteur du transport les écoulements de surface, de turbidité liée aux mises en charges importantes ou aux interactions entre écoulements de surfaces et écoulements souterrains, la détermination de la vulnérabilité de la ressource en eau souterraine demeure un enjeu majeur pour la mise en sécurité de l'hydrosystème et l'exploitation et la gestion de la ressource souterraine

La région Languedoc Roussillon et le département de l'Hérault sont particulièrement concernés par ces problématiques puisque les milieux fracturés et karstiques sont très présents dans les paysages et fournissent une grande partie des ressources en eau potable. Pour le département de l'Hérault seul, plus de 40% de la population est alimentée en eau potable d'origine karstique et les conséquences des inondations ont été particulièrement dommageables ces dernières années (2002, 2003, 2005). Le contexte géographique, géologique et climatique de la région Languedoc Roussillon en fait ainsi un pôle privilégié pour l'étude des phénomènes et problématiques énoncées précédemment.

À cette fin, divers sites expérimentaux, faciles d'accès, ont été mis en place afin de mieux comprendre les processus de transferts associés aux différentes entités (superficielles et souterraines) des systèmes fracturés et karstiques. Ces sites sont situés dans le bassin Lez-Mosson-Coulazou et font partie intégrante de l'Observatoire Multi-Echelle de la DYnamique des Crues et de l'hYdrodynamique Souterraine des systèmes fracturés et karstiques (MEDYCYS).

Ces sites ont pour objectifs :

- l'observation et la caractérisation à diverses échelles (locale et régionale) de l'hydrodynamique souterraine des aquifères karstiques sous l'action de forçage climatiques et anthropiques.
- l'observation et la compréhension des processus hydrologiques rapides lors des crues extrêmes dans des bassins versants méditerranéens sujet à des interactions entre le réseau hydrographique et l'aquifère fracturés et karstiques
- l'observation et la détermination du risque de contamination de la ressource en eau souterraine par un suivi couplé hydrodynamique/hydrochimie.

L'Observatoire MEDYCYSS est d'un intérêt stratégique majeur pour les tâches d'observation futures auxquelles participeront les diverses unités de recherche. Il faut noter que l'expertise scientifique du laboratoire avait été sollicitée pour la rédaction du rapport final sur les crues de Septembre 2002. Ces observations permettent par ailleurs de disposer d'un ensemble de scénarios nécessaire au développement et au perfectionnement de modèles numériques spécifiques.

b) Mesures et sites instrumentés

Sur ces sites, les variations hydrodynamiques et hydrochimiques en différents points du système (forages, réseau karstique, sources temporaires et pérennes), ainsi que les débits sur les sources et les rivières, sont suivis en continu. L'Observatoire MEDYCYSS (Figure 10), qui comprend trois principaux réseaux hydrographiques en interaction avec le karst: le Lez, la Mosson et le Coulazou.

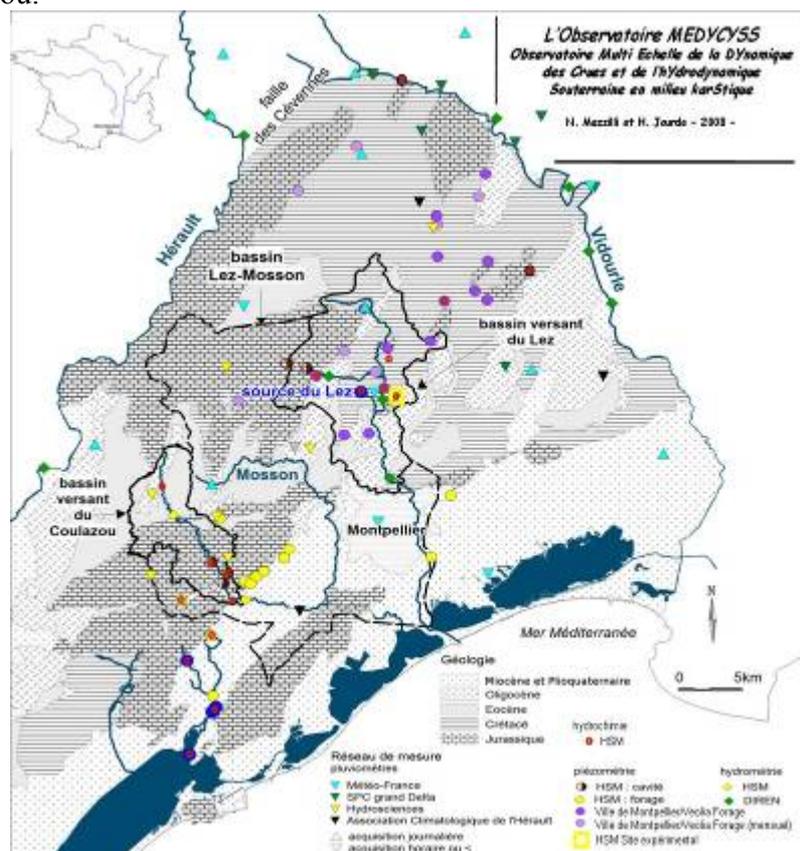


Figure 10: Contexte géographique et géologique de l'Observatoire MEDYCYSS

Leurs bassins d'alimentation s'étendent sur un vaste territoire, limité à l'ouest par la vallée de l'Hérault, au nord-ouest par la faille des Cévennes, au nord-est par la vallée du Vidourle et enfin à l'est par l'important fossé d'effondrement Oligocène de Sommières.

(1) Le bassin hydrologique et hydrogéologique du Coulazou

Depuis 2004 le site expérimental du Coulazou a permis d'étudier à l'échelle d'un petit bassin versant bien instrumenté les modalités de la genèse et du transfert des crues de surface en domaine karstique. Un des intérêts majeurs de ce site expérimental est qu'il intègre les spécificités de nombreux fleuves méditerranéens (Vidourle, Hérault, Gard, etc.), à savoir : i) un bassin versant amont imperméable ; ii) un bassin versant intermédiaire karstique où les interactions surface-souterrain sont importantes et peuvent être à l'origine de pollution de la ressource en eau ; iii) un bassin versant aval en plaine, où la vulnérabilité vis-à-vis du risque d'inondations est généralement très développée. Ce site intègre donc dans un espace réduit et facilement accessible (20km de Montpellier) toutes les problématiques rencontrées dans les bassins versants Méditerranéens à forte composante karstique. Les variations des niveaux piézométriques au sein du karst et en différents points de l'aquifère (forages, réseau karstique, sources temporaires et pérennes) sont suivies en continu, ainsi que la mesure des débits du Coulazou, à l'entrée et à la sortie du massif karstique. Cette démarche, initiée en 2004 a été soutenue par le laboratoire HSM, le CG34 puis par Schlumberger Water Services (SWS) au travers d'un partenariat développé avec cette entreprise. Le suivi hydrodynamique est complété par des mesures de différents traceurs chimiques (éléments majeurs, Carbone Organique Total, isotopes stables de l'eau et du carbone) permettant de caractériser les types d'eaux s'écoulant dans le système et à l'exutoire, ce volet ayant été l'objet d'un Master (C. Desrousseaux, 2005). Enfin, selon les conditions initiales de l'hydrosystème et la typologie de l'évènement pluvieux, une étude plus récente a permis de bien différencier les rôles d'amortissement ou d'amplification de la crue de surface joués par les calcaires karstifiés du Causse d'Aumelas.

(2) Le bassin hydrologique et hydrogéologique du Lez

À proximité de Montpellier, le bassin hydrologique et hydrogéologique du Lez constitue un site remarquable, tant par sa vulnérabilité aux risques de pollution ou d'inondation spécifique aux hydrosystèmes karstiques, que par la gestion active de sa ressource (pompage de la source du Lez) pour l'agglomération de Montpellier. L'existence de pompes continues et à fort débit sur le système karstique permet l'investigation de ses caractéristiques hydrodynamique à l'échelle régionale. Par ailleurs, le site expérimental du Terrieu qui comprend une vingtaine de forages répartis sur 500 m² environ, permet une caractérisation hydrodynamique à l'échelle locale de l'aquifère. Par conséquent, l'hydrodynamique du système karstique peut être étudiée à diverses échelles. Le système du Lez a par ailleurs fait l'objet d'une étude concernant le rôle du karst dans les crues de surface dans le cadre d'une étude de l'incidence d'une gestion active de la ressource en eau en milieu karstique sur le risque hydrologique.

L'état actuel du réseau de surveillance, l'imbrication de sites expérimentaux d'échelles variables enregistrant en continu l'hydrodynamique de l'aquifère karstique de la source du Lez ainsi qu'une bonne connaissance de la structure et du comportement hydrodynamique du système du Lez sont autant d'atouts à mettre en valeur dans une démarche de prévision de l'aléa inondation en milieu karstique.

Le réseau actuel de mesures comprend 20 forages à l'échelle locale et 15 forages à l'échelle régionale, ainsi que des stations de jaugeages situées sur le fleuve Lez et son principal affluent, le Lirou. Ce réseau de mesure a pour objectif une meilleure compréhension des aléas inondation et pollution lors d'évènements pluviométriques exceptionnels sur les bassins versants à forte composante karstique, ainsi que la caractérisation et la modélisation multi échelle de l'hydrodynamique de ces systèmes. Il permet de suivre en continu:

- L'hydrodynamique et la physico-chimie en forage et dans le réseau karstique (cavités)
- L'hydrodynamique et la physico-chimie des principales résurgences de l'hydrosystème karstique
- Les débits et la physico-chimie des cours d'eau en divers points de l'hydrosystème karstique

- La pluie sur différentes stations (distribution spatiale de la pluie)

La mise en place de ce réseau de mesures a été soutenue par le laboratoire HSM, le CG34 et l'IFR ILEE. Un partenariat a ensuite été développé entre HSM et SWS (Schlumberger Water Services), ainsi qu'entre HSM et VEOLIA/Ville de Montpellier. Cette démarche a permis de mettre en place un site d'observation multi échelles de l'hydrodynamique souterraine, à partir d'un réseau de mesures (forages et drains karstiques), et ainsi d'ouvrir des voies vers une meilleure compréhension des relations entre réseaux d'écoulements et réseaux de fractures. Les données recueillies ont permis d'envisager différents modèles conceptuels spécifiques à l'hydrodynamique de ces milieux discontinus. Par ailleurs, les conséquences hydrologiques (diminution des débits de crue) de la gestion active de cet aquifère ouvrent des perspectives très prometteuses de gestion intégrée ressource en eau / risque d'inondation sur les bassins versants comprenant une composante karstique.

c) Mise à disposition des données

Les données brutes sont gérées par HSM et par la ville de Montpellier au sein d'une base de données accessible à la communauté avec l'accord de l'Agglomération. Les données traitées et partiellement mises en relation avec d'autres seront mises en ligne dans les bases de données de Hydrosiences.

V-E. Système d'Observation Géophysique/Hydrogéophysique systématique en forage

Responsable : Ph. Pezard (DR CNRS), S. Gautier (MdC UM2), Ph. GOUZE CR-CNRS, R. Leprovost IE-CNRS, G. Lodz (IR CNRS), G. Henry (IE CNRS), Équipe SUBsurface, UMR Géosciences Montpellier.

Réseau :

- CAE : A. Cartalade
- BRGM S. Tenchine
- ANDRA Y.
- IRSN

L'équipe SUBSURFACE de Géosciences Montpellier réalise un travail d'observation in situ (en forage) qui a pour objectif de renseigner sur la nature et la dynamique des réservoirs hétérogènes. La démarche consiste à mettre en place un suivi continu à la fois piézométrique, géophysique et géochimique des sites en déployant des observatoires dans les forages. L'acquisition des données s'effectue avec un échantillonnage spatial et temporel approprié à chaque type de mesures. Ces observatoires fournissent une description à champ proche et à haute fréquence des variations temporelles du site étudié qui peuvent être liées à diverses sollicitations, qu'elles soient d'origine climatologique (cycle saisonnier, pluie,...) ou anthropique (pompage). Cette équipe s'attache aussi bien au déploiement de capteurs classiques (i.e. piézomètres), qu'à l'inversion régulière des données qui en sont issues, ou à la conception de nouveaux instruments. En particulier, caractériser l'hétérogénéité du milieu est un préalable indispensable à une bonne compréhension des propriétés hydrauliques d'un aquifère. C'est pourquoi l'équipe réalise également des mesures en forage (imagerie et pétrophysique) permettant une description détaillée des formations rencontrées et de la structure à une échelle allant du mm à la centaine de mètres..

1. Hydrodynamique systématique en forage

a) Intérêt scientifique

Les thématiques scientifiques concernées par cette demande sont nombreuses, allant de l'hydrodynamique des réservoirs superficiels, à la géothermie et hydrothermalisme, aux risques naturels et notamment gravitaires, ou aux risques de pollutions des sols et des nappes. A la dynamique des réservoirs est associée la diagenèse des carbonates, éventuellement en relation avec les problématiques de séquestration du CO₂. D'un point de vue global, ces observations sont particulièrement adaptées pour le suivi en continu de la quantité et de la qualité de l'eau dans le sous-sol en général, et les nappes phréatiques en particulier. Elles peuvent donc s'appliquer, par exemple, aux études d'impact du changement climatique en cours sur les nappes phréatiques, comme le propose le projet MoHINI, récemment financé dans le cadre de l'ANR VMC. Les observatoires déployés actuellement le sont dans le cadre de l'ORE H+ (Majorque, Ploemeur) et notamment du suivi détaillé des écoulements dans le sous-sol du site nucléaire de Cadarache (voir V-E.3, p.58).

b) Mesures in situ

Les tâches d'observation dans ce domaine concernent l'enregistrement in situ (en forage) de données de pression (le « piézomètre »), la prise répétée d'échantillon de fluide in situ pour analyse géochimique, ou l'inversion régulière de données de piézométrie en de nombreux points d'un site particulier, pour en décrire la dynamique.

Le piézomètre (ou capteur de pression immergé en forage en dessous du niveau d'étiage d'une nappe) est le principal outil de travail en hydrogéologie pour le suivi des ressources en eau du sous-sol en terme de quantité. En cas de menace de pollution ionique (chlorures, nitrates, etc ...), on adjoint traditionnellement un capteur de conductivité électrique au piézomètre, ce qui demande une mesure de température simultanée. Ceci permet alors une description des ressources en eau en termes de qualité. Dans les formations carbonatées, une mesure de pH est également indispensable à l'évaluation des interactions eau-roche dans le réservoir. Tous ces capteurs peuvent être déployés individuellement ou de façon groupée, comme pour les sondes Greenspan (fournies par Hydreka). Le laboratoire Géosciences possède 4 sondes « Hydreka » déployées depuis le projet ALIANCE (2002-2005) à Campos (Majorque), Lavalette et Maguelone.

L'échantillonnage et l'analyse systématique en laboratoire des fluides extraits d'une nappe sont complémentaires des mesures in situ pour étalonner de façon précise la qualité des eaux souterraines. Au-delà de l'échantillonnage en tête de puits ou par pompage (traditionnel ou à l'aide de la sonde CoFIS), les équipes de l'OSU disposeront en 2008 de deux types de dispositifs permettant un échantillonnage précis du fluide poral présent dans le milieu poreux :

- la sonde ShyFT construite dans le cadre du projet ALIANCE,
- le dispositif multi-niveaux « WestBay-Schlumberger » que nous proposons de déployer en 2007 à Maguelone (sur 6 niveaux) et dans la nappe du Roussillon (sur 12 à 15 niveaux).

4 sites permanents sont instrumentés:

- Maguelone : « dynamique des fluides du sous-sol en zone côtière et lagunaire » ; mesures p, T, Cw à l'aide d'une sonde Hydreka. Prélèvements régulier de fluides en surface et in situ.
- Campos : « dynamique temporelle de l'interface eau douce eau salée, et conséquences en termes de diagenèse des carbonates dans cette zone » ; mesures p, T, Cw et pH à l'aide de 2 sondes Hydreka installées dans la zone d'interface entre eau douce et saumâtre. Prélèvements réguliers de fluides.

- Lavalette: « dynamique de la nappe, notamment en relation avec les précipitations abondantes », mesures p, T, Cw à l'aide d'une sonde Hydreka. Prélèvements réguliers de fluides en surface et in situ.
- Cadarache: « suivi et modélisation des écoulements dans le sous-sol sur le site de recherches nucléaires »; collection des données et mise à disposition sur le site H+ assurée par le CEA. Coûts de fonctionnement limités aux missions de terrain. Plus de 150 piézomètres en place.

Les mesures suivantes sont menées en continu sur ces sites par les sondes suivantes :

- débitmètres (à hélice ou à flux de chaleur)
- idronaute (p, T, conductivité, pH et Eh simultanés) pour le fluide en forage
- MuSET: idronaute + mesure de potentiel électrique spontané
- SHyFT: perméabilité in situ et échantillonnage de fluide
- CoFIS: pour les essais de puits et la dispersivité in situ
- simple et double packers pour les essais de puits.

c) Qualité et mise à disposition des données

Le bon fonctionnement des sondes demande une calibration régulière des instruments. L'analyse des fluides après prélèvement s'opère en laboratoire, et ne demande donc pas de soin particulier au-delà du déploiement des techniques adaptées d'échantillonnage de terrain. Les mesures sont disponibles le cadre de l'ORE H+

2. Géophysique systématique en forage

a) Intérêt scientifique

Il y a un peu plus de vingt ans, la géophysique en forage est passée de méthode purement industrielle (et principalement pétrolière) à une discipline académique. Les premiers laboratoires (Lamont et Stanford aux USA, Potsdam en Allemagne) se sont tout d'abord focalisés sur la caractérisation in situ (en forage) des structures. Très rapidement, l'attention s'est tournée vers l'étude de la dynamique en subsurface, largement méconnue, plutôt qu'une simple caractérisation des structures. La dynamique du sous-sol est étudiée en forage soit avec des approches ponctuelles dans le temps, par diagraphie répétée, de façon épisodique ou régulière, soit de façon permanente, par mise en place d'observatoires. Géosciences Montpellier a choisi, dès 2003 et dans le cadre du projet européen ALIANCE, d'investir dans cette dernière approche, avec la fabrication de nouveaux observatoires à partir de notre atelier et base logistique de Lavalette. La première maquette est construite pour mesurer la résistivité électrique des terrains autour du forage. Elle fut installée à Maguelone en juin 2004, dans le puits MAG-4. Ce projet a conduit à la fois à un dépôt de brevet français (novembre 2006) et européen (mars 2007). Nous sommes donc actuellement leaders dans le développement de tels observatoires géophysiques du sous-sol. Initialement axée sur l'étude et la dynamique du biseau salé en zone littorale, notre démarche tend maintenant à aborder des thématiques scientifiques de plus en plus nombreuses et diverses. Il s'agit, par exemple, du transfert de fluides dans le sous-sol en général, et dans les réservoirs en particulier, du suivi de stockage en surface ou en subsurface, du suivi de risques gravitaires ou de pollution, ou enfin de la géothermie.

b) Mesures in situ

Les observatoires sont conçus pour être entièrement autonomes en termes d'énergie et de transfert régulier de données, visant une acquisition et un transfert quotidien ou mieux, en fonction

de la problématique abordée. Un pilotage du taux d'acquisition est également envisagé dans un futur proche, permettant par exemple d'adapter l'échantillonnage au taux de changement des données.

2 sites permanents sont instrumentés :

- Maguelone : étude de la dynamique des fluides du sous-sol en zone côtière et lagunaire (notamment maturation de la matière organique avec génération de gaz dans le sous-sol'' - observatoire actuellement automatisé avec ~ 1 mesure/jour (rythme prévu sur 5 à 10 ans, en fonction de la tenue des capteurs à la corrosion du milieu),
- Campos : étude de la dynamique temporelle de l'interface eau douce eau salée et conséquences en terme de diagenèse des carbonates dans cette zone- mesures épisodiques depuis l'installation en 2005, à l'occasion de missions ; automatisation nécessaire dans les 12 mois.

3 nouveaux sites seront instrumentés dès 2008 : Vias (GIRELLE-SMETA) notamment pour l'étude de la dynamique temporelle de l'interface eau douce eau salée, Roussillon (GIRELLE-LR, IDES) et Larzac (ECCO, par extension du projet « HYDROG »).

Les mesures sont menées en continu sur ces sites avec les équipements suivants :

- flûte de résistivité électrique IRIS avec système SYSCAL PRO de surface,
- flûtes de résistivité électrique dédiées, fabriquées par le laboratoire, et installées à Maguelone (2004), à Majorque (2005) et à Lavalette (2007),
- capteurs permanents HYDREKA (4) pour la pression, la température et la conductivité du fluide en forage.

S'y ajoutent des mesures géophysiques en forage épisodiques :

- résistivité électrique (4 outils, par induction ou méthode galvanique),
- vitesses acoustiques (V_p et V_s , à fréquence variable, de 1 à 20 kHz),
- radioactivité naturelle spectrale (U, Th, K) avec crystal de BGO,
- susceptibilité magnétique (deux outils, dont un venant du LETI),
- magnétomètre 3 axes du LETI (à porte de flux),
- magnétomètre RMN du LETI (pour les datations)
- diamètreur 3 bras,

Imagerie géophysique de paroi:

- acoustique (à 500 kHz) pour images en amplitude et en distance,
- optique (avec une résolution de l'ordre du mm),

c) Mise à disposition

Dans la phase actuelle de validation de la méthode, deux puits sont systématiquement réalisés sur chaque site. L'un est consacré à la mise en place de l'observatoire. Le second, situé à quelques mètres, est dédié à la calibration des mesures et résultats venant du premier. En particulier, le second doit permettre l'enregistrement de diagraphies de résistivité et la prise d'échantillons de fluide. Dans le cadre du projet « GIRELLE-LR », un accord avec la société Schlumberger Water (SWS) est en cours de mise en place pour l'installation côte à côte du dispositif d'échantillonnage multiniveaux « WestBay-Schlumberger » et des observatoires de résistivité. Cette association est prévue à Maguelone et en Roussillon. Sur les autres sites, on procédera à l'aide de diagraphies classiques pour l'étalonnage de la résistivité, et de l'outil ShyFT (construit dans le cadre d'ALIANCE) pour la prise d'échantillon de fluides in situ. L'outil d'accès aux données permet de tester, de valider, d'insérer et d'extraire des données de la base de l'ORE H+. Les données traitées seront du domaine public après publication des résultats. Les données brutes pourront ensuite être fournies sur demande (contact : G. Henry).

3. Intégration à l'ORE H+

L'observatoire H+ (hydrogéologie et aquifères hétérogènes) a pour mission de mettre en place un réseau de sites expérimentaux et d'observation pérennes. Ces sites fournissent des données de terrain pertinentes - notamment des chroniques- sur le transfert et la réactivité des eaux dans les aquifères souterrains. Les mesures et les modèles qui en découlent sont des outils indispensables à l'exploitation, à la gestion ainsi qu'à la protection des ressources en eau du sous-sol. Les principaux projets menés dans le cadre de l'ORE H+ s'articulent autour de trois objectifs principaux que sont: l'observation de phénomènes naturels ou anthropiques, l'expérimentation in-situ et, la collecte, l'archivage et la mise à disposition au plan national et international des données.

L'ORE H+ rassemble 4 partenaires (Géosciences Rennes – direction P. Davy, Géosciences Montpellier, Hydrasa Poitiers et CEA) et 4 sites expérimentaux et d'observation (Ploemeur, Poitiers, Majorque, Cadarache) très différents en terme de contextes géologique et hydrodynamique, ce qui permet d'aborder des thématiques nombreuses et diverses. Dans le cadre de l'observatoire H+, Géosciences Montpellier a la responsabilité de deux sites :

- Le site de Campos, situé au sud-est de l'île de Majorque (Baléares) où une intrusion d'eau de mer pénètre sur plus de 15 km à l'intérieur des terres pour des raisons de surexploitation agricole. Il s'agit d'un aquifère en domaine carbonaté récifal (Miocène), peu poreux et très perméable, présentant quelques cavités karstiques à échelle métrique
- Le site de Cadarache en collaboration avec CEN/CEA où d'importants moyens d'observations et de suivi ont été mis en place pour caractériser la structure des écoulements sous les installations.

Géosciences Montpellier s'appuie également sur deux sites expérimentaux localisés à proximité du campus universitaire et qui sont utilisés pour le développement de l'instrumentation in situ. Le site de Lavalette sert principalement de base logistique et de site dédié au développement instrumental. Le site de Maguelone, situé à proximité de Montpellier, entre les étangs et la mer, est utilisé comme base instrumentale pour l'observation de nombreux phénomènes tels que l'intrusion d'eau salée le long des côtes, les processus sédimentaires côtiers, les changements climatiques et inondations de l'Holocène et, les écoulements souterrains (CH4, H2S).

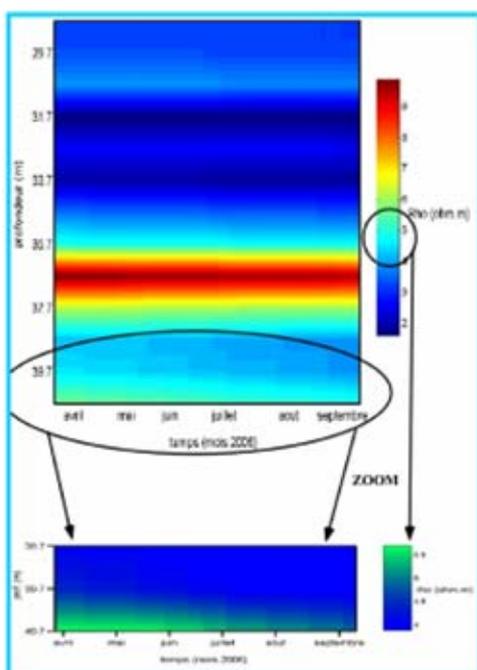


Figure 11: chronique temporelle de résistivité électrique en fonction du temps (abscisse) et de la profondeur (ordonnée) sur le site de Maguelone



Figure 12: automatisation de l'observatoire de Maguelone.

(littoral languedocien), entre avril et septembre 2006, montrant une salinisation progressive de la nappe à 40 m de profondeur

V-F. Trait de côte-dynamique physique et sédimentaire

À l'échelle mondiale, les lagunes occupent près de 13 % du linéaire côtier. Elles font partie des écosystèmes marins côtiers qui représentent près d'un tiers des richesses écologiques de la biosphère. Les lagunes sont généralement caractérisées par une large diversité biologique, une forte production primaire et une productivité qui peut être très élevée (> 1 %) en référence à certaines ressources exploitables comme les coquillages Costanza et al. 1997). La position d'interface de ces écosystèmes est à l'origine de leur richesse ; leur faible profondeur d'eau les soumet à de fortes et nombreuses contraintes naturelles, notamment climatiques et anthropiques. Certaines de ces contraintes s'amplifient avec l'accroissement des usages et des aménagements réalisés dans les lagunes et de l'occupation de leurs bassins versants. Elles peuvent conduire à des dysfonctionnements écologiques et (ou) limiter, voire supprimer les services écologiques et économiques que supportent ces écosystèmes. L'évolution démographique prévue dans les zones côtières montre un accroissement très important de la densité des populations dans les vingt ans à venir Scialabba (1998).

En Languedoc Roussillon, les lagunes sont du type microtidal, certaines d'entre elles se sont comblées et ont finalement disparu. Dans un passé récent, leur évolution a été en effet soudaine et drastique. La réponse non linéaire des écosystèmes naturels aux forçages est un concept connu en écologie et les écosystèmes lagunaires et marins côtiers ne font pas exception. Par exemple, à faible niveau de perturbation, les herbiers montrent des capacités d'adaptation et au-delà d'un certain seuil, des changements non linéaires sont observés. Le comportement non linéaire et la non-prédictibilité des réponses des écosystèmes côtiers constituent un des enjeux majeurs de la recherche sur les lagunes (de Wit et al., 2001). En raison de leurs caractéristiques, les écosystèmes lagunaires sont fragiles parce qu'ils sont le réceptacle des zones souvent densément habitées ; de plus, du fait de leur faible profondeur et des faibles volumes d'eau concernés, il est hautement probable que parmi les écosystèmes marins, les lagunes seront les premières à réagir aux changements climatiques. Les tendances observées concernent l'augmentation de la température, les modifications du régime des pluies, les événements climatiques extrêmes, l'élévation du niveau de la mer, du rayonnement UVB (280-320 nm). Il est cependant difficile de distinguer leurs effets de ceux des facteurs naturels et anthropiques existants. Sauf exception (lagune de Venise), de manière générale, l'absence de séries de données historiques est une entrave majeure à la connaissance et la préservation des milieux aquatiques.

1. MAG-OBS : Observation et suivi multi-proxies du système avant-côte / lido / lagune de Maguelone. Processus de débordements de tempêtes, crues.

Responsables : Frédéric Bouchette (MC1, UMR) et Laurent Dezileau (MC2, UM2)

Réseau intra Languedoc-Roussillon:

- GEOSCIENCES-M
- HSM (contact pour info: Jean-Luc Seidel)
- ISEM (contact pour info: Ilhem Bentaleb)
- LEGEM (Laboratoire Géo-Environnements Marins de l'Université de Perpignan; contact pour infos: Raphael Certain).

- I3M (Institut de Mathématiques et Modélisation de Montpellier; contact: Bijan Mohammadi)
- POM (Centre Archéologique de Lattes, contact: Philippe Blanchemanche)

a) Intérêt scientifique

• Dans le projet d'OSU

La tâche d'observation est axée sur le suivi long terme de la dynamique sédimentaire du littoral Aresquiers-Maguelone (Hérault), avec une résolution suffisante pour **étudier l'effet des phénomènes catastrophiques (crues et tempêtes) sur la dynamique sédimentaire du système lagunaire, et les échanges avant-côte / lagune**. Ce projet repose sur l'acquisition de nombreux proxies géochimiques (O18, C13, éléments majeurs, éléments traces, matière organique), faunistiques (discrimination espèces marines et lagunaires), sédimentologiques (pétrologie, spectre granulométrique), sur des campagnes sismiques régulières (calcul de bilan sédimentaire) et sur un suivi permanent de l'hydrodynamique du système.

Le site retenu se situe à proximité de Maguelone, et comprend l'avant-côte sableuse au droit de la cathédrale jusqu'aux platiers Pléistocène, le lido sableux de Maguelone aux Aresquiers, le haut topographique Pléistocène de Maguelone, les étangs de Vic-La Gardiole, Pierre Blanche et Arnel, séparés par le canal du Rhône à Sète, et limités au Nord par les alluvions du Lez/Mosson d'une part et des hauts topographiques Pliocène du Mas de Beauregard et de Vic-La-Gardiole.

Concernant le laboratoire Géosciences, ce projet s'insère exactement dans l'axe scientifique « *Dynamique Littorale* », dans les deux sous-thèmes « *caractérisation de l'hydrodynamique et de la morphodynamique littorale et côtière* » (pour l'aspect littoral) et « *sédimentation lagunaire: paléo-environnements et cyclicité* ». Par ailleurs, certaines données acquises (campagnes de sismique, carottages) servent directement des activités du thème « *marges passives* », et créent un lien fort entre recherche en Géosciences au sens strict et recherche à vocation environnementale; la tâche d'observation donne de la cohérence à ces différentes thématiques. Pour les autres UMR impliquées, les données acquises sont complémentaires d'autres mesures réalisées sur le système littoral (géochimie de l'eau, pollens, traceurs géochimiques dans le sédiment,...), pour d'autres thèmes de recherche propres à ces laboratoires, ou communs avec GEOSCIENCES-M, dont l'étude du phénomène de crue cévenole, l'étude du paléo-climat dans les archives sédimentaires, et l'étude de la morphodynamique instantanée, décennale et séculaire des littoraux sableux.

• À l'échelle nationale et internationale

L'acquisition régulière de données en zone littorale est programmée dans le projet « *déferlement* » (acquis 2006-2009) du programme LEFE-IDAO, les projets MODLIT et MICROLIT du programme RELIEFS (acquis 2008-2010), l'ANR VULSACO (acquis 2007-2010), l'ANR COPTER (acquis 2005-2008), l'ANR MATHOCEAN (sur les aspects conceptuels; acquis 2009-2011), l'ACI ECLICA (acquis 2004-2007), le projet européen NAUSICAA (2005-2008). Ces projets fédèrent pour la plupart tout ou partie de la communauté nationale travaillant sur la morphodynamique de l'avant-côte (voir par exemple la page « *rencontres* » dans le menu « *activités* » du site www.gladys-littoral.org) et plusieurs groupes travaillant traditionnellement sur les processus sédimentaires en zone lagunaire (LSCE, Chambéry,...). Par ailleurs, l'étude du système transition avant-côte / lagune bénéficie d'une entrée propre dans le livre blanc du projet HYMEX (Hydrological cycle in the Mediterranean Experiment). Sur le plan international, le site de Maguelone proposé pour cette tâche d'observation est identifié comme un chantier officiel pour plusieurs prochains projets d'échelle européenne (Italie, Espagne, Grèce, Norvège) ou internationale (Ukraine, Russie, Taiwan) en cours comme OILDEBEACH (2008-2010), LAGUNA (2009-2010) ou à venir.

Aussi, cette tâche d'observation est un élément important de nombreux projets concernant la dynamique littorale et impliquant Géosciences-M et la communauté littoraliste en Languedoc-Roussillon.

b) Mesures

La tâche d'observation MAGOBS (Observatoire Aresquiers-Maguelone-Palavas) regroupe un dispositif instrumental automatisé déployé en lagune, sur le lido sableux et dans l'avant-côte et mesure en temps réel un ensemble des paramètres physiques et chimiques permettant d'appréhender l'hydrodynamique et le transport sédimentaire sur ce système littoral particulier à toutes les échelles de temps. Le segment littoral instrumenté est localisé sur le segment Aresquiers-Maguelone-Palavas. C'est un archétype de littoral microtidal, dominé houle, en forte érosion, et largement affecté par la submersion marine lors des tempêtes. Le dispositif expérimental peut passer en mode "alerte" et stocker des flux de données encore plus importants sur demande, notamment lors d'épisodes de tempêtes.

Les mesures proposées sont toutes récurrentes, s'inscrivent dans une démarche long terme, et forment bien une tâche d'observation, distincte de la simple caractérisation du milieu (mesure non reproduite permettant la description d'une caractéristique du milieu invariante dans le temps). Le principe du dispositif de mesure hydrodynamique est représenté ci-dessous

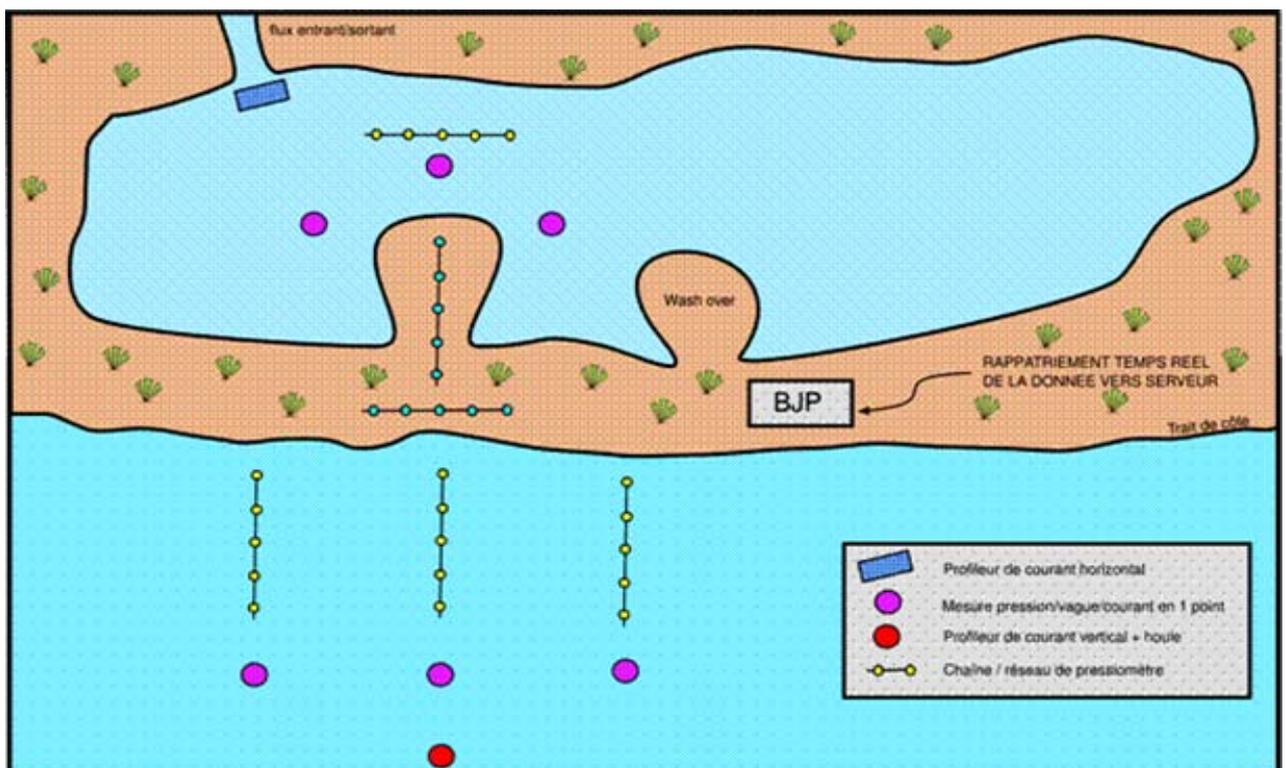


Figure 13 : le dispositif d'observation MAGOBS.

Les appareils déployés:

- Chaîne de rapatriement des données temps réel du site de mesure vers serveur
- Mesure continue du champ de houle par ADCP et réseaux pressiométriques
- Mesure continue des courants par ADCP ADV et profileurs de courant
- Mesure continue de l'élévation du plan d'eau par pressiomètres et marégraphes

- Mesure continue du transport sédimentaire en suspension et sur le fond
- Mesure récurrente de la topobathymétrie par échosondeur et GPS
- Mesure récurrente de la distribution granulométrique par technique laser
- Mesure récurrente de la morphologie de la plage émergée par GPS différentiel
- Mesure récurrente du stock sédimentaire et de l'architecture par imagerie géophysique

Pour les mesures géochimiques, granulométriques, faunistiques et sismiques, on considère une récurrence mensuelle. La fréquence d'acquisition augmente fortement lors d'évènements importants comme les tempêtes et les crues (jusqu'à 1 mesure par jour si nécessaire). Cette variation de la fréquence d'acquisition permet de capter la dynamique du processus catastrophique, éphémère par essence. Pour les mesures hydrodynamiques, le burst élémentaire est de 22 minutes (toutes les mesures sont reproduites selon un schéma qui dure 22 minutes; certaines sont moyennées, d'autres non, selon leur nature). On prévoit des arrêts assez courts (1 journée de temps en temps) pour assurer la récupération des données stockées, le nettoyage et le reconditionnement des équipements de mesure, en faisant abstraction des problèmes techniques et surtout des problèmes d'endommagement du matériel dans l'avant-côte.

c) Mise à disposition des données

Une partie du traitement des données sédimentométrique/géochimiques se fait en local (granulométrie, faunistique, pétrologie des éléments, traitement sismique, hydrodynamique), une autre est réalisée contre paiement (analyse géochimie), ce qui peut induire des délais sur ces données. Toutes les données hydrodynamiques sont rapatriées en temps réel sur les bases de données. Les données sont stockées sur le site de l'OSU à venir, en respectant la charte d'utilisation qui sera décidée par l'OSU.

2. SOLLAR

Responsables : Frédéric Bouchette (MC1, UMR) et Cyril Van Roye (DRE Languedoc-Roussillon)

Réseau intra Languedoc-Roussillon:

- GEOSCIENCES-M
- DRE Languedoc-Roussillon (Contact: Cyril Van Roye)
- LEGEM (Laboratoire Géo-Environnements Marins de l'Université de Perpignan; contact pour infos: Raphael Certain).
- I3M (Institut de Mathématiques et Modélisation de Montpellier; contact: Bijan Mohammadi)

SOLLAR (Système d'Observation Littorale en Languedoc-Roussillon) est un dispositif d'archivage de suivis historiques et de suivis actuels (récurrents ou temps réels) de l'hydrodynamique et de la morphodynamique littorale générale sur l'ensemble du Languedoc-Roussillon. Ce dispositif est largement alimenté par la Direction Régionale de l'Équipement et concerne notamment le suivi hydrodynamique des climats de houle à partir d'un parc de plusieurs bouées houlographiques, le suivi morphologique long terme à partir de mesures de profils topographiques et topobathymétriques et de campagnes LIDAR régionales, le suivi marégraphique en Languedoc-Roussillon, le suivi par photos aériennes récurrentes des plages du Languedoc-Roussillon,...

Concrètement, SOLLAR représente le portage, le reformatage et le stockage de données concernant le littoral, acquises depuis plus de 80 ans pour certaines, sous la responsabilité des Services Maritimes et Navigation du Languedoc-Roussillon (SMNLR) et désormais la DRE.

SOLLAR est l'aboutissement d'un rapprochement entre la DRE et la recherche académique en LR, pour mutualiser des données coûteuses et à forte valeur scientifique. En plus de la gestion des archives existantes, SOLLAR incorpore et se charge du stockage long terme sécurisé des données acquises actuellement par la DRE, notamment les données du réseau houlographique.

SOLLAR a pour seconde mission d'appliquer sur l'ensemble de ces données des méthodes de traitements issus de la recherche académique, pour améliorer les signaux extraits de la mesure, actuellement largement sous-exploités, et favoriser l'utilisation de l'ensemble de ces mesures par la communauté scientifique et les gestionnaires du littoral.



Figure 14 : Système d'Observation Littorale en Languedoc-Roussillon

V-G. Observatoire biologiques et dynamique lagune et avant-côte

1. *Suivi-Thau : Suivi des apports du bassin versant, des variables bio-physico-chimiques et courantologie de la lagune de Thau.*

Responsable : B Mostajir

Réseau :

- UMR ECOLAG : B Mostajir, J Nougulier, E Le Floc'h, F Vidussi, T Bouvier, C Bouvier, D Bonnet, E Fouilland, C Leboulanger, JP Torreton, M Bouvy, R De Wit, P Got, M. Troussellier,
- Hydrosciences : MG Tournoud
- Géosciences : E. Berthebaud, F. Bouchette

a) Intérêt scientifique

Les changements locaux et globaux peuvent engendrer des modifications importantes sur la lagune de Thau, la plus importante lagune languedocienne, très productive et fragile à la fois. Cette fragilité est le fait de sa faible profondeur, son confinement et les activités urbaines se déroulant sur ses bassins versants. Les objectifs de ce projet sont d'établir :

- Une tendance temporelle des variables bio-physico-chimiques et de la courantologie locale et des apports de bassin versant sur la lagune de Thau,
- Un lien entre ces variables et les changements planétaires exercés sur ce milieu.

Le projet SUIVI-THAU est en relation directe à la thématique de l'UMR 5119 ECOLAG qui est d'étudier les effets des changements locaux et globaux sur le fonctionnement des écosystèmes lagunaires et marins côtiers. Ce projet s'insère également dans les objectifs des laboratoires Géosciences. Concernant Hydrosociences Montpellier le projet est en lien étroit, avec la thématique d'étude des apports des bassins versants littoraux à la Méditerranée et les données acquises dans le cadre de l'observatoire serviront à alimenter la base de données déjà existante sur ce sujet

b) Mesures

Les observations sur la lagune de Thau seront réalisées à la Station Méditerranéenne de l'Environnement Littoral (SMEL) à Sète, le service commun de l'Université Montpellier 2. Ce projet repose sur l'installation des nombreux instruments de mesure en continu, tous disponibles, sur la lagune de Thau en proximité de la plate-forme d'écologie expérimentale MEDIMEER (Mediterranean Platform for Marine Ecosystem Experimental Research). Les variables mesurées et les instruments disponibles sont :

- variables météorologiques et mesure spectrale du rayonnement solaire : Une station météorologique Campbell pour le suivi de température d'air, pression atmosphérique, direction et vitesse du vent et pluviométrie ; deux spectroradiomètres hyperspectraux RAMSES ACC (TriOS) pour l'observation du spectre et de l'intensité du rayonnement incident ultraviolets B (RUVB : 280-320 nm) et ultraviolet A (RUVA : 320-400 nm), du rayonnement PAR (Photosynthetically Available Radiation : 400-700 nm) et du rayonnement proche infrarouge (NIR).
- Variables physiques (température de l'eau, niveau de l'eau, courantologie) : Plusieurs sondes de température (Campbell Scientific 107) ; un capteur de mesure de la pression ; un ADCP mesurant le courant sur une verticale par effet doppler (disponible à partir de 2009).
- Variables chimiques (concentration en O₂ dissous, pression partielle en CO₂ dissous, turbidité, matière organique dissoute colorée) : Un capteur optique Aanderaa (optode) ; un capteur SAMI-CO₂ (Sunburst Sensors) ; un capteur FLNTUSB (Wetlabs) ; un capteur ECO (Wetlabs).
- Variables biologiques (biomarqueurs pigmentaires : chlorophylle a et phycoérythrine) : Un capteur ECO (Wetlabs).

Une cage en inox à acquérir est envisagée pour le déploiement de tous ces capteurs dans la lagune de Thau. Un Data logger (Campbell Scientific), déjà disponible, sera dédié au stockage de toutes les données mesurées provenant de ces captures.

Les observations sur le bassin versant seront réalisées à l'exutoire du site-atelier de la Vène, principale tributaire du bassin versant de l'étang de Thau. Les variables mesurées et les instruments disponibles sont :

- pluies : les précipitations journalières sont mesurées, à proximité de l'exutoire, à l'aide d'un pluviomètre automatique à augets basculeurs, avec une précision de 0,2 mm.

- débits : les débits journaliers sont déduits, par application d'une courbe de tarage, des niveaux d'eau mesurés à l'aide d'une sonde de pression, au droit de la station limnimétrique.
- variables physico-chimiques : température, pH, conductivité et turbidité sont mesurés au droit de la station limnimétrique, à l'aide de sondes automatiques. La sonde de turbidité doit être acquise dans le cadre de l'observatoire.

Toutes ces données seront archivées automatiquement au pas de temps journalier.

c) Traitement, validation et accessibilité des données brutes et prétraitées

L'ensemble des données de cette action Suivi-Thau sera traité tous les mois à l'aide des logiciels adéquats, puis validé avant d'être transférées dans la banque de données de l'observatoire. Certaines données brutes et prétraitées seront accessibles et mises en ligne de façon mensuelle (e.g. météorologiques, température de l'eau). D'autres données seront accessibles à la communauté scientifique après les valorisations scientifiques (publications).

2. Observatoire des courants marins en domaine côtier

Les aléas littoraux sont directement ou indirectement dépendants de l'hydrodynamique littorale. Nous abordons le sujet par l'adaptation ou le développement d'outils de modélisation numérique ainsi que de mesures hydrodynamiques (caractérisation de la houle et des courants de circulation) et géophysique (imagerie du stock sableux et du substrat géologique, et réalisation de profils topo bathymétriques) permettant de tester et valider les outils de modélisation dans des conditions réalistes.

Responsable : Yann LEREDDE (MC1, UM2), Eric Berthebau (IE CNRS)

a) Intérêt scientifique

(1) Dans le projet d'OSU

Ce projet s'intègre dans l'axe scientifique « Dynamique Littorale » (resp. Fred. Bouchette) et dans le sous-thème « Caractérisation de l'hydrodynamique et de la morphodynamique littorale et côtière ».

On peut aussi noter que l'axe scientifique « Risques Naturels » (resp. Yann Leredde) est concerné puisque ces travaux sur l'hydrodynamique du Golfe d'Aigues-Mortes servent également le projet MICROGAM (Risques de contamination MICRObienne dans le Golfe d'Aigues-Mortes) proposé à l'APR LITEAU du MEDD. Ce projet MICROGAM est par ailleurs un projet commun avec HSM (MG Tournoud), Ecolag (P. Monfort), partenaires potentiels du futur OSU, et pourrait déboucher dans le futur sur des actions d'observations communes. Enfin, le projet MICROGAM co-financerait une partie du matériel demandé ici (voir budget).

(2) A l'échelle nationale

L'acquisition de données houle/courants en zone pré-littorale est une priorité du programme national LEFE-IDAO qui soutient nos activités jusqu'en fin 2007 (projet ALCINOOS 2004-07) ainsi que du programme LITEAU du Ministère de l'Écologie, chantier Méditerranée.

Par ailleurs, la communauté Océan-Atmosphère se structure autour de projets comme HYMEX (HYdrological cycle in the Mediterranean Experiment) dans le cadre du chantier Méditerranée. HYMEX s'intéressera notamment aux épisodes extrêmes (tempêtes, orages ...) et aux échanges

terre-mer. La station BESSète portant sur les « échanges littoral-plateau-large » a d’ores et déjà suscité l’intérêt et pourrait être intégrée à des campagnes océanographiques « lourdes » entre 2009 et 2012.

b) Mesures

Pour caractériser les conditions hydrodynamiques aux limites du domaine littoral, nous avons **implanté un instrument de mesure de houle et courants au large** sous 70 m de bathymétrie au sud de Sète. Un ADCP est installé depuis février 2007 sur le plateau continental du golfe du Lion en un point à la limite ouverte du domaine pré-littoral. Situé à la position 3°50’E, 43°19’N, cette station BESSète (Bouée d’Eaux Saines du port de Sète) est équipée d’un ADCP de fond (RDI 300 kHz) complété par un module de houle, un socle anti-chalutage, un système de largueurs acoustiques. Cette station posée sur le fond, protégée en surface par une bouée de surface du SMNLR (Service Maritime Navigation Languedoc-Roussillon) fournit des données précieuses relatives aux « échanges littoral-plateau-large ». Cet ADCP « plateau » a pour but 1. de donner des conditions mesurées (houles et courants) limites à l’entrée du système littoral, 2. de servir de point de mesure pour valider les modèles à l’échelle du plateau, 3. faire le lien entre les études « côtières » du type « Intrusions du CN sur le plateau » et les études littorales.



La station BESSète, le 12 février 2007 avant sa mise à l’eau.

Bouée de signalisation du dispositif expérimental

L’Observatoire BESSète enregistre les profils verticaux de courants avec une périodicité d’une heure et les caractéristiques de houles avec une périodicité de trois heures. Avec cet échantillonnage, l’autonomie (batteries et mémoire) est de six mois. L’intervention d’un navire océanographique (Téthys II en 2007) est nécessaire pour remonter la station, la reconditionner et la remettre à l’eau.

Les premières données ont pu être récupérées fin mars 2007 lors du premier relevé de la station. Le prochain relevé est prévu en octobre 2007 puis tous les six mois. Les premières données permettent d’ores et déjà de valider l’approche numérique développée par Denamiel (2006) pendant sa thèse sur les couplages houle-courants lors des épisodes de tempêtes. Dans le contexte de changements environnementaux annoncés, mais controversés (réurrence et intensité des tempêtes, élévation du niveau marin), il paraît essentiel de pérenniser cette station dans une zone

où les données sont très rares, l'implantation de matériel scientifique étant rendu difficile par la présence de chalutages intenses et les sorties bateaux étant impossibles lors des épisodes de tempêtes.

c) Mise à disposition des données

Les données seront systématiquement traitées et qualifiées pour être mise à disposition du public à échéance d'un an (délai de confidentialité nécessaire à la publication scientifique).

Le site web www.gladys-littoral.org est d'ores et déjà destiné à mettre en ligne ces données qui participent à l'élaboration d'un atlas hydrodynamique (projet européen InterReg NAUSICAA (resp. Fred. Bouchette).

V-H. Système d'Observation de la pollution et de l'adaptabilité biologique en aval des anciens sites miniers

Les déchets issus de l'exploitation de minerais métalliques, entreposés sous forme d'empilements appelés « haldes à stériles », sont riches en métaux lourds (Pb, Cd, Tl...) et métalloïdes (As, Sb...) toxiques. Les stériles peuvent être disséminés par l'érosion éolienne et lessivés par les eaux météoriques. Il en résulte une contamination des sols et de l'hydrosystème au voisinage des sites miniers. La stabilisation de ces haldes à stériles et la maîtrise des écoulements ou leur traitement est donc nécessaire afin de confiner la pollution dans un périmètre restreint autour de la mine. Les méthodes de bioremédiation (phytoremédiation, précipitation bactérienne des métaux en solution) basées sur la capacité naturelle de certains organismes (plantes, microorganismes) à tolérer, accumuler ou transformer les polluants métalliques sont prometteuses car elles sont souvent moins coûteuses que les techniques classiques. Le développement de tels procédés nécessite une meilleure connaissance des organismes adaptés aux concentrations extrêmes en métaux que l'on trouve dans les eaux et les sols au voisinage des sites miniers, et de la dynamique de la végétation et de la diversité spécifique dans ces milieux. Il s'agit d'étudier les capacités d'adaptation et de résistance de ces organismes, l'évolution de la composition des communautés végétales, mais aussi les processus biogéochimiques dans lesquels les organismes interviennent pour transformer les espèces métalliques en composés moins toxiques ou moins mobiles.

1. Suivi des processus hydrobiogéochimiques de transfert des métaux et métalloïdes issus des activités minières

Responsables : Casiot, C. ; Elbaz-Poulichet, F. ; Bruneel, O. ; Cordier, M.A.

Réseau :

- Laboratoire HydroSciences, Axe 1 thème 3 « Pollutions d'origine minière » : Casiot, C. ; Elbaz-Poulichet, F. ; Bruneel, O. ; Cordier, M.A.
- Laboratoire Génétique moléculaire, génomique et microbiologie UMR7156 CNRS Université Louis Pasteur : Ph.BERTIN
- Laboratoire Structure et évolution des génomes UMR8030 CNRS – Génoscope : C. MEDIGUE
- Laboratoire d'écologie moléculaire EA3525 - Université de Pau
- Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux condensés, UMR 7590 Géobiosphère Actuelle et Primitive, Universités Paris VI & VII, CNRS – IPG Paris : G. Morin

a) Intérêt scientifique

L'activité minière laisse des stocks de déchets riches en pyrite qui génèrent par oxydation des eaux acides, contenant des concentrations élevées en sulfates, métaux lourds et métalloïdes (As, Sb,...).

Afin de prévenir la production de tels écoulements à la fermeture des mines et/ou de mettre en place des systèmes de traitement robustes (pour des durées qui sont généralement supérieures à la centaine d'années), il est nécessaire de disposer de modèles de transport réactifs dans lesquels soient pris en compte les réactions biocatalysées. La validation de ces modèles requiert des données sur des périodes de temps pouvant aller de la décennie jusqu'à plusieurs centaines d'années suivant les processus que le modèle prend en compte.

Depuis une quinzaine d'années, l'équipe pollutions d'origine minière de l'UMR « Géofluides, Bassins, Eaux » puis d'Hydrosciences et ses partenaires effectuent des observations hydrologiques, géochimiques et biologiques sur le site de l'ancienne mine de Pb-Zn de Carnoulès dans le Gard. Cette exploitation, fermée depuis 1962, a laissé un stock de 1,5 MT de déchets contenant de la pyrite, des métaux et de l'arsenic. Au pied de la digue de rétention du stock de déchets, jaillit le ruisseau minier le Reigous aux eaux acides ($2 < \text{pH} < 4$), riches en Fe et As ($[\text{Fe}] = 0.5 - 1 \text{ g/L}$; $[\text{As}] = 100 - 350 \text{ mg/L}$). Deux kilomètres après sa source, le Reigous se jette dans la rivière Amous. En aval de cette confluence, la qualité écologique de l'Amous est grandement détériorée.

Sept thèses ayant pour site d'étude Carnoulès ou utilisant des données acquises sur ce site ont été soutenues à ce jour. Les résultats ont donné lieu à 24 publications (15 dans les 4 dernières années).

L'obtention de suivis pérennes sur des périodes de temps plus longues permettrait de valider des modèles de génération d'eaux acides minières, d'apporter des données pour évaluer l'efficacité des stratégies de remédiation. Ils permettraient aussi éventuellement de mieux identifier le devenir d'un tel système lors de changement climatique (augmentation de la fréquence des pluies extrêmes, de la durée des périodes de sécheresse, de la température).

b) Mesures

(1) Dispositif

Le site est équipé d'un pluviomètre, de 15 piézomètres dans le stock de déchets et de deux stations de mesure automatique de débit situées à la source du Reigous (redémarrage prévu en juillet 2007) et immédiatement en amont de la confluence avec l'Amous.

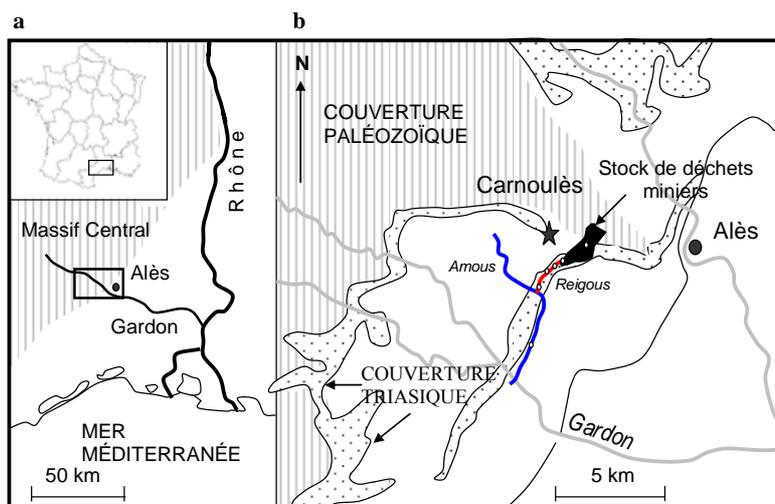


Figure 15: localisation du site d'étude (a) et des stations d'échantillonnage sur le Reigous et l'Amous (b)

Outre les paramètres hydrologiques mesurés automatiquement (pluie, débit) les acquisitions prévues sont :

- la détermination mensuelle des principaux paramètres physico-chimiques (température, pH, conductivité, oxygène dissous) à 6 stations (Figure 15) : dans l'un des piézomètres donnant accès à la nappe du dépôt de stériles, à la source du Reigous, en 3 stations situées à 30 m, 150 m et 1500 m en aval de la source et dans l'Amous à 1,2 km en aval de la confluence avec le Reigous.
- la détermination simultanée aux mêmes stations des concentrations en éléments majeurs (sulfate et fer) en métaux traces (Pb, Zn, Cu, Ni, Tl, Co...) et en métalloïdes (As, Sb). La spéciation du fer (FeII, Fe total) et de l'arsenic (AsIII, AsV) sera aussi analysée.
- la détermination des populations bactériennes présentes aux 6 stations de mesure. Ces analyses sont réalisées par des techniques de biologie moléculaire sur des échantillons choisis a posteriori, en fonction des variations temporelles de la physico-chimie des eaux.

(2) Intérêt des données

Le site de Carnoulès constitue un véritable site atelier pour des travaux de recherche portant sur différentes problématiques qui sont affichées dans le cadre de programmes nationaux (EC2CO par exemple):

- la vie dans les milieux extrêmes, les microorganismes tolérants aux métaux (et métalloïdes) et les interactions bactéries/métaux
- la géochimie des eaux de drainage de mine
- le développement de marqueurs biologiques de toxicité des métaux
- le développement de modèles couplés géochimiques / hydrodynamiques / microbiologiques de transport réactif des métaux au sein d'un aquifère contaminé
- les techniques de bioremédiation de sites contaminés par les métaux

Les travaux réalisés sur le site de Carnoulès sont financés depuis sept ans par des programmes de recherche Européens (Pyramid) et/ou nationaux du CNRS, de l'INSU et du Ministère de la Recherche. Ces travaux sont réalisés en collaboration avec d'autres équipes françaises (IPGP Paris, Cemagref Lyon, Univ Lyon, BRGM Orléans, LEM Pau, MBEC Marseille, Génétique moléculaire, génomique et microbiologie de Strasbourg) et étrangères (université Huelva, Southampton, Cape Town).

c) Mise à disposition

La validation des analyses de métaux et métalloïdes est réalisée par l'analyse d'échantillons d'eaux (SLRS-4) certifiées par le National Research Council Canada et par des comparaisons interlaboratoires. Dans un premier temps, les données prétraitées seront accessibles sur demande, sous format Excel. A terme, alimentation mensuelle d'une base de données.

2. Approche démographique et perspectives en phytomédiation

a) Évolution de la diversité spécifique et des caractéristiques bio-démographiques chez les végétaux en relation avec la pollution des sols

Responsable : C. Petit (MCF UM2)

Réseau :

- Institut des Sciences de l'Évolution (ISE-M), UMR 5554, Equipe Métapopulations, Conservation et Coévolution : Petit C. (MCF), Ronce Ophélie (CR2), Mignot Agnès (PR), Bourrié Isabelle (T)

(1) Intérêt scientifique

Ce projet a pour objectif principal l'étude de l'évolution dans le temps des écosystèmes pollués par les éléments traces métalliques (ETM) tels que zinc, plomb, cadmium, etc., suite à la cessation de l'exploitation des mines. Les sites d'étude sont situés dans le district minier des Malines dans la région de Saint Laurent le Minier (Gard). Ils représentent des cas exemplaires de pollution très élevée en région méditerranéenne. L'équipe Méta-populations, Conservation et Coévolution de l'ISE-M est impliquée dans différents projets de recherche proposant une approche intégrée comprenant des études synchroniques de la dynamique de la végétation à l'échelle de l'écosystème, associées à des recherches à l'échelle de la population sur les adaptations biologiques et la dynamique démographique des espèces à ces environnements extrêmes. La plupart des espèces végétales présentes sur ces sites présentent des populations adaptées aux milieux pollués génétiquement différenciées des populations vivant sur sols non toxiques. Depuis 2000, trois thèses ayant pour objectif de caractériser les variations génétiques et/ou démographiques entre populations de la région d'un métalphyte facultatif, *Thlaspi caerulescens*, ont été soutenues à ce jour. *T. caerulescens* est le modèle biologique le plus utilisé pour caractériser les mécanismes de tolérance et d'hyperaccumulation. Les résultats de ces premiers travaux suggèrent une variation importante tant d'un point de vue génétique que bio-démographique entre populations de sites toxiques (populations dites métallicoles), et entre populations des sites toxiques et non toxiques adjacents.

(2) Mesures

Les sites pollués étudiés se caractérisent par une forte aridité, la sécheresse estivale propre à la Région Méditerranéenne, aggravée par un substrat grossier et filtrant. Les sites toxiques présentent donc une très forte hétérogénéité temporelle des conditions de milieux, due aux variations climatiques annuelles (sécheresse en particulier) et à la variabilité sous-jacente des effectifs des populations (compétition intra- et interspécifique). Cette forte hétérogénéité temporelle nécessite un suivi à long terme afin de caractériser plus précisément les traits d'histoire de vie (dynamique des populations, système de reproduction, etc.) de *T. caerulescens*. Il serait souhaitable de compléter nos données bio-démographiques par l'étude d'autres espèces à stratégie de tolérance différente à celle de *T. caerulescens*, les mécanismes de tolérance à la pollution étant très variables d'une espèce à l'autre, et notamment à des espèces non accumulatrices et facilitatrices, i.e. favorisant l'installation d'autres espèces végétales en enrichissant le sol en éléments minéraux. Ce dernier point permettrait de comprendre les processus de post-colonisation par les végétaux des sites pollués. Enfin, à notre connaissance, l'évolution temporelle de la biodiversité sur les sites pollués en comparaison avec des sites non pollués perturbés (e.g. incendies, ...) adjacents n'a jamais été étudiée. Le bassin de Saint Laurent de Minier présente une très grande diversité de sites à niveaux de pollution variable et à substrats d'origine différents. Cet ensemble de sites représente une situation unique pour caractériser la dynamique spatiale et temporelle de la diversité végétale en relation avec l'hétérogénéité locale du milieu écologique. Cette partie du projet, complémentaire des suivis ciblés sur les trois espèces citées plus haut, devrait débuter au printemps 2008, et nécessiterait un suivi sur plusieurs années, notamment dans le cadre plus global des changements climatiques à grande échelle et des changements de mode d'utilisation des milieux par l'Homme.

Mesures actuelles in situ:

- Suivis bio-démographiques annuels des populations naturelles de *Thlaspi caerulescens* : suivi des effectifs, caractérisation des paramètres démographiques (taux de croissance des populations, etc.) dans 2 sites pollués et 2 sites non pollués...

En projet :

- suivis biodémographiques in situ élargis à une ou 2 espèces tolérantes facilitatrices (favorisant à court et moyen termes l'installation d'autres espèces)

- suivis annuels de la diversité spécifique végétale et mise en relation avec les données climatiques sur 3 sites pollués et 3 sites non pollués

(3) Mise à disposition

Traitements statistiques classiques des analyses démographiques et de diversité spécifique. Sur demande dans un premier temps, puis par internet (base de données).

b) Restauration des sites pollués par les métaux lourds à l'aide d'espèces tolérantes.

Responsable : J. Escarré (Chargé de Recherche, CEFÉ, CNRS)

Réseau :

- CEFÉ (CNRS) : Équipe Écologie de Populations et Activités Humaines (ECOPOP) : J. Escarré (CR1), Annabelle DosSantos (Technicienne).
- Laboratoire des Symbioses Tropicales et Méditerranéennes : J.C. Cleyet Marel (DR, Inra), Céline Vidal (thésarde), L. Maure (Technicienne).
- Université Libre de Bruxelles : N. Noret (Post-Doc), Claude Lefèbre (Professeur), Pierre Meerts (Professeur), Wolf Gruber (Chimiste).
- Unité des Sciences du Sol, Inra Versailles (F. Von Oort, Chargé de Recherches INRA)

(1) Intérêt Scientifique

La plupart des espèces végétales présentes sur ces sites présentent des populations adaptées aux milieux pollués génétiquement différenciées des populations vivant sur sols non toxiques. Ces espèces, dites métalloytes, ont un intérêt patrimonial majeur en biologie de la conservation. La révégétalisation de ces sites par ces espèces, permet de diminuer considérablement les processus d'érosion et déclencher un processus de succession qui peut aboutir à une végétation la plus naturelle possible. Pour cette raison, la connaissance de la dynamique de la colonisation végétale des sites pollués en relation avec leur âge, avec la nature et l'intensité de la pollution, est nécessaire à l'élaboration des stratégies de phytoremédiation. Il est également nécessaire de considérer les effets de la toxicité sur les associations symbiotiques fixatrices d'azote et endomycorhiziennes.

L'Equipe ECOPOP développe des recherches sur la biologie des populations des espèces métallophytes et la restauration de sites pollués, avec trois thèses soutenues sous la direction de J. Escarré et une dizaine d'articles sous presse ou publiés dans des revues internationales. Actuellement les recherches s'orientent vers l'étude d'espèces susceptibles de révégétaliser les sites pollués, telles que des graminées (*Festuca arvernensis*) ou des légumineuses (*Anthyllis vulneraria*) et leurs bactéries fixatrices d'azote (thèse de Céline Vidal en cours). Ces travaux se font en collaboration avec des laboratoires nationaux (Laboratoire de Symbioses Tropicales et Méditerranéennes, Montpellier, Unité de Science du Sol, INRA, Versailles) et internationaux (Laboratoire de Génétique et Écologie Végétales, Université Libre de Bruxelles, Belgique).

(2) Mesures

Mesures actuelles in situ:

- Étude du sol et de la végétation des sites pollués des Avinières, Malines et Petra Alba dans le cadre d'un contrat Ademe.
- Étude des espèces de *Rhizobium* associés aux espèces végétales de la famille des Légumineuses présentes in situ.
- Test de l'accumulation de métaux lourds en tant que défense contre les animaux herbivores

En projet :

- Suivis des processus de colonisation d'espèces tolérantes implantés in situ pour la révégétalisation des sites pollués.
- Suivis de l'enrichissement d'azote du sol, in situ à la suite de l'implantation d'*Anthyllis vulneraria* (Légumineuse) et sa bactérie associée.
- Suivis des transplantations réciproques entre écotypes tolérants ou pas aux métaux lourds, ainsi que les individus résultant des croisements entre ses écotypes (parents et F2)

(3) Mise à disposition

Sur demande et après la permission de l'Ademe, données d'analyses de sol et de végétation des sites pollués de la région de Saint Laurent le Minier.

V-I. Système d'Observation des Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puechabon

Responsables : Serge Rambal (CEFE), JM Ourcival (CEFE), Equipe DREAM-CEFE-CNRS
 Personnel: 2 IR permanent S. Rambal, JM Ourcival, 1AI IRD A. Rocheteau, 1 T, contractuelle R. Rodriguez

Réseau et programmes nationaux et internationaux

- MEDEFLU (UE) 1998-1999
- CARBOEUROFLUX (UE) 2000-2003
- CARBOFOR (GICC) 2002-2003
- MIND (UE) 2002-2005
- CARBOEUROPE-IP (UE) 2004- 2009
- Réforme GICC MEDD (2005-2007)
- DROUGHT+ (ANR) 2007-2010

1. Intérêt et objectifs du système d'observation

Le fonctionnement des écosystèmes, à travers les services qu'ils fournissent aux sociétés humaines, est au cœur des grandes questions environnementales telles que les émissions de gaz à effet de serre (dont le CO₂), la séquestration de carbone dans les écosystèmes et l'impact des changements climatiques sur la ressource en eau. La forêt de Puechabon est caractéristique du plus important écosystème forestier méditerranéen, il comprend un couvert presque exclusivement composé de chêne vert sur sol karstique, pauvre et à faible réserve en eau. Ce site est soutenu par le GIP-Ecofor depuis 2000. Il était partie prenante de l'Observatoire de Recherche en Environnement (ORE F-ORE-T). Le système d'observation de Puechabon est conçu pour suivre la réponse de différentes fonctions de l'écosystème aux variations saisonnières ou interannuelles des conditions climatiques. Pour ce faire, il a été mis en place des mesures continues et automatiques des principaux paramètres météorologiques. Des mesures du fonctionnement et de la dynamique de la forêt sont effectuées à différentes échelles de temps. La forte variabilité intra et inter annuelle du climat méditerranéen nécessite la constitution de longues séries de mesures afin de connaître l'étendue de la réponse de cet écosystème aux différentes contraintes climatiques. L'ensemble des expérimentations menées à Puechabon depuis 1984 permet de prédire les modifications des flux de CO₂ et d'énergie causées par les changements globaux caractérisés par l'augmentation de la température et du CO₂ atmosphérique ainsi que par une diminution des précipitations.

2. Dispositif de mesure: observations et manipulations

Depuis 1984, des observations régulières sont effectuées sur cet écosystème à différents pas de temps. Les principales variables météorologiques sont mesurées au pas de temps journalier. Les composantes de la productivité de la forêt sont mesurées au pas de temps mensuel (chute de litière) ou annuel (croissance, mortalité) et permettent de mettre en évidence les relations entre climat et productivité, et de permettre de quantifier l'impact d'évènements climatiques exceptionnels (vagues de chaleur, sécheresses exceptionnelles).

Depuis 1998, dans le cadre de différents programmes européens (Carboeuroflux, Carboeurope IP), un suivi en continu des échanges gazeux (CO₂ et H₂O) entre l'écosystème et l'atmosphère est effectué par la méthode des fluctuations turbulentes. Les mesures effectuées au pas de temps semi-horaire sont intégrées à la journée et permettent de quantifier la séquestration nette de carbone dans cet écosystème ainsi que sa variabilité journalière, saisonnière et inter annuelle.

Depuis 2003, un dispositif d'exclusion de 30% précipitations maintient des portions d'écosystème (100m²) dans des conditions de sécheresse que les modèles de changements climatiques prévoient pour la fin du siècle. Des mesures continues de l'état hydrique des plantes, du sol et de la croissance des arbres sont couplées à des mesures hebdomadaires ou mensuelles de phénologie, d'échanges gazeux au niveau de la feuille et du sol. Dans le cadre du programme ANR-Drought (2007-2010) il est prévu de soumettre à partir de 2008 des parcelles de la forêt à des évènements pluviométriques exceptionnels (printemps ou automne sans précipitation) et de suivre la réponse de l'écosystème pendant au moins 3 années.



Figure 16 : le site d'observation de Puéchabon

Ce dispositif est inclus dans un Integrated Infrastructure Initiative (I3) du 6ème PCRD. Ce projet a pour acronyme IMECC: Infrastructure for Measurement of the European Carbon Cycle. Cette initiative tend à l'optimisation de l'utilisation des plateformes expérimentales en suscitant la participation d'équipes extérieures sur projet.

a) Base de données

Les données ponctuelles d'accroissement et de biomasse, ont été analysées, corrigées et stockées en base de données. Les données journalières de météorologie sont stockées en base de données après vérifications et corrections. Depuis 1998, les données générées par les systèmes de mesures en continu (200 capteurs mesurant au pas de temps semi horaire) représentent 2Mo de données par jour. Cette grande quantité de données a nécessité le développement d'une base de données Access développée dans notre équipe (H. Bohbot). Cette base est alimentée hebdomadairement et est partagée par l'ensemble de l'équipe. L'ensemble des données acquises par le dispositif de mesure des fluctuations turbulentes est déposé tous les 6 mois sur le site internet du programme européen Carboeurope IP. Ces données sont alors utilisables pour la constitution d'articles scientifiques de synthèse au niveau national ou européen.

b) Modélisation et spatialisation

Le modèle SIERRA (Mouillot et al. 2001) est un modèle spatial explicite qui traite des peuplements de végétation composés de placettes de 30x30 m et qui est piloté par le climat. Les entrées sont les valeurs journalières de rayonnement solaire, de précipitation et de température. Les données micrométéorologiques et écophysiologicals récoltées à Puechabon servent à développer, calibrer et valider ce modèle. Au niveau du peuplement, le modèle simule la structure multispécifique et multicouche de la végétation et sa dynamique, en réponse aux changements environnementaux et aux perturbations (de type feux principalement). En particulier la régénération post-perturbation est incluse. La dynamique de chaque placette est traitée indépendamment de celle de ses voisins. Les flux hydrologiques sont les seuls facteurs qui modifient l'input local en eau sur une base journalière dépendant de la convergence topographique. Les processus de dispersion répartissent le pool de propagules sur tout le paysage. Pour des simulations à l'échelle du paysage, la diversité écologique a été réduite aux espèces dominantes, qui gouvernent les flux d'eau et de carbone. Ce modèle ne travaille pas au niveau de l'individu évitant ainsi une complexité inutile au premier ordre. Ainsi, les plantes sont agrégées en cohortes et passent à travers différentes étapes discrètes : semences, semis, juvéniles et plantes matures. La variabilité individuelle souvent négligée dans ce type de modèle (Fulton 1991) est représentée par une distribution normale des individus dans la cohorte. Le modèle traite chaque cohorte comme un large individu avec une grande feuille dont son épaisseur est proportionnelle à sa superficie et dont la largeur est proportionnelle à son couvert (Keane et al. 1996). L'aptitude du modèle à simuler l'impact des changements climatiques sur la fréquence des feux et la dynamique de la végétation en Méditerranée a été testé par Mouillot et al. (2002). Cette approche de modélisation est associée à de la télédétection. La NASA met à notre disposition dès leur production et pour une zone de 7km x 7km des données MODIS (NDVI, GPP, LAI etc.). Une base régionale de données MODIS a été constituée.

c) Taches d'observations

Les taches d'observation sont effectuées tout au long de l'année deux fois par semaine et peuvent être divisées en 2 groupes:

- Contrôle des dispositifs de mesures automatisées et récolte des données enregistrées. Contrôle du système de production d'énergie (panneaux solaires et générateur diesel).
- Mesures écophysiologicals diverses : photosynthèse, transpiration, phénologie, respiration du sol (...).

Les données brutes sont traitées, validées et mises en base de données chaque semaine. Cette base a été réalisée sous Access au CEFE (H. Bohbot)

3. Mise à disposition

Dépôt tous les 6 mois des données filtrées sur la base Carboeurope IP. Accès libre aux données pour les participants du programme Carboeurope IP (voir ci-dessus).

V-J. Système d'Observation de la Phénologie de la flore et la faune terrestre

1. Système d'Information Phénologique pour l'Étude et la Gestion des Changements Climatiques

Responsable : Isabelle Chuine (CR CNRS, CEFE)

Réseau : GDR 2968 SIP-GECC

a) Contexte

La phénologie est l'étude des variations des phénomènes périodiques de la vie végétale et animale en relation avec le climat. La phénologie est un marqueur du climat 1-2 mais aussi un élément clé de l'adaptation des êtres vivants aux variations climatiques 3. Dans le contexte actuel de changement climatique, ce caractère adaptatif revêt donc une importance croissante dans de nombreux domaines de recherche fondamentale et appliquée.

Les observations phénologiques permettent de retracer finement l'évolution du climat des derniers millénaires 2 grâce à des modèles phénologiques basés sur les processus. La phénologie de la végétation affecte les flux d'eau et de carbone échangés avec l'atmosphère car elle détermine la période d'activité photosynthétique de la végétation à feuillage caduque ; elle est de ce fait une composante majeure des modèles globaux de fonctionnement de la végétation associés aux modèles de circulation générale atmosphérique 4-6. La phénologie affecte la croissance, la survie et la productivité des peuplements forestiers 7-8 et des cultures 9. Sa modélisation et sa sélection génétique peuvent permettre une gestion des cultures et des peuplements intégrant, par anticipation, le changement climatique. La phénologie est un élément clé dans la compréhension de la répartition géographique des espèces et écosystèmes 3 car elle affecte la survie, le succès reproducteur et les interactions biotiques en fonction des conditions climatiques.

Les observations phénologiques alimentent la recherche fondamentale dans de nombreux domaines tels que l'impact de la phénologie sur (i) la productivité primaire des écosystèmes et donc le cycle du carbone, (ii) la répartition géographique des espèces, (iii) l'utilisation de la phénologie de certaines plantes pour reconstituer l'histoire récente du climat ; à des aspects de recherche appliquée aussi variés que l'impact des changements de phénologie sur (i) les risques de gel des productions fruitières, (ii) les rendements agricoles (iii) la productivité et la survie des essences forestières, (iv) la qualité du bois, (v) le mode de sélection des génotypes dans le contexte de changement climatique, (v) l'occurrence des pollens allergènes dans l'atmosphère, etc.

Intégration dans la recherche nationale et internationale

Au niveau national

Projet QDiv « Quantification des effets du changement global sur la diversité des plantes terrestres », dir. P. Leadley. ANR Biodiversité 2006-2008.

Projet OPHELIE « Observations Phénologiques pour reconstruire le climat de l'Europe », dir. P. Yiou. ANR Blanche 2006-2008.

Projet SYNCHRO « Synchronisation phénologique et diversité biologique », dir. A. Kremer. ANR ECCO-ECOGER 2006-2008.

Projet ORPHEE « Diversité fonctionnelle des arbres et réponse de l'écosystème forestier aux changements climatiques », dir. H. Jacqtel. ECOFOR 2006-2008.

Projet ICCARE « Impact des changements climatiques sur la phénologie et l'évolution des aires de répartition d'espèces végétales ligneuses et herbacées. » dir I. Chuine GICC1 2002-2005.

Projet ICCRPF « Impact des changements climatiques sur la répartition et la phénologie de la flore française », dir. I. Chuine. IFB 2004-2005.

Projet PHENOFOR « Phénologie des essences forestières en France : constitution d'une base de données et modélisation », dir. I. Chuine & D. Loustau. MICCES-INRA 2004-2005.

Projet FRENE « Dynamique de recolonisation du frêne oxyphylle (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) et d'hybridation avec le frêne commun (*Fraxinus excelsior* L.) face aux changements globaux », dir. N. Frascaria-Lacoste. IFB 2004-2005.

Projet AMPOULE « Approches Multi-Proxy de la variabilité climatique séculaire autour de l'Ouest de L'Europe », dir. P. Yiou. PNEDC 2004-2005.

Atelier du Savoir SDV-SDU « Comment étudier les interactions entre dynamique du climat et dynamique des systèmes écologiques ». 29-30 novembre 2004 St Rémy les Chevreuses.

Séminaire de réflexion « de l'observation des écosystèmes forestiers à l'information sur les forêts » ECOFOR. 2-3 février 2005.

Au niveau international

Action européenne COST 725 Establishing a European Phenological Data Platform for Climatological Applications. (<http://topshare.wur.nl/cost725>). 2004-2006.

European Phenological Network (www.dow.wau.nl/msa/epr/index.asp). International Society for Biometeorology.

International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests of the United Nations Economic Commission for Europe.

b) Base de données phénologiques et mise à disposition

La France, possède un grand nombre d'informations sur la phénologie de sa faune et sa flore sauvages et domestiquées. Néanmoins, les sources d'information sont extrêmement hétérogènes et en partie non informatisées. Un réel effort d'acquisition, d'homogénéisation et de synthèse a donc été réalisé.

Nos observations, remontent au 19e siècle, voire au 14e siècle pour les dates de vendange ou autre information phénologique consignée dans différents registres, et proviennent d'organismes aussi différents que Météo France, l'INRA, l'ONF, le CIRAD, le CNRS, les jardins botaniques, archives nationales ou privées. Elles concernent essentiellement la flore sauvage et cultivée et plus rarement la faune sauvage.

Le GDR 2968 SIP-GECC (www.obs-saisons.fr/gdr) créé le 1er janvier 2006 a rassemblé, formaté, numérisé toutes les observations phénologiques réalisées en France à ce jour. Ces données sont accessibles via la rubrique « Base de données » sur le site internet du GDR à tous les partenaires du GDR moyennant les conditions d'utilisation spécifiées dans la convention du GDR. Les métadonnées de cette base de données sont accessibles au public, mais les données brutes ne seront accessibles au public que 3 ans après leur dépôt dans la BDD.

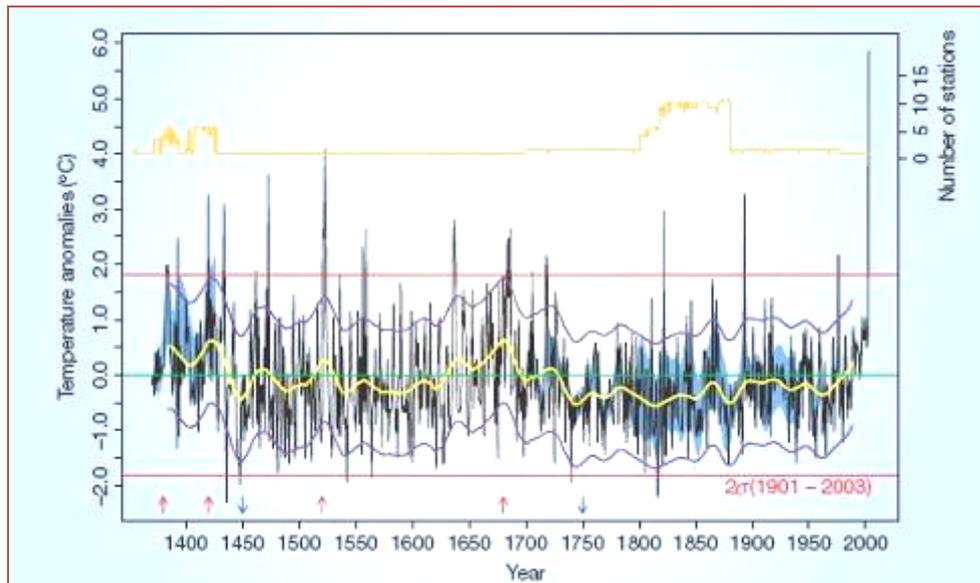


Figure 17: anomalies de température en Bourgogne, reconstruites à partir des dates de vendanges de 1370 à 2003 (d'après Chuine, I., Yiou, P., Viovy, N., Seguin, .Daux, V. & Le Roy Ladurie, E. (2004). Grape ripening as a past climate indicator. *Nature*, 432:289-290.

c) Réseau d'observation

Le GDR 2968 SIP-GECC a créé un réseau d'observation de la phénologie de la végétation. Ce réseau repose sur d'une part sur des réseaux et sites d'observation existants et d'autre part sur de nouveaux sites d'observation. Les sites d'observations préexistants sont les placettes du réseau RENECOFOR (ONF), les sites d'observations des fruitiers de PhenoClim (INRA), les sites du le Réseau National de Surveillance Aérobiologique, et les images satellites haute résolution. Ces sites d'observations sont complétés par certains jardins botaniques sous la coordination de Maïté Delmas (MNHN), les arboreta publics sous la coordination de S. Brachet (ENGREF-ANB), des unités expérimentales INRA 570 (Cestas), 995 (Olivet), 378 (Avignon), et 347 (Champenoux).

Les observations sont réalisées par une personne attachée au site d'observation et sont donc sous la responsabilité des organismes et associations gérant ces sites. Les fiches d'observations et les informations nécessaires à la réalisation des observations sont accessibles dans la rubrique intranet du site internet du GDR (www.obs-saisons.fr/gdr). Les données sont déposées chaque année par les observateurs dans la base de données via le site internet du GDR pour être ensuite validées.

Le réseau professionnel est par ailleurs secondé par un réseau amateur qui se décompose en deux sous-projets, L'Observatoire Des Saisons (version ados/adultes) (www.obs-saisons.fr) et L'Observatoire Des Saisons Junior (www.obs-saisons.fr/junior) dédié aux écoliers du primaire et collège. Une validation des observations est réalisée chaque année par un scientifique du GDR.

2. Enregistrements aéropalynologiques et suivi de la relation phénologie-climat

Responsables : R. Cheddadi (ISEM), Équipe "Paléoenvironnements et Paléoclimats", Institut des Sciences de l'Évolution

a) Intérêt scientifique

Les analyses et enregistrements du contenu de l'atmosphère en pollen ont été créées au début des années 70 par Pierre Cour (Ingénieur de Recherche au laboratoire de Palynologie à

Montpellier) à l'aide d'une méthodologie brevetée et actuellement utilisée dans plusieurs pays. Ces observations sont utilisées dans des recherches fondamentales et appliquées en agronomie, allergologie, phénologie, biogéographie, méliissopalynologie, météorologie,...

À partir d'un réseau de capteurs à pollen (plus de 200 capteurs installés depuis les régions polaires jusqu'aux régions équatoriales), dont une trentaine qui fonctionne chaque année, ces observations ont mis en évidence que les grains de pollen émis dans l'atmosphère constituent par leur seule présence ou par leur plus ou moins grande abondance à un moment donné et dans un lieu donné d'excellents témoins d'événements biologiques et climatiques.

Les enregistrements polliniques hebdomadaires permettent de réaliser, entre autres:

- des prévisions de récoltes à partir d'une méthode intégrée basée sur le dosage pollinique de l'atmosphère. Les prévisions portent sur la vigne (en Champagne, Gironde, Cognac, Languedoc-Roussillon, Catalogne), l'Olivier (réseaux en Tunisie avec l'Institut de l'Olivier et au Maroc avec l'ENA de Mekhnès), la noisette (ANPN),... Les mesures réalisées depuis 1982 permettent par ailleurs d'évaluer l'impact du changement climatique sur les dates de pollinisation des espèces cultivées et de rechercher les facteurs climatiques actifs sur les volumes de production;
- de suivre et de prévoir les dates de débourrement des principales espèces anémophiles des régions tempérées. À partir d'une base de données contenant des enregistrements depuis plusieurs décennies en continu comme la station de Montpellier, installée en 1973, qui représente la plus longue série pollinique française), Isabelle Chuine (CR CNRS) a pu, dans le cadre de sa thèse, développer différents modèles phénologiques. A partir de ses données, un outil (le Pollenoscope) a été développé et il permet pour une station et une plante données de rechercher «l'équation phénologique» la plus appropriée pour une prévision en temps réel des dates de floraison (émissions polliniques et/ou stades phénologiques). Le pollenoscope a de nombreuses applications en allergologie et en agronomie notamment pour prévoir la floraison des espèces allergisantes et cultivées comme pour évaluer l'effet d'un réchauffement climatique sur la phénologie des espèces cultivées;
- de suivre dans l'espace et dans le temps la diffusion de certaines espèces envahissantes comme l'ambroisie. Depuis 1982 des mesures du contenu pollinique de l'atmosphère sont réalisées en continu dans la vallée du Rhône (la série de Lyon est la plus longue série européenne sur l'ambroisie) en collaboration avec l'Association Française d'Étude des Ambroisies (AFEDA). Les mesures réalisées sur un réseau de capteurs traduisent la dynamique de cette espèce hautement allergisante qui affecte entre 12 et 20% de la population en Rhône-Alpes;
- de développer des indicateurs sanitaires pour l'évaluation et le suivi de certaines pollinoses (allergies au pollen) en comparant la consommation médicamenteuse d'antiallergiques et les émissions polliniques;
- de dresser les premiers calendriers polliniques des territoires d'outre-mer (Réunion, Martinique, Guadeloupe, Nouvelle-Calédonie) à partir de capteurs installés durant plusieurs années. Ces mesures permettent, par ailleurs, de mieux comprendre la phénologie en régions tropicales.

Le GDR dirigé par Isabelle Chuine (CEFE) intègre des aspects de modélisation de la phénologie et de la relation plante-écosystème-climat actuelle et futur. Les relevés palynologiques hebdomadaires fourniront des données instrumentales en continu et de qualité pour la calibration phénologie-climat des espèces.

b) Mesures

Les relevés aéropalynologiques sont effectués sur une base hebdomadaire près de stations météorologiques. Les filtres atmosphériques sont traités et analysés au laboratoire. La totalité des pollens présents dans l'atmosphère sont identifiés et comptés. Ces mesures hebdomadaires ainsi que les données météorologiques alimentent une base de données.

Les données brutes sont archivées dans une base de données. Plusieurs outils ont été développés pour analyser les périodes de floraison, de débourrement ... et effectuer des prédictions de production de plusieurs espèces.

c) Disponibilité des données

Les données brutes (comptages aéropalynologiques) ainsi que les données secondaires (proportions de présence des espèces) ou les métadonnées (site du capteur, exposition, altitude) peuvent être disponibles pour l'ensemble de la communauté scientifique. Cependant, il serait probablement plus intéressant d'axer l'effort de l'accessibilité des données sur une forme "utilisable" par tous les chercheurs, à savoir les données secondaires ainsi que les métadonnées. Le porteur du projet a une grande expérience dans la gestion des bases de données sur serveur dans le domaine publique (<http://www.europeanpollendatabase.net/>)

3. Enregistrement en continu de bioproxies paléoécologique apportés durant l'année dans le matériel sédimentaire de lacs Méditerranéens

Responsables: Christopher Carcaillet et Laurent Bremond

Réseau : personnel de l'équipe « Paléoécologie, perturbations et changements globaux ». Centre de Bio-Archéologie et d'Écologie (UMR5059 CNRS)

a) Intérêt scientifique

Le projet consiste à enregistrer en continu certains bioproxies paléoécologique apportés durant l'année dans le matériel sédimentaire de lacs Méditerranéens. La paléoécologie dans ce milieu est particulièrement pauvre en travaux taphonomiques permettant de calibrer les signaux fossiles. En particulier, les recherches sur les paléo-incendies ne disposent que de données taphonomiques en milieux boréaux et tropicaux, et aucun en milieu méditerranéen, alors même que ces écosystèmes sont le siège d'incendies fréquents. L'absence de données taphonomiques concourt à limiter les reconstructions en zone méditerranéenne. Des lacs de retenues entourés de massifs forestiers susceptibles de brûler seront équipés de pièges à sédiments qui permettront de quantifier les apports en bioproxies au cours de l'année. Ceci permettra notamment de mieux différencier le "bruit de fond" qui provient de l'enregistrement régional des apports des événements ponctuels locaux.

b) Mesures

12 pièges à particules seront positionnés dans 6 lacs en contexte Méditerranéens; les relevés se feront 2 fois l'an (automne et printemps). Des analyses en bioproxies (charbons, macrorestes végétaux, pollens, ...) seront effectuées pour chaque piège.

c) Disponibilité des données

Les données seront disponibles directement auprès du laboratoire et seront mises en base de données croisées.

V-K. Système d'Observation de la Dynamique des communautés

1. Observatoire des communautés animale

a) Intérêts

Les suivis à long terme effectués aux niveaux communautés et paysages sont à la base de l'étude de la dynamique de la biodiversité dans un contexte de changements globaux, que ces derniers soient climatiques ou qu'ils résultent de changements d'utilisation des terres ou de diverses nuisances anthropiques. Même si d'autres procédures et designs sont possibles, l'échantillonnage répété de parcelles, transects, ou stations permanentes est le moyen le plus rigoureux d'obtenir des estimations précises de changements surtout en présence d'hétérogénéité spatiale (Thomson 2001).

À côté des suivis populationnels – qu'ils ne remplacent pas mais dont ils constituent l'indispensable complément – les suivis à long terme au niveau communauté sont à la base de plusieurs directions de recherche :

- ils généralisent la notion d'espèce indicatrice à l'ensemble d'un peuplement, avec plusieurs avantages, notamment celui d'un effet intégratif et d'un averaging qui lisse les particularismes spécifiques et permet de dégager des tendances de fond collectives,
- ils offrent la possibilité de synthétiser l'extrême diversité des réponses spécifiques en termes de groupes fonctionnels d'espèces (traits de vie et stratégies de reproduction),
- ils permettent de quantifier les variations à long terme des macro-paramètres (turnover, richesse, biomasse, diversité taxinomique et fonctionnelle, paramètres de structure des peuplements),
- ils permettent de détecter les modifications des interactions et équilibres compétitifs et des interactions durables.
- étant très généralement accompagnés d'une recherche des facteurs de forçage des changements de composition des communautés, avec des effets qui peuvent être cumulatifs, les suivis à long terme sont orientés processus. Sur certains sites, ils sont associés à de l'expérimentation.

Les suivis à long terme au niveau paysage se situent à un niveau d'intégration supérieur où interviennent de façon plus évidente les déterminismes sociétaux. Les paysages méditerranéens, en particulier, sont soumis depuis le 20^e siècle à des mutations particulièrement violentes, contrastées et même antagonistes (déprise rurale, urbanisation, intensification). En outre, c'est à l'échelle du paysage que se font sentir les forts gradients bioclimatiques caractéristiques des marges de la région méditerranéenne, gradients dont le jeu peut être apprécié localement. On peut s'attendre à des découplages, soit que la dynamique plus ou moins spontanée des systèmes naturels se heurte à l'inertie des systèmes sociaux et juridiques, soit au contraire que les systèmes naturels n'arrivent pas à s'adapter suffisamment vite à des changements environnementaux rapides.

Les changements à long terme dont il s'agit de rendre compte peuvent se manifester par (i) des variations des limites de distribution régionales, avec souvent fragmentation des aires de distribution sur leurs marges, (ii) des extinctions régionales ou nationales; elle sont le plus souvent conséquences des changements d'utilisation des terres, mais des extinctions à déterminisme climatique sont de plus en plus probables sur notre aire d'étude, (iii) inversement, la région méditerranéenne est le lieu privilégié d'invasions d'espèces exogènes à caractère fréquemment plus

ou moins tropical, (iv) des modifications de l'importance relative des groupes fonctionnels ou des groupes biogéographiques dans les communautés.

b) Buts poursuivis

Les suivis à long terme au niveau communauté et paysage constituent donc l'outil de base pour l'analyse des systèmes écologiques:

- Mesure de l'impact de divers types de changements d'utilisation des terres ou de pratiques agricoles sur la biodiversité ou la structure fonctionnelle des communautés
- Monitoring de cicatrisation spontanée après perturbation (notamment, incendie) et mesure des temps de résilience, qui peuvent être très longs avec des décalages entre l'action et les réactions. Il n'est pas rare que l'impact mesuré d'une perturbation s'inverse lorsqu'on augmente la fenêtre d'observation
- Monitoring après opérations de restauration, suivi de l'efficacité à moyen et long terme de mesures de gestion ou de protection.
- Et, bien sûr, détection, surveillance et modélisation des changements floro/faunistiques liés aux modifications climatiques.

Il y a donc une logique commune au suivi de ces différentes populations, et plusieurs actions d'observation systématique se rattachent à ce système d'observation globale. Elles sont résumées ci-dessous puis détaillées.

Tableau 9: Observations se rapportant à la dynamique des communautés

Type de communauté	Thèmes	Variables estimées	Mise à disposition
Oiseaux	Paysage, activités humaines	Richesse, présence/absence	Programmes de recherche en cours
Reptiles et amphibiens	Paysage, activités humaines	Présence/absence	Via Internet / DIREN
Insectes coprophages	Activités humaines, climat	Présence/absence	Via Internet / site de l'INPN

c) Mesures

(1) Observatoire communautés d'oiseaux

Responsables : Jean-Louis Martin (CEFE), Roger Prodon

Nature des sites-observatoires

Les sites-observatoires vont de sites expérimentaux collectifs équipés, où peuvent être conduites des expériences (ex: La Fage), à de simples stations fixes de monitoring non équipées et sans expérimentations mais échantillonnées de façon régulière. Ils sont situés dans:

- des formations dominantes régionalement (formations à chênes sclérophylles, causses)
- des zones protégées ou sites à valeur patrimoniale,
- des zones de contact, de transition, ou de gradient fort
- des paysages en mutations socio-économiques (déprise vs. intensification ou urbanisation),
- des secteurs perturbés, et notamment incendiés (monitoring de résilience, suivi de restauration), avec témoins et/ou état initial, donc en situation quasi-expérimentale.

Plus encore que les suivis au niveau population, les observatoires à long terme au niveau communautés sont par nature dispersés sur toute la zone d'influence du laboratoire, d'une part parce qu'ils doivent rendre compte d'une fraction significative de la biodiversité régionale, et d'autre part à cause de la variété des questionnements qui ont motivé leur mise en place.

Pour le suivi des communautés d'oiseaux, les données sont collectées sur un réseau de plus de 400 stations (sans équipement): Hérault (Pic-Saint-Loup); Pyrénées-Orientales et Ampurdan (massif des Albères); Corse; (Cap corse, Agriates et Iles des Bouches de Bonifacio)

Méthodologies

- Monitoring répétés par relevés standardisés
- Relevés répétés (pour estimer les probabilités de détection)
- Mesures standard de biomasse-recouvrement-productivité
- Piégeages standardisés
- Collecte de spécimens et mise en collection
- Atlas de distribution à maille fine et base de données
- Couplage des données au sol avec des données de télédétection.

La fréquence des échantillonnages périodiques est variable (saisonniers, annuelle ou à des intervalles pluri-annuels), comme l'est la durée du suivi (30 ans pour les stations les plus anciennes).

Mises à disposition

Pour l'instant, la mise à disposition des données est conditionnelle à collaboration avec les chercheurs impliqués. Les laboratoires et organismes utilisateurs des données sont: UMR 5175 Montpellier, CREA Barcelona, CTFC Solsona, CSIC Donña, DIREN et ONF Corse.

(2) Observatoire des reptiles et des amphibiens en région méditerranéenne française

Responsables: Marc Cheylan, Philippe Geniez, Pierre-André Crochet (CEFE)

Réseau:

- Équipes EBV et Biométrie du CEFE UMR 5175. (personnel impliqué: 1 MC, 1 CR, 1 IATOS (Laboratoire CEFE-CNRS, UMR 5175))
- Espaces naturels protégés (Parcs Nationaux et régionaux, réserves)
- associations naturalistes régionales.

Intérêt scientifique

Les reptiles et les amphibiens constituent des groupes zoologiques biologiquement très contrastés, notamment vis-à-vis de leur réponse face aux changements climatiques. Les reptiles sont en effet dominants dans les zones arides, tandis que les amphibiens dominent dans les zones à forte pluviosité. En région méditerranéenne française, ces deux groupes sont étroitement liés aux milieux non forestiers, donc très sensibles à la reforestation qui s'opère au nord du bassin méditerranéen sous l'effet conjugué de la déprise rurale et du réchauffement climatique. Ils constituent en conséquence de bons modèles pour enregistrer les évolutions d'origine anthropiques, qu'elles soient globales (changement climatique) ou locales (évolution du mode d'utilisation des terres). En raison de leur phase larvaire aquatique, les amphibiens sont en outre particulièrement sensibles aux atteintes affectant le milieu aquatique (allongement des périodes de sécheresse, pollution, introduction d'espèces envahissantes...). Il sont actuellement un des groupes zoologiques les plus menacés à l'échelle planétaire (Houlahan, J.E. *et al.* 2000 - *Quantitative evidence for global amphibian population declines.* », *Nature*, 404, p. 752-758) d'où les importants programmes de suivis mis en place ces dernières années dans le monde (Declining Amphibian Populations Task Force). L'intérêt de la région méditerranéenne française est

d'accueillir, sur un territoire géographiquement limité, une des principales zones de contact entre espèces méditerranéennes et espèces médio-européennes. Ces zones de contact sont des terrains privilégiés pour suivre les évolutions des communautés animales, comme le sont les zones sismiques pour étudier les mouvements de l'écorce terrestre. Les populations y sont en effet aux marges de leurs compétences éco-physiologiques, donc particulièrement réactives face à des perturbations ou des évolutions de nature anthropiques.

Les observations enregistrées sur ces deux groupes sont importantes dans le contexte:

- d'un observatoire de la biodiversité dans le cadre du dispositif européen «Natura 2000»
- d'engagements de la France vis-à-vis de la convention internationale sur la diversité biologique

Mesures

Prospections aléatoires sur l'ensemble de la zone d'étude (détection de la présence des espèces) depuis 1975 (environ 50 000 données). Suivis standardisés en présence/absence sur environ 150 sites de reproduction des amphibiens (mares). Suivis standardisés (sur quadrat échantillon) de quelques espèces à forte valeur patrimoniale : tortue d'Hermann, tortue cistude, vipère d'Orsini, lézard ocellé. Mesures de phénologie (date de ponte et d'émergence pour les amphibiens).

Validation des données par groupe d'experts. Intégration dans une base de données interfacée avec un SIG.

Mise à disposition

L'accessibilité des données synthétiques est faite via un site internet (opérationnel pour le Languedoc-Roussillon et la Corse sur le site de la DIREN, en création pour la région Provence). L'accessibilité aux données brutes peut être demandée aux responsables.

(3) Observatoire de la faune entomologique coprophage

Responsables : P. Jay-Robert (Université Montpellier III – CEFÉ), J.P. Lumaret (Pr Université Montpellier III – CEFÉ), Laboratoire de Zoogéographie de l'Université Montpellier 3, Département Dynamique des Systèmes Écologiques de l'UMR CEFÉ 5175

Intérêt scientifique

Les coléoptères scarabéidés coprophages jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement des agroécosystèmes pâturés puisqu'ils consomment les excréments, les enfouissent et accélèrent la désagrégation physique des dépôts. Ils réduisent également, par compétition trophique, les populations de certains arthropodes jugés nuisibles, comme les Diptères. La pérennité des pâturages repose sur l'activité de ces insectes, en particulier sous climat méditerranéen (en zone tempérée, les précipitations atmosphériques régulières d'une part, les vers de terre d'autre part, contribuent activement à désagréger les dépôts). En retour, l'abondance des populations de bousiers, la diversité des peuplements et la richesse faunistique des régions biologiques dépendent de la quantité de ressource alimentaire disponible. Dans la région paléarctique occidentale, où la grande faune herbivore sauvage est peu abondante, la présence locale de ces insectes est donc directement tributaire de l'activité pastorale.

En Europe, les témoignages d'une diminution très nette de la diversité de l'entomofaune coprophage sont aujourd'hui perceptibles tant à l'échelle des peuplements locaux (Lobo et alii, 2001) qu'à celle des faunes régionales (Lumaret, 1990 ; Biström et alii, 1991 ; Lobo, 2001), aussi bien en région tempérée (Lumaret, 1990 ; Biström et alii, 1991 ; Hutton & Giller, 2003) qu'en région méditerranéenne (Lobo, 2001 ; Lobo et alii, 2001). Dans la perspective du changement climatique global qui devrait se caractériser par une extension vers l'Europe moyenne des conditions chaudes et sèches de type « méditerranéen », cet appauvrissement pourrait avoir des conséquences

dramatiques sur le fonctionnement durable des agroécosystèmes. Il est donc de première importance d'en identifier les modalités et les causes.

Mesures

Pour ce faire, une double démarche a été initiée par Jean-Pierre Lumaret et Pierre Jay-Robert :

À la fin des années 80 JP Lumaret (Lumaret, 1990) a développé, en collaboration avec le MNHN, une base de données faunistique décrivant la distribution de près de 200 espèces de Coleoptera Scarabaeoidea Laparosticti en France métropolitaine (plus de 37000 observations). Cette base de données est actuellement gérée par l'INPN (<http://inpn.mnhn.fr>) et nous sommes en train de l'actualiser (inclusion de plus de 5000 observations nouvelles depuis janvier 2007, programme en cours, financement ANR-05-BDIV-014 ABIME). Cette base de données nous a permis d'estimer la distribution de la biodiversité à l'échelle nationale (Lobo et alii, 2002, 2004). Le programme en cours vise à estimer, grâce à l'intégration des données de la faune ibérique fournies par le Museo de Madrid (collaboration JM Lobo, CSIC), l'effet des changements globaux (climat vs usage des terres) sur la distribution d'une trentaine d'espèces de Scarabaeinae présentes à la fois en Espagne et en France. Un travail de modélisation est en cours de finalisation (Master, co-encadrement W Thuiller, LECA Grenoble). Une étude plus strictement zoogéographique (mise en place de la faune paléarctique occidentale) est prévue grâce à l'intégration des données de la base nationale italienne (collaboration M Zunino, Université d'Urbino).

Depuis une quinzaine d'années, l'ensemble des écologues étudiant les communautés de bousiers dans la région Paléarctique occidentale utilisent le plus souvent un piège attractif standardisé très efficace (Lobo et alii, 1988 ; Veiga et alii, 1989). Nous disposons actuellement de l'ensemble des données des collectes réalisées avec ces pièges dans la moitié sud de la France depuis le début des années 90 (chaque donnée correspond à un point géoréférencé et daté, à une description plus ou moins synthétique du milieu et à une liste d'espèces représentées par un certain nombre d'individus). On peut estimer à plusieurs centaines le nombre de points d'observations dont nous disposons aujourd'hui (des Pyrénées Orientales jusqu'à la Vanoise), chacun nous fournissant une information pertinente sur la composition du peuplement. À titre d'exemple : des points d'observation anciens ont été utilisés pour une analyse globale de l'influence de l'extension des milieux boisés dans l'arrière-pays méditerranéen (financement MEDD), d'autres points sont actuellement utilisés pour étudier l'effet du réchauffement climatique sur la faune des montagnes sud européennes (collaboration R Menendez, Université de Lancaster, financement NERC) d'autres enfin vont nous permettre de vérifier si les craintes relatives à l'usage de certains médicaments vétérinaires (potentiellement toxiques pour les insectes se nourrissant des excréments du bétail, Lumaret & Errouissi, 2002) sont avérées ou non (collaboration Confédération des Réserves Naturelles Catalanes, demande de financement en cours). Par ailleurs, notre équipe ayant établi d'étroites relations scientifiques avec un certain nombre de collègues d'Afrique du nord (en particulier : A Janati-Idrissi, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Maroc ; F. Errouissi, ISSBAT, Tunisie), nous disposons – ou pouvons disposer – d'informations comparables provenant du Maroc, d'Algérie et de Tunisie. Ce maillage nous permettrait de mettre en œuvre un observatoire de la biodiversité de la faune coprophage sur une très vaste échelle. Un tel outil serait déterminant dans la perspective des changements globaux en cours. Il permettrait également de fédérer les efforts de recherche des pays du pourtour méditerranéen et de développer, à terme, des bases de données faunistiques communes (volet 1, paragraphe précédent).

En ce qui concerne le premier volet, l'acquisition de données passe par l'animation de réseaux plus ou moins formalisés de naturalistes amateurs et professionnels répartis sur l'ensemble du territoire (sociétés savantes, espaces protégés...). Ceci ne nécessite pas de moyens logistiques importants sinon des actualisations régulières de matériel informatique (ArcGIS...).

Le protocole de suivi envisagé pour le second volet est le suivant (à préciser ultérieurement) :

- France : les données disponibles correspondent à 200/300 stations réparties entre 6 zones plus ou moins distinctes (ex : montagnes des Pyrénées Orientales, garrigues du Montpelliérais...). 2 zones pourraient être échantillonnées chaque année au printemps - été, donc chaque zone serait échantillonnée tous les 6 ans. À chaque échantillonnage seules certaines stations seraient prospectées (tirage au sort aléatoire). Les données collectées de manière standard seraient saisies dans une base de données centrale (relevé entomologique, date, température, caractéristiques de la station...) et les comparaisons interannuelles seraient réalisées systématiquement.
- Maroc- Algérie – Tunisie : une vingtaine de stations constitueraient le réseau (respectivement environ 15 - 5 - 5) limité à la région méditerranéenne. Dans chaque pays les prélèvements seraient réalisés de manière alternée 3 fois par an (automne, hiver, printemps). Les données collectées de manière standard seraient saisies dans une base de données centrale (relevé entomologique, date, température, caractéristiques de la station...) et les comparaisons interannuelles seraient réalisées de manière systématique.

Mise à disposition des données

Pour l'information maillée et mise à disposition des données via le site web de l'INPN (pas de restrictions d'accès aux données). Les collaborateurs scientifiques et les gestionnaires d'espaces protégés peuvent avoir accès aux données précises.

2. Observatoire des communautés végétales

Les données d'observatoire à long terme des communautés végétales sont collectées selon des approches différentes, mais très complémentaires, ce qui permet d'aborder les mécanismes de réponse des communautés aux changements de milieux opérant à différents niveaux. Un premier programme aborde la dynamique de la végétation sous l'angle des réponses aux changements de l'environnement en termes de traits fonctionnels. Un deuxième programme concerne une approche de populations sensibles et utilisables comme indicateurs, les communautés d'orchidées méditerranéennes. Un troisième programme porte sur le suivi des relations entre le recrutement des communautés de végétaux et le pastoralisme. Enfin, un quatrième programme concerne le suivi de la dynamique et du fonctionnement des communautés de végétaux dans un milieu extrêmement anthropisé, le milieu urbain.

a) Dynamique de la végétation: traits et écophysiologie.

Responsable : Éric Garnier (DR CNRS, CEFE)

Réseau: Équipe 'Écophysiologie Comparative du Système Plante-Sol', Département 'Dynamique des Systèmes Ecologiques', CEFE (personnels impliqués: 4 chercheurs, 2 enseignants-chercheurs). Collaboration avec les équipes ORPHEE et SAGA [INRA Toulouse].

Intérêt scientifique

L'étude des réponses des organismes et des communautés végétales à des modifications d'usage des terres et l'étude de l'impact des pratiques agricoles sur la diversité biologique nécessite non seulement de quantifier les effets en termes de changement de biodiversité taxinomique, mais aussi en termes de réponses fonctionnelles. Dans ce contexte, il s'agit de combiner l'acquisition de données à long terme sur la dynamique des communautés végétales et le fonctionnement des écosystèmes terrestres herbacés en relation avec les traits fonctionnels des espèces végétales. Les objectifs généraux sont :

- consolidation des bases écophysiologiques permettant une classification fonctionnelle des végétaux ;
- analyse des conséquences des différences interspécifiques de fonctionnement sur la répartition des espèces le long de gradients de facteurs du milieu (perturbations et niveau de ressources) ;
- évaluation de la façon dont les traits des espèces peuvent être utilisés dans la définition de la diversité fonctionnelle des communautés végétales ;
- analyse des relations entre diversité fonctionnelle des végétaux et fonctionnement des écosystèmes.

Ces travaux contribuent au développement du concept de « Groupe Fonctionnel d'Espèce », et débouchent sur la constitution de bases de données de traits biologiques.

Au niveau national, les programmes de rattachement sont l'ANR A-BI-ME et le programme ECCO DivHerbe, et au niveau international, le Réseau TraitNet (ESF, USA). La collecte de données se fait en collaboration avec les équipes ORPHEE et SAGA [INRA Toulouse].

Mesures

Des relevés de composition floristique sont réalisés (annuellement ou 3 fois par an): mesures de traits des espèces et de la biomasse aérienne des communautés végétales (trois fois par an), complétés par des mesures ponctuelles pour des objectifs spécifiques. Les sites de suivi sont la station de La Fage (Causse du Larzac, Aveyron, France) et le terrain d'expérimentation du CEFE (Montpellier, Hérault, France). Les relevés ont débuté en 1978 pour la station de La Fage et sont mis actuellement en place au CEFE dans le cadre d'une expérimentation à long terme spécifique. Les relevés pourraient être étendus à d'autres sites du réseau constitué par le GDR 2574

Mise à disposition des données

La base de données est en cours de constitution et l'accès aux données est limité dans un premier temps (programmes de recherche en cours).

b) Observatoire des orchidées méditerranéennes

Responsable: Bertrand Schatz (CR CNRS, CEFE)

Réseau:

Collaboration nationale: CEFE (UMR 5175 CNRS-UM II) et SFO (Société Française d'Orchidophilie) Programmes de rattachement Nationaux : PNR des Grands Causses, Conservatoires Botaniques

Intérêt scientifique

Le suivi des communautés d'orchidées peut apporter des éléments importants pour permettre de détecter l'impact des changements d'utilisation des sols et climatiques sur la biodiversité. L'importance de la pollinisation de ces fleurs par des insectes en font des objets de choix pour l'étude à long terme des interactions plantes-insectes. Dans ce contexte, l'objectif de l'observatoire est d'acquérir des données à long terme en relation avec des problématiques de conservation et la gestion de la biodiversité. Les organismes utilisateur des données sont le CEFE (UMR 5175 CNRS-UM II), les Conservatoires Botaniques Nationaux, DIREN et Parcs nationaux et régionaux.

Mesures

Depuis 2002, suivis de présence d'espèces et suivis individuels sur certaines stations pour plusieurs espèces. La périodicité des observations est annuelle. Au niveau géographique, la zone couverte comprend les départements 30, 34 et 12.

Mise à disposition

Les données seront mises à disposition sous la forme d'une base de données et de publications. La mise à disposition des données sera conditionnée à des impératifs de préservation des populations.

c) Dynamique des végétaux en milieu urbain

Responsable : Pierre-Olivier Cheptou (CR1 CNRS, CEFÉ) Équipe 'Écologie et Génétique Evolutive' du Département 'Dynamique des Systèmes Ecologiques' du CEFÉ

Intérêt scientifique

Nous proposons un suivi des communautés végétales en milieu urbain ainsi qu'un suivi des paramètres abiotiques importants (température, humidité) dans des taches de végétation géoréférencées dans la ville de Montpellier. Il s'agit de construire un observatoire de la biodiversité végétale urbaine. L'acquisition de données à long terme permettra l'analyse de la dynamique et de l'évolution des populations fragmentées (application des modèles de métapopulation). Ce travail permettra l'analyse des causes de progression/régression des espèces dans l'espace urbain.

Mesures

Les mesures systématiques réalisées consistent en:

- Identification des espèces végétales dans un réseau de patchs identifiés (pieds d'arbres sur les trottoirs) sur la ville de Montpellier.
- Suivis temporels de la démographie des communautés végétales et relevés de paramètres abiotiques (TP°C, humidité)

Mise à disposition

Une base de données sera construite à cet effet et la liste des espèces, les données de présence moyenne par espèce (courbe de tendance) seront mises à disposition. En outre, ce programme s'inscrit dans une démarche d'observation de la biodiversité en milieu urbain à l'échelle nationale notamment initiée par le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

d) Recrutement forestier et pastoralisme - Christopher Carcaille

Responsable : Christopher Carcaillet

Equipe : L. Birker, S. Ivorra. Équipe « Ressources biologiques, sociétés et biodiversité » et équipe « Paléoécologie, perturbations et changements globaux ». Centre de Bio-Archéologie et d'Écologie (UMR5059 CNRS).

Intérêt Scientifique

Ce projet, déjà mis en fonctionnement depuis 2005, vise à un suivi de la régénération et mortalité forestière pour quantifier le recrutement dans un massif forestier méditerranéen soumis à un pastoralisme traditionnel avec du gros bétail (bovins). Ceci permettra de quantifier les conséquences induites par les bovins dans des systèmes forestiers, processus s'apparentant à ce qui a pu se dérouler au cours du Néolithique et des âges des métaux. Ce suivi du recrutement forestier devra être complété par un suivi de la production de graines pour mieux apprécier les rythmes démographiques, d'autant que la forêt sélectionnée (Réserve Naturelle de la Massane, Argèlès-sur-Mer) se situe à la limite biogéographique méridionale du hêtre, espèce hautement sensible au changement climatique en cours.

Mesures

Des relevés cartographiques et de quantification de la régénération forestière sont effectués plusieurs fois dans l'année (trois fois au printemps et une fois à l'automne).

La cartographie et les données sur la régénération des espèces ligneuses pour 4 transects (50 cadrats de 1m²) sont gérées sur Access.

Disponibilité des données

Les données brutes pourront être disponibles pour l'ensemble de la communauté scientifique.

V-L. Système d'Observation de la Dynamique des populations d'organismes modèles.

Prédire l'impact des changements globaux sur les organismes vivants et les systèmes écologiques exige une compréhension fine des capacités de réponses des organismes aux changements de leur environnement. Certains organismes subissent l'impact des activités humaines de façon marquée ou ciblée. L'analyse des réponses de ces organismes « modèles » nous permet d'évaluer leur vulnérabilité et leur capacité d'adaptation aux nouvelles conditions. D'autre part, les forces évolutives induites par l'homme peuvent présenter un caractère amplifié (fortes pressions de sélection, fragmentation accentuée, etc.) qui facilite le décryptage des mécanismes adaptatifs au travers de l'étude de tels modèles.

La compréhension de la nature des réponses des organismes et l'analyse des processus évolutifs induits ou accentués par l'activité humaine se fondent sur le suivi à long terme des populations concernées et des populations témoins: impact des changements rapides de l'environnement sur les populations d'oiseaux (mésanges), évolution de la tolérance aux métaux lourds chez les végétaux (*Thlaspi*), évolution vers la résistance aux insecticides (moustique), évolution des populations fragmentées (*Centaurée*), des populations réintroduites (truite). Pour chacun de ces organismes, une tâche d'observation doit venir soutenir l'effort de suivi des populations qui s'étend, dans certains cas, sur plus de 30 ans.

1. Traits d'histoire de vie des oiseaux et réponses des populations aux changements globaux: cas des mésanges

Responsables : Marcel Lambrechts (DR CNRS CEFÉ), Philippe Perret (IE CNRS CEFÉ) et Claire Doutrelant (CR CNRS CEFÉ)

Réseau :

Permanents impliqués dans l'étude: la pérennité du suivi homogène annuel est actuellement assurée sur le terrain par 5 chercheurs et un ingénieur (A. Charmantier, C. Doutrelant, A. Grégoire, M. Lambrechts, P. Perret et D. Thomas). Au laboratoire, la base de données et les demandes d'autorisation sont gérées par 3 ingénieurs (P Perret, M-J Galan, et M. Son -à mi-temps). À ces permanents, il faut ajouter les étudiants, assurant une part significative des missions de terrain.

a) Intérêt scientifique

Quantifier la variation génétique et phénotypique est un pré requis pour comprendre comment les organismes répondent aux pressions de sélection en environnement changeant. Cependant relativement peu d'études ont étudié le lien entre la variation phénotypique et la variation des pressions de sélection à différentes échelles d'espace et de temps sur des populations animales. Le « programme mésange » présente cette particularité puisqu'il étudie de façon pérenne 4 sites en région méditerranéenne continentale et insulaire, dans des habitats contrastés caractérisés par une forte diversité des conditions de reproduction, e.g. nourriture, microclimat, parasites, prédation, habitat (cf synopsis plus bas). Le programme initié depuis plus de 30 ans par Jacques Blondel sur les populations de mésanges (*Cyanistes caeruleus*, *Parus ater* et *Parus major*) a donc pour objectif sur le long terme de comprendre et de prédire la capacité des populations naturelles à s'adapter à l'hétérogénéité spatiale et temporelle des habitats, e.g., changements rapides d'origine humaine de la structure des paysages, changement climatique.

Dans le but de déterminer les processus évolutifs et les facteurs expliquant la diversité dans les traits ou combinaisons de traits d'histoire de vie, ce programme combine les approches écologiques, évolutives, démographiques, génétiques, éco-physiologiques, immunologiques, et comportementales. Les données acquises sont mises en relation avec celles d'autres équipes de recherche européennes travaillant selon les mêmes protocoles d'observation dans d'autres régions d'Europe. Le suivi pérenne de ces populations permet aussi de travailler avec des groupes de recherche impliqués dans la surveillance et le suivi des maladies émergentes (ANR migraflu).

b) Mesures

Sites d'études : Cette étude porte principalement sur quatre populations méditerranéennes situées en Corse, dans l'Hérault et dans le Vaucluse. Deux sites sont suivis depuis 1976, deux autres sont suivis depuis 1991 et 1993. Au sein de chaque site, un suivi individuel et populationnel et un suivi des paramètres de l'environnement est réalisé en continu pendant 2 à 3 mois et demi chaque année.

Données récoltées annuellement sur le terrain :

Chaque année, env. 460 adultes nicheurs et 2300 poussins sont bagués. Les données suivantes sont recueillies:

- Succès reproducteur : dates de ponte, tailles de ponte, nombres de poussins envolés, recrutement local.
- Condition des individus : bilan énergétique, poids et morphométrie des poussins et adultes
- Paramètres démographiques par des méthodes de capture/recapture d'adultes : densité, survie, dispersion (estimée aussi par l'étude des flux de gènes).
- Nombre de parasites : *Protocalliphora* spp sur les poussins, prévalence de malaria aviaire chez les adultes.
- Conditions de reproduction : phénologie de la végétation, température locale et quantification de la nourriture des poussins en cours de reproduction (chenilles)

Méthodologies utilisées :

- capture-marquage-recapture
- biologie moléculaire (sexage, PCR, séquençage, paternité, détection des parasites)
- respirométrie
- eau doublement marqué
- génétique quantitative
- spectrophotométrie
- acoustique

Impact scientifique de ce programme : depuis sa création, cette équipe a publié 154 articles dans des revues scientifiques internationales, 8 chapitres de livres. 13 thèses de Doctorat ont été réalisées.

c) Mise à disposition des données

Données synthétiques disponibles pour des méta-analyses (taux de survie annuel, date de ponte moyenne, recrutement moyen), mais accès limité aux données détaillées (programme de recherche en cours).

2. Évolution spatio-temporelle des gènes de résistance aux insecticides du moustique *Culex pipiens* en région Méditerranéenne

Responsable : Mylène Weill, DR2 CNRS (ISEM)

Réseau :

- ISEM, UMR 5554 : Nicole Pasteur, DRX CNRS, Michel Raymond, DR1 CNRS, Arnaud Berthomieu, T CNRS, Claire Berticat, IR2 CNRS
- CEFE, UMR 5175, Thomas Lenormand, CR1 CNRS

a) Intérêt scientifique

L'emploi d'insecticides dans le cadre de la lutte contre les insectes a sélectionné divers gènes de résistance chez le moustique *Culex pipiens*. L'objectif de ce projet est d'étudier les variations géographiques et temporelles de ces gènes dans le sud de la France (et ponctuellement dans d'autres régions méditerranéennes : PACA, Corse, Espagne, Portugal, Italie, Afrique du Nord...) pour dégager les stratégies de lutte durable les plus adaptées.

Les recherches sous-jacentes, développées dans les UMR concernées, s'intéressent aux mécanismes génétiques adaptatifs (mutations, régulations) et à l'ensemble des facteurs environnementaux qui influencent leur sélection dans les populations naturelles. La recherche sur le modèle *C. pipiens* est très avancée et sert de base à de nombreuses recherches populationnelles dans le cadre de la lutte anti-vectorielle et de la lutte contre les insectes ravageurs de cultures.

Les progrès considérables acquis dans le domaine de la Santé Publique sont largement dus au développement d'insecticides utilisés pour lutter contre vecteurs d'agents pathogènes. L'efficacité d'un grand nombre de ces molécules est aujourd'hui compromise par l'apparition de phénomènes de résistance observés dans un nombre d'espèces croissant. Dans le cadre des changements globaux et plus précisément du réchauffement climatique, la distribution des espèces, des gènes qu'elles portent, et des pathogènes qu'elles hébergent vont considérablement varier. Les stratégies de lutte contre les moustiques doivent donc prendre en compte l'ensemble des gènes de résistance pour continuer à être efficace.

b) Mesures

Échantillonnages de larves, chaque année, en zone traitée et non traitée aux insecticides dans la région de Montpellier (depuis 1972). Échantillonnages ponctuels en région PACA et Languedoc Roussillon selon un quadrillage établi pour surveiller l'arrivée de nouveaux gènes de résistance. Échantillonnages ponctuels dans des pays du pourtour méditerranéen.

Élevage des larves en laboratoire jusqu'à émergence des adultes.

Stockage des adultes en azote liquide.

Identification des gènes de résistance (électrophorèse de protéines, mesures enzymatiques, séquençage, PCR normale et quantitative)

c) Mise à disposition des données

La saisie informatique des données brutes du laboratoire est à faire.

L'accessibilité des données dépend de l'informatisation et de la mise en place d'une banque de données.

3. Effet de la fragmentation sur la viabilité et l'évolution d'une espèce méditerranéenne endémique : la Centaurée de la Clape

Responsables : Eric Imbert, ISEM, UMR 5554, David Carbonell, ISEM, UMR 5554, Agnès Mignot, ISEM, UMR 5554, Isabelle Olivieri, ISEM, UMR 5554

a) Intérêt scientifique

La conservation et la gestion durable de la biodiversité nécessitent de prendre en compte l'origine de la diversité et les risques actuels et potentiels d'extinction. Concernant la richesse de la flore du pourtour du bassin méditerranéen, les causes les plus citées sont des généralisations de processus attribués à des facteurs historiques, tant à l'échelle écologique qu'à l'échelle évolutive (glaciations, tectonique des plaques). L'expansion des civilisations humaines sur le pourtour méditerranéen aurait aussi eu un impact majeur sur la distribution, l'abondance et la taille des habitats naturels.

Si à l'échelle historique cet impact de l'homme sur les paysages méditerranéens a contribué à la diversité spécifique, son impact actuel conduit à un niveau élevé de fragmentation des aires de répartition de la majeure partie des taxons végétaux actuellement présents sur le pourtour méditerranéen. Bien que les principaux effets de la fragmentation (isolement spatial et diminution de la taille des populations) aient été particulièrement bien décrits, l'impact de ces processus peut être a priori très variable en fonction de l'espèce végétale considérée. En effet, les effets de l'isolement et de réduction de taille sont fonction 1) des caractéristiques du cycle de vie et des paramètres démographiques; 2) de la distribution spatiale de la variabilité génétique, 3) et des facteurs écologiques et biogéographiques responsables de la fragmentation. La biologie des populations fragmentées est actuellement un des axes majeurs permettant de fédérer des recherches en biologie de la conservation.

Notre approche consiste à l'intégration réaliste de paramètres génétiques et démographiques dans les modèles d'évolution et de viabilité des populations fragmentées. Pour cela, nous travaillons sur une espèce modèle. Depuis 1994, les 6 populations connues de la Centaurée de la Clape, *Centaurea corymbosa* Pourret (Asteraceae), endémique du massif de la Clape près de Narbonne font l'objet d'un suivi démographique et génétique. La « métapopulation *C. corymbosa* » a une dynamique très lente étant donnée la faible aptitude colonisatrice de l'espèce, due à la faible dispersion des graines, à l'auto-incompatibilité, et à la monocarpie. Les espaces inoccupés entre les falaises (pinède, vignes) constituent une barrière aux flux de gènes très restreints entre les

populations qui ne semblent cependant pas présenter de patron d'adaptation locale et sont panmixtiques. Vu la très faible probabilité de fondation de nouvelles populations, la survie de l'espèce dépend essentiellement de la viabilité des populations existantes, de taille variable, pour un total de seulement 500 individus reproducteurs par an, en moyenne. Les principaux risques d'extinction sont représentés par un effet Allee sur la fécondité (pollinisation insuffisante en faible densité, une perte de diversité au locus d'incompatibilité et une dépression de consanguinité, et une aptitude générale très faible à la fondation de nouvelles populations. Un projet est en cours pour évaluer l'impact du changement d'utilisation des terres (fermeture du milieu associé à la progression de la pinède et de la garrigue à romarin) sur le fonctionnement démographique des populations, notamment parce que cette fermeture accroît l'isolement des habitats favorables à l'espèce.

b) Mesures

- Suivis démographiques en populations naturelles de *Centaurea corymbosa*: poursuite des suivis entamés depuis 1994, permettant d'avoir une base de données détaillée sur 12 ans (environ 3 générations). Nous suivons actuellement 8% de l'espèce; les relevés démographiques sont réalisés tous les 4 mois (Septembre, Décembre, Mars et Juin) dans 40 quadrats situés dans les 6 populations de *Centaurea corymbosa*. Ce travail intensif de terrain nécessite depuis plusieurs années la mobilisation active de plusieurs chercheurs de l'ISEM.
- Comptage du nombre de plantes en fleurs lors de la saison de reproduction (Juin)
- Suivi de la variabilité génétique neutre (microsatellites nucléaires)

Ces mesures sont associées à des travaux de modélisation:

- Construction de projections matricielles et estimation des taux de croissance, ce qui permet de comparer les risques d'extinction associés à l'effet Allee, aux stochasticités démographique et environnementale, à la diversité aux locus d'incompatibilité et à la dépression de consanguinité.
- Estimation de la viabilité de la métapopulation de *C. corymbosa*, et donc de l'espèce.
- Établissement des meilleures stratégies de renforcement et d'introduction pour la conservation de l'espèce : utilisation des données brutes dans des modèles démographiques.
- Comparaison modèles de modèles démographiques versus génétiques.

c) Mise à disposition des données :

Données brutes accessibles sur demande par courrier électronique.

4. Biodiversité, structuration et perturbation des populations de truites communes (*Salmo trutta*) françaises du sud

Responsable : Patrick BERREBI, Directeur de Recherche CNRS, ISEM

Réseau :

- Equipe Génétique et Environnement / Métapopulations, Conservation et Co-évolution, Institut des Sciences de l'Evolution, UMR5554, Université Montpellier 2
- CSP (Conseil Supérieur de la Pêche), Fédérations de Pêche Départementales, Parc Nationaux et régionaux.

a) Intérêt scientifique

Les populations de truites françaises sont suivies depuis 15 années du point de vue de leur composition génétique. Pour cette espèce qui est soumise à des réintroductions massives, ce suivi permet de détecter les populations purement ancestrales (non modifiées par l'homme), de reconstituer la structure naturelle (zone atlantique, méditerranéenne, corse) et le pourcentage d'introgession par la forme domestique (perte de biodiversité). Ces données sont ensuite utilisées pour guider la gestion des truites dans les rivières.

b) Mesures

Quatre à six locus microsatellites sont analysés chez 30 poissons par point d'analyse. Les données nationales sont périodiquement compilées pour en tirer une logique géographique globale et estimer les pertes de biodiversité (présence de truites domestiques participant à la reproduction).

Analyse comparative (fréquences alléliques) des diverses populations analysées.

c) Mise à disposition des données

Rapport d'analyse fourni aux organismes financeurs

V-M. Autres SO et ORE dans lesquels les équipes de l'OSU ont une implication significative

1. ORE OHM-CV

Plusieurs activités d'Observation systématique de l'OSU sont déjà effectuées dans le cadre de l'ORE-OHM-CV par les laboratoires Géosciences et Hydrosiences en ce qui concerne la caractérisation du cycle hydrique. Cet ORE réunit une dizaine de laboratoires nationaux pour l'étude des pluies intenses et des crues en zone méditerranéenne cévenole. L'OHM-CV a trois objectifs majeurs : compilation et centralisation des données hydro-météorologiques sur la zone d'étude, observation et expérimentation pour la compréhension des processus atmosphériques et hydrologiques, modélisation physique.

L'objectif de Géosciences Montpellier est de réaliser un suivi continu et automatique de la vapeur d'eau dans les Cévennes et la Golfe du Lion en traitant les données archivées par le RENAG dans le cadre de l'ORE OHM-CV. Le GPS permet aujourd'hui d'accéder au contenu en vapeur d'eau atmosphérique intégré au dessus du site de mesure. Les applications météorologiques du GPS ont connu un fort développement depuis une dizaine d'année. Dans un premier temps, il a surtout été question de valider la technique. Aujourd'hui, le GPS est utilisé pour améliorer les modèles météorologiques (assimilation des données dans les modèles) et compléter l'étude de situations météorologiques présentant un intérêt particulier (principalement les systèmes précipitants) en fournissant des données de vapeur d'eau. Un réseau GPS dense permet la réalisation de tomographie troposphérique et l'obtention de champs 4D de vapeur d'eau. Depuis 2002, chaque automne, un réseau régional de capteurs GPS est mis en place dans le Sud-Est de la France dans le cadre de l'Observatoire Hydrométéorologique Méditerranéen Cévennes-Vivarais (OHM-CV). Afin d'acquérir ces mesures en continu sur l'année et surtout de les rendre pérennes, notre laboratoire Géosciences Montpellier a installé 8 stations GPS permanentes (Figure 9). En utilisant les données de ces stations, et celles d'autres réseaux GPS permanents publics et privés, nous avons défini un réseau (GEOTROP) d'une trentaine de stations permanentes de Perpignan à Marseille. Parallèlement, nous avons développé une nouvelle méthode de traitement de ces données, l'inversion par tomographie. Elle permet d'accéder à une information tridimensionnelle sur la vapeur d'eau troposphérique. L'objectif de notre projet est d'évaluer la qualité des champs tridimensionnels de vapeur d'eau troposphérique restitués par tomographie du réseau régional GPS GEOTROP et de montrer leur apport dans l'étude des événements fortement précipitants affectant

régulièrement le pourtour méditerranéen. Le passage en temps quasi réel de la récupération et du traitement des données GPS, actuellement en cours, permettra de rendre le réseau GEOTROP opérationnel pour l'aide à la prévision des pluies catastrophique régional. Les données ainsi traitées seront assimilées par Météo-France (V. Ducrocq-CNRM ; thèse K. Boniface-GM) dans le modèle AROME afin d'évaluer l'impact positif des délais troposphériques sur la prévision. Ces mêmes données issues de nos sites de mesure GPS sont utilisées pour de nombreuses autres applications telles que l'étude de quantification de la déformation tectonique actuelle (risque sismique), la détermination précise des mouvements verticaux en colocation avec des mesures de gravimétrie absolues et relatives, la contribution au positionnement géodésique précis à l'échelle régionale, scientifique et industrielle, la réalisation de modèles numériques de terrain (MNT),...

Depuis 2002, HSM contribue à différentes activités : retour d'expérience à la suite des inondations dans le Gard en septembre 2002, instrumentation d'une parcelle expérimentale à Sumène (Gard) pour l'étude des processus de transfert de l'eau dans les formations superficielles, modélisation pluie-débit sur le bassin du Gardon d'Anduze. D'un point de vue expérimental, le site de Sumène comprend station météo, mesures TDR des variations saisonnières et événementielles des teneurs en eau, prospection géophysique pour la caractérisation de la structure du sol, mesures du ruissellement sur parcelles, caractérisation des flux de sub-surface par mesures électriques et traçages chimiques Les observations réalisées permettent d'identifier les processus dominants dans la formation des crues et fournissent les indicateurs permettant de fixer les conditions initiales de saturation en eau des formations superficielles, élément clé dans le déclenchement des crues. HSM travaille en relation étroite avec d'autres laboratoires (CEREVE, LTHE, EMA, TETIS, BRGM, ESPACE), et intervient également sur d'autres sites expérimentaux de la zone d'étude, Tourgueille et Peyrolles, sur le Gardon d'Anduze.

2. ORE AMMA CATCH

Dans un contexte de variabilité climatique, le programme AMMA a pour objectif la compréhension de la mousson Ouest Africaine et l'analyse de ses impacts, en particulier sur le cycle hydrologique. Le Service d'Observation / ORE AMMA-CATCH vise à documenter le volet Surface/Souterrain du cycle hydrologique continental. Il est construit autour de 3 sites de méso-échelle qui échantillonnent le gradient climatique et le gradient de végétation associés, caractéristiques de l'Afrique de l'Ouest.

Au sein de ce SO/ORE, les tâches d'observations réalisées par l'Unité HSM concernent 2 de ces 3 sites : le site méridional, soudanien (Bénin, Haute vallée de l'Ouémé) et le site médian, sahélien (Niger, degré carré de Niamey). Elles s'organisent en 6 thèmes :

- Écoulements en zone soudanienne : mesure des hauteurs d'eau à 20 stations et jaugeages réguliers pour l'établissement des courbes hauteur-débit, afin d'évaluer le terme écoulement dans le bilan hydrologique et sa variabilité long terme
- Ressource souterraine en zone soudanienne : mesure quotidienne des niveaux piézométriques en 50 puits villageois afin d'évaluer les recharges et dynamique inter-annuelle
- Caractérisation hydrochimique en zone soudanienne : prélèvements dans les pluies, les réseaux d'observation des nappes et des écoulements afin de caractériser chimiquement (majeurs, traces, isotopes) chacun des compartiments du cycle de l'eau
- Ressource en Eau de surface et souterraine au Niger : suivi des niveaux de la nappe et des mares endoréiques, de la salinité et de la température, en 115 points
- Suivi des flux évapotranspiratoires et du bilan d'énergie au Niger : mesure en continu des flux turbulents et radiatifs à l'interface terre-atmosphère : flux de CO₂, de chaleurs

latentes, sensibles, dans le sol, rayonnement net et ses 4 composantes, paramètres météo, humidité et température du sol, en 3 sites représentatifs des différents couverts sahéliens

- Caractérisation et fonctionnement de la végétation : évolution saisonnière et interannuelle des densités, de la biomasse et phénologie de la végétation, mesures écophysiologicals, dans les 2 milieux, soudanien et sahélien.

D'autres tâches d'observations, nécessaires à la fermeture du bilan hydrologique sur ces 2 sites (précipitation, stock dans la zone non saturée, flux sur le site soudanien), sont réalisées par le LTHE. La responsabilité de chacun de ces 2 sites est conjointe entre HSM et le LTHE.

3. ORE OMERE

Les objectifs de l'ORE OMERE sont d'analyser l'impact de l'occupation du sol et de l'aménagement du milieu sur les régimes et bilans hydrologiques des bassins versants élémentaires méditerranéens, d'analyser les mécanismes d'évolution à moyen et long terme de la qualité des eaux en réponse à un changement de pression polluante par les xénobiotiques organiques et les métaux utilisés en agriculture. L'observatoire s'appuie sur la comparaison de deux hydrosystèmes méditerranéens similaires mais qui subissent des dynamiques différentes d'évolution de l'occupation du sol et des forçages anthropiques : le bassin versant de Roujan (Hérault, France) et le bassin versant de Kamech (Tunisie). Pour la partie hydrochimique, l'objectif est de compléter l'observation de la contamination des eaux de surface par le suivi de la contamination des eaux souterraines et le suivi de la propagation de la contamination à différentes échelles d'observation intermédiaire entre la parcelle et l'exutoire. HSM est en charge du suivi mensuel des éléments traces (B, V, Cr, Mn, Cu, Zn, As, Sr et Cd) à l'exutoire du bassin versant, aux 5 exutoires de sous-bassins, sur une parcelle cultivée (ruissellement et eaux souterraines) et sur deux pluviomètres prélevés automatiquement. Le suivi des éléments traces sur le bassin de Roujan a débuté en juin 2004.

V-N. Les bases de données de l'OSU.

S'il y a bien un élément central, même si cela est rarement clairement exprimé, au rôle des OSU c'est la réalisation de bases de données fiables, ouvertes et inter-opérables. Cela est particulièrement vrai pour l'OREME.

L'OSU-OREME s'est donc immédiatement attaché à mettre en marche la réflexion autour de ce thème. Plusieurs réunions de travail rassemblant responsables des SO et administrateurs système, réseaux et bases de données (bdd) ont permis de discuter des grandes lignes de la politique nécessaire en terme de pérennité, exploitation et partage des bases de données.

Plusieurs chantiers ont été identifiés dans le temps:

1. garantir la sauvegarde physique des bases existantes
2. renseigner les bases existantes de façon à les rendre utilisables dans 50 ans : les normaliser à minima
3. normaliser progressivement les bases et les consolider dans de nouveaux formats
4. implémenter les bases avec le format choisi
5. mettre à disposition les bases
6. rendre les bases inter-opérables

Le travail s'est d'abord focalisé sur le problème de la pérennité des bases qui dépend :

- de leur sauvegarde physique ce qui implique une réflexion matérielle et logicielle

- de leur renseignement par une normalisation à minima faute de quoi l'utilisation de la donnée brute devient rapidement impossible. En effet, la fragmentation des bases est souvent la cause de leur disparition. Pour éviter cela il y a des normes de métadonnées dont la complétion permet de garantir quelle donnée est in fine valide.

La mise en norme est un travail très chronophage, même pour les petites bases, mais essentiel :

- les bases de données prennent de la valeur si leur alimentation au cours du temps est normée
- cette mise en valeur est une mission de l'OSU mais aussi la seule garantie de la pérennité des moyens de leur existence
- la normalisation permet également l'interopérabilité
- dans le domaine international les métadonnées sont parfois plus importantes que les données elles-mêmes
- mettre à dispositions les données à la communauté pousse à les rendre compréhensible
- enfin la synthèse est souvent moins « sensible » à communiquer largement que les données brutes.

En ce qui concerne la sauvegarde physique une architecture distribuée de type SAN a été décidée par le Conseil et fait l'objet du financement d'une première tranche en 2009. Cela permettra de résoudre le problème de la sauvegarde automatique et multiple des bases tout en offrant une espace de stockage sécurisé, très modulable et simple d'utilisation. L'OSU devra bien sûr être la garante de la pérennité des sites de stockage et de la migration régulière des données vers de nouvelles technologies.

Ce travail doit se poursuivre avec une focalisation sur l'adaptation et l'exploitation de normes rendant ces bases de données exploitables par la communauté en général et inter-opérables à moyen terme, ces deux éléments renforçant considérablement l'intérêt de ces bases et donc facilitant la demande de moyens pour leur entretien.

L'ensemble de ces développements suppose de la main d'œuvre sur deux fonctions :

- l'architecture réseau : le projet est de s'appuyer pour cela sur un groupe de compétence des administrateurs réseau .
- L'architecture BDD : à recruter rapidement

Il est clair que L'OSU doit avoir un rôle pédagogique et former les personnels à l'importance des bases de données, de leur sauvegarde et de leur normalisation.

VI. Formation et intégration universitaire

VI-A. Le Master Sciences pour l'Environnement (responsable C. Moulia, ISEM)

L'Université de Montpellier 2 propose, via ses multiples composantes pédagogiques, de nombreuses formations en lien avec les métiers et la recherche en Environnement. Les premières années de Licence proposent les formations disciplinaires de base dans tous les domaines des sciences et techniques, mais aussi des formations professionnelles directement appliquées dans les métiers de l'Environnement.

Le Master Sciences pour l'Environnement propose des formations de niveau bac+5 alliant l'excellence de la recherche et le transfert des connaissances vers le monde professionnel. Cette mention diversifiée est intégrative par les mutualisations d'unité d'enseignement, le partage d'un planning commun permettant la construction de parcours diversifiés pour les étudiants, la mutualisation des moyens de communication et des moyens mis à la disposition des étudiants et des diplômés pour leur insertion professionnelle. De nombreuses UE disciplinaires sont mutualisées entre les différentes spécialités du Master en particulier entre les Sciences de l'eau, la microbiologie et l'écologie. Un planning commun permet une belle diversité des parcours et de nombreux choix d'option. Cette mention diversifiée et intégrative garantit donc aux étudiants une certaine liberté dans la construction de leur projet de formation.

La mutualisation des moyens de communications est réalisée à le site web et une présentation générale de la mention aux étudiants de licence dans le courant de l'année universitaire.

Toutes les informations relatives à la mention, à ses spécialités et ses parcours sont sur le site www.mbgae.org/blog,

1. Champs thématiques

Le Master **Sciences pour l'Environnement** propose des formations dans les domaines scientifiques suivants:

- Les Sciences de l'Eau
- les Géosciences
- l'Évolution et la Biodiversité,
- L'Écologie et le Développement Durable
- la Microbiologie et le Parasitisme
- la Biologie des Plantes
- la Bio-Ingénierie Alimentaire et Environnementale.

Le Master BGAE -SPE se situe dans le même périmètre scientifique que celui de l'École Doctorale 167 SIBAGHE qui comprend 855 enseignants-chercheurs, chercheurs ou Ingénieur de recherche (dont 327 HDR) et de l'ED SPSA (pour la spécialité « Sciences et Procédés en Agro-Alimentaire et Environnement ») qui comprend 250 enseignants-chercheurs, chercheurs ou Ingénieur de recherche (dont 102 HDR).

La mention BGAE accueille environ 700 étudiants sur les deux années de formation.

L'objectif du master est de former des cadres compétents dans la recherche, le diagnostic et l'intervention dans le domaine de l'Environnement, selon le domaine de compétence souhaité :

- Futurs Chercheurs hydro(geo)logues-géologues-écologues-biologistes des populations...
- Chefs de projets hydro(geo)logues-géologues-écologues pour les collectivités locales, les bureaux d'études ou les entreprises (Total, Veolia...)
- Gestionnaires d'espaces naturels (réserves, parcs...)
- Experts - conseillers (qualité, traçabilité, santé, développement....)
- Chefs de projet de développement (activités économiques durables)
- Enseignants-formateurs
- Animateurs scientifiques

Le master se divise en 9 spécialités, puis en 23 parcours en M2 (dont deux à l'étranger).

Chaque spécialité correspond à un grand domaine thématique des Sciences pour l'Environnement, chaque parcours (inclus dans une spécialité) à une déclinaison particulière de ce domaine scientifique.

L'année 1 est une année fortement mutualisée (en tronc commun) à l'intérieur de chaque spécialité et à l'échelle de la mention, afin de favoriser les passerelles entre spécialités et/ou entre parcours selon les unités d'enseignement communes. Les objectifs d'enseignement de cette année sont triples:

- acquisition des bases disciplinaires solides et de haut niveau dans les grands domaines ou les grandes thématiques
- acquisition d'outils professionnalisants (anglais, ouverture au monde socio-économique, stages de second semestre d'initiation en laboratoire ou en entreprise),
- Début de spécialisation dans la spécialité ou/et dans le parcours.

L'année 2 est une année de spécialisation forte, où sont acquises les compétences pointues du domaine soit pour poursuivre en thèse, soit pour s'intégrer au monde du travail. Des unités d'enseignement de professionnalisation vers le monde de la recherche ou vers le monde de l'entreprise sont largement incluses dans cette spécialisation. Le stage de fin d'année de 5 mois environ est un élément majeur de la formation.

Les parcours dits recherche ont pour finalité la poursuite en thèse, et les parcours professionnalisant ont pour vocation de préparer à l'intégration immédiate dans le monde du travail. Certains parcours offrent dans leur déclinaison de formation le choix entre les deux types de débouchés (Pro ou R).

Cependant, à l'issue d'un parcours dit Pro, la poursuite en thèse peut être possible selon les sujets et les profils des étudiants, de même que la poursuite dans une autre formation "double compétence" (droit, économie, info...), ou que l'insertion directe dans le monde du travail à l'issue d'un parcours Recherche. Dans tous les cas, il s'agit d'un nombre réduit d'étudiants concernés.

2. Transversalité

Outre la transversalité naturelle des spécialités, celles-ci mettent en commun de nombreux modules assurant des échanges encore plus importants lors de la formation.

Un effort particulier est fait en direction de la mutualisation des moyens d'aide à la construction des projets professionnels et d'aide à l'insertion professionnelle se fait à travers trois dispositifs :

1. la mutualisation d'UE d'ouverture au monde économique. Le séminaire « Masteuriales » est certainement un élément fort puisqu'il reprend le concept des

doctoriales® adapté au public des étudiants de Master. C'est un séminaire de 3 jours en site clos qui met l'accent, à travers un travail d'équipe, sur la construction du projet professionnel, de la simulation à l'entretien d'embauche, et sur l'innovation. Le large éventail de discipline de la mention est un atout remarquable, car il permet de mélanger les étudiants venant de disciplines différentes. L'innovation dans les domaines de l'environnement viendra pour une grande partie de démarches interdisciplinaires.

2. Le suivi des étudiants et des diplômés par un système informatique qui fonctionne pour l'ensemble de la mention et muni d'une interface pour les cabinets de recrutements.
3. Le suivi individuel des diplômés par e-coaching en collaboration avec des cabinets de ressources humaines spécialisés dans les domaines de l'environnement. Les offres d'emplois dans de nombreux domaines de l'environnement sont encore assez mal diffusées par les grands media. Les offres d'emploi se retrouvent essentiellement sur une multitude de sites Internet. Nous demandons également à des professionnels d'assurer le *benchmarking* des entreprises qui recrutent et des tendances métiers dans tous les secteurs de l'environnement.

Enfin, la direction et le bureau du master assurent un service permanent auprès des étudiants pour faciliter leur accueil et leur orientation au cours de leur formation.

Les différentes spécialités du Master BGAE ont connu un niveau d'attractivité important lié à la communication réalisée pour cette mention (site Internet, affiches, etc.) et à visibilité des unités de recherches du site de Montpellier en terme dans les domaines de la biologie, la biodiversité, les sciences de l'eau et de la terre.

VI-B. Le Master "Eau" (responsable S. Pistre, HSM)

Depuis une vingtaine d'années au moins, l'eau est considérée comme l'un des enjeux majeurs du 21^e siècle. En effet, les ressources hydriques disponibles pour l'utilisation humaine (consommation, agriculture, industrie, énergie) et plus largement nécessaires à l'équilibre écologique de notre planète sont menacées en qualité comme en quantité dans un contexte de changement climatique dont les conséquences sont encore mal évaluées. Les avis convergent néanmoins vers un accroissement de la variabilité climatique qui imposera inévitablement une « gestion » plus rigoureuse des masses d'eau de surface ou souterraine. Cela constituera un élément fondamental de développement économique des sociétés impliquant le secteur public et le secteur privé.

À ce titre, l'eau constitue un objet scientifique, mais aussi social et économique particulier auquel sont associés de nombreux métiers. Les chiffres de l'emploi dans ce secteur montrent une progression constante depuis 10 ans marquée par de nouveaux métiers, avec au niveau européen, un chiffre d'affaires dans le secteur de l'eau qui augmente deux fois plus vite que le PIB (43% des emplois en Environnement). Cette progression est par exemple liée à l'abaissement des normes AEP (Alimentation en Eau Potable) ou encore au renforcement de la réglementation relative aux milieux hydriques (DCE 2015 qui impose aux états membres un bon état des masses d'eau d'ici 2015).

L'eau possède un caractère transdisciplinaire particulier qui relève des sciences politiques, sociales, économiques, physiques, biologiques. L'analyse menée en 2008 dans le cadre de l'Opération Campus a montré que le site de Montpellier disposait d'un potentiel de Recherche et d'Enseignement Supérieur dans le domaine de l'eau de premier plan au niveau européen avec une diversité disciplinaire unique. Elle a aussi montré que l'offre de formation était variée et dynamique, mais morcelée sur plusieurs établissements et difficilement lisible par les étudiants notamment étrangers comme par les employeurs.

Dans ce contexte, la création d'une mention de Master EAU est apparue comme prioritaire pour structurer et renforcer la lisibilité internationale de la communauté scientifique montpelliéraine dans le domaine de l'Eau. Ainsi, ce projet de formation portée par l'Université Montpellier 2 se place à l'échelle du site de Montpellier en associant les Universités Montpellier 1, 2 et 3 dans la dynamique UMSF, mais aussi SupAgroMontpellier et AgroParisTech par cohabilitations. Par les thématiques abordées, ce master est complémentaire de la formation d'ingénieurs en Sciences et Techniques de l'Eau proposée par Polytech Montpellier, et consolide l'offre locale de niveau master dans le domaine de l'Environnement (masters Sciences pour l'Environnement, Aménagement Développement Territoires Environnement, Biologie Santé). Il se décline en 5 spécialités à double finalité Pro/Recherche :

- Spécialité Eau Ressource : eaux souterraines, cycle hydrologique, BV, variabilité climatique, gestion, captage d'eau, AEP, aquifère, crues, réserves exploitables, modélisation des écoulements..
- Spécialité Eau Littoral : éco et hydro-systèmes littoraux, activités littorales et maritimes, intrusion saline, trait de cote, domaine public, tourisme, urbanisme, inondations..
- Spécialité Eau et Agriculture : aménagements hydro-agricoles, milieux cultivés, système sol-plante-atmosphère, érosion, périmètres irrigués..
- Spécialité Eau et Société : politiques publiques, gestion financière, protection civile, droit de l'eau, DCE, économie, gouvernance, acteurs, aménagements...
- Spécialité Contaminants Eau Santé : pollution des eaux, échantillonnage, risques sanitaires, cycle biogéochimique..

Parmi ces spécialités, 2 fonctionnent déjà (Eau Ressource et Eau Littoral) dans le cadre de la mention Biologie Géosciences Agroressources Environnement (BGAE) et permettent de bénéficier de bases solides de fonctionnement.

Le master envisage d'accueillir 120 étudiants, dont 30% d'étrangers. Il s'appuie sur un contexte régional favorable tant d'un point de vue académique que socio-économique marqué notamment par l'existence de l'Institut Languedocien de Recherche sur l'Eau et l'Environnement (IFR-ILEE), la labellisation récente de l'Observatoire de Recherche Méditerranéen de l'Environnement (OSU OREME) et par un projet très avancé de pôle de compétitivité mondial dans le secteur de l'eau préfiguré par le Cluster Eau Montpellier. Des liens étroits sont établis avec le tissu industriel, les collectivités et les organismes du secteur. Ainsi, il bénéficie du soutien du réseau d'entreprises SWELIA qui regroupe des grandes sociétés et des PME/PMI du secteur, ainsi que des collectivités territoriales (Conseil Général et Régional) et les services de l'état (DIREN, Agence RMC) très engagées dans le développement de nouveaux modes de gestion des milieux aquatiques.

Les objectifs du master sont d'accroître la lisibilité de la communauté, mais aussi de proposer une formation adaptable au marché de l'emploi offrant des cursus diversifiés et attractifs notamment pour les étudiants étrangers. L'excellence de la formation est garantie par l'implication directe de 19 unités¹ de recherche dans les enseignements proposés pour un total de 89 Enseignants-Chercheurs et 174 chercheurs. Cela représente 13 partenaires institutionnels AgroParisTech, BRGM, Cemagref, CIRAD, CNRS, EMA, CIHEAM, INRA, IRD, SupAgroMontpellier, UM1, UM2, UM3.

¹ * : HSM (UM1, UM2, CNRS, IRD), BRGM, LISAH (SupAgro, INRA, IRD), GESTER (UM3), GM (UM2, CNRS), LER (Ifremer), LAMETA (UM1, CNRS), CEPTEL (UM1, CNRS), MTE (UM3, CNRS), ESPACE (IRD), LBE (INRA), LGEI (EMA), SYSTEM (SupAgro, INRA, Cirad), CEFE (UM2, SupAgro, CNRS, INRA), ITAP (SupAgro, Cemagref, Cirad), TETIS (Cemagref, Cirad, Engref), G-EAU (Cemagref, Cirad, Engref, IRD, IAMM), UMR199 (IRD), CREAM (UM1)

Le schéma pédagogique envisagé s'appuie sur plusieurs ensembles d'UE :

- UE mutualisées disciplinaires de type tronc commun – 15 ECTS
- UE mutualisées non disciplinaires (Anglais, communication, gestion..) - 20
- UE de projet – 7,5 ECTS
- UE de spécialité – 45 ou 40 ECTS selon la finalité Pro ou Recherche
- UE de stage (master 1 et 2) – 32,5 ou 37,5 ECTS selon la finalité Pro ou Recherche

Ce schéma privilégie des mutualisations fortes et des échanges nombreux d'UE entre spécialités mais aussi avec des masters thématiquement proches (par exemple : ADTE/GCRN sur les aspects risques ou SPE/Géosciences sur le littoral ou la structure des aquifères).

La position géographique de Montpellier confère au master une place de choix pour occuper rapidement une position de leader à l'échelle des pays méditerranéens qui partagent des problématiques similaires dans le domaine de l'eau. Plus largement, ce master a l'ambition de devenir une référence mondiale basée sur une offre de formation lisible cohérente en phase avec la demande sociale économique et de développement.

VI-C. L'ED SIBAGHE (ED 167, responsable B. Godelle, ISEM)

L'école doctorale SIBAGHE (Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosciences, Environnement), est une Ecole de l'Université Montpellier II pour les Sciences de la Vie et de la Terre. Elle est co-accréditée avec Montpellier SupAgro, AgroParisTech et l'Université d'Avignon pour les Sciences agronomiques et environnementales, avec les universités de Montpellier 1 et de Perpignan pour la génomique et le développement végétal, la microbiologie et la parasitologie.

L'École compte environ 340 doctorants et s'appuie sur 45 unités de recherche rattachées à l'ED, 350 encadrants et 3 équipes de recherche extérieures associées. Le potentiel d'encadrement d'étudiants en formation doctorale s'est régulièrement accru avec l'arrivée de nouveaux chercheurs et la soutenance de l'HdR par des chercheurs du site.

1. Champs thématiques et offre de formation

L'ED SIBAGHE insiste particulièrement sur l'approche de systèmes complexes prenant en compte une multiplicité de niveaux d'organisation biologique et l'interaction des systèmes biologiques avec les milieux naturels et les milieux fortement anthropisés comme les agrosystèmes. L'offre de formation concerne donc :

1. les processus biologiques impliqués dans les domaines de l'agronomie, des écosystèmes et de l'environnement;
2. la biologie intégrative végétale ;
3. les maladies infectieuses et parasitaires en rapport avec la santé humaine, animale et végétale ;
4. le cycle hydrologique et les ressources en eau ;
5. la dynamique des enveloppes superficielles, de la lithosphère et du manteau terrestre ;
6. les propriétés physiques et chimiques des roches, des minéraux et des sols.

Les sites de Montpellier, de Perpignan et plus récemment d'Avignon contribuent aux mêmes thématiques de recherche et entretiennent des relations effectives au niveau des doctorants, des chercheurs et des enseignants-chercheurs de la région.

Les thématiques scientifiques prioritaires de l'ED SIBAGHE sont en adéquation avec les recherches conduites par les unités de recherche partenaires pour développer les filières de formation correspondantes, ainsi que les thématiques en émergence. Les domaines d'excellence scientifique de l'ED reposent sur les laboratoires de recherche reconnus des établissements universitaires (UM1 / UM2 / UP / Agro.M, ENGREF, Université Avignon), des EPST (CNRS, INRA, IRD, Cemagref) et des EPIC (CIRAD, IFREMER) qui ont développé depuis deux décennies leurs implantations et transféré des équipes de recherche à Montpellier, Perpignan, Avignon et en région Languedoc- Roussillon.

L'originalité de l'ED SIBAGHE réside donc dans son approche multidisciplinaire et intégrée des systèmes complexes en biologie, géosciences et hydrosociences. Mais ce champ d'activité conduit inévitablement à co-construire des projets intégrés de formation et de recherche des étudiants avec d'autres champs disciplinaires à l'interface avec la biologie de la santé, le génie alimentaire, les mathématiques, l'informatique et la physique, les sciences économiques et sociales... Ces champs existent dans d'autres écoles doctorales du site de Montpellier avec lesquelles s'organisent des projets communs dans le cadre de la Maison des Écoles doctorales (MED), comme des journées à thème, des conférences, des modules de formation, des stages courts. Cette ouverture thématique a pour but d'élargir le champ de la formation scientifique des doctorants, d'améliorer leur CV et de faciliter les mobilités thématiques au cours de leur carrière. En outre, la préparation de thèses dans le cadre d'une coopération des Unités de recherche de l'ED avec divers établissements universitaires et de recherche à l'étranger se développe en particulier avec les centres d'excellence et les réseaux de recherche européens, avec les centres internationaux de la recherche agronomique et avec les universités nord-américaines, chinoises, indiennes, brésiliennes...

2. Formation continue, aide à l'insertion professionnelle des docteurs.

L'ensemble des étudiants de l'ED SIBAGHE peut acquérir une culture générale qui leur permet une meilleure compréhension des différentes thématiques abordées, et favorise les interfaces et les interactions disciplinaires. Au titre de la formation continue pendant les études doctorales, chaque spécialité organise des conférences thématiques et les laboratoires proposent des séminaires et des journées scientifiques.

Les doctorants de 1ère et 2ème année ont l'obligation de suivre chaque année au minimum 50 heures de formation complémentaire correspondant à 2 modules thématiques différents, dans le but de compléter leur formation scientifique et de mieux préparer leur devenir professionnel. Deux types de modules leur sont proposés : les modules de formation scientifique et les modules d'ouverture professionnelle. Chaque doctorant doit suivre sur l'ensemble de la période doctorale 2 modules scientifiques et 2 modules d'ouverture.

L'offre de modules de formation scientifique est très diversifiée :

- les équipes de recherche rattachées à l'ED montent des formations doctorales spécialisées sur des thématiques émergentes et des approches novatrices (30% des modules) :
- les école-chercheurs du CNRS et de l'INRA offrent des opportunités de formation transdisciplinaire de choix par leur ouverture aux doctorants (19% des modules)
- le doctorant peut suivre des modules du master BGAE, tout particulièrement les doctorants recrutés hors site ou ayant suivi un autre cursus comme les étudiants étrangers. Site web du Master : <http://www.univ-montp2.fr/~master-bgae/index.php3>

- réciproquement les doctorants ayant réalisé le master BGAE peuvent prendre des modules d'autres masters sur des thématiques complémentaires. C'est bien sûr le cas des étudiants réalisant leur thèse hors du site de Montpellier et en particulier à l'étranger (19% des modules).
- des séjours d'au moins une semaine dans des laboratoires différents du laboratoire d'origine voire même à l'étranger peuvent être validés comme modules de formation scientifique.

Les modules d'ouverture professionnelle sont organisés par une ou plusieurs ED ou par des unités spécialisées de l'UM2, avec le soutien de l'Association des doctorants (Contact) et sont placés sous l'égide de la Maison des Ecoles Doctorales (MED) du site de Montpellier (30% des modules). À titre d'exemple, les offres de module se diversifient :

- gestion de projet et création d'entreprises (BIPE, Cap Alpha, IAE..., Doctoriales®...)
- aspects juridiques, économiques et sociaux de la protection des espaces et des ressources naturelles ou de l'innovation dans les sciences du vivant (ANVAR, INPI...)
- communications scientifiques dans les langues étrangères (SCEL)
- pratiques pédagogiques pour l'enseignement supérieur (CIES) (5% des modules)
- contribution aux carrefours des biotechnologies
- formation à l'assurance-qualité, tenue de cahier de laboratoire
- 6ème PCRD – programme de bourses P. et M. Curie
- développement durable (Agropolis)
- modules de langue étrangère pour les Français et de Français pour les étrangers (9% des modules)

Outre ces formations d'ouverture professionnelle, l'ED accompagne l'insertion professionnelle des doctorants par:

- le développement des relations avec les entreprises et les organismes de recherche publique et privée en France et à l'étranger ;
- la diffusion par le site web de l'ED des informations reçues sur les emplois dans les secteurs universitaires et scientifiques ainsi que dans les entreprises, les collectivités territoriales...(Création d'un centre de ressources commun)
- l'organisation d'un forum de l'emploi avec des représentants des différents secteurs d'activité des doctorants (souvent des anciens de Montpellier) dans le cadre de la journée annuelle de l'ED organisée conjointement par l'ED, les étudiants et les doctorants, l'association Contact ou à l'occasion de congrès internationaux.
- la valorisation des compétences : le nouveau chapitre de la thèse est proposé aux doctorants et soutenu financièrement par l'ED (5 dossiers maximum/an).

L'ED SIBAGHE réalise un suivi des doctorants inscrits à l'UM2 et à l'Agro.M sous la forme d'une base de données, mise à jour année après année. De même, le devenir de chaque docteur fait l'objet d'une fiche de suivi. Cette liste des élèves et anciens élèves de l'ED est compilée dans un annuaire mis en place sur le site ADUM réalisé par l'association des élèves des ED de l'académie de Montpellier pour le compte des ED.

L'information de nos doctorants sur les domaines d'emploi des anciens est faite à la journée annuelle de l'ED; ceux-ci sont des contacts privilégiés dans les universités françaises et étrangères, dans les Unités de recherche des principaux instituts de recherche (EPST et EPIC, Centres internationaux), dans des entreprises privées...

3. Ouverture européenne/internationale

Les unités de recherche constituant l'école doctorale SIBAGHE ont une forte tradition de relations internationales et d'accueil de doctorants et postdoctorants étrangers venant de pays développés et des pays du Sud (25 à 30%)... En outre, le nombre de thèses en co-tutelle croît régulièrement et les partenaires se diversifient (35 co-tutelles en 2005).

Les postdoctorants étrangers sont déjà nombreux dans les unités de recherche ; amplifier ce niveau d'accueil et organiser de façon réciproque le départ en post-doctorat de nos étudiants est un des objectifs prioritaires de l'ED grâce notamment aux bourses spécifiques du 6ème PCRD (programme de bourses Marie Curie) et aux programmes et réseaux européens de recherche.

4. Partenariat avec le secteur socio-économique

En région, le partenariat avec le secteur socio-économique se traduit par des cofinancements de thèse (5 à 10/an) et le versement de taxes d'apprentissage.

Au niveau national et international, des contrats de recherche sont établis avec l'industrie (Compagnies pétrolières), les agences (ADEME, Bas Rhône, BRGM, CNES,...).

Les partenaires socio-économiques sont représentés au conseil de l'ED.

VII. Gouvernance

L'OSU a donc pour première vocation de rassembler largement les acteurs, d'abord à l'échelle de l'UM2 autour d'un noyau rapidement opérationnel permettant de mener des actions concrètes. Comme précisé dans les lois et décrets précisant la position des OSU dans les établissements d'enseignement supérieur, la structuration des activités de Recherche, d'Observation et d'Enseignement autour des thématiques de l'OSU est menée dans le cadre de la politique de recherche et d'enseignement de l'établissement universitaire porteur du projet, l'Université de Montpellier 2. À une échelle plus large, cet OSU qui rassemble des unités toutes contractualisées avec le CNRS, est également le premier à formaliser de façon tangible en région les relations naissantes entre l'INEE du CNRS et l'INSU. Cet OSU est donc un lieu de confrontation et rapprochement des cultures qui devront travailler ensemble sur les grands défis mis en avant par le CNRS dans ses chantiers prioritaires, ainsi que son plan d'orientation stratégique le précise.

Il semblait donc important qu'il soit dirigé par un duo de direction, formé d'un directeur (nommé conformément à l'article 33 de la loi n°84-52) et d'un directeur adjoint reflétant clairement les diverses cultures en présence.

Comme fixé par la loi n° 84-52 du 26/01/1984 sur l'enseignement supérieur l'OSU de Montpellier est administré par un Conseil chargé des grandes orientations stratégiques et de la mise en œuvre des recrutements, budgets et partenariats dans le cadre de la politique fixée par l'EPCS, l'Université de Montpellier 2, dont il fait partie. Aux personnels élus, s'ajoutent des personnalités extérieures nommées représentant, les tutelles INSU, CNRS-INEE, IRD et l'Université et la Région Languedoc Roussillon. C'était la volonté des porteurs de ce projet de formaliser de façon tangible en région les relations naissantes entre l'Institut INEE du CNRS et l'INSU. Pour cela la direction de l'INEE du CNRS siège de droit, comme celle de l'INSU, au Conseil, et les sièges élus ont été répartis à égalité entre les communautés INSU et Biodiversité-Ecologie.

Les personnalités extérieures ont été choisies pour leur expérience scientifique et des OSU, leur pluralité thématique, et leur représentation du monde socio-économique dans des domaines clés pour l'OSU. Ces personnalités sont :

- Olivier HESS, d'IBM
- Jean-Pierre GRATIER, professeur, membre de l'UMR LGIT intégrée à l'OSU-G (Grenoble), ancien directeur de l'OSU de Grenoble
- Jacques TROUVILLIEZ, Directeur du service du patrimoine naturel, Muséum National d'Histoire Naturelle.

Un représentant de l'entreprise Schlumberger Water Service sera bientôt ajouté à ces membres extérieurs.

Lors du premier conseil, Jean Pierre Gratier a été élu président du Conseil de l'Observatoire. Nicolas Arnaud et Jean Dominique Lebreton ont été élus directeur et directeur adjoint de l'Observatoire. Un bureau a également été constitué avec 5 élus du conseil en plus de la direction. Dans ce bureau, Frédéric Bouchette (MCF UM2) est plus particulièrement chargé des Systèmes d'Observation.

L'OSU ne dispose pas, actuellement d'un conseil scientifique. Afin de permettre l'expression des constituants essentiels que sont els UMR, les directeurs des UMR sont actuellement membres de droit du conseil de l'observatoire.

Il est évident qu'à moyen terme, un conseil scientifique devra être formé à partir du conseil de l'observatoire, en omettant les tutelles et en rajoutant des membres extérieurs. Ce conseil délibérera sur tous les sujets afférant au bon déroulement des objectifs scientifiques, le fonctionnement des systèmes d'observation, la synergie entre enseignement et recherche, les besoins humains, financiers et matériels. Il transmettra ses avis au CA de l'OSU. Il aura également une charge prospective en mettant en lumière les thématiques à développer, et les nouvelles observations à mettre en place. Il se réunira 3 à 4 fois par an. Pour mener à bien ce travail, des commissions seront créées dans ce CS notamment :

- une commission « Services d'Observation »
- une commission « Enseignement/Recherche » chargée de réfléchir aux profils en synergie avec les recherches fondamentales de l'OSU et en adéquation avec l'offre d'enseignement des parcours de Master mutualisés. Ce groupe mènera sa réflexion dans le cadre de la politique de l'établissement, afin de faire des propositions à l'UFR.
- une commission « Hygiène et Sécurité » focalisée en particulier sur les risques associés au déploiement des systèmes d'observation
- une commission « Moyens Informatiques et Bases de Données »
- une commission « Moyens techniques mutualisés » en forte relation avec la commission des Observations.

Des statuts et un Règlement Intérieur ultérieurs précisent la composition exacte des conseils, la composition des commissions, etc.

VIII. Bibliographie

- Hydrology in Mediterranean and semi-arid regions. IAHS Publication, 2003. 278, 498+ xiv pp.
- Blondel, J. and Aronson, J., 1999. Biology and wildlife of the Mediterranean region. Oxford University Press, Oxford, 328 pp.
- Daeron, M. et al., 2007. 12,000-year-long record of 10 to 13 paleoearthquakes on the Yammouneh Fault, Levant fault system, Lebanon. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 97(3): 749-771.
- GIEC, 2007. Bilan 2007 des changements climatiques :Impacts, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 18 pp.
- Groves, R.H. and Di Castri, F., 1991. Biogeography of Mediterranean invasions, XVI. Cambridge University Press, Cambridge & New York, 485 pp.
- INSU, P., 2006. Prospective en Sciences de la Terre. CNRS, 10 pp.
- IPSL and Météo-France, 2007. Livre blanc ESCRIME: Étude des Scénarios Climatiques. INSU, ONERC et l'IDDRI, 70 pp.
- Jolivet, L., Augier, R., Robin, C., Suc, J.-P. and Rouchy, J.M., 2006. Lithospheric-scale geodynamic context of the Messinian salinity crisis. *Sedimentary Geology*, 188-189: 9-33.
- Michener, W.K., 2005. Meta-information concepts for ecological data management. *Ecological Informatics*, 3: 3-7.
- Michener, W.K., Brunt, J.W., Helly, J.J., Kirchner, T.B. and Stafford, S.G., 1997. Nonspatial metadata for the ecological sciences. *Ecological Applications*, 7(1): 330-342.
- Naveh, Z. and Dan, J., 1973. The human degradation of Mediterranean landscape in Israel. *Mediterranean Type Ecosystems, Origin and Structure*, Springer-Verlag, Berlin, 373-390 pp.
- Philip, H., Bousquet, J.-C. and Masson, F., 2007. Séismes et risques sismiques : Approche sismotectonique. Dunod.
- SESAME, P., 2004. Final Report. Contract. No. EVG1-CT-2000-00026, Bruxelles.
- Thompson, J.D., 2005. Plant Evolution in the Mediterranean. Oxford University Press, Oxford.

