

I.	Résumé exécutif	5
II.	Bilan	6
II-A.	La Synergie « OREME » : l'OSU espace de transdisciplinarité.....	6
II-B.	Le développement et la reconnaissance des Systèmes d'observation systématiques.....	7
II-C.	La constitution du SI de l'Observatoire.....	9
II-D.	La recherche et l'observation au sud, majoritairement dans le bassin méditerranéen mais aussi au-delà	10
II-E.	Accompagnement des formations par la recherche.....	10
II-F.	Pertinence sur le site, lien avec les outils nationaux (PIA)	11
II-G.	Valorisation, implication sociétale.....	12
II-H.	Les moyens du contrat actuel	13
	1. Moyens humains	13
	2. Moyens financiers	14
II-I.	Vie de l'observatoire : animation et gouvernance.....	16
	1. Gouvernance	16
	2. Animation	17
III.	Projet 2015-2019	18
III-A.	Recherches et Observations Systématiques de l'environnement, principalement méditerranéen .	18
	1. Une synergie locale en recherche	20
	2. Des questions scientifiques transverses et à fort impact sociétal pour les unités INSU et INEE	21
	a) Risques	21
	b) Ressources.....	21
	c) Littoral	23
	3. Une synergie autour de l'observation à long terme	23
	4. Une approche fondamentalement pluridisciplinaire	24
	5. Le projet opérationnel de l'observatoire	24
III-B.	Assurer le développement, et la pérennisation des Système d'observation.	25
	1. Services reconnus nationalement	25
	2. Système d'Observation en Ecologie et Biodiversité	26
	3. Systèmes d'Observation développés en propre par l'Observatoire	27
III-C.	Poursuivre le développement des Bases de données, leur pérennisation et leur partage dans des formats d'interopérabilité	27
	1. Pérennisation des données	27
	2. Constitution de bases de données	27
	3. Mise en place d'une Infrastructure de Données Spatiale	28
	4. Respect des normes	28
	5. Site Web d'information et intranet	29
	6. Système de surveillance	29
	7. Service de diffusion en continu	29
	8. Organisation de séminaires	29
	9. Administration de serveurs	29
III-D.	Développer et soutenir les chantiers scientifiques pluridisciplinaires.....	30
	1. Le chantier Littoral	31
	2. Le chantier Ecosystèmes et hydrosystèmes méditerranéen de garrigues.	32
	3. Chantier « paléo » : le passé : un observatoire pour le futur	33
	a) Approche historique et paléo-historique des Risques.....	34
	b) Paléoenvironnement.....	35
III-E.	Mutualisation de moyens techniques et des compétences : plateformes technologiques régionales, services techniques communs.	37
	1. La Station Méditerranéenne de l'Environnement Littoral	38
	2. Un service d'analyses Géochimiques mutualisé dans OREME	38
	a) Plateforme régionale AETE (analyse des Eléments en Trace dans l'Environnement) et plateforme de géochimie.....	38
	b) Vers une plateforme de géochimie intégrée	38
	3. Plateforme régionale GLADYS	39
	4. Annuaire et catalogue de compétence	40
	5. Réseau métiers et formation	40
III-F.	Participation à la formation pour les métiers de l'Environnement.	41
III-G.	Recherche et Développement, Valorisation économique	41
III-H.	Expertise, Information du Public et des Politiques.....	42

IV. L'OSU OREME : un acteur impliqué dans son environnement local, régional et national	42
V. Moyens de l'OSU OREME	44
V-A. Moyens demandés au cours du prochain contrat.....	44
1. Moyens humains	44
2. Moyens financiers	44
3. Equipement	46
a) Le projet d'équipement MC-ICP MS : Traçage isotopique des interactions Biosphère, Hydrosphère & Géosphère - Acquisition d'un spectromètre de masse à source plasma à multi-collection couplé à un système d'ablation laser (Responsables : Delphine Bosch & Olivier Alard)	46
b) Spectromètre IM_CRDS Picarro L2130-i pour des analyses isotopiques du deutérium et de l'oxygène des molécules d'eau (liquide, vapeur et solide).....	48
V-B. Critères de progrès	48
VI. OREME 2015 : Elargissement et gouvernance	49
VI-A. Périmètre	49
VI-B. Gouvernance.....	49
VII. Annexes.....	50
VII-A. Prospective et production des Services d'observation de OREME	50
1. Prospective	50
a) SNO RENAG	50
b) SNO RESIF.....	52
c) SNO Observation H+	54
d) SNO du karst.	56
e) SNO AMMA CATCH.....	58
f) SNO ICOS: Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puéchabon.....	60
g) SNO N°5 Astronomie Astrophysique : Centre de traitement de données et d'archivage, Observatoire virtuel, TO Pollux	63
h) SNO N°4 Astronomie Astrophysique : grands relevés et sondages profonds ». TO Gaia	64
i) Système d'Observation Littoral et Trait de Côte	64
j) Système d'Observation REC-Tau (Recherche en Environnement Côtier de Thau) – SNO SOMLIT.....	68
k) Système d'Observation Phénologie de la faune et de la flore terrestre.....	75
l) Système d'Observation de la Dynamique des communautés: observatoire des communautés animales.....	76
m) Système d'Observation de la Dynamique des communautés: observatoire des communautés végétales.....	79
n) Système d'Observation « Suivi de populations d'organismes modèles – Ecologie »	80
o) Système d'Observation « Suivi de populations d'organismes modèles – Evolution »	84
p) Système d'Observation de la pollution et de l'adaptabilité biologique en aval des anciens sites miniers	86
q) Observatoire des communautés microbiennes, terrestres et aquatiques.....	88
2. Production des SO	90
VII-B. Construction du SI de l'Observatoire	90
1. Mise en place d'infrastructure	108
a) SAN.....	108
b) Serveurs et services	108
2. Constitution de bases de données	109
a) Base de données SOLLAR.....	109
b) Base de données METEOFRENCE	109
c) Base de données MAGOBS	110
d) Base de données FORAGE (et H+).....	110
e) Base de données TRUITES et MOUSTIQUES	110
f) Base de données CARNOULES.....	111
g) Base de données MEDIMEER.....	111
3. Développement d'outils	112
a) Outils de visualisation de graphiques dynamiques	112
b) Outil de visualisation de graphiques statiques.....	112
c) Outils de visualisation cartographiques	113
d) Outils d'aide à la saisie cartographique	114
e) Outil d'aide à la saisie sur le terrain: carnet de terrain électronique	115
f) Outils d'import / export de données	116
g) Outils multimédia	117

h) Outils de surveillance.....	118
4. Réflexion & veille	118
VII-C. Ateliers projectifs sur l'association du LUPM	119
1. Axe recherche	119
2. Axe SI et bases de données	119
3. Axe communication	120

I. Résumé exécutif

L'OSU OREME organise une partie de la communauté scientifique de Montpellier des Sciences de l'Univers, de l'Ecologie 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, notamment 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 développés par sept 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 |
| • ECOSYM : Ecologie des systèmes marins côtiers (ou nouvelle unité) | UMR 5119 |
| • ISE-M : Institut des Sciences de l'Evolution | UMR 5554 |
| • Centre de Bio-Archéologie et d'Ecologie (en cours de rapprochement avec ISEM) | UMR 5059 |
| • LUPM : Laboratoire Univers et particules de Montpellier | UMR 5299 |

Tutelles

- CNRS, à travers les instituts INSU et INEE, IN2P3 en cours de discussion
- Université de Montpellier 2
- IRD
- BRGM en cours de discussion

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

Synergie scientifique par thématiques

- Géophysique (aléa et connaissance de la zone critique) et Géodésie (GPS, gravimétrie, inclinométrie)
- Littoral : zone de transfert de matière et d'énergie entre bassin versant et mer, dynamique côtière
- 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.
- Astronomie, astrophysique, vie et terre primitive

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

Objectifs transverses:	Interfaces:	Observations systématiques:
1. Enregistrement des changements planétaires récents et actuels, leurs liens avec les facteurs anthropiques.	1. la zone littorale	1. Observation géophysique des aléas telluriques
2. Origine et évaluation des aléas naturels et anthropiques	2. la zone critique	2. Suivi du cycle hydrique et hydrologique : ressource et aléas notamment en domaine karstique
3. Réponse des systèmes et mécanismes mis en jeu.		3. Le littoral languedocien : flux, transferts et biodiversité à l'interface entre bassin versant et espace marin
4. Développement d'un réseau euroméditerranéen d'observatoires		4. Qualité des milieux dans les zones d'exploitation minière
		5. Flux de gaz et d'énergie entre la zone critique et l'atmosphère
		6. Biodiversité en système méditerranée et changement planétaire : suivi de communautés et populations d'espèces clefs
		7. Observatoire virtuel en astronomie-astrophysique et base de données Pollux

II. Bilan

II-A. La Synergie « OREME » : l'OSU espace de transdisciplinarité

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. Le succès de la modélisation doit autant à la qualité grandissante des modèles et des puissances de calculs qu'à la qualité intrinsèque des données fournies en entrée et pour la validation. 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 à long terme 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 mécanismes en jeu et les marqueurs pertinents, tout autant que le suivi des aléas et du changement global et le développement de leur éventuelle remédiation.

Depuis maintenant 6 ans l'OSU OREME développe donc une synergie résolument transdisciplinaire visant à soutenir les moyens et services d'observation lourds entre ces unités pour répondre aux questions transverses énoncées ci-dessus. Ce travail est mené avec une forte implication au nord et au sud de la Méditerranée, à travers le développement d'actions spécifiques de coopération nationale et de partenariats internationaux, mais également au sud du Sahara à travers l'appui à des systèmes d'observation portés par ou en collaboration avec des laboratoires du pôle scientifique de Montpellier.

Le pôle scientifique de Montpellier compte un grand nombre d'unités dont les recherches portent sur l'Environnement principalement dans le bassin méditerranéen, 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 plusieurs comités thématiques de l'UM2 et six unités de recherche reconnues pour la grande qualité de leur recherche et qui sont contractualisées avec le Ministère de l'Enseignement Supérieur (tutelle principale UM2) et le CNRS (Instituts INSU et INEE), 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. D'autres laboratoires, notamment le LUPM, développent par ailleurs leur activité au cœur des Sciences de l'Univers, avec une très forte composante d'observation reconnue par l'INSU. Ce laboratoire souhaite, à juste titre, faire reconnaître et partager son activité au sein de l'OSU OREME.

Au cours du contrat qui s'achève, six laboratoires de la communauté scientifique des sciences de l'environnement de Montpellier ont donc choisi de mettre en commun leur culture et leurs moyens d'observation systématique, de focaliser une partie de leur activité sur l'observation systématique du milieu méditerranéen et de coordonner leurs efforts. L'observation systématique du milieu portait autant sur le suivi des aléas naturels et anthropiques que sur la réponse et la dynamique des systèmes écologiques.

- Géosciences Montpellier UMR 5243
- Hydrosociences Montpellier UMR 5569
- CEFÉ : Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive UMR 5175
- ECOSYM : Ecologie des systèmes marins côtiers (ou nouvelle unité) UMR 5119
- ISE-M : Institut des Sciences de l'Evolution UMR 5554
- Centre de Bio-Archéologie et d'Ecologie (en cours de rapprochement avec ISEM) UMR 5059

Les thématiques scientifiques ou compétences analytiques et observationnelles sur lesquelles ces unités sont reconnues ont permis d'aborder 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/processus en jeu.

Ces thématiques sont particulièrement fondamentales dans les trois types de milieux dans lesquels les unités se sont investies plus particulièrement:

- 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 et plus généralement la « zone critique » : un lieu capital puisque qu'il abrite la vie, et qu'il est le lieu de couplages entre des processus biotiques et abiotiques particulièrement complexes.

Cet ensemble scientifique mis en place principalement 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'INEE du CNRS mais aussi l'IRD. Il constitue un outil privilégié pour son université de tutelle, l'UM2, pour le développement de sa visibilité méditerranéenne et notamment marine, mais il constitue aussi pour l'université un lien privilégié de toutes ses actions aux échelles nationale et internationale, avec une ouverture particulière vers le Sud facilitée par sa composante IRD. Un tel Observatoire constitue donc un relais privilégié en terme « d'opérateur de suivi », de la déclinaison en région des actions nationales menées de façon transverses par l'ensemble de ces instituts, universités et organismes.

II-B. Le développement et la reconnaissance des Systèmes d'observation systématiques.

Les unités de l'OREME développent 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 fondamentale centré sur l'analyse des processus et des mécanismes. En effet, l'observation croisée du milieu naturel que mènent ces unités participe à une meilleure compréhension des forçages externes, globaux ou locaux, d'origine environnementale ou humaine, de leur impact sur les différents compartiments ou systèmes environnementaux et des réponses de ces derniers, plus particulièrement dans le Bassin Méditerranéen. Les systèmes d'observation développés et maintenus par ces unités ont en commun de porter sur le long terme (plus de 30 ans pour certains), d'être de plus en plus intensément instrumentés et de faire largement appel aux bases de données et à la modélisation.

L'OSU rassemble, organise et soutient plus d'une dizaine de systèmes d'observation (SO) dont il a assuré la naissance ou le renforcement et qu'il a fait reconnaître pour la plupart d'entre eux au niveau national soit en tant que Service National d'Observation (SNO labélisés par le CNRS-INSU) soit en tant que Système d'Observation d'Expérimentation et de Recherche en Environnement (SOERE de l'alliance ALLENI). Ces SO nationaux sont déclinés localement sous la forme de « Tâches d'Observation ». Les systèmes d'observation en Ecologie et Biodiversité ne disposent pas encore d'un label national mais sont tous liés étroitement à des réseaux nationaux et internationaux et des outils nationaux structurés par le CNRS-InEE. L'OSU OREME a fortement contribué à structurer les communautés porteuses de ces observations en éco-biodiversité en les rassemblant par grandes thématiques ou objets majeurs de recherche.

A propos des SO de la thématique 'Biodiversité', même si la réalisation d'observations systématiques sur le long terme et dans un contexte spatialisé fait souvent partie intégrante des activités des équipes de recherche depuis des dizaines d'années, l'organisation du stockage raisonné des données et de leur mise à disposition est une activité relativement nouvelle. La pérennité de ces suivis a aussi souvent reposé sur des volontés individuelles et des moyens limités et obtenus à l'occasion d'appels d'offre ponctuels.

Dans ce contexte, la mise en place de l'OSU a permis une dynamique d'évolution des mentalités assez intéressante, en particulier pour les équipes focalisant leurs activités sur le suivi de populations d'espèces modèles ou de communautés. Il est à noter qu'en parallèle de ce manque de culture dans la diffusion de données de suivis des dynamiques des populations/communautés, on trouve un déficit de soutien en personnel technique: une grande part des TO sur ces thématiques 'Biodiversité' n'ont pas de personnels Ingénieur ou Technicien associés et reposent à 100% sur les programmes développés par des chercheurs. La mise en plus de l'OSU a permis une 'professionnalisation' de l'activité d'observation sur ces thématiques,

les dotations récurrentes ayant permis notamment le soutien effectif de certaines activités de base, l'acquisition de voitures pour le terrain et l'acquisition d'équipements spécifiques.

Services reconnus nationalement au 1^{er} juillet 2013 (INSU)

- SNO RENAG
 - TO GPS T2
- SNO RESIF
 - TO SNO RESIF RLBP reconnue au cours du contrat actuel
- SNO H+
 - TO SNO H+: GEK Service de Gravimétrie
 - TO SNO H+: GEK Service d'Inclinométrie reconnue au cours du contrat actuel
 - TO SNO H+: GEK Service de Gravimétrie Flux souterrains reconnue au cours du contrat actuel
- - TO SNO Hydrodynamique systématique en forage
 - TO SNO Géophysique systématique en forage
- SNO KARST créé par l'INSU au cours du contrat actuel et animé par Montpellier au titre de toute la communauté nationale, en réseau sur 12 laboratoires français
 - TO SNO Karst: Multi-Echelle de la Dynamique des Crues et de l'hydrodynamique Souterraine des systèmes fracturés et karstiques: MEDYCYS
 - TO Suivi isotopique des pluies, reconnue au cours du contrat actuel
 - TO Gaz dissous, reconnue au cours du contrat actuel
- SNO AMMA-CATCH
 - TO Niger/Bénin
- SNO ICOS:
 - TO SNO Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puéchabon
 - TO Réponses des écosystèmes forestiers aux manipulations de précipitations et aux modes de gestion, reconnue au cours du contrat actuel
- SOERE LTC: Trait de côte: dynamique physique et sédimentaire. Reconnue au cours du contrat actuel par l'agence ALLENVI
 - MAG-OBS
 - ESPI-OBS
 - SOLLAR
- En cours d'insertion dans le SNO SOMLIT : Observatoires biologique et dynamique lagune et avant-côte
 - Suivi-Thau
 - Observatoire des courants marins en domaine côtier

Système d'Observation en Ecologie et Biodiversité (INEE)

- Phénologie de la flore et la faune terrestre
 - Observatoire des saisons
 - Enregistrements aéropalynologiques et suivi de la relation phénologie-climat
- Dynamique des communautés
 - Observatoire des communautés animales :
 - Observatoire communautés d'oiseaux
 - Observatoire des reptiles et des amphibiens en région méditerranéenne française
 - Observatoire de la faune entomologique coprophage
 - Observatoire des communautés végétales :
 - Dynamique de la végétation: traits et écophysiologie
 - recrutement forestier et pastoralisme
 - Communautés fongiques
 - Observatoire des orchidées méditerranéennes
 - Dynamique des végétaux en milieu urbain
- Dynamique des populations d'organismes modèles

- Ecologie des populations
 - Traits d'histoire de vie des oiseaux et réponses des populations aux changements globaux: cas des mésanges (EcPMES)
 - Stratégie d'approvisionnement alimentaire et gestion des populations de Vautours fauves (EcPVAUT)
 - Stratégie d'approvisionnement alimentaire et dynamique de la distribution en mer: modèle Puffin cendré (EcPUFFIN)
 - Dispersion et fonctionnement des populations subdivisées : modèle Mouette Rieuse (EcPRIEUSE)
 - Dispersion et fonctionnement des populations subdivisées : modèle Mouette tridactyle et parasites (EcPTRIDAC)
- Circulation d'agents infectieux dans les populations d'oiseaux sauvages: suivi de colonies de Goélands leucophaé *Larus michahellis* en Méditerranée (EcPGOELPATH) Evolution des populations
 - Evolution 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
 - Dynamique in situ des populations et de la diversité du Chou Corse (*Brassica insularis* Moris)
 - Biodiversité, structuration et perturbation des populations de truites communes (*Salmo trutta*) françaises du sud
 - Observatoire de la vigne sauvage
 -

Systèmes d'Observation propre à l'Observatoire

- 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 phytoremédiation

II-C. La constitution du SI de l'Observatoire

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 historique que de source essentielle pour la paramétrisation, le calage et la validation des modèles numériques. Pour fournir tout leur 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 structuration des bases. Ceci a contribué à rendre difficile leur sauvegarde et leur inter-opérabilité. Une réflexion fondamentale reste à mener sur la nature et la forme des données à saisir, ainsi que des métadonnées associées, et sur la conception (nature, forme) des entrepôts de données à mettre en place. Elle doit être menée 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 (OSU) sont des acteurs majeurs de cette réflexion. Les OSUs 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. .

L'un des principaux défis de l'OSU OREME réside en particulier dans sa capacité à gérer (récolter, intégrer et partager) les gros volumes de données associés à différentes disciplines et à 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 réside la découverte de signaux systématiques permettant de juger de l'effet des changements globaux, environnementaux et/ou anthropiques, et d'en comprendre les mécanismes (processus en jeu, nature des aléas, niveaux de vulnérabilité) et les effets rétroactifs.

Conformément à sa mission, l'OSU OREME veille donc à la bonne gestion des données d'observation provenant des différentes tâches d'observation. Il dispose pour cela d'un service informatique constitué d'un Ingénieur de Recherche CNRS permanent (Olivier Lobry) depuis février 2011 et d'un Ingénieur

d'Etude contractuel (Juliette Fabre) recruté en février 2012 et dont le contrat est reconduit jusqu'en février 2013. Ce service a agrégé autour de lui un réseau « métier » constitué de :

- La plateforme SIE (Systèmes d'Information en Ecologie) du CEFE : Marie-Claude Quidoz et Cyril Bernard;
- l'équipe d'Administrateurs Système et Réseau de GM : Josiane Tack, Fabrice Grosbeau et Stéphane Arnal ;
- Laure Paradis, ingénieur Géomatique au CBAE ;
- Jean-François Boyer en charge des bases de données à HSM;
- Sébastien Mas et David Parin de la plateforme MEDIMEER anciennement rattachée à ECOSYM

Les principales actions qui ont été menées depuis le début du quadriennal sont :

- La participation à la mise en place d'un SAN (Storage Access Network) constitué de baies de stockage configurées en RAID et reliées par un réseau fibre optique (accessible actuellement depuis GM, HSM et le CEFE), et d'un système de sauvegarde sur bande (hébergé à GM);
- La mise en place d'un ensemble de serveurs pour héberger les services applicatifs de l'Observatoire ;
- La constitution de bases de données qui ne sont pas directement prises en charge par les laboratoires ;
- Le développement d'outils de surveillance; de consultation et visualisation ; d'insertion et validation ; d'aide à la saisie ;
- L'étude de l'interfaçage des données et des modèles, notamment la gestion de l'exécution de modèles sur HPC prenant en entrée des données provenant d'une base de données ;
- L'étude de l'utilisation de carnets de terrain électroniques pour l'observation, le suivi d'une expérimentation et aide à l'achat de matériel ;

L'ensemble des actions accomplies sont résumées dans l'annexe 1.

II-D. La recherche et l'observation au sud, majoritairement dans le bassin méditerranéen mais aussi au-delà

Plusieurs groupes focalisent leurs observations sur le bassin méditerranéen en tant que lieu privilégié pour comprendre les mécanismes d'évolution du milieu. C'est aussi l'occasion de construire avec les partenaires sud-méditerranéens une démarche commune. Cette démarche est très avancée avec le Liban, puisqu'elle se matérialise par la construction d'un Observatoire commun de la Zone Critique en Méditerranée, structuré par une demande de LIA CNRS-IRD-UM2. Plusieurs réunions de travail ont permis à l'ensemble des acteurs de construire un document de prospective et de déclinaison opérationnelle de cette structure dotée, dès cette année, d'un budget de 30K€.

Par ailleurs, l'Observatoire hydro-météorologique sur l'Afrique de l'ouest qui concerne l'Analyse Multidisciplinaire de la mousson Africaine et le Couplage de l'Atmosphère Tropicale et du Cycle Hydrologique (ORE AMMA-CATCH) bénéficie du soutien financier de l'OSU pour les observations pilotées par les membres d'HSM sur les processus éco-hydrologiques.

Enfin, un certain nombre des SO/TO développe des acquisitions de données d'une façon coordonnée en différents points du pourtour méditerranéen (avec le Liban et la Tunisie notamment via les TU EcPUFFIN et EcGOELPath par exemple).

II-E. Accompagnement des formations par la recherche.

La mission de formation inhérente à un OSU se trouve déjà organisée au sein de l'UM2 sous forme de 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).

L'OSU OREME accompagne ses composantes en mettant à leur disposition ses savoir-faire, les jeux de données et les plateformes instrumentées sur lesquelles sont conduits beaucoup de TP et de TD. Les stages en cours de formation au niveau L3, M1 et M2 s'appuient sur les jeux de données des TO pour faire les liens entre les processus courts termes étudiés et les observations. Les données issues des TO et les sites sont aussi directement intégrés dans la formation comme illustrations des cours, bases des TD ou pour des TP

informatisés ou de terrain. Les sites des TO sont aussi des lieux de formation et de discussion pour des formations au niveau Master d'autres universités comme Paris 6 sur les Karsts ou de EOST sur les mesures en forages ou même des collégiens/lycéens sur l'observatoire GEK du Larzac. 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 pluridisciplinaire intégrée au niveau doctoral sur les relations entre Environnement physique et fonctionnement du Vivant. Plusieurs thèses soutenues ou en cours sont fortement liés aux TO en les utilisant pour la recherche ou en les développant via des travaux méthodologiques ou instrumentaux.

L'OSU souhaite aussi développer fortement sa capacité à accompagner la formation continue et professionnalisant mise en place par l'UM2. Plusieurs réunions OSU-Entreprises permettent actuellement de construire la réflexion sur cet accompagnement.

Enfin au Sud, l'OSU contribue au soutien de l'école de terrain Nord-Sud sur l'HYDRologie en zone soUdanienne de Socle (HYDRUS) du LMI PICASS-Eau du laboratoire HSM dont la première s'est tenue cet été dans le nord du Bénin.



Figure ? : Etudiants de M1 DTRN effectuant des relevés topographique sur le site de l'observatoire GEK, Larzac.

II-F. Pertinence sur le site, lien avec les outils nationaux (PIA)

L'étude de l'environnement, en particulier des relations entre la géosphère, l'hydrosphère et la biosphère, rassemble pour l'instant informellement 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 les sciences de l'Eau et la Biodiversité. En région, l'OSU constitue un opérateur qui offre 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 des dispositifs plus thématiques créés sur le site. L'OSU est également, par essence, la seule structure dont la mission est la pérennisation des observations systématiques. Ce rôle est crucial dans un contexte dans lequel une large part des recherches sur le long terme des UMR associées repose sur des budgétisations à court terme avec, par conséquent, de grandes difficultés pour ces unités et ces équipes pour maintenir un agencement approprié et adapté entre observations de terrain et expérimentations d'une part, bases de données, analyses et modélisation d'autre part.

L'OSU a donc été rapidement intégré à la plupart des cercles de réflexion locaux où il apporte sa vision intégrative sur le long terme. Parmi les résultats tangibles on peut citer :

- Son association aux groupes thématiques de l'ARP PARME où un large volet « observation » a été rédigé dans le compte rendu final
- Sa présence directe au Groupe de direction de l'ARP MERMED où il accompagne le choix des experts des groupes thématiques et la définition des grands volets du document

- Sa participation au groupe d'expert pour la biodiversité de la ville de Montpellier

Son accompagnement et la co-rédaction du projet de GIS MER-Littoral en Languedoc Roussillon avec l'IFREMER et l'OSU de Banyuls. Dans le cadre de la construction du site universitaire à l'échelle de Montpellier et de sa région, l'activité de l'OSU se fait sur une démarche fondamentalement transdisciplinaire, une synergie de méthodes, d'objets de recherche et de questions scientifiques qui s'intègrent dans le grand pôle « agro-environnement » en liaison forte avec plusieurs ensembles plus ou moins strictement structurés dans les champs de l'eau (projet d'IM2E) ou de l'écologie et la biodiversité (projets de FR, labex...). L'OSU a vocation à devenir l'une des composantes de la nouvelle université résultant de la fusion UM1-UM2 où il mettra son savoir-faire au service de l'ensemble des communautés.

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 national « EAU » où elles labellisent régulièrement leurs projets ANR ou avec les entreprises.

L'OSU a fortement accompagné la mise en place de plusieurs EquipEx et notamment GEOSUD et CRITEX, dont il est partenaire fondateur au nom de l'UM2. Avec GEOSUD l'OSU bénéficie ainsi de la synergie mise en place par cet Equipex autour des outils et concepts en spatialisation de l'information géographique et de la télédétection. Au sein de CRITEX il accompagne le développement d'un réseau fortement instrumenté de sites pilotes pour l'observation de la zone critique de la Terre. L'OSU est aussi partenaire de l'EquipEx RESIF dans le cadre de la mise en place de sites sismologiques instrumentés en Région.

II-G. Valorisation, implication sociétale

L'activité de l'Observatoire se développe fortement avec les collectivités territoriales. Il porte ou accompagne, plusieurs conventions avec la DREAL concernant le littoral, son évolution, et son aménagement.

Il constitue aussi un creuset qui assure pérennité aux projets, ce qui rassure les entreprises. C'est dans ce cadre qu'il accueille une convention FUI avec IBM et plusieurs grands groupes d'étude de l'environnement. L'ensemble de ces contrats permet de mobiliser plus de 300K€ de ressources propres, mais finalisées.

L'observatoire est également une force d'innovation, notamment dans le développement de « capteurs » au sens large. Il accompagne fortement le développement de la filière de nanosatellites de l'UM2 (en lien avec le CNES et ASTRIUM) pour laquelle il a créé un groupe de définition de missions. L'OSU est également en lien privilégié avec le labex NUMEV dans le cadre de la création de drones et de robots permettant l'observation dans des milieux difficiles. Enfin il accompagne le labex CEMEB pour lequel il assure l'activité d'observation systématique en écologie-biodiversité.

Un Observatoire du changement global rencontre, par essence, le cœur des préoccupations des communautés territoriales et des citoyens à travers les sujets qu'il traite: 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 les contacts compétents et pérennes sur les thématiques environnementales au sein du tissu universitaire régional. 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).

L'OSU a tenu, par exemple, une place importante dans le débat régional lancé, de façon très chaotique, à l'occasion des permis d'exploration des ressources en gaz de schiste. L'OSU a été la seule structure en France à rédiger, très tôt, un rapport pédagogique permettant de cadrer les éléments du débat, sans pour autant prendre parti. Il a soutenu, financé ou directement participé à de nombreuses réunions locales et nationales (avec l'Académie des Sciences, l'Assemblée Nationale...). La prise en compte d'approches scientifiques dans les problématiques de gestion de la biodiversité ne va pas non-plus de soi. A ce niveau, les activités développées par l'OSU OREME contribuent aussi à faire avancer les choses. On peut noter par exemple qu'une journée sur les relations entre 'gestion de la biodiversité' et 'recherche' est organisée sur le campus CNRS à Montpellier par et à l'occasion de la soutenance de la HDR d'un Maître de Conférence impliqué dans la coordination de deux TO de l'OSU OREME, l'une sur la dynamique des communautés d'oiseaux et l'autre sur le suivi d'une population organisme modèle (Mouette rieuse). Les intervenants invités (notamment Gilles Yoccoz) et les thèmes de leurs interventions soulignent bien l'importance des évolutions en cours sur les questions de suivis de la biodiversité en France, avec notamment une prise de

conscience nette de l'importance de l'utilisation de protocoles et d'outils adéquats pour permettre de répondre à des questions scientifiques et d'intérêt sociétal bien identifiées, et non pas la réalisation de suivis dans le but principal d'afficher que des suivis sont réalisés.

A travers sa participation régulière dans les manifestations de la science dans la cité, l'Observatoire montre au citoyen à quoi la science sert dans la vie de tous les jours, pourquoi et en quoi le suivi régulier de l'environnement et les observations sur de longues périodes sont importants. Les divers programmes de terrain du volet Biodiversité sont, par exemple, un lieu d'accueil privilégié de scolaires et de bénévoles. Les conséquences biologiques des changements climatiques font également l'objet de nombreuses conférences grand public par des membres des laboratoires du projet. La activement participé à la fête de la Science en 2008, 2009 et 2010. En 2008, il a organisé une chasse au Trésor virtuelle permettant à des classes de seconde, en leur faisant résoudre des énigmes, d'en apprendre plus sur l'activité des unités associées à l'OSU en circulant dans leurs sites WEB à partir des pages de l'Observatoire. La classe gagnante a bénéficié d'une sortie organisée par l'OSU en Camargue où elle a pu prendre connaissance des problèmes environnementaux qui s'y posent et des remédiations en cours d'étude par les scientifiques de l'OSU. Cette activité a eu un accueil et un écho très favorable de la part du rectorat, des enseignants et des classes qui y ont participé.

A une époque où le public demande beaucoup plus de savoir et de responsabilité à la science, un observatoire adossé à un centre de sciences fondamentales est le lieu idéal de démonstration des temps caractéristiques de la recherche appliquée et finalisée et de leurs relations symbiotiques avec la recherche fondamentale.

II-H. Les moyens du contrat actuel

1. Moyens humains

Au cours du contrat qui s'achève l'OSU a bénéficié de deux recrutements en plus de son directeur, le responsable des SI (IR CNRS) et la gestionnaire (TCN CNRS).

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.

Une synthèse est néanmoins proposée ci-dessous.

	ITA (ETP)	ITRF/ BIATOS (ETP)	CH (ETP)	EC (ETP)	CDD	Doc.	
Laboratoires							
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'Ecologie Fonctionnelle et Évolutive	2.6	0	6	0.9	5.05	7	
Laboratoire Ecosystèmes Lagunaires et Côt.	0.6	0.1	0.25	0.15	0.1	0	
Institut des Sciences de l'Évolution	1.2	0	0.9	0.75	0	0	
Centre de Bio-Archéologie et d'Ecologie	0	0	0	0.5	0	0.2	
Total	15.9	21.8	12.9	8	7.35	7.2	73.1

Tableau 1 : récapitulatif des moyens mis à disposition des missions d'observatoire par les unités

Au cours du quadriennal, et même si l'OSU OREME a bénéficié de deux recrutements en 6 ans, il est regrettable qu'aucune des demandes « techniques » dédiées au SO et SNO n'ait été acceptée par nos tutelles, quand bien même ces demandes étaient portées en première priorité par l'OSU, le DIPEE et un des laboratoires. Tout en reconnaissant la grande difficulté que rencontrent nos tutelles dans la gestion des ressources humaines, ces demandes de moyens fortement mutualisés auraient sans doute mérité un soutien. Ils sont toujours d'actualité, notamment suite à des départs à la retraite qui ont maintenant eu lieu.

Il est important de signaler que, au 1^{er} janvier 2014, 4 personnels du corps des astronomes et astronomes adjoints (corps des CNAPs) seront directement affectés à l'OSU OREME. Ils sont actuellement rattachés, pour des raisons administratives, à l'université de Toulouse et à l'OMP.

2. Moyens financiers

L'OSU dispose actuellement d'un budget fondé sur le soutien du CNRS (90K€ affectés par l'INSU mais qui contiennent une part InEE, plus une part sur actions particulières, de l'ordre de 1 à 20 k€), de l'IRD (30K€ à 22 K€) et de l'UM2 (90 K€ puis 66 K€). Il faut noter que, par solidarité au sein de l'OSU, le CNRS a pallié en 2012 à la baisse des moyens de l'UM2 par une dotation complémentaire.

Ce budget a permis à l'Observatoire de commencer à financer ses priorités, en privilégiant systématiquement les SO et les missions partagées notamment sur les bases de données. Les moyens de l'UM2 sont ventilés en RH, fonctionnement et infrastructure. Par ailleurs des crédits complémentaires sont affectés par les tutelles sur des actions ciblées (15 K€ et 6K€ du CNRS pour soutenir les actions menées au Liban en 2012 et l'EquipEx GEOSUD finance des actions ciblées (notamment 90K€ RH) sur la spatialisation de l'information géographique. Enfin l'OSU exerce un prélèvement de 6% sur les contrats qu'il gère, ce qui lui a permis d'investir dans les actions transverses une somme d'environ 50K€ en 3 ans.

Au cours des 4 dernières années chaque budget a été construit sur les principes suivants :

- Ne pas réaliser une affectation par origine mais uniquement par poste/opération
- Maximiser les financements dédiés aux services d'observation et actions mutualisées
- Favoriser la création du SI de l'observatoire
- Limiter les guichets multiples et le saupoudrage des moyens.
- Garantir le respect des missions confiées par les différentes tutelles : actions au sud pour l'IRD, pluridisciplinarité appliquée aux questions méditerranéennes pour l'UM2, accompagnement des SNO et opérateur de gestion intégré pour l'INSU.

Le budget 2013 ci-dessous donne une image fidèle des budgets des 4 dernières années.

OSU OREME						
Budget primitif 2013 adopté en ces termes par le Conseil de l'Observatoire du 7 février 2013		Responsable	Dotation externe attendue 2013	Arbitré en conseil 2013		
I - DOTATION DE FONCTIONNEMENT						
Dotations récurrentes de fonctionnement non ciblées						
Dotation d'état						
	CNRS globalisé		110 000.00 €			
	Soutien SNO Karst		15 000.00 €			
	IRD globalisé		22 000.00 €			
	UM2 RH		33 000.00 €			
	UM2 FEI		33 000.00 €			
Ressource propres						
Total dotation			238 000.00 €			
I - DEPENSES DE FONCTIONNEMENT						
Fonctionnement général						
Total fonctionnement général				3 500.00 €		
Direction						
Total Direction				15 000.00 €		
Communication						
Total communication				1 000.00 €		
Travaux exceptionnels						
Total Travaux				0.00 €		
Evenements exceptionnels						
Total événement				0.00 €		
Valorisation						
Total				0.00 €		
Actions CTE						
Total				0.00 €		
Total fonctionnement				19 500.00 €		
II - ACTIONS TRANSVERSES						
Total AT				5 000.00 €		
III. COORDINATION BASES DE DONNEES						
Total BDD				35 500.00 €		
IV. EQUIPEMENT						
Total équipement				0.00 €		
IV. PLATEFORMES						
AETE				10 000.00 €		
Total équipement				10 000.00 €		
Total Fonctionnement				70 000.00 €		
IV - SYSTEMES D'OBSERVATIONS						
Disponible				168 000.00 €		
proposition 2013				8 000.00 €		
Séologie	SNO RENAG	E Doerflinger				
Sismologie	SNO RESIF	C Tiberi				2 000.00 €
Hydrologie en domaine semi-artésien	SNO H+	J Chéry/C. Champollion				9 000.00 €
	SNO KARST	H. Jourde				18 000.00 €
	SNO AMMA-CATCH	J Seghieri				10 000.00 €
	SNO H+	S. Gautier				8 000.00 €
Littoral	LTC: Trait de côte: dynamique physique et sédimentaire	F. Bouchette				8 000.00 €
	Observatoires biologique et dynamique lagune et avant-côte	B. Mostajir/Y. Leredde				10 000.00 €
Observatoire des pollutions	Pollution et adaptabilité biologique en aval des anciens sites miniers	C Casiot/O Bruneel				10 000.00 €
	Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puéchabon	S. Rambal				10 000.00 €
	Phénologie de la flore et la faune terrestre	I. Chuine				10 000.00 €
	Dynamique des communautés	JL. Martin/PO Cheptou				26 000.00 €
	Dynamique des populations d'organismes modèles	Th. Boulinié/A. Charmentier/P. Berrebi				33 000.00 €
	ORE-OHMCV					
	ORE-OMERE					
	Réserve pour TO non encore intégrée dans SO					
	Microbien et Coralligènes	D. Bonnet/N Mouquet				6 000.00 €
Total SO				168 000.00 €		
Total SO INSU				83 000.00 €		
Total SO INEE				85 000.00 €		
Total				238 000.00 €		238 000.00 €

De même que pour les agents, les Unités participent déjà fortement au soutien des activités de l'observatoire, comme élément fondamental de leur recherche, sur leur budget propre. Ce soutien est toutefois de plus en plus difficile dans un contexte où les UMR cherchent à valoriser rapidement leur investissement en termes 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.

II-I. Vie de l'observatoire : animation et gouvernance

1. 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 sont menées dans le cadre de la politique de recherche et d'enseignement de l'établissement universitaire porteur du projet, l'Université de Montpellier 2. A une échelle plus large, cet OSU qui rassemble des unités toutes contractualisées avec le CNRS, a également été le premier en France 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.

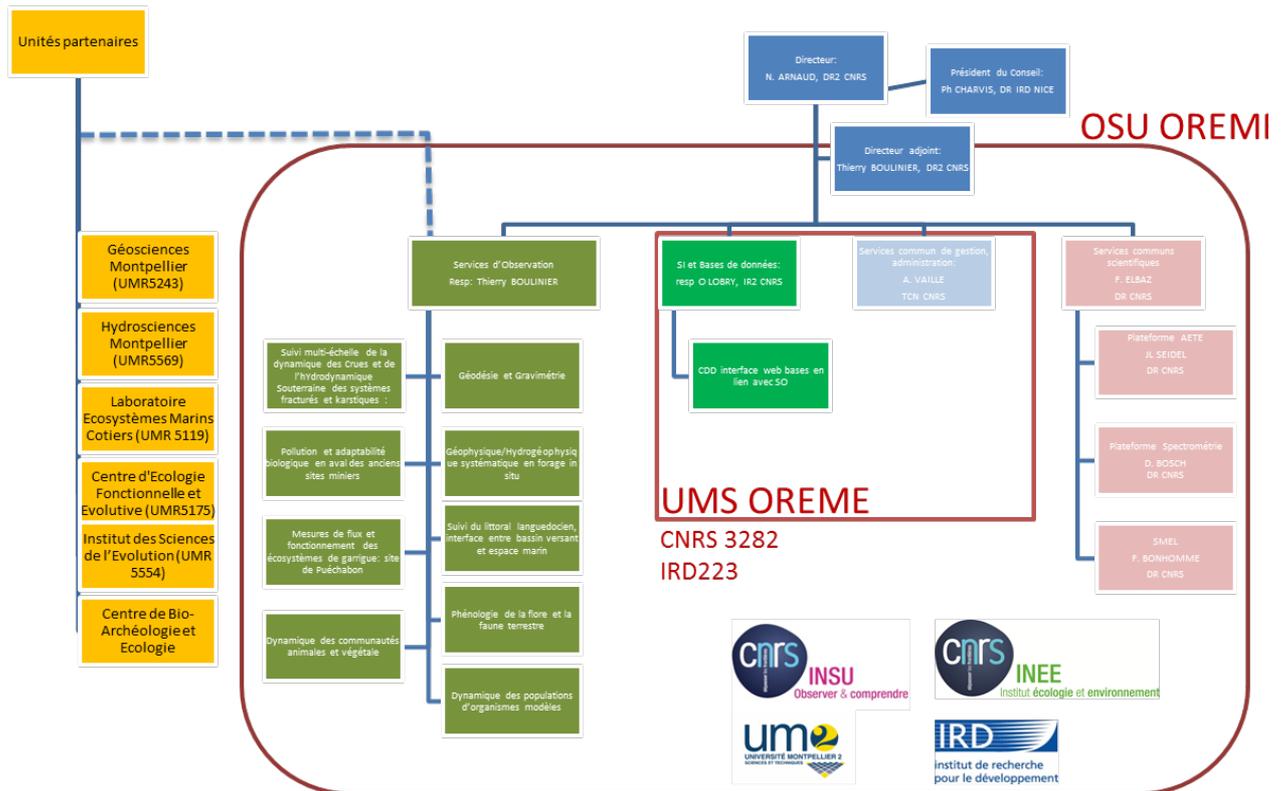
Pour des raisons d'alignement sur les contrats de l'UM2 le conseil a été renouvelé en cours de mandat.

L'OSU ne dispose pas actuellement d'un conseil scientifique, qu'il a semblé difficile de constituer pour être réuni d'une façon efficace.. Afin de permettre l'expression des constituants essentiels que sont les UMR, les directeurs des UMR sont actuellement membres de droit du conseil de l'observatoire dont les travaux sont préparés en amont par le bureau et deux commissions :

- une commission « Services d'Observation »
- une commission « Moyens Informatiques et Bases de Données »

L'OSU est géré entre deux conseils par un bureau de 8 membres, formé d'élus et de la direction. Dans le prochain contrat, la synergie avec les UMR sera renforcée par la tenue tous les 2 mois d'un comité de pilotage réunissant directeurs des UMR et bureau de OREME.

Des statuts et un Règlement Intérieur ultérieurs précisant la composition exacte des conseils, la composition des commissions etc... ont été finalisés.



Organigramme fonctionnel au 1^{er} janvier 2013

2. Animation

Tous les comptes rendus de bureau, de commissions et de conseils sont diffusés largement à tous les membres et disponibles sur le site WEB de l'OSU OREME (<http://www.oreme.univ-montp2.fr/spip.php?rubrique55>). Ils permettent diffusion de l'information sur les activités de l'OSU, renforcée par une à deux réunions par an de tous les membres de l'OSU autour d'un thème particulier qui sont également l'occasion d'un repas festif partagé.

Ces réunions ont eu pour thème :

- Les bases de données en environnement (2009)
- Les outils de terrain innovants (carnets de terrain numérique etc...) (2011)
- Les services d'observation (2012)
- L'utilisation de moyens d'observation robotisés (et drones) (2012)
- La prospective de l'OSU (2013)
- Les outils de constitution et gestion des bases de données (2013)

L'animation a également pour but de proposer des actions de formation concrète aux personnels, auxquelles se rajoutent des formations individuelles de membres de l'observatoire (UMR et services centraux) qui sont financées (inscription et missions) par l'observatoire.

III. Projet 2015-2019

III-A. Recherches et Observations Systématiques de l'environnement, principalement méditerranéen

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 des terres et des ressources, comme l'urbanisation croissante et l'industrialisation 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 par 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 de tectonique 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'Egée 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).

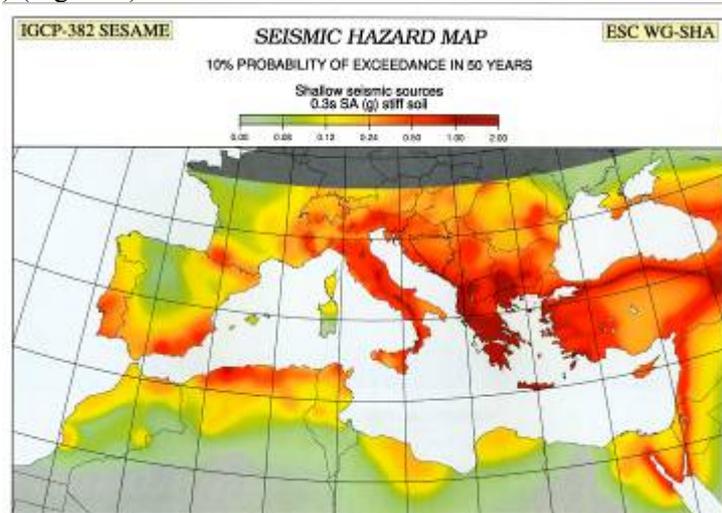


Figure 1 : carte du risque sismique dans le bassin méditerranéen (SESAME, 2004)

Le bassin Méditerranéen 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).

Sur le plan écologique, le bassin méditerranéen est un des « points chauds » de la biodiversité. C'est d'ailleurs l'histoire géologique, par le morcèlement des péninsules et le jeu des glaciations, qui a induit des isolements et des 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.

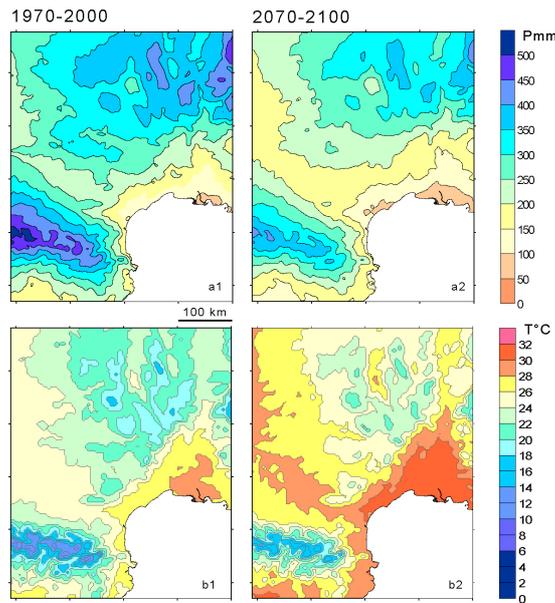


Figure 2 : Carte des précipitations et des températures maximales estivales actuelles (1970-2000) et futures (2070-2100) évaluées sur la Région Languedoc Roussillon

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 à priori modérés les risques hydriques, tant en terme de ressource, donc de pénurie, qu'en terme d'épisode de précipitation extrêmes, 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 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, organismes pathogènes, espèces exotiques envahissantes). Les interactions potentielles de ces deux grands types de changements posent des questions sociétales aiguës de qualité de l'environnement et de développement durable. Par exemple, les rétroactions entre migrations humaines, abandon des terres ou intensification agricole et changements climatiques façonneront de façon majeure l'évolution des sociétés du bassin méditerranéen dans les décennies à venir dans les domaines les plus divers (nature des emplois, agriculture, ressources en eau, risques d'incendie ou d'inondation,...).

Mettre l'accent sur la compréhension des processus et des mécanismes qui sous-tendent ces changements est crucial pour pouvoir dépasser la simple spéculation sur les conséquences potentielles des aléas (naturels et anthropiques) et des changements planétaires. Les mécanismes concernent en effet des échelles et des niveaux d'organisation multiples de rétroactions complexes entre changements climatiques et changements anthropiques. Pour permettre leur analyse, des observations et des mesures sur le long terme sont indispensables et elles doivent être suffisamment spatialisées et couvrir une grande variété de phénomènes et être structurées en bases de données couplées à la modélisation et à des socles de connaissances relevant de la recherche fondamentale. Outre la production de séries temporelles de paramètres caractérisant les systèmes, les protocoles mis en place visent donc à permettre un questionnement scientifique sur les mécanismes en jeu, d'où des liens directs avec la modélisation et l'expérimentation (Yoccoz et al. 2001 Monitoring biological diversity in space and time. *Trends Ecol Evol*). L'importance de la variabilité spatiale et des questions d'estimation des paramètres des dynamiques des populations animales fait par exemple l'objet d'efforts particulier, qui impliquent notamment une équipe spécialisée en biostatistiques (CEFE).

Enfin la compréhension de l'environnement ne s'arrête pas aux lieux d'interactions entre les enveloppes externes de la Terre, le milieu vivant et la zone critique de la terre: 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. 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 grande partie l'adaptabilité finale des organismes et des écosystèmes aux changements. 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 et s'appuiera donc nécessairement sur les développements fondamentaux menés dans chaque discipline.

L'OSU OREME constitue depuis sa création la structure régionale la plus adaptée 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, d'observations et de mesures systématiques sur l'écosystème méditerranéen. Ce projet constitue la base de ses objectifs du prochain contrat. En particulier, il s'intégrera plus encore qu'actuellement efficacement au grand chantier méditerranéen « MISTRALS » (mis en œuvre par une synergie d'organismes institutionnels et d'université en France) en fédérant des unités de recherche dans la Région Languedoc Roussillon sur des actions scientifiques et les observations communes nécessaires à ces recherches.

Ce réseau 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'INEE du CNRS mais aussi l'IRD. Il gagnera en compétence et en capacité d'intervention technique par l'association des astronomes du LUPM. Pour son université de tutelle, l'UM2, l'OSU constitue un outil privilégié de développement de sa visibilité méditerranéenne, et notamment marine, mais il constituera aussi, comme c'est déjà le cas, un lien privilégié avec les échelles nationale et internationale, en particulier à travers le développement d'actions spécifiques de coopération avec des partenaires institutionnels du Sud, actions qui contribueront à soutenir sur le long terme le partenariat de l'IRD au Sud.

1. Une synergie locale en recherche

Six laboratoires de la communauté scientifique des sciences de l'univers et de l'environnement constitueront le cœur de l'observatoire dans le prochain contrat avec une fusion et une nouvelle unité (le LUPM). Par ailleurs le laboratoire ECOSYM change de géométrie suite à sa fusion avec l'unité EME (IRD/IFREMER), l'ensemble formant une grande unité consacrée à l'environnement marin et côtier.

- Géosciences Montpellier UMR 5243
- Hydrosociences Montpellier UMR 5569
- CEFE : Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive UMR 5175
- ECOSYM : Ecologie des systèmes marins côtiers (ou nouvelle unité) UMR 5119
- ISE-M : Institut des Sciences de l'Evolution (incluant le Centre de Bio-Archéologie et d'Ecologie (en cours de rapprochement avec ISEM) UMR 5554
- LUPM : Laboratoire Univers et particules de Montpellier UMR 5299

Les thématiques scientifiques ou compétences analytiques et observationnelles sur lesquelles les sept unités de recherche adhérant à l'OSU sont reconnues permettront d'aborder des thématiques et interfaces proches de celles déjà entamées, mais avec une focalisation particulière sur la zone critique.

Six laboratoires de la communauté scientifique des sciences de l'univers et de l'environnement constitueront le cœur de l'observatoire dans le prochain contrat avec une fusion et une nouvelle unité (le LUPM). Par ailleurs le laboratoire ECOSYM change de géométrie suite à sa fusion avec l'unité EME (IRD/IFREMER), l'ensemble formant une grande unité consacrée à l'environnement marin et côtier.

- Géosciences Montpellier UMR 5243
- Hydrosociences Montpellier UMR 5569
- CEFE : Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive UMR 5175
- ECOSYM : Ecologie des systèmes marins côtiers (ou nouvelle unité) UMR 5119
- ISE-M : Institut des Sciences de l'Evolution (incluant le Centre de Bio-Archéologie et d'Ecologie (en cours de rapprochement avec ISEM) UMR 5554
- LUPM : Laboratoire Univers et particules de Montpellier UMR 5299

Les thématiques scientifiques ou compétences analytiques et observationnelles sur lesquelles les sept unités de recherche adhérant à l'OSU sont reconnues permettront d'aborder des thématiques et interfaces proches de celles déjà entamées, mais avec une focalisation particulière sur la zone critique.

2. Des questions scientifiques transverses et à fort impact sociétal pour les unités INSU et INEE

a) Risques

Les UMR GM et HSM, et l'OSU OREME sont en pointe sur l'étude des aléas, leur suivi et la modélisation des mécanismes qui les contrôlent.

A GM, l'équipe « Risques » réunit un ensemble d'experts reconnus dans l'étude des séismes, des glissements de terrain, des ressources en eau, des pluies catastrophiques et des tempêtes. Les travaux visent à la quantification et à la modélisation des mécanismes à l'origine des aléas en favorisant les interactions « verticales » (observation, caractérisation, modélisation) et « transversales » (inter-aléas), notamment du point de vue des approches et des méthodes d'analyse (par exemple, l'analyse statistique des séries temporelles de séismes, d'inondations, de tempêtes et de tsunamis). La diversité et la complémentarité des approches est un atout ; ainsi, la géophysique intègre le GPS (dont le service national RENAG est géré à Montpellier), la gravimétrie (disposant d'un gravimètre absolu et prochainement d'un gravimètre supraconducteur en service national) et l'inclinométrie se complètent dans les échelles spatiales. Ces approches intégrées sont particulièrement pertinentes sur l'arc méditerranéen, notamment en Europe occidentale, où les mouvements des failles sont lents mais où le risque sismique n'est pas pour autant absent.

HSM aborde le risque hydrologique sous quatre angles privilégiés : (1) l'aléa (analyse fréquentielle et caractérisation), (2) 'étude des crues éclair et de leur genèse, (3) la propagation de ces crues (y compris en zone urbaine) et (4) les problématiques de pollution associées à ces crues. Les interactions surface-souterrain sont un point clé de ce domaine d'étude, en particulier dans les milieux karstiques à propagation rapide.

Le besoin, exprimé par les sociétés, de prendre en compte les effets des changements globaux dans un souci de prévision et d'alerte améliorées sous-tend ces travaux et donne, en particulier, toute sa place au Laboratoire dans le cadre de la thématique « changement climatique vs événements extrêmes ». A fortiori dans le contexte méditerranéen ou tropical où les conséquences se révèlent parfois particulièrement dramatiques sur le plan humain et trop coûteuses sur le plan financier. L'innovation technologique et la collaboration avec les services opérationnels sont donc essentielles dans ce domaine.

Les partenariats sont nombreux, tant avec les services de l'état (SCHAPI, SRPC) qu'avec les bureaux d'études ou les acteurs industriels. L'unité et le Master associé sont maintenant reconnus comme un centre de formation et de recherche à forte expertise dans le domaine des aléas naturels.

b) Ressources

(1) Ressource hydrique : quantité, qualité, usages.

Dans le double contexte du changement climatique et des activités humaines, les tensions s'exacerbent sur l'exploitation de ressources en eau devenues plus incertaines et plus fragiles. L'accès à l'eau devient de plus en plus difficile pour les populations les plus pauvres alors que la demande (AEP, agriculture, industrie, tourisme) ne cesse d'augmenter. En outre, il est attendu que la dégradation de la qualité des eaux, déjà très sensible, s'accroîtra encore dans de nombreuses régions. De ce fait, les situations critiques de cette ressource auxquelles il convient de faire face nécessitent généralement des approches complexes et intégrées. Il faut alors considérer le cycle de l'eau dans sa totalité, à la rencontre de multiples processus biophysiques et socio-économiques. Ceci implique de prendre en compte non seulement les dimensions économiques et environnementales, mais aussi de considérer les mécanismes de gouvernance (par exemple gestion de l'offre vs gestion de la demande, allocation de la ressource entre usages et usagers, règles de gestion et de réponse aux crises, bassins transfrontaliers à enjeux politiques, etc.).

HSM développe ses recherches autour de plusieurs types de modélisation hydrologique aux échelles de temps et d'espace qui permettent de considérer ces différents aspects. Le Laboratoire a su développer les liens nécessaires aux niveaux national et international pour travailler avec les meilleures équipes à résoudre ces questions complexes mais dont les enjeux sont cruciaux pour le futur des populations au nord comme au sud. La question spécifique des ressources en eau souterraines mobilisables et exploitées et de leur qualité, primordiale dans les zones méditerranéennes et, plus largement, arides et semi-arides, est une spécificité du Laboratoire, notamment à travers sa composante karstique, mais aussi sa composante tropicale.

A GM, cette question est abordée sous l'angle de la caractérisation des volumes et des transferts d'eau souterraine, prenant en compte le contexte géologique, structural et lithologique. Ces travaux intègrent à la

fois des observations géophysiques et des mesures en forage pour lesquelles les équipes de GM ont un savoir-faire reconnu. Le transfert d'eau depuis l'atmosphère vers les aquifères est également étudié, au moyen de techniques géodésiques (GPS, inclinométrie, gravimétrie) sensibles à la fois aux transferts de masse et à la déformation de surface. L'aléa hydrologique est abordé à travers l'étude de la vapeur d'eau dans l'atmosphère. Les techniques actuelles de sondage de la vapeur d'eau sont multiples, mais ont de nombreuses limitations. C'est pourquoi des projets sont en cours pour intégrer des observations de la vapeur d'eau par GPS, qui utilise la mesure du retard de l'onde électromagnétique lors de la traversée de la troposphère.

(2) Energie

A GM et HSM sont conduits plusieurs projets de recherche transversaux concernant la problématique de l'énergie: stockage souterrain du CO₂, géothermie, exploitation des gaz de schiste, géoproduction d'hydrogène et la caractérisation des réservoirs d'hydrocarbures. Les travaux concernant le stockage du CO₂ adressent les différents problèmes liés à l'injectivité et au monitoring du stockage, ainsi qu'à la détection et la remédiation des fuites (projets ANR Coliner et CO₂Fix, et européens CO₂FielLab, Mustang, Panacea et Trust). Le laboratoire expérimental ICARE, dédié à ces travaux, est également exploité pour les études sur la géoproduction d'hydrogène par hydrolyse basse et haute température (Programme Intégré Energie du CNRS HYGEO). Les études sur la géothermie concernent principalement les aspects thermo-hydro-géochimique des exploitations hautes enthalpie (projet Eurogia-HiTi). Les recherches sur les gaz de schistes sont centrées sur la compréhension des mécanismes de stockage et de déstockage, par une approche intégrant la modélisation moléculaire et l'expérimentation au laboratoire.

(3) Ressources Minérales

GM intervient auprès de grands groupes miniers français (AREVA, ERAMET, ...) en raison de son savoir-faire en géologie de terrain, tectonique /microtectonique, analyse sédimentologique et géochimie. L'unité et le Master associé sont maintenant reconnus comme un centre de formation et de recherche à forte expertise dans le domaine des ressources minérales. Les travaux en cours ou projetés concernent notamment l'uranium (AREVA), les métaux précieux (Sn, Au, Maroc) et des éléments stratégiques tels que le manganèse (ERAMET), ou les terres rares, ainsi que la valorisation des phosphates (Groupe OCP, Maroc).

(4) Biodiversité

Dans le cadre de travaux menés sur l'écologie et l'évolution de la biodiversité à différents niveaux d'organisation biologique, du gène à l'écosystème, les unités de l'OSU associées à l'INEE (CEFE, ISEM, ECOSYM, et CBAE) s'intéressent tout particulièrement aux réponses des populations, communautés et écosystèmes, aux changements environnementaux, notamment dues aux perturbations d'origine anthropique. Les facteurs biotiques et abiotiques sont considérés, ainsi que leurs interactions, à différentes échelles de temps et d'espace. Les approches utilisées combinent l'observation à long terme, l'expérimentation en conditions contrôlées et in natura, mais aussi la théorie et les analyses du génome. Les thématiques abordées touchent à des questions aux implications sociétales fortes, comme la quantification des effets des changements climatiques, de l'exploitation des ressources marine, de l'impact des espèces invasives et des changements d'usage des terres sur la biodiversité et sur le fonctionnement des écosystèmes. Le rôle de l'homme est considéré explicitement, au temps présent, dans le contexte de la biologie de la conservation (CEFE), mais aussi dans un contexte historique, par des approches de bio-archéologie (CBAE). Le laboratoire ECOSYM aborde plus spécifiquement l'effet des changements environnementaux sur la dynamique de la biodiversité dans le contexte des écosystèmes marins côtiers. Le CEFE aborde ces questions en considérant aussi le milieu terrestre, notamment en zone méditerranéenne et tropicale. L'ISEM développe tout particulièrement des questions sur l'origine, la dynamique et l'évolution de la biodiversité actuelle et passée.

Dans ces unités, les interfaces entre approche fondamentale et questions d'intérêt sociétal sont fortes. On peut noter en particulier que si les questions fondamentales de la biologie évolutive (mécanismes d'adaptation, de spéciation, etc.) gardent tout leur sens pour la compréhension des mécanismes à l'origine de la biodiversité, de sa structuration et de son fonctionnement, les recherches menées par les équipes intègrent (i) l'accélération des moyens de production de données et de la capacité à appréhender les

différentes dimensions structurelles et fonctionnelles du vivant (du gène à l'écosystème) qui doit conduire vers une échelle globale d'appréhension des mécanismes de l'évolution à l'origine de la biodiversité ainsi qu'à sa dynamique, et (ii) le questionnement scientifique et social portant sur les capacités de réponses de la biodiversité (organismes et/ou communautés) vis-à-vis des changements planétaires, qui induit un déplacement du champ des recherches évolutives et écologiques vers des aspects plus appliqués et/ou prédictifs.

c) Littoral

Les objectifs de la thématique "dynamique littorale" sont la compréhension des transferts de masse d'eau et des transports sédimentaires et bio-géochimiques associés, notamment les mécanismes de remobilisation/ transport/ dépôt du matériel sédimentaire littoral et donc la stabilité du trait de côte. La réponse du système littoral est étudié pour différents types de forçages météo-marins, avec un intérêt particulier pour les phénomènes extrêmes (crues, tempêtes, typhons,...) et leur impact à différentes échelles de temps, de l'évènementiel à la période historique. Les chantiers où sont étudiés ces mécanismes sont également appréhendés du point de vue de la reconstitution de l'histoire des littoraux, de leur formation à leur préservation finale dans l'archive sédimentaire.

Dans un tel contexte, les études menées reposent tout d'abord sur des mesures répétées de type météorologique, hydrodynamique (houle, courant), physique (salinité, température turbidité...), bio-géochimique (pH, O₂, fluorescence,...), sédimentologique (granulométrie, typologie des sédiments,...) et morphologique (bathymétrie, LIDAR, géoradar, sismique, sondage électrique, tranchée, suivi morphodynamique de la plage par GPS,...). D'autres quantifications indirectes de certains processus long-terme (déplacement du trait de côte, montée du niveau marin) sont réalisées grâce à l'étude d'archives historiques (textes et cartes), l'analyse croisée de données archéologiques, de carottages et d'imagerie géophysique, aussi bien dans l'avant-côte que dans la lagune. D'autre part, la mesure est complétée par des approches de modélisation numérique et d'expérimentations.

Ces travaux sont menés en étroite collaboration avec de nombreux laboratoires de recherche impliqués sur le littoral, notamment – mais pas exclusivement – dans le cadre du groupe de recherche GLADYS (www.gladys-littoral.org) et/ou du chantier Mistrals (MerMex, PaleoMex) sur la façade Méditerranée. Ces dernières années, l'accent a été mis sur des collaborations avec l'Institut de Mathématiques et de Modélisation de Montpellier, le Laboratoire d'Aérodynamique à Toulouse, le laboratoire de Physique Charles Coulomb, le CEFREM (Perpignan), le CEREGE (Aix), le MIO (Marseille/Toulon), le LEGI (Grenoble) et le Centre Archéologique de Lattes.

Des partenariats forts avec la société civile ont également été établis sur la base commune du Système d'Observation Littoral – trait de côte (www.soltc.org; une plateforme GEPETO, SOERE national) et de l'Observatoire Marin de Sète (partie prenante du SNO SOMLIT à partir de 2014). De nombreux contrats lourds avec l'industrie et l'ingénierie côtière (BRLi, EID-Med, IBM Montpellier, CréOcéan, DREAL LR, CG34,...) sont régulièrement portés par les chercheurs impliqués sur la thématique.

Au delà de leur objectif strictement académique, les travaux sur la dynamique littorale permettent d'aborder des questionnements en lien avec le "risque littoral": dimensionnement d'ouvrages de protection du littoral (géotubes, épis), calcul formel de la submersion marine, impacts sur les écosystèmes côtiers, dispersion de polluants sous l'action de régimes de vent/vague/rivière, analyse du recul du trait de côte, quantification de l'enfouissement de produits issus de marée noire par des effets de morphodynamique littorale,...

HSM développe des approches littorales dans le contexte des lagunes côtières, en interaction avec d'autres Unités de l'UM2 comme ECOSYM. La problématique abordée est celle du bassin versant amont et des problèmes de pollution liés aux activités humaines, agricoles ou minières en particulier. En Languedoc Roussillon, les lagunes sont des sites de production économiques essentiels tant à travers la production conchylicole, par exemple, que par l'attrait touristique qu'elle génèrent. Ces thématiques de recherche ont donc un lien essentiel avec la vie économique régionale.

3. Une synergie autour de l'observation à long terme

Outre leur appartenance à l'UM2, les unités auxquelles est adossé l'OSU OREME 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. De nouveaux moyens couplant l'observation et

l'expérimentation vont s'ajouter aux capacités de l'observatoire et notamment la station marine de Sète (la SMEL), et la plateforme MEDIMEER dont la gestion scientifique va être rapprochée de celle de l'OSU, soutenus conjointement par l'UM2, l'INSU et l'INEE du CNRS.

Les systèmes d'observation abordent l'étude du milieu naturel en s'appuyant sur la recherche fondamentale, des observations systématiques et des expériences in-situ qui convergent 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
- la focalisation sur les surfaces continentales et notamment la zone critique et le littoral qui constituent des chantiers clefs pour tous les opérateurs et universités tutelles de l'observatoire.

4. Une approche fondamentalement pluridisciplinaire

La problématique de l'impact des changements environnementaux planétaires, la variabilité climatique, hydrologique et des réponses et influences des surfaces continentales et marines du bassin Méditerranéen et continent africain y prend naturellement une place importante dans une région méditerranéenne dont les aléas météo-climatiques (mousson, crues et tempêtes) contrôlent une grande partie de la variabilité des systèmes. Les objectifs scientifiques de l'OSU-OREME peuvent se résumer en quelques questions clés qui peuvent se résumer à i) déterminer quels sont les flux géochimiques et les transferts d'eau, de sédiments et d'éléments clés entre les systèmes concernés ? ii) mieux comprendre quel est le rôle des événements météorologiques et du climat dans le contrôle de ces échanges ? iii) estimer l'impact des apports terrestres sur l'écosystème marin côtier ? iv) prendre en compte la pression socio-économique sur les écosystèmes, notamment par l'exploitation des ressources en eau, l'usage des terres...? v) : évaluer l'état et la vulnérabilité des écosystèmes par rapport aux usages ou à l'évolution du climat à préalable à la gestion et aux mesures d'adaptation. vi) Mieux évaluer quelle est l'influence des politiques et de la législation sur la qualité de l'eau et des écosystèmes qui en dépendent?

Pour atteindre ces objectifs, l'OSU OREME devra entretenir 1) son originalité scientifique à savoir l'étude intégrée des processus bio-géo-physico-chimiques qui font appel aux communautés scientifiques de l'INSU et de l'InEE notamment en renforçant les liens entre SO et TO; 2) renforcer les collaborations inter-UMR entre les sciences de la terre, l'hydrologie, l'écologie et la biodiversité ; 3) renforcer et développer les liens avec les études d'impact économiques (LAMETA) et les études des systèmes sous l'angle des interactions homme – milieu – climat (interaction OSU-OHM) ; et 4) l'accent sur l'échelle régionale mais aussi sur des échelles spatiales plus larges impliquant ainsi les Chantiers au Nord et Sud de la Méditerranée.

L'OSU OREME a pris l'habitude d'appliquer la pluridisciplinarité. Il paraît évident que l'OSU OREME est assez mur pour orienter et atteindre ses objectifs par des pratiques interdisciplinaires. En effet, le choix de chantiers formant un continuum Terre-Mer illustre cette pratique de l'interdisciplinarité qui passe par un objet d'étude commun ou une région géographique commune. Ces sites permettront de développer et renforcer des chantiers inter voire transdisciplinaires en s'appuyant sur les SO et TO existants et en développant des liens avec les études d'impact économiques (LAMETA). L'OSU-OREME profitera des sites pilotes de Puéchabon (site instrumenté InEE-SIC: études des flux de C, eau, énergie entre végétation, sous sol et atmosphère; site expérimental ..) mais d'autres également (Causse, Lez...) et de la zone littorale.

L'interdisciplinarité s'apprend et s'entretient notamment en mobilisant conjointement les Sciences de la Terre, de l'Univers et de la Nature de l'OSU OREME et les sciences de la société (ex. développements d'outils météorologiques, technologiques interdisciplinaires) ; en proposant des écoles thématiques : discussions, débats (exemple notions de services écosystémiques) et en répondant à des appels d'offre (ANR-CEPS, MISTRAL...).

5. Le projet opérationnel de l'observatoire

Le projet de l'OREME vise à :

- Garantir et renforcer la pluridisciplinarité dans la recherche et dans l'offre de compétence faite aux acteurs du site de Montpellier
- Soutenir les programmes et services d'observation de long terme bénéficiant à la recherche, en lien fort avec les réseaux nationaux de services labélisés de l'INSU, les SOERE de l'agence ALLENI les IR et TGIR de l'Etat, ou les réseaux de suivi de la faune et de la flore.
- Offrir plus de services mutualisés, mise en commun pour plus d'efficacité et plus de services
- Accompagner ses laboratoires, son universités, ses organismes de tutelle dans leur missions propres : recherche, formation, valorisation, renforcement des synergies avec les équipes de recherche du Sud.

Pour atteindre ces objectifs le projet se décline en 8 actions essentielles :

- Poursuivre le développement et assurer la pérennisation des Système d'Observation.
- Poursuivre le développement des Bases de Données, assurer leur pérennisation et leur partage dans un soucis d'interopérabilité ;
- Développer et soutenir la transdisciplinarité par des chantiers scientifiques et méthodologiques pluridisciplinaires ;
- Accompagner et soutenir autour de leurs propres motivations le développement au Sud d'observatoires sur l'environnement et d'activités de recherche et de formation supérieure faites par- ou en collaboration avec- les partenaires institutionnels du Sud notamment en Méditerranée ;
- Mutualiser les moyens techniques et les compétences ;
- Participer à la formation pour les métiers de l'Environnement ;
- Développer les activités de Recherche et Développement, la Valorisation économique ;
- Accroître l'Expertise, l'Information du Public et des Politiques.
-

III-B. Assurer le développement, et la pérennisation des Système d'observation.

OREME poursuivra la mise en œuvre et la structuration de ses **systèmes d'observation** couplés et complémentaires focalisés sur le suivi des aléas et des changements des systèmes géologiques, hydrologiques et biologique méditerranéens en réponse à ces aléas. L'Observatoire mettra un effort particulier à :

- Assurer le soutien aux SNO labélisés
- Travailler à leur structuration nationale et internationale dans le cadre des réseaux existants
- Assurer le développement de réseaux nationaux d'observation en biodiversité et écologie, et
- Aider à la structuration des communautés locales en écologie biodiversité via les SO locaux et notamment le suivi des populations d'organismes modèles.

1. Services reconnus nationalement

- SNO RENAG
 - TO GPST2
- SNO RESIF
 - TO SNO RESIF RLBP
- SNO H+
 - TO SNO H+: GEK Service de Gravimétrie
 - TO SNO H+: GEK Service d'Inclinométrie
 - TO SNO H+: GEK Service de Gravimétrie Flux souterrains
 - TO SNO Hydrodynamique systématique en forage
 - TO SNO Géophysique systématique en forage
- SNO KARST
 - TO SNO Karst: Multi-Echelle de la Dynamique des Crues et de l'hydrodynamique Souterraine des systèmes fracturés et karstiques: MEDYCYS
 - TO Suivi isotopique des pluies
 - TO Gaz dissous
- SNO AMMA-CATCH

- TO Niger/Bénin
- SNO ICOS: Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puéchabon
 - TO SNO Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puéchabon
 - TO Réponses des écosystèmes forestiers aux manipulations de précipitations et aux modes de gestion
- SNO N°5 Astronomie Astrophysique : Centre de traitement de données et d'archivage, Observatoire virtuel,
 - TO Pollux
- SNO N°4 Astronomie Astrophysique : Grands relevés et sondages profonds
 - TO : Gaia
- SOERE LTC: Trait de côte: dynamique physique et sédimentaire
 - MAG-OBS
 - ESPI-OBS
 - SOLLAR
- En cours d'insertion dans le SNO SOMLIT : Observatoires biologique et dynamique lagune et avant-côte
 - Suivi-Thau
 - Observatoire des courants marins en domaine côtier

2. Système d'Observation en Ecologie et Biodiversité

- Phénologie de la flore et la faune terrestre
 - Observatoire des saisons
 - Enregistrements aéropalynologiques et suivi de la relation phénologie-climat
- Dynamique des communautés
 - Observatoire des communautés animales :
 - Observatoire communautés d'oiseaux
 - Observatoire des reptiles et des amphibiens en région méditerranéenne française
 - Observatoire de la faune entomologique coprophage
 - Nouveau : Dynamique et écologie des points d'eau temporaires et utilisation par les communautés animales en milieux semi-arides.
 - Observatoire des communautés végétales :
 - Dynamique de la végétation: traits et écophysiologie
 - Recrutement forestier et pastoralisme
 - Communautés fongiques
 - Observatoire des orchidées méditerranéennes
 - Dynamique des végétaux en milieu urbain
- Dynamique des populations d'organismes modèles: Ecologie des populations
 - Traits d'histoire de vie des oiseaux et réponses des populations aux changements globaux: cas des mésanges (EcPMES)
 - Stratégie d'approvisionnement alimentaire et gestion des populations de Vautours fauves (EcPVAUT)
 - Stratégie d'approvisionnement alimentaire et dynamique de la distribution en mer: modèle Puffin cendré (EcPUFFIN)
 - Dispersion et fonctionnement des populations subdivisées : modèle Mouette Rieuse (EcPRIEUSE)
 - Dispersion et fonctionnement des populations subdivisées : modèle Mouette tridactyle et parasites (EcPTRIDAC)
 - Circulation d'agents infectieux dans les populations d'oiseaux sauvages: suivi de colonies de Goélands leucopée *Larus michahellis* en Méditerranée (EcPGOELPATH)
- Dynamique des populations d'organismes modèles: Evolution des populations
 - Evolution 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
- Dynamique in situ des populations et de la diversité du Chou Corse (*Brassica insularis* Moris)
- Biodiversité, structuration et perturbation des populations de truites communes (*Salmo trutta*) françaises du sud
- Observatoire de la vigne sauvage
- Nouveau SO : Observatoire des communautés microbiennes, terrestres et aquatiques

3. Systèmes d'Observation développés en propre par l'Observatoire

- 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 phytoremédiation

La prospective des Services d'observation de OREME détaillée par service ainsi que leur production scientifique est donnée en annexe 1.

III-C. Poursuivre le développement des Bases de données, leur pérennisation et leur partage dans des formats d'interopérabilité

La réunion de concertation pour la prospective de l'OSU organisée le 15/04/2013 a abouti à la conclusion que les objectifs visés initialement - pérennisation, diffusion, recoupement des données d'observation - doivent être prioritairement reconduits pour le prochain exercice. Ces objectifs restent le cœur de la mission de l'observatoire et ne peuvent en aucun cas être remis en cause. Compte tenu des moyens limités et de l'entrée de nouveaux SO/TO en 2013 (doublement du nombre de TO), la quantité de travail pour atteindre ces objectifs demeure considérable. Il n'est donc pas envisagé pour le prochain exercice de revoir fondamentalement la mission du service informatique de l'Observatoire mais en augmenter les moyens devient essentiel.

1. Pérennisation des données

Le SAN déployé depuis 2011 permet à l'OSU au CEFE et à GM de disposer d'un espace de stockage sauvegardé sur bande. Le réseau fibre optique qui relie les baies de stockage et les outils de sauvegarde est également accessible depuis HSM. Compte tenu de la proximité par rapport à GM de l'ISEM et d'ECOSYM, ces derniers pourraient être reliés au SAN sans trop d'effort. Le CBAE situé en ville est en revanche trop éloigné pour disposer de cet espace à un coût raisonnable. L'OSU se fixe comme objectif pour ce prochain quinquennal d'étendre l'accès au SAN à l'ensemble des laboratoires du campus.

L'OSU étudiera également des solutions complémentaires à l'archivage, notamment à travers la réplique dynamique de données entre sites distants, qui permettrait d'assurer, à moindre coût, un degré moindre (mais compatible) en terme de pérennité (la solution d'archivage sur bande étant relativement onéreuse).

2. Constitution de bases de données

Le service informatique de l'OSU participe à la constitution de bases de données et d'outils associés. Le choix des bases prises en charge est actuellement effectué au sein du service informatique. Ce choix repose sur la combinaison d'un ensemble de critères tels que la mutualisation des efforts (réutilisabilité des développements), les retombées pour l'observatoire notamment en terme de visibilité (vitrine) et financière (partenariats), le soutien propre (en développement) dont disposent les SO/TO, la motivation du SO/TO quant à la diffusion de ses données, l'intérêt technique (développement d'outils ou compétence inexistantes). Le prochain quadriennal pourrait être l'occasion de formaliser cette sélection de la manière suivante :

- appel à projet au moins une fois par an en rappelant les critères de sélection

- proposition de classement par le service informatique
- classement définitif par le bureau

L'OSU repose sur les moyens techniques (salle machine hébergeant notamment le robot de sauvegarde) et humains (expertise et intervention) de GM pour mener à bien cette mission. Notons au passage que GM assure l'hébergement informatique du personnel OSU (permanents, contractuels et stagiaires). GM ne voit pas d'inconvénient à poursuivre ce soutien. L'OSU ne se fixe donc pas pour objectif de disposer de sa propre salle machine, infrastructure réseau ni de son propre personnel d'administration système et réseau.

Au Sud, l'OSU contribuera et soutiendra la mise en place et la gestion des bases de données associées aux observatoires et aux activités de recherche qui y sont reliées, en concevant techniquement dans toute la mesure du possible leur hébergement au Sud et en veillant à ce que leur accès soit publique. L'OSU soutiendra le développement et l'exploitation des moyens appropriés mais aussi l'élaboration des outils théoriques nécessaires à travers sa contribution à des structures de collaborations inter-institutionnelles (Laboratoires Internationaux Associés tel que celui en cours de développement au Liban) et à des programmes de recherches pluridisciplinaires plus spécifiques à plus court terme, comme des projets nationaux (ANR) ou européens (PPRC).

3. Mise en place d'une Infrastructure de Données Spatiale

Les dimensions spatiales et temporelles sont les deux dimensions communes à l'ensemble des observations. Même si la précision peut varier d'une observation à une autre, le lieu géographique et la date d'observation sont en effet des données pratiquement toujours essentielles d'une observation. Ces deux dimensions constituent donc les deux dimensions privilégiées d'interrogation et de croisement des données de l'observatoire. Pour cette raison l'OSU mettra en place une Infrastructure de Données Spatiales basée sur les normes et standards (principalement les normes ISO 191xx et les standards de l'Open Geospatial Consortium). Cela comprendra a minima :

- un serveur de méta-données conforme au standard CSW de l'OGC et des métadonnées conformes à la directive INSPIRE (ISO 19115)
- un serveur de données conforme aux standards WMS et WFS
- un site web de consultation permettant de consulter les données avec différents niveaux de droits (données publiques, interne à l'OSU, accessible à des partenaires, ...)

Dans cette optique l'OSU se fixe comme objectif le catalogage de l'ensemble des données produites par l'Observatoire et de constituer les méta-données au format ISO 19115 (par respect de la directive européenne INSPIRE). Cet objectif nécessitera la collaboration de l'ensemble des responsables de TO pour recenser l'ensemble de leurs données. L'OSU s'efforcera de faciliter cette tâche à travers des recommandation et outils de saisie de métadonnées et, dans la mesure du possible, mettra des moyens humains dédiés à la réalisation de cette tâche. Cet objectif ne sera cependant atteignable qu'avec la participation active des producteurs de données.

Les serveurs de données ainsi que le ou les sites web de diffusion devront prendre en compte les contraintes de propriété intellectuelle sur les données produites propres à chaque SO/TO. L'OSU s'efforcera de mettre en place un système de contrôle d'accès en s'appuyant dans la mesure du possible sur les infrastructures existantes (login / mot de passe institutionnels, serveurs LDAP, ...). Elle étudiera également la mise en œuvre de mécanismes de traçabilité quant à l'utilisation des données.

4. Respect des normes

Au-delà de la mise en place d'une infrastructure de données spatiales, l'OSU s'appliquera autant que possible à s'appuyer sur les normes et standards existants afin de

1. améliorer la visibilité des données par l'appartenance à des systèmes de catalogage par moissonnage ;
2. garantir un maximum d'interopérabilité avec les services et applications tierces (modélisation, visualisation, diffusion, etc) ;
3. augmenter la capacité à appartenir à plusieurs (réseaux de) bases de données et donc minimiser l'effort de constitution de bases dans le cadre de production de données co-financées par plusieurs organismes ou tutelles.

L'OSU s'intéressera en particulier aux standards en écologie et biodiversité tels que EML (Ecological Metadata Language) ainsi que l'appartenance à des réseaux tels que le GBIF ou LTER.

L'OSU étudiera également le développement d'outils d'export des données dans des formats d'échange standards (netCDF, HDF, WaterML, ...) et d'autres standards comme SensorML, WaterML ou SOS (Sensor Observation Service).

5. Site Web d'information et intranet

L'OSU se fixe comme objectif de disposer d'un site Web à la hauteur de ses ambitions. Cela passe par une refonte du site web actuel, d'un point de vue structurel et esthétique. Le site actuel est en effet jugé terne et figé. Il conviendra de le faire vivre et de l'utiliser pleinement comme un vecteur de communication des informations sur les actions réalisées, en cours ou à venir, ainsi que sur les outils et documents disponibles. Des informations d'actualité scientifique et concernant la vie de l'OSU y seront diffusés. La refonte du site web de l'OSU sera l'occasion de mettre en place un intranet, afin de faciliter l'échange interne d'informations à caractère privé entre composantes de l'OSU. Une partie du site sera dévolue à l'échange de documents ne pouvant pas être rendus publics mais pouvant être partagés au sein de l'OSU.

L'OSU mettra en place deux sites Web : un orienté communication, en remplacement de l'actuel, et un autre dédié à la diffusion de données. Ces sites web seront partagés et l'OSU s'appliquera à offrir des squelettes de présentation répondant aux besoins les plus courants. Les SO/TO qui souhaitent avoir leur propre site web avec une organisation, une présentation et des outils bien particuliers doivent le faire avec leurs propres moyens. Le souhait a donc été exprimé que l'OSU dispose de développeurs/designers de site Web. Pour les mêmes raisons que pour l'administration de serveurs, ce souhait ne semble pas réaliste au vu des moyens à venir. Mais de la même manière, ce souhait serait réexaminé si les perspectives d'embauche venaient à changer radicalement.

6. Système de surveillance

Des outils élémentaires de surveillance ont été mis en place (typiquement envoi d'e-mail lors de l'absence de données, dépassement de seuils, données anormales) afin de détecter au plus tôt des anomalies ou dysfonctionnements dans la chaîne de production et stockage des données d'observation. Ces outils s'avérant extrêmement utiles pour les producteurs de données en flux continu, l'OSU se fixe comme objectif de développer un système plus robuste offrant plus de possibilité et reposant sur des standards. Une interface devra notamment être offerte afin que les producteurs de données puissent rapidement juger l'état de leur système.

7. Service de diffusion en continu

L'OSU se fixe comme objectif de mettre en œuvre un serveur de diffusion se rapprochant d'un mode 24/7, (sans toutefois aller jusqu'à l'astreinte de personnels). L'OSU étudiera la possibilité de mettre en place une architecture permettant d'assurer un service dégradé en cas de panne ou indisponibilité des ressources informatiques (réseau et serveurs) principales (maintenance, pannes matérielles, pannes de courant, ...). Il s'efforcera de mettre en place une telle solution à un coût raisonnable et dans la limite des moyens financiers dont elle disposera.

8. Organisation de séminaires

Le service informatique de l'OSU, avec le soutien du personnel informatique des laboratoires, s'appliquera à une meilleure diffusion de son expertise concernant la gestion des données. Il mettra en place des séminaires qui seront l'occasion de présenter des normes, standards, outils, infrastructures, etc. relatifs à la gestion des données d'observation. Les propositions de sujets pourront venir aussi bien du personnel informatique que des membres des TO désireux d'approfondir leurs connaissances sur des sujets qui les intéressent. Des personnes extérieures pourront éventuellement y être invitées.

9. Administration de serveurs

Le souhait a été exprimé que l'OSU dispose de personnel de profil « administration système et réseau » afin d'administrer un parc de serveurs propres aux SO. L'OSU offre ou offrira des services partagés (bases de données, serveurs de méta-données, ftp, serveurs web) tournant sur des serveurs administrés en central. Il n'administre en revanche pas de serveurs propres au SO (il incombe au porteurs de SO/TO de financer l'acquisition et l'administration de ses serveurs propres). Ce souhait a été entendu mais n'est

malheureusement pas réaliste compte tenu des moyens actuels ou espérés dans le prochain exercice. Administrer un parc ou chaque SO pourrait avoir son propre serveur, avec ses services propres, installés et administrés dans le respect de ses propres échéances nécessiterait en effet un nombre d'ingénieurs qualifiés conséquent. Il est peu probable que nous disposions de personnel suffisant pour assurer un tel service d'ici la fin du prochain exercice, d'autant qu'il reste un travail considérable pour atteindre les objectifs premiers. Les demandes de postes du service informatique porteront prioritairement sur des profils « bases de données », et « SIG » plutôt que sur l'administration de serveurs. Néanmoins si les perspectives d'embauche venaient à changer radicalement, ce souhait pourrait être réexaminé.

III-D. Développer et soutenir les chantiers 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 les laboratoires ont vu l'intérêt de travailler ensemble pour conforter les observations nécessaires : c'est le cas en hydro-géo-logie sur le karst et autour du littoral. C'est le cas également du SO AMMA-CATCH centré sur les processus éco-hydrologiques (UMR LTHE, GET et HSM).

Parce que l'étude du changement global implique des approches nécessairement diversifiées, l'OSU doit organiser la structuration de ces chantiers 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 possibles font 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.

Afin d'augmenter le contact et l'échange entre les groupes, et favoriser ainsi la transdisciplinarité, les différents ateliers prospectifs ont donc suggéré la création de chantiers, géographiquement ciblés, et permettant à des groupes très divers d'y confronter leur étude des mécanismes essentiels d'évolution du milieu. Nous allons utiliser comme chantiers pilotes des sites déjà partiellement instrumentés, offrant à la fois une combinaison d'objets scientifiques majeurs, et des capacités analytiques que l'OSU pourra compléter. Ces chantiers sont également choisis pour leur intérêt national, de façon à rechercher des soutiens auprès des tutelles de l'observatoire (et au-delà). Il est particulièrement important que ces chantiers soient construits de façon à ouvrir au-delà de l'OSU et notamment vers les SHS, qui devraient trouver à développer leurs propres questions dans ces chantiers, par exemple sur les notions d'usages et d'accès aux ressources, de droits fonciers et autres, etc... à l'heure où les chercheurs sont fortement incités à s'investir dans le transfert des résultats qu'ils obtiennent vers les entreprises, les SHS sont particulièrement encouragés à y contribuer du fait qu'ils savent le mieux en décrypter les usages réels ou potentiels par des outils et des objets de recherche éminemment adaptés en géographie humaine, histoire, sociologie, politique, économie, anthropologie, philosophie, etc.

Beaucoup de mécanismes à l'œuvre dans l'adaptation actuelle du milieu ne peuvent être compris que si ils sont étudiés sur le temps long. Cela implique de prendre en compte une dimension « paléo » accessible via les archives sédimentaires ou biologiques (voire paléontologique). Cette dimension, difficile à développer dans les systèmes d'observation, trouve toute sa place dans ces chantiers et va également permettre d'impliquer plus fortement les équipes scientifiques des UMR les moins concernées par les observation systématiques ss..

Il n'est pas question de financer des projets, mais bien l'instrumentation et le fonctionnement global de ces chantiers devant servir aux différents groupes.

Trois chantiers seront développés :

- Le littoral, du Golfe d'Aigue Morte à Perpignan, et sur le littoral de Tunisie, notamment le complexe lagunaire Bizerte et le golfe de Gabès
- Le site instrumenté de Puéchabon, lieu privilégié d'étude des flux à travers la zone critique, notamment pour les ressources en eau et les gaz à effet de serre. Ce site est intégré à un réseau méditerranéen.
- Un chantier plus méthodologique autour de l'enregistrement passé des variations environnementales, par une approche « paléo »

1. Le chantier Littoral

Depuis 2012, l'OSU-OREME a renforcé ses actions sur le littoral et dans la zone côtière du Golfe de Lion. Depuis l'origine il est composé de deux SO (1- SO Observer le Littoral - Lagunes et avant côte et 2- SO Littoral – Trait de Côte) et deux nouvelles tâches d'observation ont été rajoutées en 2012, "TO communautés planctoniques" et "TO communautés coralligènes". La première n'est pas encore attachée à un SO, la seconde fait partie du "SO Littoral – Trait de Côte".

Le "SO Observer le Littoral - Lagunes et avant côte", est relativement pluridisciplinaire (hydrologie, biogéochimie, océanographie physique) et adopte clairement le concept de continuum aquatique. Les observations sont focalisées sur les flux d'eau, de sels, de contaminants et de sels nutritifs depuis le bassin versant de la Vène, un tributaire important de l'Etang de Thau, le milieu lagunaire de Thau et l'avant côte de Sète. Pour le prochain quinquennal, les observations dans le bassin versant sont à renforcer (souhait de soutenir clairement une nouvelle TO bassin versant). Le "SO Littoral – Trait de Côte" se développe progressivement vers des approches pluridisciplinaires, notamment depuis l'intégration de la TO communautés coralligènes en 2012. Ce SO se focalise sur le système littoral terrestre (lagune, lido sableux et plage) et le domaine marin jusqu'à 80 m de profondeur (limite de distribution des communautés coralligènes) de l'ensemble du Golfe de Lion, avec cependant un intérêt particulier pour le trait de côte et le domaine marin jusqu'à la profondeur de limite d'action des vagues et des courants littoraux (profondeur variable selon les conditions). Pour le prochain quinquennal, les observations littorales seront encore renforcées par la volonté de mettre en place une nouvelle TO (ESPIGOBS) dédiée au suivi hydrodynamique du site de l'Espiguette (littoral Gardois) et le développement d'une forte interopérabilité avec d'autres bases de données nationales.

Les nouvelles TO ont permis d'engager des observations sur les communautés d'organismes en milieu lagunaire (communautés planctoniques dans l'Etang de Thau) et dans la mer côtière (jusqu'à 80 m de profondeur dans le Golfe de Lion, communautés coralligènes) s'appuyant d'avantage sur les approches Ecologie/Biodiversité. Au sein du SO Littoral – Trait de Côte, la "TO communautés coralligènes" sera élargie à inclure les herbiers de *Posidonia oceanica* situés en zone littorale (nouvelle intitulée proposée : "TO Récifs coralligènes & herbiers de *Posidonia oceanica*" pilotée par Julie Deter, ISEM / Florian Holon Andromède Océanologie). Pour l'instant, un regroupement de la "TO communautés planctoniques" avec les SO existants sur le littoral ne paraît pas souhaitable à cause de son spécificité E/B, et plus particulièrement, parce que son rattachement à un futur "SO microorganismes" a été proposé.

Cependant, il est très important d'organiser un bon échange d'information entre l'ensemble des TO et SO marines, pour favoriser la bonne prise en compte de l'information géophysique/hydrologique pour les études écologiques et aussi pour la prise en compte des rétroactions des biocénoses sur la géochimie et géophysique (couplages biologie-physique ; exemples : l'impact des apports des bassins versant et les échanges lagune mer sur l'écologie des micro-organismes, et l'impact des herbier de posidonies sur le trait de côte). Ainsi, le chantier "Littoral" sera structurée autour des SO et TO marines de l'OSU-OREME. La TO "Ecologie spatiale des puffins cendrés de Méditerranée occidentale en réponse aux changements environnementaux" et la TO "Ecologie spatiale des puffins cendrés de Méditerranée occidentale en réponse aux changements environnementaux" de la SO "Suivi de populations d'organismes modèles" participeront à ces échanges dans le cadre du nouveau quinquennal. Pendant le nouveau quinquennal, au minimum une fois par an, un séminaire de travail sera organisé par ce chantier pour faciliter les échanges et pour inciter des collaborations multi ou même transdisciplinaires sur le littoral et la zone côtière.

Le chantier "Littoral" structuré autour des SO et TO marines de l'OSU-OREME propose de renforcer le travail transdisciplinaire à partir de la création d'un chantier de travail autour d'un continuum aquatique de type Méditerranéen, donc le cas des bassin versants, les lagunes et le plateau continental du Golfe de Lion apparaissent comme le site le plus approprié, bien que des sites similaires peuvent être envisagé pour le sud de la Méditerranée (par exemple Etang de Bizerte, Tunisie). Une possibilité est de réactiver la Zone Atelier ORME (les ZA sont les contributions françaises au LTER= Long Term Ecosystem Research soutenu par INEE en France) ou alternativement de commencer à construire plus localement à partir de HER Eau, projet de recherche soutenu par SIC-MED. Ce dernier projet s'appuyait sur des participants à OSU-OREME (HSM, Ecosym) en collaboration avec des équipes montpelliéraines du BRGM, INRA (LISAH) et de UM3 (géographie). Une réactivation de la Zone Atelier ORME implique notamment une collaboration renforcée avec des collègues de l'UMR CEFREM de Perpignan (qui ont été les porteurs de cette ZA pendant la

période 2001-2010). Ceci rajoute les thématiques des petites rivières des Pyrénées, les canyons et la partie profonde du Golfe de Lion. Egalement, une forte collaboration entre SHS et sciences naturelles est nécessaire pour une ZA et un LTER en général. Pour cet aspect, la communauté "Littoral" peut s'appuyer sur l'Observatoire Homme-Milieu (OHM)- Littoral Méditerranéen (actuellement des membres de l'OSU-OREME portent deux projets OHM LitMed en cours). Enfin, l'émergence du programme "Littoral" du chantier MISTRALS va sans doute renforcer les échanges scientifiques au sein du chantier "Littoral" de l'OSU-OREME.

Pendant, le nouveau quinquennal, le chantier "Littoral" structuré autour des SO et TO marines de l'OSU-OREME renforcera les liens avec des services et réseaux de surveillance de l'environnement aquatique comme celles soutenues par l'Agence de l'Eau RMC (par exemple : réseaux de surveillance des eaux côtières). La participation du Center for Marine Biodiversity & Exploitation & Conservation (nouvelle UMR issue de la fusion des UMR Ecosym et EME et des laboratoires Ifremer LER-LR de Sète et BOME de Palavas) dans l'OSU-OREME permettra d'associer directement les réseaux de surveillance d'Ifremer LER-LR (RSL, REMI, REPHY, ROCH,...) et de renforcer leur synergie avec les SO et TO marines de l'OSU-OREME. Au sein du Center for Marine Biodiversity & Exploitation & Conservation les tâches de surveillance et d'observation seront regroupées au sein d'un pôle observation. Finalement, la synergie entre les études de l'OHM-Litmed, qui est plus focalisé sur la transdisciplinarité SHS-sciences de l'environnement, et l'OSU-ORELME sera renforcée pendant le nouveau quinquennal

2. Le chantier Ecosystèmes et hydrosystèmes méditerranéen de garrigues.

La forte amplitude des changements climatiques attendus pour la région méditerranéenne (intensité et durée des périodes de stress, fréquence des sécheresses extrêmes) en fait un des principaux « hot-spot » de changement climatique identifié par les climatologues. Trois caractéristiques fondamentales des changements climatiques en cours (l'augmentation de la concentration en CO₂ atmosphérique, l'augmentation de la température et les modifications des précipitations) affectent très directement le fonctionnement de la végétation et en conséquence modifient les échanges de matière (eau, carbone, azote) et d'énergie à l'interface biosphère-atmosphère en altérant les flux de matière au sein de la zone critique. Ces modifications vont se répercuter directement sur les termes des bilans hydrologiques des bassins versants et sur les apports aux écosystèmes côtiers à l'échelle régionale. Outre ces impacts directs, les changements climatiques couplés aux changements d'usage des terres vont modifier profondément le régime des perturbations, principalement les incendies.

Le SO « Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes forestiers méditerranéens » basé sur le site de Puéchabon mesure depuis plusieurs années ces flux de matière et d'énergie (TGIR ICOS, Réseau Fluxnet) et leurs modifications. Il mesure également à travers une approche expérimentale à long terme in natura les conséquences sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes. Plus récemment, ce site est devenu un point central des réseaux forestiers expérimentaux (réseau SEMAFOR SICMED, MISTRALS) qui a vocation à s'étendre à d'autres sites méditerranéens des rives nord et sud. Le site de Puéchabon accueille également plusieurs équipes françaises travaillant sur la biodiversité des sols (communautés bactériennes et fongiques, faune du sol), la structuration en cours devant déboucher rapidement sur la constitution formelle d'un réseau partageant des méthodologies d'observations normalisées.

Le site instrumenté de Puéchabon est intégré à deux réseaux méditerranéens : SEMAFOR réseau de Stations Expérimentales Méditerranéennes FORestières et STEXMED réseau de Stations Expérimentales Méditerranéennes de terrain pour le suivi de la bio-diversité et du fonctionnement des écosystèmes face au changement global (Italie Maroc Liban Algérie), mais aussi un réseau européen : ExpeER Experimentation in Ecosystem Research et un réseau international : FLUXNET un «réseau de réseaux régionaux » (Amérique, Europe, Asie Océanie) coordonnant l'analyse régionale et mondiale des observations à partir de tours micrométéorologiques permettant de mesurer les échanges de dioxyde de carbone, de vapeur d'eau et d'énergie entre les écosystèmes terrestres et l'atmosphère.

Deux types d'interactions sont d'ores et déjà existants avec d'autres SO de l'OSU OREME, les unes correspondent à des échanges de données autorisant une meilleure interprétation des observations réalisées (SO phénologie), les autres sont basées sur des objectifs méthodologiques précis concernant la quantification des flux hydriques (SO Karst).

L'intégration pluridisciplinaire du Chantier Ecosystèmes Forestiers Méditerranéen doit se faire à travers plusieurs axes structurants :

- Renforcer les partenariats avec la SNO du karst sur i) la quantification des flux d'évapotranspiration à l'interface végétation atmosphère (mesures haute fréquence de fluctuations turbulentes) et la modélisation des transferts d'eau dans la zone critique, ii) la circulation du carbone organique dissous et l'identification des communautés microbiologiques iii) la quantification des efflux de CO₂ provenant de la dissolution du carbone minéral ;
- Développer en partenariat au sein de l'OSU OREME des méthodes novatrices de spatialisation des résultats qui permettent d'intégrer la très forte variabilité structurale du sol (par ex. tomographie), et de la végétation (par ex. Lidar aéroporté) ;
- Renforcer les dispositifs de mesure du site pour la quantification de nouveaux flux de matière comme l'ozone et les composés organiques volatiles et assurer le suivi au pas de temps long de stocks à évolution lente comme le carbone du sol ;
- Prendre appui sur l'ensemble des dispositifs de manipulations d'écosystèmes pour fédérer une thématique transversale sur la réponse à long terme des communautés fongique et microbienne et sur les modifications du fonctionnement des sols forestiers méditerranéens en attirant une communauté large de chercheurs au niveau national et international

Développer des capteurs innovants (imagerie thermique) et de réseaux de capteurs via des étiquettes RFID (collaborations Labex Numev, IES Montpellier).

Pour le prochain quinquennal, une articulation avec le chantier littoral permettrait d'enrichir l'approche pluridisciplinaire autour de la quantification des ressources et de sa modification, et autour de la pertinence et de l'opérationnalité de la notion de services écosystémiques. Les objectifs scientifiques peuvent se résumer en quelques questions clés i) déterminer quels sont les flux géochimiques et les transferts d'eau, de sédiments et d'éléments clés entre les systèmes concernés ; ii) mieux comprendre le rôle du climat dans la régulation de ces échanges ; iii) estimer l'impact des apports terrestres sur l'écosystème marin côtier ; iv) prendre en compte l'environnement socio-économique, les modifications d'usage des terres sur les flux à l'échelle régionale et dans le continuum écosystèmes terrestres-écosystèmes littoraux.

L'enjeu est de contribuer à une vision partagée des modifications des écosystèmes méditerranéens dans le but de développer une écologie prédictive, au double sens d'explication ou d'anticipation. Cette volonté doit s'accompagner d'un effort conceptuel important de clarification des méthodes et concepts, fruit d'une réflexion partagée alliant sciences écologiques, sciences de l'univers et sciences sociales. Un point que nous ne saurions négliger ici concerne notre responsabilité particulière dans le transfert des connaissances aptes à alimenter les politiques publiques qu'exigent les enjeux environnementaux actuels et futurs.

3. Chantier « paléo » : le passé : un observatoire pour le futur

Il est maintenant clairement établi que notre planète se réchauffe depuis l'époque préindustrielle. L'apport de la paléoclimatologie à l'identification des événements climatiques et de leurs impacts sur les environnements et la société, à différentes échelles de temps et pour la compréhension des mécanismes sous-jacents n'est plus à démontrer. L'apport des équipes françaises dans cette discipline a une visibilité internationale indiscutable. Les effets de ce changement climatique sur les événements météorologiques extrêmes sont difficiles à estimer car le climat est un système fortement rétroactif et donc susceptible de multiples modes d'oscillation propres et forcés. Si plusieurs tempêtes et inondations ont frappé l'Hexagone et l'Europe ces dernières années, le lien entre ces événements et le changement climatique n'est pas démontré. L'action de l'homme sur son milieu, le développement de nos sociétés et l'accroissement des richesses susceptibles d'être détruites démultiplient l'impact destructeur des épisodes météorologiques intenses. Toutefois, la question des phénomènes extrêmes reste entière : sont-ils liés au réchauffement planétaire ou bien font-ils partie de la variabilité naturelle du climat ? Pour répondre à cette question, il est essentiel de placer de tels événements dans un contexte temporel plus large, et de retracer l'histoire des variations climatiques sur plusieurs siècles voir plusieurs millénaires, car ces épisodes extrêmes sont par essence rares et donc difficiles à observer à l'échelle d'une vie humaine. Pour aborder cette thématique, nous tentons de reconstituer les tempêtes et crues extrêmes du passé à partir de l'étude d'archives sédimentaires lagunaires (paléotempestologie) et à partir de l'étude de dépôts laissés par les crues, soit directement dans le champ d'inondation, soit dans des grottes qui surplombent le lit mineur sur les bassins versants (paléohydrologie).

Combinée à l'étude des archives historiques et naturelles du passé, la modélisation des impacts permet de distinguer la variabilité naturelle (paléoécologie, paléohydrologie, paléo-océanographie ...) de la variabilité induite par les activités anthropiques. L'archéologie et l'anthropologie permettent d'étudier les interactions des sociétés avec leur environnement à l'échelle des derniers millénaires dans un cadre « grandeur nature ». Le bassin Méditerranéen (en particulier dans le cadre du programme MISTRALS/Chantier Méditerranéen) est un cadre intéressant pour ce type de recherches, avec PALEOMEX pour la relation entre les civilisations méditerranéennes et les changements environnementaux. La prise en compte de notre histoire sensu lato permet de travailler à différentes échelles spatio-temporelles allant de la mésoéchelle, échelle des processus écosystémiques, de l'action économique et sociale et de l'écologie des paysages, à des échelles du territoire et au-delà. L'interdisciplinarité d'OREME a pour ambition de stimuler une vision intégrée de l'évolution conjointe du climat et de l'environnement incluant les sociétés.

Les grandes échelles de temps permettent également de tester nos modèles sur des gammes de variabilités bien plus larges que celles permises par les données instrumentales. L'intégration des disciplines allant de la paléoclimatologie à l'archéologie en passant par la paléoécologie, la géophysique, la biogéochimie, histoire, ... permet de tester les modèles de type ESSP sur de vastes échelles spatio-temporelles, à la condition qu'une vraie approche interdisciplinaire soit mise en place. Sur le dernier millénaire, les reconstructions anthropiques, grâce aux collaborations avec les historiens, l'INRAP ... fournissent les conditions limites à des modèles biogéochimiques de bassins versant et permettent ainsi de mieux scénariser le futur.

L'OSU OREME souhaite donc développer une approche « paléo » complémentaire de ses services et systèmes d'observation actuels. Cette approche est focalisée sur les enregistrements passés aux services de la compréhension des systèmes observés actuellement. Plusieurs pistes sont explorées au sein de ce chantier notamment autour des risques naturels et des paléoenvironnement. Les projets seront financés, comme les autres chantiers, sur leur capacité à développer là aussi une approche interdisciplinaire.

a) Approche historique et paléo-historique des Risques

(1) Paléotempestologie

Nos sites d'étude concernent les lagunes du Languedoc-Roussillon (France), les lagunes de Nador (Maroc), Ghar el Melh et El Bibane (Tunisie), des régions particulièrement sensibles en termes d'enjeux sociétaux pour les risques climatiques. Ces systèmes reçoivent du matériel sédimentaire provenant du bassin versant en période de crue et du sable du cordon littoral en période de tempête. A partir de l'étude d'archives sédimentaires extraites de ces complexes margino-littoraux, il est possible de reconstituer l'alternance des événements extrêmes au cours des derniers milliers d'années (Dezileau et al., 2011; Sabatier et al., 2012; Raji et al., 2013). En se servant d'une double approche, données/modèles, et en travaillant sur une suffisamment longue échelle de temps, nos objectifs sont (i) d'identifier et estimer la récurrence des événements extrêmes climatiques (crues, tempêtes) qui ont affecté la partie occidentale du bassin méditerranéen au cours des 2000 dernières années, (ii) savoir si ces phénomènes extrêmes s'inscrivent ou non dans l'évolution lente du climat passé et récent, (iii) confronter nos séries climatiques reconstruites à des simulations de modèles climatiques couplés, et (iv) connaître la variabilité future du climat de la partie occidentale du bassin méditerranéen, à quel type de changement la région sera la plus vulnérable (tendance et/ou événements extrêmes).

Dans le cadre, nous avons développé une approche pluridisciplinaire. Notre approche consiste à collecter une grande quantité de proxies et données du passé (archives sédimentaires prélevées dans les systèmes côtiers, vestiges archéologiques, documents historiques) qui nous serve à reconstruire l'évolution du climat et de ses extrêmes sur 2000 ans. Cette approche est associée à l'utilisation de méthodes statistiques pour calibrer et valider ces reconstructions et à la confrontation des séries climatiques reconstruites et des simulations à partir de modèles climatiques couplés.

(2) Paléohydrologie : exemple du Gardon

En matière d'inondation, la conséquence des crues extrêmes peut être redoutable. La submersion ou la rupture d'ouvrages tels que des digues ou des barrages induit des phénomènes destructeurs dans des

secteurs que l'on supposait protégés et qui peuvent être fortement urbanisés. Une étude ancienne menée aux Etats-Unis (Shaeffer et al., 1976) montrait que dans le coût moyen annuel des dégâts d'inondation du pays, les deux-tiers de la facture étaient imputables aux crues "au moins centennales". L'augmentation importante de la vulnérabilité aux inondations dans les grandes agglomérations n'a pas contribué à améliorer ce constat. Les événements extrêmes, par nature, sont rares. L'hydrologue a peu de chance de disposer localement d'une grande collection d'observations, alors que le principe de "l'analyse probabiliste des valeurs extrêmes" suppose d'étudier une (longue) série d'événements. On en déduit un "comportement probabiliste" que l'on extrapole ensuite à l'ensemble de la population des crues ou des pluies fortes. On se trouve dans la pratique confronté à deux difficultés :

- Comment extrapoler des séries trop courtes, ne disposant le plus souvent d'informations que sur des événements plus ou moins courants (absence d'événement "extrême") ?
- Comment mettre à jour notre connaissance des événements extrêmes en intégrant les évolutions éventuelles liées au changement du climat ?

C'est dans ce cadre que la partie paléo-hydrologie intervient, pour cela, nous nous sommes intéressés aux dépôts laissés par les crues, soit directement dans le champ d'inondation, soit dans des grottes qui surplombent le lit mineur. Ces observations permettent de reconstituer le niveau atteint par les plus fortes crues depuis plusieurs millénaires. Nous utilisons des techniques d'analyse stratigraphique et de datation des dépôts (^{137}Cs , ^{210}Pb , ^{14}C , thermoluminescence) pour évaluer l'altitude atteinte par les eaux lors des plus forts événements, et proposer une chronologie des crues. Sur le bassin de l'Ardèche, Sheffer et al., (2003a) ont montré que la crue de 1890, la plus forte connue sur une période historique de quatre siècles, était également la crue la plus importante enregistrée depuis plusieurs milliers d'années. Ces approches permettent d'élargir de façon considérable l'échelle chronologique d'investigation et donnent des éléments objectifs sur les crues majeures survenues sur le bassin versant. Notre travail se concentre principalement sur le Gardon, zone d'étude pour laquelle il existe une quantité importante de données historiques, particulièrement sur les pluies et débits des 150 dernières années.

(3) Risques telluriques : paléosismologie

La paléosismologie est une approche fondamentale pour comprendre et modéliser le comportement des failles actives dans l'espace et dans le temps, et pour estimer l'aléa sismique des régions tectoniquement actives. Caractérisant les séismes passés en termes d'âges et de magnitudes, la paléosismologie fournit des séries temporelles qui permettent d'étudier par exemple si l'activité d'une faille est stable ou non dans le temps en termes d'intervalles de récurrence des séismes et/ou en termes de magnitudes, ou si plusieurs failles d'une région sismique ont pu casser d'une façon contemporaine (phénomène d'essaim sismique). Lorsque ces observations de séismes passés sont assez nombreuses, elles permettent d'estimer la probabilité d'occurrence des séismes dans le futur.

Le laboratoire Géosciences Montpellier travaille dans de nombreuses régions actives telles que le Maroc, l'Arménie, l'Iran, le Bhoutan ou la Mongolie. Le suivi des déformations de la croûte terrestre par GPS combiné à l'analyse paléosismologique a permis une première caractérisation de l'activité des failles actives dans toutes ces régions. Cependant pour aller plus loin dans la compréhension du fonctionnement de ces failles sur le long terme et pouvoir ainsi mieux appréhender leur comportement futur, il est indispensable de continuer à accumuler des observations qui pourront alors être analysées statistiquement.

Nous proposons donc de définir parmi ces chantiers, 1 ou 2 sites « paléosismologiques-observatoires » (ou d'observations paléosismologiques) privilégiés où la collecte des données long terme combinées aux observations court terme (i.e. GPS, Sismologie) permettront de mieux comprendre comment les failles actives fonctionnent.

b) Paléoenvironnement

(1) Système du Suivi pollinique et changement climatique

A l'origine le suivi pollinique constituait une part du suivi de la phénologie. Cette SO a toutefois fortement évolué avec une reconnaissance nationale via le SOERE Citoscope. La partie palynologie s'y trouve donc mal intégrée et elle sera séparée dans le prochain contrat pour voir si elle constitue une SO à part entière ou plutôt un projet scientifique de long terme.

Bilan du suivi Palynologique systématique menée jusqu'ici.

Cette tâche d'observation consiste en l'analyse du contenu palynologique d'échantillons de sol permettant de reconstituer l'évolution dans le temps de populations de cèdre au Maroc. Ces analyses sont archivées dans une base de données pour des analyses spatio-temporelles ultérieures.

Certaines populations de cèdre dans le Moyen Atlas et le Rif marocain montrent actuellement un taux de dépérissement assez important pour être observé à l'échelle d'une génération humaine. Les analyses palynologiques semblent suggérer que les cédraies ont connu des périodes de régression similaires mais d'extension également autant durant les périodes glaciaires qu'interglaciaires. Est-ce que l'effet du climat actuel (stress hydrique croissant lié à l'augmentation des températures dans le bassin méditerranéen) va produire une extinction de certaines populations, une migration vers des versants ou des altitudes plus favorables, à quelle vitesse les populations doivent migrer pour s'adapter, une translocation est-elle nécessaire/possible? L'ensemble de ces questions requière des données historiques, génétiques et des simulations issues de différents types de modèles. Les financements obtenus dans le cadre de cette TO ont permis d'effectuer des missions de terrain pour collecter de nouvelles données contribuant à cette thématique.

Les données polliniques sont obtenues en collaboration avec des collègues de l'université de Marrakech et du CNRS-Liban qui s'intéressent au devenir des cédraies en méditerranée. Le réseau de données dans les cédraies permettant de valider des modèles de simulations est encore largement insuffisant. L'idée est d'arriver à obtenir des simulations fiables des zones potentielles de survie des cédraies avec différents scénarios climatiques et d'identifier les variants génétiques qui auraient la plasticité suffisante pour s'adapter.

Il serait donc souhaitable de financer d'autres missions de collecte de données dans les cédraies marocaines ainsi que l'obtention de datations ¹⁴C. Les collaborations marocaines et libanaises en cours sont extrêmement fiables puisqu'elles ont déjà permis le partage de données, l'encadrement de thèses en co-tutelle ou co-direction et la rédaction d'articles scientifiques en co-auteur.

Projet

Les mouvements de populations humaines dans les zones arides et/ou désertiques dépendent fortement des ressources naturelles qui sont très sensibles aux changements climatiques. Une meilleure connaissance et/ou évaluation des impacts climatiques permet de mieux modéliser (et donc prédire) les changements qui peuvent affecter des écosystèmes aussi sensibles et potentiellement de proposer des actions de gestions.

L'un des moyens d'améliorer les outils de prédictions des changements climatiques est d'obtenir des séries temporelles contenant des bio ou des géo-indicateurs qui permettent de reconstituer de manière quantitative les climats passés. Ces reconstitutions paléoclimatiques permettront de tester et de valider les modèles de simulation des climats.

Les séries temporelles couvrant les derniers millénaires de l'Holocène de manière continue dans les zones arides sont extrêmement rares. Lors d'une première campagne de terrain dans le sud marocain, à une latitude parallèle à celle de la ville de Dakhla, nous avons pu obtenir un carottage de 4m50 dans une sebkha (équivalent d'une saline). Nous avons effectué 6 datations ¹⁴C qui nous ont permis d'élaborer un modèle âge/profondeur pour l'ensemble de la séquence sédimentaire. La période de temps couverte est de 5000 ans en continu. Le taux de sédimentation nous permettra d'obtenir des données avec une résolution inférieure à 50 ans. Il s'agit d'une séquence unique dans ce type de milieu.

L'obtention d'une telle séquence ouvre des perspectives extrêmement intéressantes pour l'étude des zones arides. A la suite de cette première campagne de terrain nous avons identifié sebkhas comparables qui pourraient nous fournir de nouvelles séries climatiques. Dans ces même zones, nous avons identifié des amas coquilliers qui peuvent également contenir des informations climatiques (intensité des précipitations, saisonnalité) fort complémentaires aux séquences sédimentaires.

Pour la reconstitution des paléoclimats dans ces zones arides nous allons analyser différents bio et géo-indicateurs issus de ces archives sédimentaires le long d'un transect (Maroc, Mauritanie, Sénégal) qui est actuellement affecté par l'action de l'ITCZ (zone de convergence inter-tropicale). Ces proxies vont permettre de reconstituer de manière aussi quantifiée que possible des variables climatiques (précipitation annuelle, saisonnalité, variabilité de la température etc) ainsi que l'identification de plantes inféodées à ces écosystèmes. Ces données vont permettre d'estimer la variabilité de l'ITCZ et son impact sur les écosystèmes arides durant les derniers millénaires.

Pour la calibration de nos données fossiles nous aurons besoin de données actuelles, à savoir la quantité de précipitation et sa distribution dans l'année, la variabilité de la température, la vitesse et la direction des vents, les particules transportées (argiles, sables, pollens...). Pour collecter ces données actuelles nous

souhaitons implanter deux types de collecteurs sur au moins deux sites, l'un au sud du Maroc et l'autre en Mauritanie. Pour le suivi de la collecte des données nous sommes en contact avec des associations locales qui vont effectuer le prélèvement de manière régulière. Idéalement, ces relevés doivent être effectués sur une période de 3ans minimum ou 5ans idéalement.

L'ensemble des données recueillies pourront être disponibles pour la communauté via les bases de données de l'OSU.

(2) Paléo-karstologie

La mesure de l'âge d'abandon des réseaux karstiques par les rivières souterraines permet de compléter l'approche actualiste d'observation de la dynamique des karsts et de lier les dynamiques d'incision aux changements environnementaux. Elle permet également de remplacer la datation des terrasses alluviales en faisant l'hypothèse que les paléo-rivières souterraines se sont formées au même niveau que les rivières homologues aériennes.

Cette dernière méthode présente de nombreux intérêts par rapport aux autres mesures permettant de mesurer l'incision du réseau de drainage. Un premier atout est l'insensibilité de la mesure à la concentration initiale en éléments isotope avant enfouissement, ce qui n'est pas le cas des autres méthodes utilisant un seul élément chimique. Il suffit simplement que l'exposition préalable du matériel enfoui soit suffisante pour autoriser la mesure. Un second avantage réside en la préservation des marqueurs sédimentaires du milieu souterrain sur de longues périodes de temps, faisant de cette approche une méthode très bien adaptée pour les zones à faible taux d'érosion.

En dépit de ces deux avantages déterminants, et bien que la datation des sédiments karstiques ait été effectuée dès 1997 (Granger, Kirchner, & Finkel, 1997), elle a été peu employée car elle nécessite d'effectuer des prélèvements dans des sites seulement accessibles à des spéléologues. En outre, elle ne s'applique que dans les zones profondément karstifiées, ou des rivières souterraines se sont développées, et qui possèdent des bassins versants contenant des roches cristallines suffisamment riches en quartz. La présence de paléo-niveaux de drains souterrains à des altitudes variées (entre 0 et 1000 m au dessus du niveau de base actuel) permet dans des cas favorables de reconstituer la variabilité temporelle de l'incision associée à des phases climatiques (Haeuselmann, Granger, & Jeannin, 2007).

III-E. Mutualisation de moyens techniques et des compétences : plateformes technologiques régionales, services techniques communs.

Les infrastructures de recherche sont un élément incontournable de la science du 21^e siècle dont la particularité est la nécessité croissante d'équipements de plus en plus lourds, de mises en réseau, de moyens informatiques puissants distribués qui se généralise progressivement à toutes les sciences, y compris les SHS. La lourdeur croissante de ces équipements, leur complexité et leur besoin d'universalité engendre la nécessité de les mutualiser en les organisant autour des différentes grandes communautés scientifiques pour doter ces communautés d'outils partagés adaptés à l'ensemble de leurs besoins. La convergence des moyens technologiques utilisés notamment pour l'Observation par les laboratoires associés au projet de l'OSU, 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, mutualisation d'autant plus indispensable dans le contexte actuel d'austérité budgétaire de l'état. Les besoins parallèles en termes de bases de données et de modélisation, par exemple pour l'élaboration de données intermédiaires ou « méta-données », 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. Le prochain contrat de l'observatoire sera l'occasion d'augmenter considérablement les capacités communes d'intervention et d'analyse, via l'intégration de la station marine SMEL, le rapprochement avec MEDIMEER, et la constitution d'une plateforme de géochimie dépassant le cadre actuel de AETE.

1. La Station Méditerranéenne de l'Environnement Littoral

Fondée en 1879 par Armand Sabatier au même moment que les grandes stations de Roscoff, Banyuls, Villefranche ou Monaco, la Station Méditerranéenne de l'Environnement Littoral (SMEL) sert depuis l'origine de point d'appui aux recherches, à l'observation et à l'enseignement dans le domaine de la biologie marine. Elle dispose pour ce faire d'une halle d'expérimentation en eau de mer, d'un bateau et d'un local plongée, de laboratoires secs et humides, de chambres pour l'hébergement des étudiants, de locaux dédiés aux activités pédagogiques. Elle accueille de manière permanente ou temporaire des équipes de l'université de Montpellier ainsi que des visiteurs de plus ou moins longue durée. Elle constitue actuellement un Service Commun de l'UM2.

Le développement des sciences de l'environnement notamment en domaine marin confère à cette station un rôle accru. De façon à mieux accompagner la station dans son rôle d'appui, une évolution de son statut est proposée à travers l'OREME : la SMEL, par ses installations, constituera le service commun d'accès à l'observation et l'expérimentation en eau de mer (in situ et à terre) pour les unités de recherche de l'OSU et de l'UM2, par ailleurs membre du réseau national des stations marines.

Cette évolution a reçu le vote favorable du Conseil d'Administration de l'Université en juillet 2013.

Les buts de cette évolution sont :

- Garantir les différentes missions de la SMEL -formation, recherche, observation, valorisation- notamment par l'engagement fort des tutelles de l'OSU et leur soutien.
- Assurer une visibilité accrue de la station, au bénéfice de ses missions tout en garantissant la visibilité de l'OSU et de l'UM2 sur les activités marines et méditerranéennes
- Assurer une gestion souple au plus près des équipes de recherche impliquées

2. Un service d'analyses Géochimiques mutualisé dans OREME

a) Plateforme régionale AETE (analyse des Eléments en Trace dans l'Environnement) et plateforme de géochimie

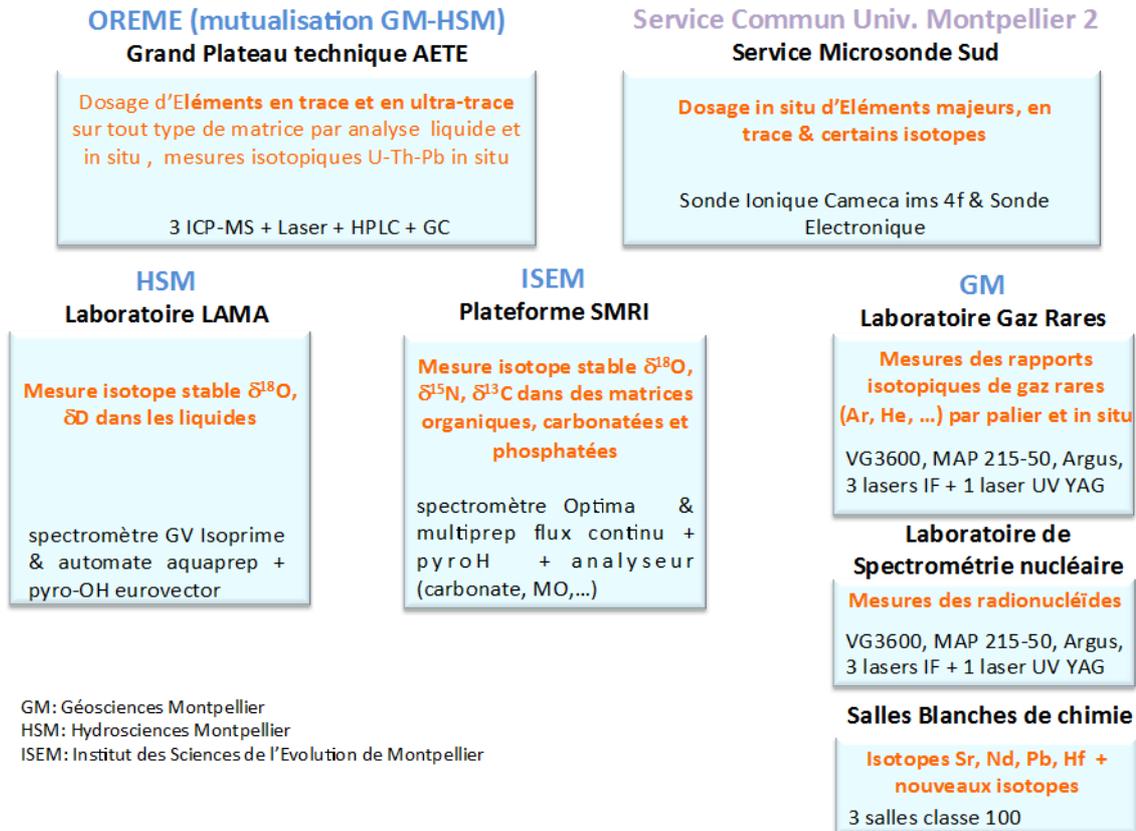
Le Grand Plateau Technique Régional (GPTR) "Analyse des Eléments Traces dans l'Environnement", créé en Juillet 2006, est un service commun du département de Recherches Terre, Eau et Environnement de l'UM2. Elle est financée par le MERT, l'INSU et la région Languedoc-Roussillon. Elle permet la mutualisation 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 ultra-traces ($< 10^{-9}$ 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 ICP-MS à haute résolution (HR ICP-MS Element XR, Thermo Fisher®) couplé à un système d'ablation laser dédié à l'analyse ponctuelle à forte résolution spatiale ($< 10 \mu\text{m}$), la quantification des ultra traces ($< 10^{-9}$ g/g), la mesure de nouveaux éléments d'intérêt cosmochimique, d'un ICP-MS quadripolaire (AGILENT 7700x, Agilent®) pour les analyses en routine de roches, de minéraux, de différents types d'eau et de matériaux en mesure directe ne nécessitant pas la "Haute Résolution", d'un ICP-MS quadripolaire (XsérieII + CCTTM, THERMO FISHER®) avec couplage d'un chromatographe liquide haute performance et d'un chromatographe en phase gazeuse, dédié principalement à la spéciation des métaux et des métalloïdes dans les eaux, les matériaux biologiques. AETE est ouverte aux utilisateurs extérieurs tels que les partenaires institutionnels régionaux et nationaux et les entreprises privées.

b) Vers une plateforme de géochimie intégrée

Suite à la prospective réalisée au printemps 2013, il apparaît que les différents acteurs des différentes UMR appartenant à l'OSU OREME soient favorables à un regroupement des moyens disponibles en spectrométrie et géochimie sous la forme d'une plateforme Géochimie labellisée au niveau de l'observatoire. A terme, ce regroupement de moyens devrait permettre une meilleure visibilité et lisibilité des moyens présents en géochimie au sein des différentes UMR de l'observatoire à travers un interlocuteur

(l'OREME) bien identifié au niveau local et régional, mais également national et international. De plus, ce rassemblement de moyens analytiques autour d'un usage commun par les UMRs de l'observatoire devrait également favoriser, à terme, le renforcement, des échanges entre les diverses communautés, contribuer à une meilleure synergie entre chercheurs et accroître la valorisation des équipements concernés..

Inventaire Mai 2013



Etat des équipements qui seront mutualisés dans la plateforme de Géochimie de l'OSU OREME

L'inventaire des différents moyens analytiques présents dans les différentes unités a été réalisé en mai 2013 et fait apparaître un grand nombre d'appareils aux potentiels analytiques très variés permettant un très large spectre d'analyses géochimiques. La gestion et l'appartenance de ces différents moyens d'analyses sont multiples (mutualisés entre plusieurs UMR, Service Commun Universitaire, équipement intra-UMR,...) et l'organigramme présenté ci-dessous en fait un descriptif synthétique.

Hormis le service commun Microsonde Sud, l'ensemble des autres équipements analytiques pourraient intégrer la plateforme de géochimie de l'OSU OREME au cours du prochain quinquennal.

Le mode de fonctionnement pratique de chacun de ces laboratoires ainsi que l'environnement technique, le mode de gouvernance pour les plateformes d'outils mutualisés (gestion, animation, communication, ...) est actuellement en cours de discussion avec les différents interlocuteurs concernés. Une maquette devrait pouvoir être proposée à l'automne 2013.

3. 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

4. Annuaires et catalogue de compétence

Un besoin de référencement a été ciblé, suite à de nombreuses réflexions sur la méconnaissance de l'ensemble des moyens techniques existant au sein des UMRs (outils et matériels de Terrain et d'Analyses, savoirs-faires), et fait écho à l'objectif de fédérer les UMRs autour des missions de recherche, d'observation, d'enseignement et de diffusion de la culture scientifique.

Une meilleure connaissance entrainera une meilleure communication de nos moyens, et engendrera surtout une dynamique effectivement collaborative entre les personnels de chaque UMR de l'OSU afin de créer une réelle plus-value pour l'OSU (entre UMRs), et contribuera à des initiatives hors OSU (département, région...). Cette connaissance pourrait aussi faciliter la capacité à maintenir ces équipements au « meilleur niveau international » (la jouvence ou l'acquisition de nouveaux équipements passeront de plus en plus par des montages institutionnels et financiers complexes).

La forte curiosité de la communauté sur cette démarche met en exergue l'intérêt de mieux connaître chaque partenaire de l'OSU, et ouvre la discussion sur les partages (de matériel et de savoir-faire) et les possibles travaux et projets en commun (en mode 'projet' pour intégrer les équipes et services concernés). La mise en commun des besoins aboutissant à l'achat, par l'OSU, d'un matériel commun, a dès lors débuté:

- un drone (demande BQR, GM-HSM-CBAE)
- un compteur de susceptibilité magnétique (CBAE-ISEM)
- XRF...

L'inventaire concernera:

- Moyen analytique en laboratoire (dont l'inventaire des Spectromètres)
- Instrumentation terrain c'est-à-dire les méthodes (acquisition et transmission de données) et matériels : exemple de la transmission des données en temps réel et autres, entre terrain et labo; exemple des matériels terrain comme GPS , XRF...

Cette réflexion pourrait s'étendre aux aspects :

- Moyens de calcul
- Conservation/stockage des échantillons
- Suivi des échantillons (lien avec les SI).

5. Réseau métiers et formation

Le partage des compétences et savoirs-faires en Observation et Outils de terrain sera une forte plus-value à l'annuaire et au catalogue de compétences.

Un réseau actif sera indispensable pour la mise en relation des personnels, une bonne description et mise à disposition des compétences en interne, une assimilation du recoupement des moyens et avant tout l'identification des besoins et attentes.

Les différents objectifs pourront être assurés par :

- un réseau métier et un réseau utilisateur (mailing listes) : avancer en synergie, assurer la veille technologique et la transmission de ces informations...
- 1 à 2 ateliers, techniques et méthodologiques, par an : proposer une forme d'adaptation des différents mode de fonctionnement (terrain et analyses), diffuser des avancées techniques (scripts, interface de saisie...), ...
- formations interne (intra-labo de l'OSU). Un plan de formation peut être envisagé.

III-F. Participation à la formation pour les métiers de l'Environnement.

L'OSU souhaite développer fortement sa capacité à accompagner la formation continue et professionnalisant mise en place par l'UM2. Plusieurs réunions OSU-Entreprises permettent actuellement de construire la réflexion sur cet accompagnement. L'intégration de la SMEL, qui accompagne par ses installations les activités du CREUFOP en aquaculture permettra à l'OSU OREME d'accompagner plus efficacement l'ensemble des partenaires impliqués dans les formations de ce champ.

L'OSU poursuivra sa contribution au soutien des écoles pluridisciplinaires de terrain au Sud qui sont conduites depuis quelques années dans certains laboratoires qui lui sont associés. Ces écoles de terrain ont pour objectif de former à la recherche un groupe d'étudiants et de personnels en formation continue sélectionnés au sein des universités et des organismes partenaires du Nord et du Sud sur une thématique porteuse en s'appuyant sur les dispositifs en place dans le cadre des observatoires sur l'Environnement du/au Sud. Ces écoles réunissent des équipes pédagogiques pluridisciplinaires sur de courtes périodes (généralement une à deux semaines) sur le site d'un observatoire pour former les étudiants aux techniques de mesures, d'observations, d'échantillonnage et d'analyses des données (ex. ayant déjà fait ses preuves d'efficacité: Hydraride, Hydrus). Répétées annuellement sur un même site, elles contribuent en parallèle à rassembler suffisamment de données pour une étude approfondie autour de la thématique choisie.

En poursuivant la mise en base des données issues des SO et leur accessibilité via des interfaces simples, Le renforcement de l'utilisation des données dans le cadre de TD/TP ou même de cours magistraux sera mis en place de faite grâce au nombre important d'Enseignants-Chercheurs impliqués au jour le jour dans le fonctionnement des SO. Par ailleurs les outils communs comme le drone a toute vocation a être utilisé via des stages et/ou des camps de terrain. La construction de l'interdisciplinarité au travers du continuum terre-mer est commun à de nombreux masters (Master DTRN, Master EAU). Dans le cadre de la prospective, l'OSU souhaite explorer la possibilité de la création d'un master de type Erasmus-Mundus sur les problématiques du continuum terre-mer et du littoral. Ce type de Master, sans rentrer en compétition avec les Masters en place de l'UM2 et de la future UMSF affirmerait le rôle de l'OSU pour la formation au Sud.

III-G. Recherche et Développement, Valorisation économique

L'Observatoire constitue un creuset qui assure une pérennité aux projets, ce qui rassure les entreprises. C'est dans ce cadre qu'il accueille une convention FUI avec IBM et plusieurs grands groupes d'étude sur l'environnement. L'ensemble de ces contrats permet de mobiliser plus de 300K€ de ressources propres, mais finalisées.

L'observatoire est également une force d'innovation, notamment dans le développement de « capteurs » au sens large. Il a commencé à accompagner fortement le développement de la filière de nanosatellites de l'UM2 (en lien avec le CNES et ASTRIUM) pour laquelle il a créé un groupe de définition de missions. Ce travail doit trouver sa concrétisation par le lancement d'un triple cubsat dédié au rapatriement des données de capteurs GPS et notamment embarqués sur les bateaux qui croisent en Méditerranée. L'OSU a également un lien privilégié avec le labex NUMEV dans le cadre du développement de drones et de robots permettant l'observation dans des milieux difficiles. Enfin il développe l'activité d'observation systématique en écologie-biodiversité pour le Labex CEMEB. Cette démarche est reprise par la Région comme un axe fort de sa spécialisation intelligente autour du thème « Acquisition, traitement des données pour l'Environnement et la Santé »

Cette dynamique de transfert est soutenue par plusieurs structures qui travaillent en partenariat avec les laboratoires de l'OREME ou l'observatoire lui-même, et qui vont du cluster au pôle de compétitivité. Les équipes du secteur participent fortement aux pôles « Risque » et « Eau » qu'elles animent et auxquels elles font labéliser de nombreux projets. Le lien avec le pôle de compétitivité « Risque » est largement organisé au sein de l'OSU autour des communautés des Sciences de la Terre et des Sciences de l'Eau, autour de la notion d'aléa naturel. Les recherches menées par ces groupes ont donné lieu à plusieurs projets labélisés par le pôle « Risque » et à des projets collaboratifs avec l'industrie, notamment plusieurs FUI.

Le Pôle Eau est le seul Pôle de compétitivité présent en Région qui soit à vocation mondiale. Pour les disciplines de l'eau c'est un atout considérable qui doit être absolument valorisé. Les Laboratoires de la communauté montpelliéraine l'ont bien compris. HSM en particulier s'y est impliqué très significativement : Eric Servat, DU HSM, est Vice-président du Pôle et Pierre Chevallier y préside le Comité d'Evaluation des Projets. Plusieurs FUI et ANR ont bénéficié de la labélisation du Pôle Eau et, à l'avenir, les interactions entre le Pôle et la communauté scientifique devraient se renforcer grâce à la création du GIS « Institut Montpelliérain de l'Eau et de l'Environnement (IM2E) » porté par HSM.

Enfin, les unités du secteur participent activement à des regroupements thématiques d'entreprises auxquelles elles apportent un savoir-faire, un label et les outils universitaires en termes de formation. Le cluster TERINOV regroupe les activités en géosciences en Languedoc-Roussillon ; il a été co-fondé par GM à l'initiative de créateurs d'entreprises, anciens doctorants de l'UMR.

L'observatoire est à présent engagé dans la constitution de clusters dans le secteur Ecologie-Biodiversité et notamment autour de l'Aquaculture. L'intégration de la station marine SMEL va faciliter l'accompagnement par l'OREME du pôle Aquaculture de formation continue de l'UM2. Une première matérialisation de cette dynamique a été la réalisation d'une journée OSU-Entreprise le 28 juin 2013 qui a réuni une vingtaine d'entreprises du domaine éco-biodiversité, et dont les conclusions se matérialiseront par la création d'un point d'entrée unique via l'OSU et la constitution d'une offre de formation adaptée.

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 savoir-faires auprès des communautés territoriales.

L'observatoire s'implique également dans la formation continue et la formation par la recherche, ce dernier point relevant à présent des Ecoles Doctorales. C'est également une forme de valorisation économique de la recherche : divers anciens doctorants ayant fait leur thèse sur la base des programmes à long terme supportant des 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 Chase et de la faune sauvage) et des ONG internationales en environnement. S'ajoute à cela la forte interaction que l'OSU doit développer avec les pôles de compétitivité comme décrit plus haut.

III-H. Expertise, Information du Public et des Politiques.

L'observatoire va poursuivre son implication en partenariat avec les collectivités territoriales. Nous avons pour objectif la création d'un réseau des communicants entre les laboratoires et, éventuellement, le partage d'un agent avec le service de communication de l'UM2 entièrement dédié à la communication scientifique de l'observatoire. La participation de OREME au conseil de la biodiversité de la ville de Montpellier a été confirmée et nous essayons de donner à ce conseil une action plus prospective qu'elle ne l'est actuellement.

Un travail particulier pourrait être entamé sur la biodiversité en ville en lien avec l'urbanisme éco-responsable à l'image des liens urbanistes/architectes/spécialistes de la biodiversité tels qu'ils existent notamment dans les pays du Nord.

IV. L'OSU OREME : un acteur impliqué dans son environnement local, régional et national

A l'échelle de l'UM2, OREME assure à l'université un lieu de transdisciplinarité entre sciences de l'univers et communautés éco-biodiversités qui ont été structurées par l'universités en deux Comités Thématiques d'établissement (CTE) séparés. Ces CTE constitue la courroie de transmission entre les laboratoires et les conseils centraux de l'université pour les demandes de moyens humains en particulier. Un CTE à l'échelle des communautés Terre et Eau a été créé pour assurer la synergie avec l'OSU OREME. Ce dispositif un peu complexe a été imposé par l'existence d'une communauté Eco-biodiversité qui dépasse les laboratoires actuellement associés à l'OSU, et par la volonté de l'université d'avoir des objets de gestion à l'échelle des communautés disciplinaires.

La perspective régionale du site universitaire est encore imprécise au moment où s'écrit ce projet. L'OSU OREME a participé à l'écriture de plusieurs axes du site (notamment Mer et Littoral, Systèmes

complexes, Eau) mais ces derniers n'ont pas encore fait l'objet d'une déclinaison pratique par les universités du site.

De même, les futurs pôles se dessinent progressivement. L'OSU OREME constitue de fait un lieu de transdisciplinarité ancré dans le tissu universitaire. La plupart des réseaux actuels (LabEx CEMEB, Structure DIPEE de l'InEE, SFR en cours de constitution sur le secteur biodiversité des plantes notamment) ont une relation claire avec l'OSU puisqu'elles lui ont confié les missions relevant de l'observation de long terme et du développement des moyens liés à cette observation et à la gestion des données. L'OSU OREME constitue aussi le seul lieu à l'échelle du site où les sciences de l'Univers et les communautés Ecologie-Biodiversité construisent des actions communes. A l'échelle du site, et que in fine un pôle Agronomie-Environnement ou que des pôles plus spécialisés voient le jour, l'OSU OREME continuera à jouer son rôle de structure de synergie comme composante de la nouvelle Université.

Un point particulier concerne la création l'Institut Montpelliérain de l'Eau et de l'Environnement (IM2E). Ce projet s'inscrit dans la ligne du projet de LabEx QualiPsEAU finalement classé mais non financé. IM2E est cependant plus large et regroupe actuellement tout ou partie de 14 Unités ce qui représente environ 500 scientifiques (permanents et doctorants). L'objectif est d'abord scientifique et il vise une valeur ajoutée à travers la définition de « challenges » pluridisciplinaires sur lesquels la communauté montpelliéraine a l'ambition de se positionner. L'objectif est également un objectif de visibilité, de formation, de renforcement des liens avec le monde socio-économique et de positionnement global au meilleur niveau européen. L'IM2E pourrait se développer sous la forme d'un GIS (mais ce point d'organisation de la structure est encore en réflexion), dont le représentant siègera au sein du conseil de l'OSU OREME sur les questions de l'Eau, et notamment de la qualité de la ressource et des approches socio-économiques

A terme on peut imaginer que l'OSU OREME constitue l'environnement adéquat pour l'ensemble des acteurs qui cherche actuellement une structuration souple via le GIS en constitution. Cette évolution est déjà préfigurée par exemple par le vote du conseil de l'unité G-Eau demandant son intégration à l'OSU. Il suffirait que l'UMR LISAH demande à s'associer pour que les 3 plus importantes unités du GIS soient de fait associées à l'OSU OREME. Le prochain contrat doit être l'occasion de travailler à l'élargissement de l'OSU OREME dans cette perspective, ce qui va demander beaucoup de pédagogie pour un certain nombre d'organismes qui ne sont pas encore convaincus par la possibilité pour un OSU de constituer une structure souple et ouverte.

Avec la structuration du site, OREME souhaite également être un acteur d'interdisciplinarité encore plus large notamment avec les SHS et les domaines de la santé. Avec les SHS sur le domaine des risques naturels et de l'usage des ressources, replacées dans leur dimension géographique, dans leur dimension usage (avec l'unité G-Eau), dans leur dimension historique méditerranéenne (avec la Maison des Sciences de l'Homme), ou encore dans leur dimension, économique et légale (avec l'unité LAMETA par exemple).

A l'échelle nationale l'OSU OREME accompagne ses tutelles dans plusieurs programmes nationaux et internationaux, au-delà de son investissement dans les services d'observation. OREME développe une approche originale de la « zone critique » en étant l'un des seuls groupes à pouvoir approcher chacun des compartiments de cette zone critique, en domaine méditerranéen. OREME anime également la réflexion « littoral » du programme MISTRALS mais aussi le développement de cette thématique à l'échelle de l'INSU à travers notamment le RESOMAR.

Enfin OREME sera un acteur important de la réflexion conjointe avec l'InEE, du maillage et de la complémentarité entre les SNO et les zones ateliers de l'InEE, dans la perspective d'aider le CNRS à structurer à l'échelle nationale les réseaux internationaux de type LTER (The Long Term Ecological Research Network) avec les pôles thématiques de données, notamment pour les surfaces continentales. Ce travail rejoint l'investissement de OREME dans le travail sur les bases de données en environnement.

V. Moyens de l'OSU OREME

V-A. Moyens demandés au cours du prochain contrat

1. Moyens humains

Au cours du prochain quadriennal la projection des moyens humains mis à disposition par les unités se matérialise ainsi :

	ITA (ETP)	ITRF/ BIATOS (ETP)	CH (ETP)	EC (ETP)	CDD	Doc.	
Laboratoires							
UMS3292 OREME	2.0	5.0	1.0		5.0		
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'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive	2.6	0	6	0.9	5.05	7	
Laboratoire Ecosystèmes Lagunaires et Côt.	0.6	0.1	0.25	0.15	0.1	0	
Institut des Sciences de l'Évolution	1.2	0	0.9	2.25	0	0.2	
Laboratoire Université et particules de Montpellier	0	0	0	0.5	0	0.2	
Total	17.9	26.8	13.9	9.5	12.35	7.4	87.85

Le prochain contrat serait l'occasion de réfléchir avec l'ensemble des unités concernés et els agents, au cas par cas, d'une reconnaissance plus officielle de leur implication dans les missions de l'OSU, par un document spécifique voire une réaffectation partielle. Ceci n'aurait de sens que dans qu'avec l'accord et la volonté des agents concernés qui pourraient y trouver une évaluation plus en adéquation avec leurs missions.

En lien avec le projet présenté jusqu'ici les moyens qui seront demandés visent essentiellement :

- A l'encadrement technique des Systèmes d'Observation.
 - Remplacer tous les départs dans les SO
 - Prioriser les SNO qui sont également des réseaux qui s'engagent à l'international
- Au soutien techniques et de l'encadrement des services centraux
 - Soutenir en priorité la constitution du SI par la stabilisation des CDD en cours
- Au soutien de la recherche
 - Priorités CNAP en hydrogéophysique
 - De façon plus générale l'OSU entend promouvoir au sein de l'Université la reconnaissance des missions d'observation dans le référentiel des services des EC

2. Moyens financiers

Sur la base des budgets 2009-2013 et de l'audit de fonctionnement des SO un budget type peut être établi.

Un budget annuel d'environ 400 K€ serait nécessaire au bon fonctionnement de l'Observatoire pour qu'il remplisse ses missions d'Observation mais aussi 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.

OSU OREME		
Budget primitif annuel 2015-2019		
I - SERVICES CENTRAUX		
	Fonctionnement général	
	Total fonctionnement général	5 000.00 €
	Direction	
	Total Direction	16 600.00 €
	Communication	
	Total communication	5 000.00 €
	Travaux exceptionnels	
	Total Travaux	5 000.00 €
	Evenements exceptionnels	
	Total évènement	5 000.00 €
	Valorisation	
	Total	5 000.00 €
	Total SERVICES CENTRAUX	41 600.00 €
II - ACTIONS TRANSVERSES		
	Total AT	42 500.00 €
III - COORDINATION BASES DE DONNEES		
	Total BDD	91 000.00 €
IV - PLATEFORMES		
	Géochimie dont AETE	25 000.00 €
	SMEL	25 000.00 €
	Font Equipement	25 000.00 €
	don Fonctionnement	25 000.00 €
	Total Plateformes	50 000.00 €
	Total Fonctionnement	225 100.00 €
V - GROS EQUIPEMENTS		
	ICP MS MC	250 000.00 €
	Total équipement	250 000.00 €
VI - SYSTEMES D'OBSERVATIONS		
Charges pour service d'observation		5 200.00 €
Géodésie	SNO RENAG	8 000.00 €
Sismologie	SNO RESIF	2 000.00 €
Hydrologie en domaine semi-aride et Méditerranéen	SNO H+ SNO KARST SNO AMMA-CATCH	9 000.00 € 18 000.00 € 10 000.00 €
Observatoire de la Subsurface	SNO H+	8 000.00 €
Observatoire du Littoral	LTC: Trait de côte: dynamique physique et sédimentaire Observatoires biologique et dynamique lagune et avant-côte	8 000.00 € 10 000.00 €
Observatoire des pollutions	Pollution et adaptabilité biologique en aval des anciens sites miniers	10 000.00 €
Observatoire de la biodiversité et de l'écologie	Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puéchabon Phénologie de la flore et la faune terrestre Dynamique des communautés Dynamique des populations d'organismes modèles Microbien et Coralligènes	10 000.00 € 10 000.00 € 26 000.00 € 33 000.00 € 6 000.00 €
	Total SO	173 200.00 €
	dont Equipement	42 000.00 €
	dont fonctionnement	84 000.00 €
	dont RH CDD	42 000.00 €
	Total SO INSU	83 000.00 €
	Total SO INEE	85 000.00 €
	Total HORS équipement	398 300.00 €

3. Equipement

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

(1) Introduction

Cette demande d'équipement, portée dans le cadre du prochain contrat, est déposée par l'Observatoire OREME et concerne l'acquisition d'un appareil de type spectromètre de masse à source Plasma à multi-collection 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 du succès pour les programmes de recherche scientifique qui se développeront grâce à cet équipement de haute technologie mais également une garantie d'une synergie entre les différentes équipes participantes .

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'Ecologie, 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.

(2) 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.

(3) 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
• ECOSYM	UMR 5119
• ISE-M	UMR 5554

De plus et bien que n'ayant pas de besoins immédiats en terme d'éléments en trace, le CEFE (Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, UMR 5175) s'associe et soutient cette demande 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'Ecologie et des Sciences de l'Evolution, certains de ces projets étant transverses entre différents champs de discipline. 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'un Grand Plateau Technique 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 Ecologie » (PACE, CEFE et IFR119).

b) Spectromètre IM_CRDS Picarro L2130-i pour des analyses isotopiques du deutérium et de l'oxygène des molécules d'eau (liquide, vapeur et solide)

CRDS : Induction Module Cavity Ringdown Spectroscopy _Integrated Water Isotope Extraction and Analysis from Solid Samples; En français Spectroscopie par temps d'amortissement de résonance.

L'objectif de ce projet est d'acquérir un équipement innovant en isotopie permettant de compléter les activités de la plateforme géochimie. Nous souhaitons d'étendre l'offre actuelle de la plateforme géochimie aux isotopes de l'hydrogène et oxygène (D/H et d18O) des molécules d'eau constitutives des organismes vivants (plantes, animaux), des sols et des liquides (précipitations, eau de mer, etc...). Cet équipement intéresse plusieurs communautés de chercheurs travaillant sur les problématiques environnementales (milieux marins, terrestres) dans les domaines de l'écologie, l'évolution, géosciences, etc... Il permettra de compléter les équipements de HSM-OSU OREME.

Cet appareil de mesures isotopiques de l'hydrogène et de l'oxygène fait appel aux nouvelles technologies CRDS très compétitives par rapport aux spectromètres de masse classiques en terme de volume de machine (20 fois plus petit), de prix (4 fois moins chers) et de temps d'analyse (moins d'une mn par échantillon contre >10mn). Cet équipement est encore trop peu distribué dans les laboratoires en France et sera complémentaire de celui acquis à l'ECOTRON (traçage de gaz CO₂ et CH₄ atmosphérique).

Les applications sont multiples en Ecologie, Phylogénie, Paléoclimatologie, Paléoenvironnement, Physiologie végétale et animale. L'OSU possède un spectromètre de masse (OPTIMA, ELEMENTAR) pour mesurer d'autres isotopes comme les isotopes du C des matières organiques qui sont très utiles pour distinguer les plantes C₃ des plantes C₄, les organismes benthiques des organismes pélagiques, les milieux de canopées denses versus les milieux ouverts, les océans froids des océans chauds etc... Cet appareil mesure également les isotopes de N des matières organiques qui sont très utiles pour distinguer différentes sources d'azote utilisées par les plantes, les milieux plus humides versus milieux secs, la diazotrophie, les régimes alimentaires et chaîne trophiques. Ce qui est fait jusque à présent c'est coupler les isotopes du C et N pour mieux discriminer les causes des variations. Il est de plus en plus recommandé d'augmenter les traceurs isotopiques pour encore mieux caractériser et comprendre les systèmes étudiés. Pour cela les isotopes du deutérium sont de plus en plus utilisés et apparaissent dans de nombreuses publications anglo-saxonnes. Le spectromètre ISOPRIME hébergé à HSM est dédié à l'analyse isotopique de l'oxygène et de l'hydrogène de l'eau liquide (les principales analyses concernent les glaciers andins et depuis peu le suivi isotopiques de l'eau des pluies au site instrumenté de Puéchabon). Souhaitant étendre nos analyses à la vapeur d'eau et à l'eau constitutive des organismes végétaux et animaux et des sédiments nous proposons d'acquérir le IM_CRDS Picarro L2130-i car il permet d'acquérir ces mesures en présentant des avantages non négligeables du point de vue technique. Tout d'abord, il ne nécessite presque aucune maintenance alors que l'OPTIMA et l'ISOPRIME nécessitent une maintenance régulière. Il a un coût tout à fait inférieur à la moyenne des spectromètres de masse classiques, en effet il coûte 81 k€ à l'achat (contre 250 k€ pour l'OPTIMA par exemple) et il ne coûte presque rien en consommable. Enfin il est capable de mesurer les deux isotopes simultanément, ce qui fait gagner un temps considérable.

V-B. 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 (dont H2020) portés par l'OSU : nombre de demandes et nombre de projets financés
- Les demandes de moyens structurants dans le cadre des demandes régionales de type FEDER/CPER
- Les demandes d'équipement mutualisés portés par l'OSU, notamment auprès du CNRS et de l'IRD, 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).

VI. OREME 2015 : Elargissement et gouvernance

VI-A. Périmètre

Du point de vue des laboratoires associés, il a semblé important à l'OSU de travailler au rapprochement avec le laboratoire LUPM qui intègre les astronomes qui à Montpellier sont également un groupe important rattachés à l'INSU-CNRS. Ce rapprochement a fait l'objet de groupes de travail qui ont porté un regard prospectif sur :

- La convergence scientifique
- La complémentarité en termes d'outils et de compétences
- La complémentarité en termes de communication

Au terme de cette réflexion (voir Annexe VII-C), les journées de conclusion de la prospective ont été l'occasion d'accepter l'association du LUPM à l'OSU OREME dans le prochain contrat, et de prévoir de la formaliser le plus rapidement possible.

Cette association suggère l'ajout de l'IN2P3, institut relais du LUPM au CNRS, au nombre des représentants des tutelles au conseil.

Comme indiqué précédemment l'OSU OREME a vocation à évoluer vers un pôle de site encore plus large s'ouvrant vers les SHS et la santé, et offrant éventuellement aux acteurs de la proposition du GIS IM2E un lieu plus pérenne qu'un GIS pour construire leurs interactions.

VI-B. Gouvernance

Comme précédemment l'OSU a une gouvernance partiellement dictée par le décret de création des OSUs. Toutefois il souhaite continuer à y déroger partiellement en associant de façon officielle la direction de l'InEE du CNRS à son conseil. De même si l'IN2P3 et le BRGM devaient rejoindre l'OSU comme tutelles, leur direction serait de facto associée au conseil

Afin de renforcer la synergie autour des plateformes, des risques associés et de l'accompagnement de la formation d'autres commissions seront ajoutées :

- une commission « Enseignement/Recherche » chargée de réfléchir aux profils en synergie avec les recherches fondamentales de l'OSU. Elle travaillera en lien fort avec les commissions correspondantes des Comité Thématique d'Etablissement
- une commission « Hygiène et Sécurité » focalisée en particulier sur les risques associés au déploiement des systèmes d'observation
- une commission « Moyens techniques mutualisés » en forte relation avec la commission des Observations.

Afin de renforcer la synergie avec les UMR constitutive de OREME, le bureau de OREM se réunira 2 à 3 fois par an sous forme d'un comité de pilotage (COFIL) intégrant les directeurs des UMR notamment lors de la demande de moyens financiers et humains, ou lors des grands appels à projets régionaux ou nationaux.

VII. Annexes

VII-A. Prospective et production des Services d'observation de OREME

1. Prospective

a) SNO RENAG

(1) Nature du système d'observation GPST2 (GPS pour la Troposphère et la Tectonique)

Le SO GPST2 est un réseau constitué de stations GNSS permanentes et semi-permanentes pour l'observation du contenu intégré en vapeur d'eau troposphérique régional, et la déformation tectonique régional et au Maroc. La constitution de ce réseau a débuté il y a plus de 10 ans avec des stations GPS. Les 10 stations permanentes ont été installées et sont gérées par le Laboratoire Géosciences Montpellier dans le cadre du réseau ORE/RENAG (réseau national GNSS) et sont intégrées dans le réseau national de l'IGN (RGP). Avec le développement des nouveaux systèmes de positionnement type Glonass ou Galileo utilisables par nos nouveaux récepteurs, il faudra désormais remplacer le terme GPS par GNSS (SO/GPST2 par SO/GNSST2).

(2) Nature des observations

Les mesures sont constituées d'observations GNSS issues de stations GNSS permanentes (GM) et semi-permanentes (VENICE). Depuis 2007 notre Système d'Observation compte 10 stations GPS permanentes en France (figure 1). Une à 2 stations GNSS permanentes seront installées en 2013-2014 au Maroc.

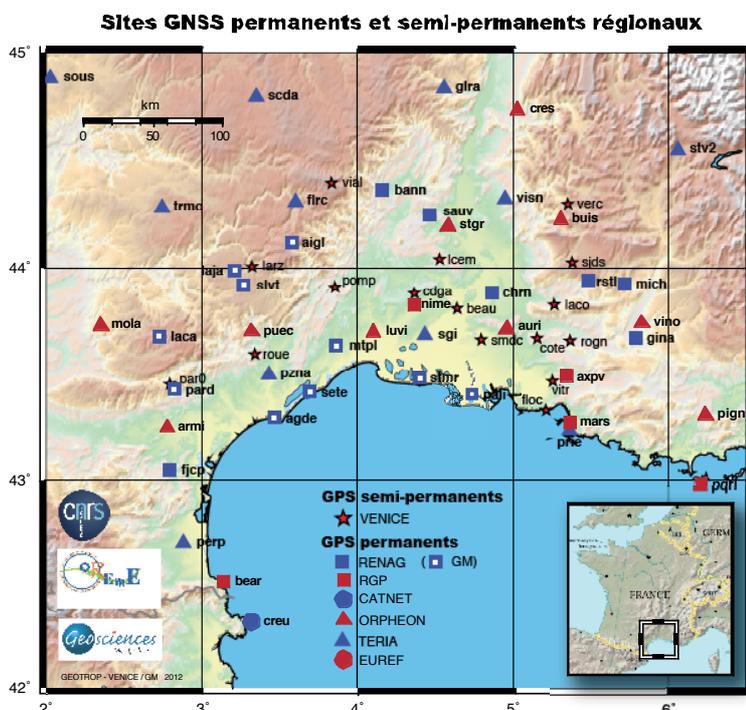


Figure : Localisation des stations GPS permanentes et semi-permanentes de la SO/GPST2 (GM et VENICE) et des autres organismes sur la région Languedoc Roussillon.

Les données GNSS permanentes sont formées de fichiers quotidiens et horaires enregistrés à la fréquence de 30s et 1s. Chaque fichier est automatiquement récupéré par le centre de contrôle de Montpellier et suit un prétraitement de contrôle et de mise au format international (RINEX). Les données sont archivées et mise à disposition sur les sites de l'OREME, du RENAG et du RGP

(3) Liste des sites de mesure :

- 10 sites GNSS permanents régionaux (figure 2) :
 - Mesures GNSS continues (fichiers 30s/24h et 1s/1h)
 - Mesures météo (P, T, U toutes les 10mn) :
 - AGDE (Cap d'Agde – 34)
 - AIGL (Mont Aigoual - 30)
 - LAJA (La Jasse – 30)
 - LACA (Lacaune – 81)
 - MTPL (Montpellier CNRS – 34)
 - PALI (Salin-de-Giraud – 13)
 - PARD (Pardailhan – 34)
 - SETE (Sete – 34)
 - SLVT (La Salvetat – 34)
 - STMR (Saintes-Maries de la Mer - 30)
- 14 sites GNSS semi-permanents (VENICE) : 2*15 jours de mesures par an (fichiers 30s / 24h)



Figure : Station GPS de la Salvetat (SLVT), avec le système GPS, la station météorologique et le système de transmission satellitaire des données.

(4) Questions scientifiques majeures

Pour l'OSU OREME, les observations du réseau GNSS GPST2 s'inscrivent dans 3 thématiques majeures de recherche :

- Quantification des faibles déformations tectoniques actuelles régionales et nationales (dans le cadre du réseau RENAG) et au Maroc (estimation du risque sismique dans le Nord du Maroc).
- Suivre de l'évolution temporelle de la vapeur d'eau atmosphérique (risque lié aux pluies catastrophiques régionales)
- Etude des mouvements verticaux induits par le chargement hydrologique en liaison directe avec le SO GEK (Géodésie des Eaux Karstiques).

Ces mêmes observations sont aussi utilisées pour de nombreuses autres applications telles que la détermination précise des mouvements verticaux en colocation avec des mesures de marégraphie (variation du niveau des mers), la contribution au positionnement géodésique précis à l'échelle régionale scientifique et industriel, la réalisation de Modèles Numérique de Terrain (MNT),...

(5) Valorisation des données obtenues

Les données GNSS du SO/GPST2 sont publiques et diffusées par les bases de données RENAG (<http://webrenag.unice.fr>) et du RGP (<http://rgp.ign.fr>). Elles ont donné lieu à de nombreuses études scientifiques sur le suivi de l'évolution temporelle de la vapeur d'eau atmosphérique. Sur les thématiques de la déformation tectonique, des mouvements verticaux et de la marégraphie, un grand nombre d'études sont en cours mais nécessitent de longues séries d'observations en raison de la faible amplitude des mouvements mesurés.

(6) Liaisons nationales ou internationales

Le SO/GPST2 est en liaison directe avec de nombreux programmes de recherche nationaux et internationaux et de d'organisme nationaux :

- ORE RENAG (Observatoires de Recherche en Environnement - REseau NATional GPS permanent - www.renag.fr)
- RGP (Réseau GPS Permanent de l'IGN - www.rgp.ign.fr)
- ORE - OHM-CV (Observatoires de Recherche en Environnement - Observatoire Hydro-météorologique Méditerranéen Cévennes-Vivarais - www.lthe.hmg.inpg.fr/OHM-CV)
- 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/).
- INSU : Déformation actuelle et aléa sismique de la zone Rif-Bétique
- CNES/TOSCA : Mouvements verticaux récents dans le rif (Maroc) et géodynamique de la méditerranée occidentale

(7) Evolution envisagée dans le prochain contrat

Dans les prochaines années nous voulons faire évoluer le réseau en installant des stations GNSS permanentes sur la chaîne pyrénéenne, dans le cadre du développement des stations de l'ORE/RENAG, afin de mieux quantifier les faibles déformations de cette région. Dans un premier temps deux stations seront installées sur la partie orientale de la chaîne, puis 3 autres sites sur la partie centrale et occidentale. D'autre part la station de Montpellier située sur le campus du CNRS de la DR13 devra être déplacée en raison de la construction d'un important bâtiment (Projet Ballard). Enfin une station permanente sera installée sur le site d'observation GM/OREME de la Jasse (Hospitalet du Larzac) en collocation avec d'autres instruments géodésiques (Gravimétrie absolue et relative et inclinométrie) en relation directe avec le SO/OREME GEK (Géodésie des Eaux Karstiques).

Un nouveau traitement PPP (Precise Point Positioning) va être mis en place pour les stations permanentes GNSS, mais aussi celles du RENAG dans son ensemble. Cette solution sera publiée sur le site de l'OREME. Elle sera complémentaire à celle produite par l'observatoire de la Côte d'Azur, la comparaison et combinaison des deux solutions permettront à terme une meilleure estimation des déformations en Méditerranée Occidentale.

b) SNO RESIF

(1) nature du SO

Le SO sismologique RESIF concerne un service d'observation national, financé en partie par un projet Equipex (RESIF-CORE). Le projet RESIF se propose de mesurer les déformations du sol sur des échelles de temps allant de la fraction de seconde à la décennie en utilisant les outils géodésiques, sismologiques et gravimétriques. Le SO sismologie de l'OSU OREME ne concerne que la composante sismologique large bande, et uniquement pour l'instrumentation dans la région (regroupant 4 stations). Il s'agit d'installer, puis de maintenir 4 stations sismologiques permanentes sur 4 sites autour de Montpellier (entre 10 et 100 km) afin d'assurer un suivi en temps réel des données enregistrées.

(2) nature des observations

Les observations recueillies dans le cadre de ce SO concernent les données sismologiques large bande de 4 stations permanentes. Ces données sont enregistrées de façon continue par des sismomètres STS2 sur 3 composantes (verticale et 2 horizontales) et envoyées en temps réel vers le nœud A régional en charge de la

validation et du stockage des données (EOST, Strasbourg). Elles sont ensuite envoyées au nœud B (IsTerre Grenoble) pour diffusion et mise à disposition immédiate. Sur les 4 stations en charge par OREME, une est déjà en activité depuis 2011 (TRBF) et concerne un site A (niveau de bruit le plus bas pour les longues périodes). Un deuxième site a été identifié et validé en février 2012 pour accueillir une nouvelle station en 2014-2015 (site de La Jasse). Deux autres sites sont prévus, l'un près de Narbonne en cours de prospection, et l'un près de Montpellier pour 2016.

(3) questions scientifiques majeures servies par ce SO

RESIF est né de la volonté de pouvoir mener une recherche de pointe dans une période de profonde évolution de notre compréhension des séismes, la propagation des ondes sismiques et la dynamique de la lithosphère européenne, aidant ainsi à une meilleure identification et gestion des risques et des ressources naturelles.

L'équipement sismologique est destiné à l'observation des déformations de la terre, aux plus hautes fréquences sismiques enregistrées par les sismomètres. L'analyse des données concernera toute la communauté géophysique et les résultats auront un impact sur toutes les disciplines utilisatrices (tectonique, géologie, géotechnique, hydrologie, météorologie ...). Ainsi, RESIF permettra des avancées importantes sur des sujets fondamentaux comme la connaissance de la dynamique de la croûte et de la lithosphère européennes, qui est l'objectif majeur affiché par le projet EPOS. A plus grande échelle, RESIF s'intègre au dispositif européen et mondial d'instruments permettant une imagerie de la Terre interne dans sa globalité et une étude des phénomènes majeurs comme la dynamique du noyau terrestre, convection mantellique, subduction, chaînes de montagnes, séismes, volcans,...

RESIF aura ainsi des impacts sociétaux dans l'étude des risques naturels. Il sera un outil de mesure, d'étude et de compréhension des risques liés aux mouvements du sol, qu'ils soient de courte ou de longue période, d'origine naturelle (séismes, glissements de terrain, tsunamis,...) ou artificielle (barrages, mines, stockages souterrains, explosions,...), à la mesure de l'urbanisation forte et des nombreux ouvrages industriels stratégiques qui caractérisent la France. Au même titre qu'une infrastructure de communication physique ou électronique de haute qualité donne une avance à un pays moderne et en constitue l'un des attraits, RESIF apportera à la société civile, scientifique, industrielle et économique française son équivalent dans le domaine des risques sismiques. Une partie de l'équipement sera partagée avec des systèmes spécifiques d'alerte comme l'alerte aux tsunamis.

(4) valorisation des données obtenues (accompagnée d'une liste des publications ou rapports correspondants)

Etant donné que ce SO n'a vu le jour qu'en 2013 à OREME, et que seule la partie instrumentation du projet a débuté, nous n'avons encore aucune publication concernant les données de la station actuellement en activité (TRBF).

En termes de valorisation et communication, nous avons participé à une interview télévisée (France 3 région pays gardois) et une pour la presse locale (Le Midi Libre) lors de l'installation de la station TRBF (2011). Nous avons également produit un poster A0 de vulgarisation pour expliquer les tenants et aboutissants du projet pour ce même site (la grotte de Trabuc). Un écran est en cours d'installation dans la partie visitée de la grotte pour visualiser les composantes du sismomètre.

(5) liaisons nationales ou internationales de l'action du SO

Faisant partie d'un SO national, ce service est en lien avec tous les acteurs en sismologie concernés par ce projet : EOST, IsTerre, Geoazur, OMP, OSUNA, IPGP, OPGC,... Cette liaison nationale se fait au travers de conseils scientifiques, techniques et administratifs. C. Tiberi, responsable du SO de l'OREME en est la correspondante scientifique et technique, et assure le lien avec les instances du SO national et RESIF. Une convention a été signée entre tous les partenaires de RESIF-CORE, donc l'OSU OREME pour définir les rôles de chacun.

Ce service d'observation est lié à un projet européen d'infrastructure pour l'observation et la compréhension de la dynamique de la Terre Interne et des aléas telluriques. Ce projet a été inscrit en décembre 2008 sur la feuille de route ESFRI, (European Strategic Forum on Research Infrastructures). La phase préparatoire d'EPOS a démarré le 1er novembre 2010, et va se prolonger jusqu'en 2014. Cette phase préparatoire d'EPOS est financée par la Commission européenne dans la cadre de l'appel FP7-

INFRASTRUCTURES-2010-1-2.2.2. Le CNRS-INSU est le contractant et Helle Pedersen, en tant que déléguée scientifique CNRS-INSU et coordinatrice de l'infrastructure de recherche française RESIF, a été désignée par le MESR (lettre de M. Dany Vandromme du 17 novembre 2009) comme représentante de la France pour la phase préparatoire d'EPOS.

(6) évolution envisagée dans le prochain contrat: contour, nature des observations, partenariats nationaux ou internationaux.

Les contours de ce SO-RESIF sismologie ne devraient pas changer dans le prochain contrat. Il s'agit de continuer les installations des trois stations sismologiques restantes, et d'en assurer la maintenance et le bon fonctionnement. Les observations seront directement envoyées en temps réel par téléphone, ADSL ou satellite au nœud A dont nous dépendons (EOST, Strasbourg). Nous bénéficions ainsi de l'infrastructure nationale mise en œuvre actuellement, et ne devons pas développer de base de données propre à OREME. Les observations sont les mouvements du sol suite à un événement sismologique local ou lointain. Nous espérons l'aide d'un ingénieur d'étude ou de recherche pour la partie technique qui n'est pas actuellement assurée par manque de moyen humain.

Les données des 4 stations sismologiques que nous avons en charge devraient nous permettre d'étudier plus spécifiquement le sous-sol de la région, notamment les profondeurs du Moho et la présence de fluide dans les régions karstiques. Nous souhaiterions également plus développer les interactions entre recherche sur le littoral et la sismologie (effet de la houle, résonance marine-terrestre,...).

c) SNO Observation H+

(1) La nature du SO

Le service national d'observation H+ est une infrastructure de recherche dédiée à l'étude des eaux souterraines. Il est construit autour d'un réseau d'équipes de recherche et de 4 sites hydrogéologiques complémentaires en termes de milieu géologique, d'exploitation, et d'objectifs de recherche: Ploemeur (Morbihan) géré par l'OSUR, le S.E.H. de l'université de Poitiers, les sites de Campos (île de Majorque, Espagne) et du Durzon (Larzac), sous la responsabilité de l'observatoire OREME de Montpellier.

Tous sont des aquifères extrêmement hétérogènes, poreux et fracturés à divers degrés. Ces sites sont fortement instrumentés en forage ainsi qu'en surface dans un objectif d'observation à long terme ainsi que pour permettre la réalisation d'expériences de longue durée et/ou pour documenter les constantes de temps des évolutions du milieu. H+ permet de développer les expérimentations, d'assurer la cohérence des protocoles, de contribuer au fonctionnement sur la durée, de mettre en réseau les données et les instruments, et d'assurer leur mise à disposition auprès de la communauté scientifique.

Comme la plupart des grands services d'observation de la terre, H+ est sous la tutelle de l'institut national des sciences de l'univers (CNRS). Il a été lauréat des principaux appels d'offres du ministère de la recherche consacrés aux observatoires de l'environnement: Le programme ORE (Observatoire de Recherche en Environnement) en 2002, et SOERE (systèmes d'observation et d'expérimentation au long terme pour la recherche en environnement) en 2011.

(2) Les questions scientifiques majeures servies par ce SO.

La mission première de l'observatoire H+ est de maintenir et de coordonner un réseau de sites expérimentaux capables de fournir des données pertinentes – y inclus des chroniques ou expériences long terme – pour la compréhension du cycle de l'eau et des éléments transportés dans les aquifères souterrains, afin de développer des outils de gestion des ressources en eau souterraines.

Les questions scientifiques et méthodologiques servies par ce SO concernent la caractérisation de l'hétérogénéité (géologique et hydrogéologique) et l'identification et la quantification des processus, notamment réactifs (réactivité microbienne, biodiversité souterraine, interactions fluide-roche).

Le couplage mesures/théories/modèles est une mission fondamentale de l'observatoire H+, la modélisation, à quel niveau qu'elle soit, étant un outil indispensable pour une gestion raisonnée de la ressource. L'observatoire a donc pour vocation de créer un lien pérenne entre les équipes de recherche intéressées par les aspects théoriques, numériques ou expérimentaux des transferts en milieu hétérogène.

Plus précisément, pour les sites rattachés à l'OSU OREME, les questions scientifiques concernent la salinisation des aquifères côtiers (site de Majorque, Espagne) et l'étude des processus qui contrôlent les variations spatiotemporelles du stock d'eau dans les milieux karstiques (site du Durzon).

(3) La nature des observations.

Le SO H+ regroupent un certain nombre de mesures répétées au cours du temps qui permettent le suivi au cours du temps de certains paramètres. Ces mesures s'effectuent en forage et/ou en surface.

- Hydrologie : précipitations, niveaux piézométriques, écoulements, propriétés physiques, ...
- Hydrogéologie : éléments majeurs et traces, carbone, pH, conductivité, potentiel redox, température, pression,
- Mesures géophysiques en surface : gravimétrie, sismique, radar, électrique,
- Inclinométrie,
- Observatoire de résistivité électrique en forage.

Des expérimentations sont également menées sur différents sites : essais de pompages, traçage, suivi de recharge, imagerie géophysique 4D, ...

Toutes ces données sont incluses dans la base de données H+.

(4) La valorisation des données obtenues (avec liste des publications ou rapports correspondants).

Toutes les données sont disponibles dans une base de données ouvertes au public et elles sont valorisées à travers des publications scientifiques et notamment dans le cadre de travaux de thèse.

(5) Les liaisons nationales ou internationales de l'action du SO.

Le SOERE H+ international, créé en 2012, regroupe le SO H+ (Ploemeur, Poitiers, Majorque, Larzac), ainsi que 4 sites pilotés par des partenaires français (LSBB, Hyderabad pour le BRGM), et européens (Llobregat pour le CSIC à Barcelone en Espagne, Krauthausen pour l'université de Jülich en Allemagne). Le réseau SOERE H+ international est le fruit d'une réflexion menée depuis plusieurs années pour faire évoluer le réseau H+ France au niveau des sites, des équipes participantes et des collaborations internationales. La création d'un réseau international de sites hydrogéologiques est aussi motivée par la demande de plusieurs équipes étrangères de participer à ce réseau unique en Europe.

Les équipes du SO H+ participent à l'équipex CRITEX qui, à terme, mettra à disposition du réseau H+ un parc d'instrument de dernière génération, pour le suivi long terme et pour la mise en place d'expérimentations en regroupant un grand nombre d'instruments complémentaires. L'année 2013 est consacrée à l'acquisition et à la mise en œuvre des premiers instruments. Cela implique un investissement important des porteurs de tâches qui sont parfois déjà fortement impliqués dans H+.

(6) Evolution envisagée dans le prochain contrat: contour, nature des observations, partenariats nationaux ou internationaux.

L'extension du réseau H+ doit se faire évidemment dans le respect des règles édictées et avec un niveau d'exigence élevé sur la qualité scientifique, seul gage pour faire de H+ une structure de recherche en pointe au niveau international sur les thématiques traitées. Une telle évolution n'a de sens que si elle s'accompagne de moyens permettant de réaliser ces missions nouvelles. Le financement du SOERE H+ international en 2012 a permis de lancer l'extension du réseau aux deux sites pilotés par des partenaires français (BRGM et université d'Avignon), ainsi que de développer les échanges avec les deux sites pilotés par des équipes étrangères. Nous souhaitons que réseau international soit pérennisé au-delà de l'année 2013 pour construire une infrastructure internationale de référence, comprenant des sites d'observation et des sites expérimentaux ainsi qu'une base de données pertinente et « vivante ».

D'un point de vue scientifique et technique, la stratégie d'observation en forage sera renforcée avec l'aide des moyens acquis dans le cadre de CRITEX. Il s'agira en particulier d'outils de mesure de température et de gaz par fibre optique et réseaux de Bragg, ainsi que de moyens mobiles de suivi de la résistivité électrique en forage, notamment pour remplacer le système maintenant défaillant mis en place à Campos en 2005 dans le cadre du projet européen ALIANCE (FP5).

L'agrégation d'équipes européennes dans le réseau H+ international, ainsi que le renforcement des liens avec le réseau des bassins versants dans le cadre de CRITEX, préfigurent la création d'un réseau européen

de sites de recherche sur les eaux souterraines et les bassins versants, ayant une taille critique suffisante pour devenir une infrastructure européenne.

d) SNO du karst.

(1) Nature du SNO

Le SO KARST, labellisé par l'INSU au cours du contrat en cours, a pour mission de rassembler autour de questions et verrous scientifiques majeurs les équipes du réseau, en se basant sur le suivi de leurs sites-ateliers. Il aide à organiser la recherche à l'échelle nationale afin de faire émerger des questions et avancées scientifiques spécifiquement en termes de liens entre physique et hydrodynamique des aquifères karstiques, analyses statistique et spectrale des enregistrements hydrologiques et modélisation hydrologique. Le SO KARST a ainsi pour ambition d'assurer une visibilité à l'échelle internationale des développements scientifiques produits tout en assurant la pérennité des mesures sur le long terme ainsi que leur sauvegarde par constitution d'une base de données.

Une attention particulière est portée sur le lien données – modèles afin, d'une part, de mieux comprendre la physique du milieu et, d'autre part, d'enrichir la physique des modèles.

Les différentes problématiques recoupées par le SO KARST se déclinent en trois questions scientifiques et challenges :

- Les mécanismes de transfert et de transport en milieu karstique
- Les liens entre structure géologique et écoulement
- La ressource en eau karstique face aux changements globaux

(2) Nature des Observations

Du fait du caractère transmissif et capacitif de ces hydrosystèmes karstiques, extrêmement variable dans le temps et dans l'espace, un suivi à haute fréquence au cours de plusieurs cycles hydrologiques a été mis en place sur les différents sites. Par ailleurs, la structuration verticale du karst en différents compartiments (végétation/sol, épikarst, zone non saturée, zone saturée), ainsi que les interactions hydrodynamiques entre le milieu transmissif (conduit karstique) et le milieu capacitif (matrice ou autres vides mal connectés au réseau de drainage principal) provoquent des phénomènes de non linéarité et de non stationnarité particulièrement prononcés. Les transferts hydriques et les éléments mobilisés sont ainsi fonction des saisons ou des variations climatiques à plus long terme.

Un suivi spatio-temporel à long terme et à haute fréquence s'impose donc pour étudier en termes d'intensité mais aussi et surtout de fréquence, la réponse du karst aux changements environnementaux ou à la variabilité du climat.

La stratégie d'observation commune aux différents sites se caractérise par une approche intégratrice à l'échelle du bassin versant, entité géographique au sein de laquelle circulent des flux qui convergent vers un ou plusieurs exutoires, et historique puisque basée sur des séries temporelles longues (débit, piézométrie, hydrochimie). Cette approche permet d'appréhender l'évolution de la ressource en eau en domaine karstique en réponse à des forçages de courte, moyenne et grande longueur d'onde, pour des contextes physiographiques (géomorphologie, occupation des sols et aménagements des bassins...), géologiques et climatiques variés.

Les suivis et la collecte de données concernent:

- Variables hydrologiques de base (précipitations, débits et niveaux d'eau aux exutoires karstiques ainsi que dans les différents compartiments du karst)
- Variables physico-chimiques (conductivité électrique, température, turbidité, pH, fluorescence naturelle)
- Variables géochimiques (ions majeurs, éléments traces, isotopes de la molécule d'eau et de certains éléments (C, Sr, B, Li), carbone organique total, gaz dissous).
- Variables géophysiques (résistivité du sous-sol, potentiel spontané, RMP, mesures géodésiques)
- Variables microbiologiques (micro-organismes, essentiellement les bactéries)

(3) Questions scientifiques majeures suivies par le SO Karst

Les différentes problématiques recoupées par le SO KARST peuvent être déclinées en trois questions scientifiques et challenges, auxquelles les données des différents sites d'observation permettront de répondre.

LES MECANISMES DE TRANSFERT ET DE TRANSPORT EN MILIEU KARSTIQUE

- Modalités de l'infiltration et conséquences (à court moyen et long terme) sur i) la recharge, ii) la vulnérabilité de la ressource souterraine, iii) le stockage dans les différents compartiments du karst et iv) le fonctionnement hydrologique et la dynamique événementielle des bassins versants à forte composante karstique (soutien des étiages, amortissement ou amplification des crues)
- Modalités du transport (éléments dissous et particulaires), i) dépôts et/ou remise en suspension des MES, ii) rôle du karst dans les bilans de masse des éléments transportés sur les surfaces continentales (cycle du carbone (minéral et organique), en particulier).

LIENS ENTRE STRUCTURE GEOLOGIQUE ET ECOULEMENT

- Préciser l'impact de la structuration verticale (végétation, sol, épikarst, zone non saturée, zone saturée) et horizontale (conduits, fractures, matrice) sur les écoulements et les transferts chimiques/particulaires, et proposer des lois d'écoulement adaptées en fonction du régime hydrologique
- Identifier les facteurs du contrôle interne de la hiérarchisation des écoulements et de leur évolution dans le temps, à différentes échelles et au sein de chaque compartiment ;

LA RESSOURCE EN EAU KARSTIQUE FACE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX

- Quelle sensibilité des hydrosystèmes karstiques (i.e. bassins versants de surface et aquifères) en relation avec les changements environnementaux à large échelle ? Quel impact des changements globaux sur l'évolution, d'un point de vue quantitatif et qualitatif, de la ressource en eau à moyen et long terme?
- Quels modèles d'évolution de la dynamique des hydrosystèmes karstiques en lien avec les changements globaux ? Quelle implication en termes de protection de la ressource en eau, quels modèles de gestion?

(4) Valorisation des données obtenues

Comme il n'est pas possible de suivre l'ensemble des proxies à très haute fréquence, l'un des intérêts du SO KARST, est de proposer des stratégies d'observation qui permettent la meilleure optimisation coût - fréquence - qualité des mesures en essayant d'agréger autour de l'observation une vue cognitive "amont".

Toutes les informations sont analysées, traitées, validées et centralisées dans les bases de données des différents sites accessibles depuis un portail comprenant les métadonnées de chacun des sites.

Le système d'information environnementale dédié à ce SO s'articule autour de deux systèmes principaux, la base de données et l'application SIG de ces données. L'adoption d'un format commun de Base de Données pour tous les sites et la mise en œuvre systématique de métadonnées normalisées, que ce soit pour les données dites « séries chronologiques » ou pour les données spatialisées, permettent une interopérabilité des informations de l'ensemble des sites et ont permis la construction d'une plateforme Web commune. Cette uniformisation des schémas et des normes permet aussi d'envisager le développement de services Web communs et la mutualisation de méthodes d'analyse, de critique et de valorisation de l'information.

(5) LIAISONS NATIONALES OU INTERNATIONALES

Réseau de Bassins Versants (RBV) ; Critical Zone Observatories (Etats Unis) ; Observatoire de l'environnement au Liban (Naige et Karst)

(6) EVOLUTION ENVISAGEE DANS LE PROCHAIN CONTRAT

Contour du SO- partenariats nationaux/internationaux.

Une large communauté est actuellement à même de participer à ce service d'observation, mais tous les sites et toutes les équipes ne sont pas au même niveau de maturation et de valorisation de leurs sites d'observation. Il est dans la mission de ce service, au-delà de l'observation, d'amener l'ensemble de la communauté à un niveau d'excellence homogène, tant en termes de qualité des données que de leur valorisation scientifique démontrée.

Dans un premier temps, et afin de bâtir ce service de façon efficace et reconnue en termes de service rendu à la communauté, il se construira sur un double cercle d'association. Ces deux cercles seront évidemment intimement liés, la mutualisation des moyens bénéficiant notamment à l'ensemble des acteurs quel que soit leur cercle initial. Le SO a vocation à être l'incubateur de ce deuxième cercle et de nouveaux sites, et à les amener à intégrer le premier cercle.

Une ouverture à des sites karstiques localisés sur la partie sud de la Méditerranée est également envisagée, des démarches dans ce sens sont en cours au Maroc et au Liban.

Evolution/complément en terme d'observations

Le SO KARST pourra mettre à profit la pluridisciplinarité propre à l'OSU porteur du projet (OREME-INSU/INEE) pour aborder, au moyen de mesures adaptées, les propriétés des écosystèmes karstiques et plus spécifiquement :

- les facteurs de transport des particules et de survie des microorganismes, en relation avec l'innocuité microbiologique des ressources karstiques, ou encore la distribution des faunes endémiques des systèmes karstiques, et comment ces distributions nous renseignent sur la vulnérabilité mais aussi le fonctionnement du karst ;
- les modalités de transport des micro-organismes tels que les parasites (e.g., cryptosporidium), les bactéries autochtones ou allochtones (d'origine fécale ou non), et les flux de gènes associés (e.g., antibiorésistance) ainsi que le rôle du compartiment biologique dans les transferts de nutriments et/ou de polluants;

Les transferts de matière et le rôle du karst dans les grands cycles biogéochimiques devront également être une préoccupation forte de ce SO, et ce d'autant plus que la vulnérabilité des systèmes karstiques aux modifications des conditions aux limites en surface est forte.

La diversité des sites mis en commun au sein du SO KARST constitue une importante valeur ajoutée pour la compréhension de l'impact de ces facteurs de contrôle externes (différents climats), internes (différents contextes géologiques et environnementaux) et de leurs changements attendus sur la dynamique des hydrosystèmes karstiques.

e) SNO AMMA CATCH

AMMA-CATCH est un SNO labellisé, C'est un observatoire hydro-climatologique en Afrique de l'ouest

Site web et base de données : <http://www.amma-catch.org>

Il est composé de trois sites aux caractéristiques contrastées au Mali, Niger et Bénin, permettant de documenter le gradient éco-climatique Ouest-africain. Les observations sont réalisées sur un dispositif emboîté, de la méso-échelle (10^4 km²) à l'échelle locales.

AMMA-CATCH est porté par le LTHE, associé au Get (Toulouse) et à HSM (Montpellier). L'OSUG est l'OSU porteur, et l'OMP et OREME en sont partenaires.

De manière générale, les observations concernent les composantes du cycle de l'eau et de l'énergie, et la dynamique et le fonctionnement des couverts végétaux

(1) Questions scientifiques majeures servies par ce SO

- Impacts des changements globaux (climat, occupation du sol, aménagement) sur le cycle hydrologique tropical et sur les ressources en eau et interactions avec le système de mousson.
- Suivi des évolutions à long terme du cycle de l'eau et de la végétation en Afrique de l'Ouest, et détection de tendances décennale
- Evaluation et amélioration pour le contexte africain des modèles éco-hydrologiques et modèles de surface, et des algorithmes d'estimation par satellite des variables hydrologiques et écologiques

(2) Activités d'observations plus particulièrement prises en charge par HSM

- Ecohydrologie :
 - interactions entre fonctionnement des arbres et cycle de l'eau en zone tropicale
 - Couplage des cycles de l'eau et du carbone avec les écosystèmes anthropisés en zone tropicale semi-aride
 - Impacts de l'intensification agricole et des modes d'exploitation des terres, et de la variabilité climatique sur le cycle de l'eau et les ressources (en eau, agroforesterie,...)
- Suivi en continu, de l'échelle saisonnière à l'inter-décennal, de la dynamique des flux et des stocks dans l'ensemble de la zone critique (échanges surface-canopée-atmosphère, zone non saturée, nappe).
- Suivi phénologique de la végétation semi-naturelle (jachères, savanes, forêts) et cultivée.
- Caractérisation de l'usage et de l'occupation des sols par traitement des images satellites (LANDSAT, SPOT, ASTER).

(3) Valorisation

Le SNO AMMA-CATCH a produit 92 publications référencées ISI entre 2009 et 2012. La liste des 3 dernières années (55 références) est donnée en annexe.

(4) Liaisons nationales ou internationales de l'action du SO

- le SNO AMMA-CATCH a lié des partenariats avec différents projets (ANR, Europe, ...) qui bénéficient de l'infrastructure et des données existantes (GHYRAF, ESCAPE, ECLIS, GRIBA, calibration/validation de missions satellites : SMOS ; MeghaTROPICQUES.)
AMMA-CATCH est l'une des composantes du SOERE RBV et son groupe "flux" co-porte le groupe de travail "Flux évapotranspiratoire" de l'EQUIPEX CRITEX.
 - des collaborations ont démarré avec le SNO BVET (Cameroun, Inde)
 - le WP1 "Surface-Atmosphère" de CRITEX dont HSM est co-leader est un prolongement direct des activités menées dans le SO AMMA-CATCH).
- Les sites CATCH sont référencés dans plusieurs réseaux internationaux : FLUXNET, MODLAND, ISMN (International Soil Moisture Network) .
- Des collaborations sont tissées avec plusieurs laboratoires du Nord (France, Europe, Etats-Unis) et du Sud (Afrique de l'Ouest) impliqués sur les problématiques de l'eau et/ou du carbone dans cette région.

(5) Evolution envisagée dans le prochain contrat: contour, nature des observations, partenariats nationaux ou internationaux.

Activités générale du SNO

Le SNO sera maintenu dans la continuité des activités passée, tout en l'adaptant le cas échéant à la stratégie nationale en cours d'élaboration.

Les principaux axes pour le futur sont :

- Poursuite des observations de long terme avec rationalisation des réseaux.
- Poursuite des études de processus, ciblées sur les points clés (« verrous scientifiques » bloquants identifiés par l'exercice de prospective interne actuellement en cours
- Amélioration de la visibilité nationale et internationale du SNO
- Internationalisation : renforcement des liens avec des réseaux internationaux (type FLUXNET), insertion dans de nouveaux réseau (réflexions en cours).
- La situation sécuritaire sur les chantiers Sahéliens et dans l'est du site du Bénin est suivie avec attention. Les activités sont normales sur les sites Benin et Niger, mais un redéploiement temporaire d'une partie des activités du site Mali au Sénégal est en cours.

Activités HSM pour le futur

- Poursuite des études en ecohydrologie

- interactions arbres - cycle de l'eau : extraction racinaire profondeur et intensités ; rôle des arbres sur le renouvellement des ressources (en eau / agriculture – agroforesterie) (Site Bénin)
- couplage eau - carbone - écosystèmes (Site Niger) pour capturer la dynamique transitoire de moyen et long terme : effets des rotation cultures-jachères ; effets de la montée pluri-décennale du niveau de la nappe et du développement de mares permanentes.
- association observations in-situ / modélisations / télédétection, pour améliorer la robustesse des outils pour ce contexte et étendre spatialement au delà des domaines instrumentés la capacité de suivi des dynamiques éco-hydrologiques
- Poursuite et renforcement des études sur la zone critique :
 - dynamique des stocks souterrains, en lien avec les processus de surface et la dynamique de la végétation
 - sur le chantier Bénin, le gravimètre supra-conducteur est un équipements clé qui sert ces questions scientifique. Nous rappelons ici que sa pérennisation est nécessaire mais actuellement fragile (financements)
- Développement de la participation au SOERE RBV, notamment à travers l'Equipex CRITEX
 - Renforcement de la visibilité nationale et internationale :**
 - Maintien de l'effort de publication
 - Mise en ligne de l'interface cartographiques de la base de données permettant des extractions plus conviviales (fin 2013)
 - Valorisation de cette base de données dans les projets internationaux (notamment pour l'évaluation de modèles, GEWEX, ALMIP, CMIP, WAMME)
 - Développement des collaborations en réseau avec les autres SNO, dans le cadre de RBV et CRITEX : partage d'expertise et de savoir-faire
 - Renforcement et développement des liens avec les réseaux d'observation internationaux

f) SNO ICOS: Mesures de flux et fonctionnement des écosystèmes de garrigue: site de Puéchabon

(1) Nature du SO :

Le système d'observation est largement basé sur le site expérimental de Puéchabon dont les premiers suivis (fonctionnement hydrique des sols et croissance forestière) ont été initiés en 1984 et se poursuivent à différentes échelles de temps.

Depuis 1998, un dispositif opérationnel (tour à flux) de mesure automatique (fréquence d'acquisition : 20 Hz) des échanges d'énergie, de CO₂ d'H₂O entre l'écosystème et l'atmosphère ainsi que des principaux paramètres météorologiques a été mis en place et fonctionne depuis cette date de manière continue. Une combinaison de mesures et d'observations ponctuelles de grandeurs physiques du milieu et de la végétation complète le réseau de mesures automatisées. L'ensemble de ce dispositif correspond à la tâche d'observation Mesure des flux écosystémiques et correspond à l'opération Puéchabon 1.

En 2003, un dispositif d'exclusion de 30% des précipitations maintient des parcelles de 100m² dans des conditions de sécheresse que les modèles de changements climatiques prévoient pour la fin du XXIème 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. Il s'agit de la tâche Exclusion partielle des pluies, opération Puéchabon 2 du site expérimental.

Enfin deux parcelles de 200m² ont été soumises l'une à l'automne 2008 et l'autre au printemps 2009 à une exclusion totale des pluies à l'aide d'un toit mobile installé au-dessus de la canopée forestière. L'impact de ces événements pluviométriques exceptionnels a été suivi jusqu'à la fin 2010. Le dispositif appelé Puéchabon 3 est maintenu opérationnel depuis 2010.

Site	Opération	Date de mise en place
Puéchabon 1	Mesures de flux écosystème Mesures références spectrales	1998
Puéchabon 2	Exclusion partielle de pluies	2003

Une nouvelle TO appelée Système d'Observation Géographique des Incendies a été labellisée en 2012. Cette tâche d'observation vient compléter le SO par la constitution d'une base de données géoréférencée des écosystèmes forestiers méditerranéens affectés chaque année par les incendies (0.1 – 1%). Ce chiffre, faible en apparence, représente en réalité la totalité du carbone assimilé par l'ensemble des forêts de la région pendant une année, et les grands incendies, localisés dans un bassin versant peuvent fortement modifier son bilan hydrique, l'écoulement de surface et les risques de crues associés. L'intensité de l'incendie et son étendue conditionnera pendant les années suivantes le rétablissement de la biodiversité végétale et animale. Les flux d'eau et de carbone seront affectés par la modification des propriétés superficielles du sol, la dynamique de croissance des individus ainsi que par la vitesse des processus de décomposition des débris de biomasse restés après les incendies.

(2) Nature des observations.

Depuis 1984, des observations sont effectuées à différents pas de temps ; les principales variables météorologiques sont acquises 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 quantifier l'impact d'évènements climatiques exceptionnels (vague de chaleur, sécheresse exceptionnelle).

Depuis 1998, le suivi en continu des échanges gazeux (CO₂ et H₂O) entre l'écosystème et l'atmosphère est effectué par la méthode des fluctuations turbulentes (Puéchabon 1). Les mesures effectuées au pas de temps semi-horaire (flux et météo) sont intégrées à la journée et ont permis de quantifier la séquestration du carbone de cet écosystème ainsi que sa variabilité saisonnière et inter annuelle.

Dans le dispositif Puéchabon 2, des mesures continues de l'état hydrique des plantes et du sol et de croissance sont couplées à des mesures hebdomadaires ou mensuelles de phénologie, d'échanges gazeux au niveau de la feuille et du sol. Ce dispositif est le second plus ancien au monde et le plus ancien en climat méditerranéen. Il faut noter que des analyses de transcriptomique des communautés fongiques des parcelles expérimentales sont entreprises par le laboratoire d'Ecologie Microbienne de Lyon (UMR CNRS 5557).

Enfin, depuis 2008, un toit mobile permet de réaliser une exclusion totale des précipitations sur deux parcelles forestières afin d'étudier la réponse de l'écosystème à une sécheresse de très longue durée (Puéchabon 3). Des capteurs automatiques correspondant au suivi des principaux paramètres biotiques (croissance en diamètre des troncs) et abiotiques (eau du sol, flux de carbone du sol) fonctionnent de manière permanente depuis le début de cette opération.

La TO Système d'Observation Géographique des Incendies vient compléter le dispositif ponctuel du site par une évaluation régionale de la dynamique des surfaces forestières après incendies. Ces informations sont à l'heure actuelle archivées et disponibles dans le système Prométhée où chaque incendie est référencé selon un maillage propre aux services de lutte incendie. Le traitement de ces données nécessite une conversion de l'information brute en un format spatialement explicite pour obtenir les informations finales géolocalisées. La TO permet l'élaboration d'une base de données concernant la reconstruction depuis 1973 de la localisation des départs de feux en Languedoc-Roussillon (dans un premier temps) à 1km de résolution, au pas de temps journalier. Pour les incendies supérieurs à 100ha et qui couvrent donc plusieurs mailles de 1km, nous proposons de reconstituer les contours à partir des informations décennales Landsat à 30m mis à disposition par l'USGS depuis 1980, ainsi que les informations issues des produits feux globaux de télédétection MODIS MCD41 et ATSR Global Fire Atlas et produire ainsi une base de données vectorielles de ces contours ainsi que la grille à 1km de résolution de la distribution des incendies. Cette base de données sera mise à jour au pas de temps mensuel ou annuel au fur et à mesure de la diffusion en ligne des informations Prométhée, Landsat MODIS et ATSR.

(3) Questions scientifiques majeures.

L'ensemble des dispositifs d'observation et d'expérimentation ont été progressivement mis en place pour répondre à 3 objectifs scientifiques complémentaires : (1) comprendre les processus physiques, biologiques et chimiques qui régulent les échanges de carbone, d'eau et d'énergie entre l'atmosphère et la

végétation (c'est-à-dire dans la zone critique) à différentes échelle de temps et d'espace, (2) comprendre les mécanismes d'adaptation des espèces aux contraintes biotiques et abiotiques, et plus particulièrement à la contrainte hydrique, (3) évaluer la vulnérabilité de ces écosystèmes aux changements climatiques au niveau de ses composantes sol et plantes.

La TO Système d'Observation Géographique des Incendies permet de quantifier précisément au niveau régional l'impact d'une perturbation majeure dont il y a tout lieu de penser que les risques vont augmenter suite aux changements planétaires (dans ses deux composantes, climatiques et modifications d'usage des terres). Les incendies affectent le fonctionnement de la biosphère et de l'atmosphère à différentes échelles d'espace et de temps à travers i) les émissions de CO₂, gaz et particules dans l'atmosphère pendant l'évènement lui-même ii) la modification des communautés végétales et animales iii) les changements de surface des sols régissant les processus d'écoulement des eaux de surfaces et d'érosion pendant les mois suivant l'incendie, iv) la dynamique et la diversité des communautés végétales et animales pendant la période de recolonisation et v) la croissance ultérieure de l'écosystème et les flux associés (eau et C).

La compréhension du fonctionnement des écosystèmes forestiers méditerranéens, appréhendée dans ce SO, rejoint les grandes questions environnementales liées à l'accroissement des gaz à effet de serre atmosphérique (dont le CO₂), la capacité de stockage du carbone dans les écosystèmes, les impacts des changements planétaires sur les flux de matière (eau, carbone) dans la zone critique. 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. Enfin, l'analyse des données sera effectuée dans le cadre conceptuel des théories d'optimalité écologique et de la théorie des hiérarchies qui permettent ainsi de leur conférer une généralité et un pouvoir prédictif important concernant les écosystèmes méditerranéens.

(4) Valorisations des données obtenues.

Depuis 2009, une cinquantaine d'articles ont été publiés à partir des données récoltées sur le site expérimental de Puéchabon dont une dizaine en direction du grand public (cf. liste en annexe).

(5) Les liaisons nationales ou internationales de l'action du SO.

Depuis sa mise en place au début des années 80, le site expérimental a toujours su faire la liaison entre différentes thématiques, écologie forestière, suivi des populations aviaires, biologie du sol aussi bien à l'intérieur du laboratoire qu'avec des équipes d'autres organismes (INRA, Universités). Depuis 1998, l'ensemble des projets menés à Puéchabon l'ont été en partenariat. Les suivis des flux de carbone, d'eau et d'énergie (Puéchabon 1) ont été intégrés dans les projets européens et nationaux : MEDEFU (UE) 1998-1999, CARBOFOR (GICC) 2002-2003, CARBOEUROFLUX (UE) 2000-2003, CARBOEUROPE-IP (UE) 2004-2009, Réforme GICC MEDD (2005-2007), CARBOEXTREM 2009-2013 (UE), IMECC 2007-2011 (UE), Carbo France 2008-2010, FUME (UE 2010-2013), ICOS (UE preparatory phase 2008-2013). Ils ont également fait l'objet de collaborations formelles dans le cadre du laboratoire européen associé avec des équipes espagnoles LEA Dynamique des Ecosystèmes Méditerranéens dans un Monde Changeant (2000-2006) et informelles avec des équipes françaises du CIRAD, de l'IRD Montpellier et de l'Université Paris XI Orsay.

Des liens avec d'autres SO de l'OSU ont été mis en place, les données de phénologie acquises à Puéchabon sont fournies au SO « observer la phénologie de la faune et la flore terrestre » et les compétences accumulées dans la mesure des flux ont été utilisées pour l'installation d'une tour de flux sur le site du Larzac portée par le SO « Observer l'eau du karst » :

Au niveau national, le site de Puéchabon fait partie de l'Observatoire de Recherche en Environnement F-ORE-T coordonné par le GIP Ecofor depuis 2003. L'expérimentation Puéchabon 2 a été mise en place grâce au programme européen MIND (UE) 2002-2005 et fait partie du réseau français SEMAFOR (2011-2013) créé dans le cadre de l'opération SICMED – MISTRALS. Ce réseau comprend trois sites méditerranéens situés en France : Puéchabon géré par le CEFE, l'O3HP géré par l'IMBE (UMR 7263 Marseille) et le site de Fontblanche géré par l'URFM 629 de l'INRA à Avignon. Ce réseau a vocation à s'étendre à d'autres sites méditerranéens (rives nord et sud) (projet ENVIMED resp. T Gauquelin IMBE).

Enfin, les données issues des différentes expérimentations sont disponibles en ligne sur la base européenne gérée par l'Université de Tuscia (<http://gaia.agraria.unitus.it/>) et sur la base mondiale Fluxnet (<http://fluxnet.ornl.gov/fluxnetdb>).

(6) Evolution du SO

L'évolution envisagée dans le prochain contrat: contour, nature des observations, partenariats nationaux ou internationaux.

La SO pourrait évoluer vers plusieurs objectifs différents passant par

- le renforcement des dispositifs de mesure de la tour de flux pour la quantification de nouveaux flux de matière comme l'ozone et les composés organiques volatiles.
- la mise en place de suivi au pas de temps long (de la saison à l'année) de stocks à évolution lente comme le carbone du sol, les carbohydrates non structuraux contenus dans les troncs ou le $\delta^{13}C$ marqueurs de stress. Le maintien de l'exclusion de pluie 30% permettra d'obtenir l'ensemble de ces mesures pour deux situations hydriques contrastées.
- l'utilisation de méthodes novatrices de spatialisation des résultats afin de passer de l'échelle de la parcelle à celle du bassin versant : teneur en eau du sol par tomographie permettant d'intégrer la très forte variabilité structurelle du sol, utilisation d'images Lidar aéroportées pour la création de cartes précises d'indice foliaire et de biomasse sur une centaine d'hectares.
- l'utilisation de l'ensemble des dispositifs de manipulations d'écosystèmes comme tête de pont d'un suivi à long terme de la réponse de la biodiversité fongique et microbienne et du fonctionnement des sols forestiers sous contraintes en fédérant les sites et projets mis en place à cet effet sur le pourtour méditerranéen.
- le développement du rôle d'interface du site en renforçant à la fois les partenariats avec les SO observant les communautés et la phénologie et d'autres parts avec les SO travaillant sur le cycle de l'eau en milieu karstique.
- des développements de capteurs innovant (imagerie thermique) et de réseaux de capteurs via des étiquettes RFID (collaborations Labex Numev, IES Montpellier).

g) SNO N°5 Astronomie Astrophysique : Centre de traitement de données et d'archivage, Observatoire virtuel, TO Pollux

The POLLUX database of synthetic stellar spectra, has been fully initiated, developed and is maintained by two CNAP astronomers of LUPM (A. Palacios & A. Lèbre) ensuring their "tâches de service" duties within this project. It offers theoretical data (high resolution synthetic spectra and spectral energy distributions), that have been computed using the best-suited codes for hot and massive stars (CMFGEN), intermediate-type stars (ATLAS) and cool stars (MARCS). These data are accessible through a user-friendly Web interface (<http://pollux.graal.univ-montp2.fr/>). They are useful for both stellar physics (determination of fundamental parameters and chemical abundances, tests of model atmospheres) and galactic physics (spectral libraries for stellar population studies, preparation to Gaia). POLLUX is a service of the Virtual Observatory (V.O.), and is included in the OV-GSO, the regional expert center gathering V.O. oriented services and applications from Bordeaux to Montpellier and led by Toulouse. Within OV-GSO, VOSPECFLOW, an application based on V.O. protocols that intends to make easier the direct comparison between observed stellar spectra (stored in the TBLegacy archive) and high resolution synthetic spectra (stored in POLLUX) has been fully developed by the POLLUX core team with the help of engineers of Service Informatique du LUPM (M. Sanguillon) and of IRAP (P. Maeght).

Orientations :

1- VO developments: Creation of services based on V.O. protocols and applications, e.g.,

- "Service de Convolution" (allowing the transformation of a computed spectrum from POLLUX into a useful simulation of a stellar observation)
- Automatic tool for the determination of accurate stellar parameters of an observed star, based on the theoretical data stored within POLLUX

2- Completion of the POLLUX database :

- The coverage of the colour-magnitude diagram in terms of effective temperature and gravity (+ metallicity) needs to be improved (see <http://pollux.graal.univ-montp2.fr/USER%20GUIDE.pdf>), and part of these missing data will be computed within the team "Astrophysique Stellaire" of LUPM.
- To date the synthetic spectra stored in POLLUX are computed in the visible domain of the electromagnetic spectrum. Taking into account the forthcoming instrument dedicated to High resolution Infrared (IR) Spectroscopy (e.g., CRIRES+@VLT-ESO; SPIROU@CFHT, ..) the

introduction of synthetic spectra computed in the IR domain has to be prepared (also within the V.O. context, with, for example, data description).

h) SNO N°4 Astronomie Astrophysique : grands relevés et sondages profonds ». TO Gaia

Le LUPM est impliqué depuis son début (2011), et l'ancien GRAAL depuis 2006, dans la préparation de la mission spatiale Gaia, pierre angulaire du programme scientifique de l'Agence Spatiale Européenne (ESA). Ce satellite, dont le lancement est prévu pour septembre 2013, va mesurer avec une précision extrêmement haute, à savoir quelques micro arc secondes d'arc, les positions, parallaxes (fournissant les distances) et mouvements propres d'un milliard d'étoiles. La mission Gaia va donc contraindre les modèles d'évolution stellaires, de formation et d'évolution de la Galaxie, et la dynamique du groupe local de galaxies. De plus, les observations continues pendant cinq ans permettront la découverte de dizaines de milliers de système planétaires extra-solaires, de milliers de supernovae, un recensement exhaustif de petits corps dans le système solaire, et fourniront de nouveaux tests de la Relativité Générale. G. Jasniewicz assure ses tâches de service CNAP dans le cadre de ce projet avec l'aide d'un ingénieur du service informatique du LUPM (C. Zurbach). Il est membre du "Steering Committee" et du "Configuration Control Board" de l'Unité de Coordination CU6 "Traitement spectroscopique" du Consortium Gaia, et responsable de l'Unité de Développement DU640 "Radial Velocity Zero Point" (impliquant une dizaine de personnes) dans le CU6. A ce titre il en charge d'établir une liste d'étoiles de référence pour établir le Point Zéro et la calibration du spectromètre RVS à bord de Gaia (Cf. Soubiran, Jasniewicz et al. A&A 2013 ; Crifo, Jasniewicz et al. A&A 2010, et 17 rapports techniques). L'équipe Gaia du LUPM participe aussi au développement d'outils tels que des logiciels orientés Java, et à l'élaboration de données auxiliaires pour ces logiciels, qui permettront de convertir les vitesses radiales spectroscopiques observées par Gaia en vitesses radiales barycentriques cinématiques, corrigées du décalage gravitationnel et du décalage dû à la convection stellaire. De plus, des listes de raies moléculaires et des spectres synthétiques ont été produits par E. Josselin, B. Plez et l'équipe POLLUX, qui seront utilisés par l'Unité de Coordination CU8 "Paramètres Astrophysiques" de Gaia. A partir de 2014, l'équipe Gaia du LUPM va s'investir dans l'Unité de Coordination CU9 "Catalogues Gaia" qui va préparer les éditions des catalogues de données provenant de la mission Gaia ; elle sera tout particulièrement chargée de spécifier les données au sol qui auront été fournies dans les "pipelines" de réduction des données du RVS.

i) Système d'Observation Littoral et Trait de Côte

(1) Introduction

Le Système d'Observation Littoral – Trait de côte (SO LTC) est un des systèmes d'observation de l'Observatoire OREME. Ici, le terme système d'observation fait référence à un ensemble de mesures de haute qualité et à fort potentiel de valorisation scientifique réalisées sur un objet bien identifié : le système littoral. Dans le contexte microtidal (faible marée) caractéristique de la Méditerranée Occidentale, le terme système littoral englobe trois compartiments essentiels : la lagune, le lido sableux ou cordon dunaire, et la plage immergée ou avant-côte. Ces compartiments existent sous différentes formes comme on peut le voir sur la figure 1.

Le SO-LTC se concentre sur l'observation stricte de ces trois compartiments avec une approche transdisciplinaire. La limite vers le large du domaine étudié par le SO LTC est fixée de manière relativement arbitraire de la manière suivante : le SO LTC observe l'avant-côte jusqu'à la profondeur de fermeture des vagues (la profondeur d'eau à partir de laquelle les vagues n'interagissent plus avec le fond de manière significative) et au delà si les courants générés par les processus littoraux ont un rôle important et peuvent interagir avec l'environnement marin. En d'autres termes, on s'intéresse au domaine continental et marin qui évolue entièrement ou pro-partie sous le contrôle de l'hydro-morphodynamique de la plage et du trait de côte.

L'observation du trait de côte et de l'hydro-morphodynamique littorale en Méditerranée est essentiellement guidée par le caractère microtidal de ces littoraux, qui fait que les changements morphologiques majeurs interviennent à la fois et dans des proportions équivalentes dans l'avant-côte (sous l'eau) et sur la plage (cordon dunaire et lagunes). Dans la durée du quadriennal finissant, le SOLTC a développé un ensemble de méthodes de mesure et de types de déploiement d'équipements adaptés à ce

contexte précis. Cette stratégie a rapproché les acteurs universitaires du SOLTC des services techniques représentant l'état en région, et au tout premier ordre la DREAL LR.

(2) Objectifs scientifiques du SO LTC sur le quadriennal finissant

L'objectif scientifique initial du SO LTC est de caractériser la dynamique du trait de côte et du système littoral associé, défini tel que ci-dessus. On s'intéresse en priorité à la caractérisation des processus hydro-sédimentaires élémentaires (figure 2), mais on envisage la quantification de la dynamique littoral à toutes les échelles de temps. Dans le quadriennal finissant, les principaux objectifs (et résultats) scientifiques portaient sur : 1) la quantification des vitesses de mise en place des systèmes littoraux Languedocien sous l'effet de la montée du niveau marin à l'Holocène, 2) la caractérisation des régimes de vagues et de circulation actuels à l'échelle des littoraux du GOL (Golfe du Lion), 3) la caractérisation de la dynamique des barres d'avant-côte pendant les tempêtes, 4) la construction d'algorithmes de prévision des régimes de vagues, 5) la dynamique de la nappe sur la plage et la zone du jet de rive. On se reportera à la liste biblio pour les références.

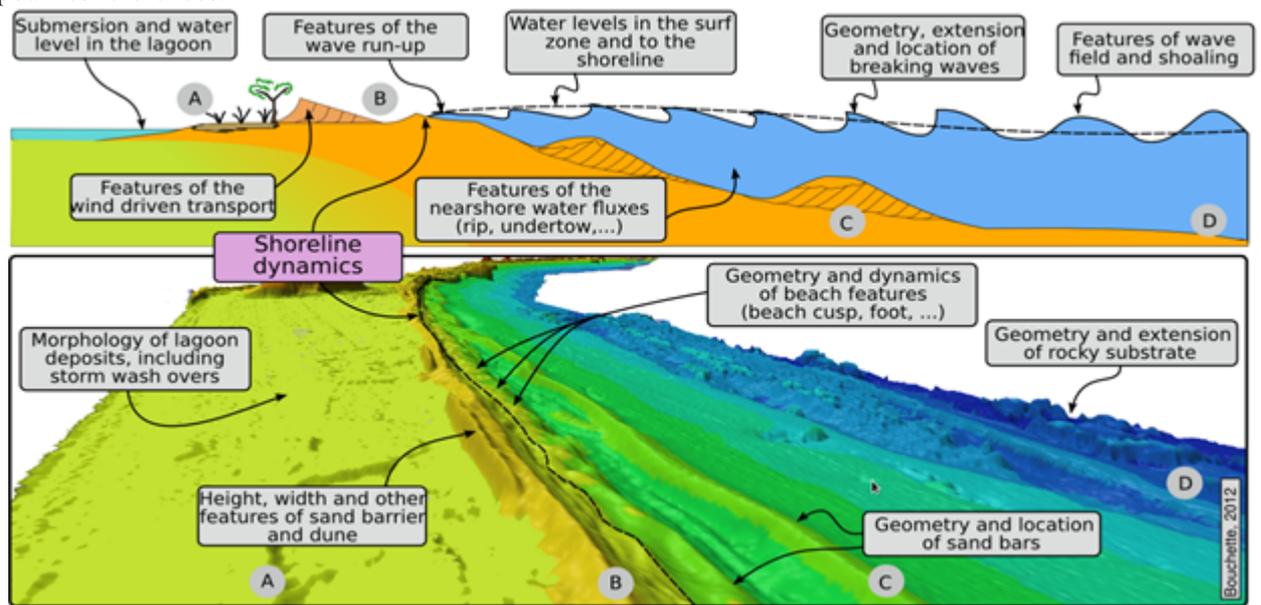


Figure 2 : L'objectif principal du SO LTC sur le quadriennal finissant : aider à la compréhension des processus hydro-sédimentaires contrôlant la dynamique du trait de côte

(3) La mise en place de bases de données

Le quadriennal finissant a été l'occasion de la mise en ligne d'un ensemble substantiel de données issues des appareils déployés directement dans le cadre du SO LTC, ou de la collection de données existantes ou mesurées par les membres partenaires du SOLTC. La liste qui suit résume les grandes familles de données disponibles en fin de quadriennal.

- Mise en ligne des données de trait de côte, et de données assimilées, comme les traits de lagunes et les traits de cônes de débordement de tempête. Ces données sont publiées à cette adresse : <http://www.soltc.org/database/shoreline>

Le trait de côte en zone microtidale Méditerranéenne a été défini comme le point à égale distance entre la berme et le talus de plage

- Mise en ligne des caractéristiques des vagues (hauteur, période et direction) sur le système littoral. Ces données sont mises en ligne de deux manières. La première est une restitution de ces paramètres en temps réel sur 4 points de mesure dans le Golfe du Lion, pour l'ensemble de la communauté scientifique. La donnée est accessible à cette adresse : http://www.soltc.org/alert_system/realtime_buoys
- Les archives de ces données sont mises en ligne de manière distincte, avec un outil de recherche et d'exploration de la donnée à l'adresse suivante : http://www.soltc.org/database/houlographic_buoys. Cette page est à accès limité par un mot de passe qui peut être obtenu en soumettant une demande.

- Mise en ligne de l'évolution volumétrique globale de l'espace intertidal (déduite des mesures topographiques et bathymétriques différentielles) à une échelle d'espace et de temps pertinente. Nous avons choisi de rendre compte de ces changements à l'échelle du Golfe du Lion en s'appuyant sur imagerie LIDAR systématique. Des restitutions sont proposées à cette adresse : <http://www.soltc.org/database/lidar>
Ce travail d'imagerie LIDAR alti-bathymétrique (continuité de l'observation à terre et en mer) est inédit sur la façade française.
- La mise en ligne de la mesure des niveaux d'eau en zone littorale a été réalisée dans un premier temps sur la page suivante : http://www.soltc.org/alert_system/coast_obs/coast_obs_introduction .
Les données sont issues d'un dispositif appelé MAGOBS qui, via le déploiement d'environ 30 appareils entre 8 mètres de bathymétrie et la lagune, permet de caractériser la dynamique temps réel du niveau d'eau. Malheureusement, ce dispositif est arrêté depuis l'hiver 2012-2013 du fait de problèmes de vandalisme et d'un manque en RH pour le suivi de cet équipement. Les archives de niveau d'eau sont correctement stockées en base. Un second ensemble d'appareils va être déployé dans l'année qui vient sur la zone du delta du Rhône (Espiguette/ Beauduc), et est appelé ESPIGOBS. Sa mise en place est l'occasion de la relance simultanée du dispositif MAGOBS.
- Un ensemble d'autres bases de données, pour le moment compilées de manière non exhaustive et portant sur : a) des photos de tempêtes depuis 1935, b) des campagnes de photos aériennes verticales depuis 1932 ; c) des campagnes de photos aériennes obliques ; d) une collection de cartes historiques du trait de côte ; e) un ensemble de documents et d'informations historiques sur la dynamique du trait de côte; f) des données de géophysique de sub-surface en zone littorale (sismique THR, géoradar,...).

(4) Réalisations marquantes

La tâche d'observation MAGOBS

La tâche d'Observation MAGOBS (Observatoire de Maguelone) correspond au déploiement d'une trentaine de points de mesure en mer, entre la lagune et 8 mètres de bathymétrie en mer ouverte, avec un rapatriement temps réel de l'ensemble des données sur un système d'acquisition, et la mise en ligne automatique d'une partie de ces données pour une consultation immédiate. Ce genre de dispositif est inédit. La principale difficulté, au delà de sa conception et de son déploiement, est son maintien en activité (vandalisme, accidents,...). Le système MAGOBS a fonctionné sur la période 2010/2012 et a été lourdement vandalisé à la fin de l'hiver 2012-2013. Sa remise en route est prévue lorsque nous aurons regroupé les fonds pour cela. Il y a pour le moment rupture dans l'acquisition de ces données littorales.

Une première version de l'Atlas Hydrodynamique du Littoral en LR

Lors de la mise en place du SO LTC, nous avons clairement annoncé que « le maintien d'une instrumentation en mer à long terme est particulièrement contraignant et les taux d'acquisitions restent souvent inférieurs à 80 % ». Nous avons donc envisagé de compléter la mesure par une approche par la modélisation numérique. La difficulté est que la simulation de l'hydrodynamique 3D couplée vague/vent, incontournable en zone littorale, repose sur des postulats scientifiques relativement récents (Mellor, 2006 et suivants). Les applications systématiques du couplage 3D houle/ courant sont rares. Mais nous avons tout de même réalisé une première version (non finalisée) d'un Atlas hydrodynamique littoral en LR, consultable à l'adresse suivante : www.atlashydrolittoral.org

(5) Liaisons nationales et internationales

Pendant ce quadriennal, le SO LTC a été membre fondateur du SOERE national LTC, avec l'OSU IUEM de Brest et l'Université de Caen. Les collaborations avec l'Université de Brest se sont renforcées sur toute la période du quadriennal pour déboucher sur la mise en place d'une thèse commune à la rentrée scolaire 2013, autour de l'exploitation des données des 2 observatoires, en lien avec la question des NESTS (Net seaward Sand Transport during Storms), les pertes sédimentaires au large pendant les épisodes de tempêtes qui doivent contribuer à expliquer la perte net de sédiments littoraux sableux au niveau du trait de côte, à l'origine du mécanisme d'érosion des plages.

Le SO LTC est également devenu la partie opérationnelle/ métrologie du groupe transdisciplinaire GLADYS (www.gladys-littoral.org) qui regroupe la plupart des littoralistes hydro-sédimentaires en façade

Méditerranée française. Plusieurs groupes de recherche autour de la Méditerranée sont associés (via des programmes) au SO LTC (Venise, Bologne, Kavala, Barcelone, Malaga, Vigo, Sfax).

Le SO LTC est largement impliqué dans le projet actuel d'émergence d'un programme LITTORAL – TRAIT DE COTE dans le chantier MISTRALS. Ce cadre permet de renforcer les partenariats à l'échelle méditerranéenne et la transdisciplinarité au sein même de la communauté des littoralistes français.

(6) Evolutions envisagées dans le prochain contrat

Contours du SO LTC

L'année 2013 a été l'occasion de l'entrée officielle du partenaire OSU PYTHEAS / MIO dans les organismes directement financés par le SOERE national LTC. On est donc désormais dans une position où la totalité de la façade Méditerranéenne (à l'Est et à l'Ouest du Rhône) se trouve officiellement représentée dans le réseau national, et le SO LTC de l'OSU OREME joue un rôle central dans ce dispositif. Il a désormais pour vocation de valoriser les données issues de la façade Méditerranée française, en débordant les limites géographiques du Languedoc-Roussillon. Loin de constituer un clivage, cette organisation bi-polaire autour des OSUs OREME et PYTHEAS, mutualisée au niveau du SO LTC, va permettre de renforcer les moyens d'action sur la façade Méditerranée. Dans le quinquennal à venir, il faut envisager une solution de rapprochement entre OREME et PYTHEAS pour ce qui est de l'observation du littoral. Les personnels chercheurs actifs sur ce sujet travaillent clairement dans ce sens depuis le début du SO LTC, et ont déjà mutualisé de nombreuses initiatives dans la pratique (stockage donnée, équipements communs, gestion de certains équipements en commun,...).

Dans le prolongement de MAGOBS, le quinquennal à venir verra le déploiement de la nouvelle tâche d'observation TO ESPIGOBS, qui sera mise en place courant 2014 le long du littoral de l'Espiguette / Port Camargue, pour un montant de 350 000 Euros. Son objectif est de caractériser la dérive littorale le long d'une flèche sableuse, et d'observer les interactions entre une zone portuaire (le port de plaisance de Port Camargue) et un site naturel (la plage de l'Espiguette). Cette TO devrait se faire avec une mutualisation de données avec le Port, et devrait être l'occasion d'aborder des questions à cheval sur la dynamique littorale, les SHS et le génie côtier au sein du SO LTC.

Mais la modification la plus substantielle pour le quinquennal à venir sera l'intégration dans le SO LTC de la nouvelle tâche d'observation TO « Récifs coralligènes & herbiers de Posidonia Oceanica » pilotée par Julie Deter, ISEM / Florian Holon Andromède Océanologie. Cette tâche d'observation repose sur le suivi de la dynamique 1) de communautés coralligènes se développant au large de la zone littorale, 2) d'herbiers de Posidonia Oceanica situés en zone littorale. Ces organismes sont fortement dépendants de l'agitation des eaux, de leur turbidité, et leur développement est étroitement lié à la dynamique des observations faites dans le SO LTC sur le quadriennal finissant. Par ailleurs, la quantification et la modélisation de la propagation des vagues et des courants dépendent largement des caractéristiques rhéologiques du fond marin que contrôlent grandement ces organismes. Il y a donc une convergence d'intérêts entre des activités bio-eco et des activités hydro-sédimentaires, que nous souhaitons consolider dans le quinquennal à venir.

Cette TO « Récifs coralligènes & herbiers de Posidonia Oceanica » fait référence aux données des réseaux de surveillance RECOR (réseau de suivi des communautés coralligènes), TEMPO (suivi des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique) et SURFSTAT (réseau d'analyse surfacique des habitats marins) portés par l'Agence de l'eau RMC et Andromède océanologie. Ces réseaux sont présentés sur <http://www.observatoire-mer.fr/> et les résultats cartographiques seront bientôt (rentrée 2013) consultables en ligne sur la plateforme cartographique MEDTRIX liée à ce site web. Les méthodes employées et les résultats obtenus dans le cadre de ces trois réseaux et donc de cette SO sont également détaillés en annexe. Brièvement, il s'agit de cartographie d'habitats marins, de données sur la vitalité des herbiers de posidonie (type de limite inférieure, densité de faisceaux, déchaussement), d'inventaires et de recouvrement par des macroespèces fixées. L'emplacement des herbiers de posidonie présents dans le golfe du lion sera également directement consultable sur le site web de la SOLTC (<http://www.soltc.org/>) courant de l'été 2013.

Réalisations

L'Atlas Hydrodynamique du Littoral dans une version 2 va se développer sur le quadriennal à venir pour aboutir à une version opérationnelle et interactive. La modélisation à l'origine des cartes prévues est basée sur un dispositif reconnu par l'INSU (l'excellente plateforme de modélisation SIROCCO, Toulouse). L'outil opérationnel permettant le calcul de l'atlas hydrodynamique littoral sera appelé MIRMIDON

(quelques informations peuvent être trouvées à l'adresse www.mirmidon.org). L'Atlas lui-même restera disponible à l'adresse www.atlashydrolittoral.org est remplacera la version actuelle.

Si la création d'un programme Littoral & Trait de côte dans le cadre du chantier MISTRALS est confirmée, le SO LTC sera clairement très actif dans la construction d'un réseau métrologique autour de la méditerranée. Ce réseau a été imaginé dès les premières étapes de la mise en place du SO LTC. Il permettrait de comprendre avec une approche homogène la variabilité de certains phénomènes hydrosédimentaires sur différents sites (contextes) méditerranéens. De même, un tel réseau permettrait de voir dans quelle mesure et comment certains épisodes météo-marins typiques de la Méditerranée s'expriment sur différentes zones littorales (variabilité spatiale de la réponse hydro-sédimentaire littorale à un forçage Météo-marin Méditerranéen).

Points forts à renforcer/ Points faibles à traiter

Pendant ce quadriennal, nous avons clairement expérimenté la difficulté de pérenniser certaines mesures stratégiques (MAGOBS), ce qui est normal en zone littorale, un milieu hautement hostile pour tout ce qui est métrologie (très énergétique, salinité, vandalisme). L'absence d'un soutien ingénieur pour les déploiements et l'analyse des données est un grand frein pour l'épanouissement du SO LTC. Actuellement, la totalité des déploiements et la maintenance est assurée par les personnels permanents (Maîtres de conférence) sans aucun soutien technique. Avec un ingénieur dédié au déploiement, maintenance et à l'analyse des données hydro-sédimentaires, les personnels en charge de recherche pourraient s'impliquer plus largement dans la valorisation immédiate des données.

La question de l'engagement des Maîtres de conférences dans l'acte de mesure a posé de gros problèmes. En effet, les McF sont soumis à de lourdes tâches d'enseignement, qui au delà du volume horaire qu'elles représentent, sont réellement bloquantes au niveau du calendrier. Or, les suivis morphologiques de la plage (en particulier) doivent se faire à des moments précis (juste avant et après tempêtes) pour permettre une quantification de l'effet individuel de chaque régime météo-marin. Cette rigidité limite largement la faisabilité de certains suivis (les tempêtes hivernales notamment). Il faudrait sérieusement se poser la question de la reconnaissance officielle des services d'observation réalisés par les McF, afin que ceux-ci puissent développer plus sereinement une stratégie d'observation long-terme. La qualité des observations dépend de leur continuité. Et cette continuité dépend actuellement de l'engagement des McF. On peut remarquer pour finir que l'acquisition de séries longues, et la mise en place de dispositifs complets de mesures constitue un atout pour l'enseignement, car ce sont des choses rares et inestimables, sur lesquelles les étudiants gagnent à être formés. L'intérêt des OSU (y compris dans leur mission de diffusion/formation) et de leurs tutelles est donc de soutenir la reconnaissance de l'activité d'observation pour les McF.

Pendant tout le quadriennal, le SO LTC a fait de très gros efforts pour atteindre les objectifs généraux affichés par l'OSU OREME. En particulier, nous avons mis une charte d'utilisation des données en place, nous avons mis en ligne de nombreuses données et méta-données, nous avons mis en place des outils pour consulter ces données, nous avons créé un réseau collaboratif, nous avons implanté au sein de l'OSU des financements substantiels en propre pour permettre l'épanouissement des TO littorales. Il semble que le SO LTC puisse servir de modèle pour le développement d'autres observatoires au sein de l'OSU OREME, notamment sur le plan des choix techniques de valorisation DB/WEB & cartographie spatiale. Il doit pouvoir aussi servir de modèle pour la mise en place de bases littorales interopérables entre OSU à l'échelle nationale. Le regret que nous exprimons est que le SO LTC doit faire seul l'effort financier permettant l'émergence d'outils d'analyse/visualisation de données spatiales.

j) Système d'Observation REC-Tau (Recherche en Environnement Côtier de Thau) – SNO SOMLIT

Créé en 2009 sous l'appellation « Observatoire biologique et dynamique lagune et avant-côte », ce SO regroupait initialement deux TO, une dans la lagune de Thau (Suivi-Thau) et une sur la côte au large de la lagune et de la ville de Sète (Suivi-Côte). Ce système d'observation avait été créé avec un double objectif : structurer et pérenniser des observations dans la lagune et sur la côte jusqu'alors ponctuelles voire sporadiques et initier une coordination des différentes observations sur le littoral Languedocien dans l'espace géographique de la lagune de Thau afin d'engendrer de nouvelles collaborations aussi bien en termes méthodologiques que de nouveaux projets de recherche.

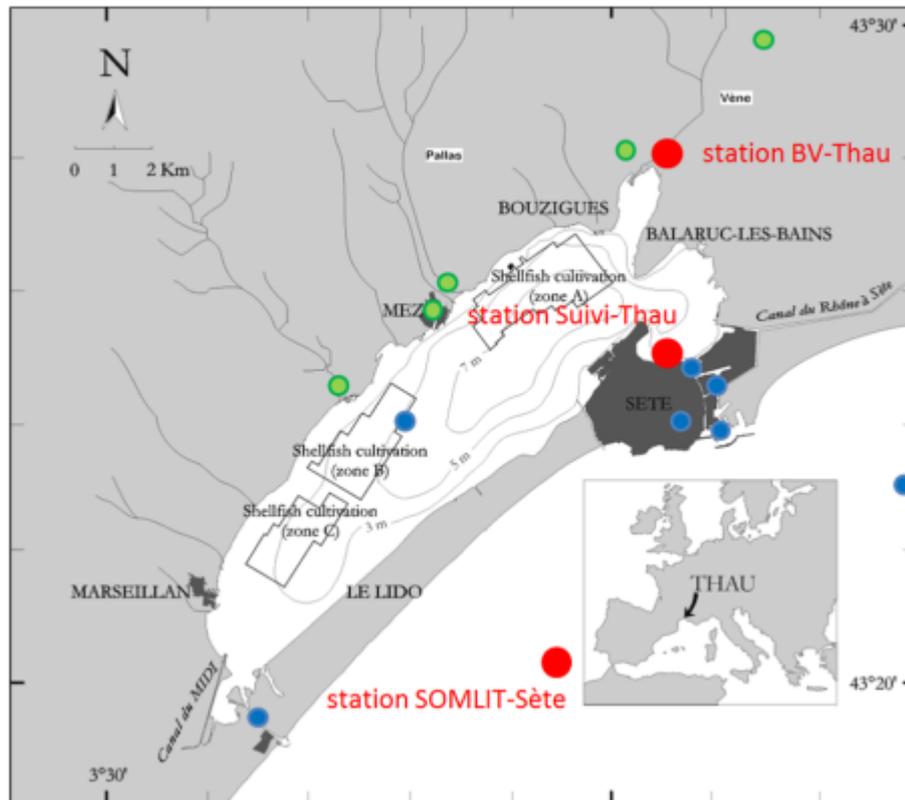
Nous proposons une nouvelle appellation et une nouvelle structuration en trois TO pour une nouvelle ambition durant le prochain quinquennal :

- TO du Bassin-Versant de la lagune de Thau (TO BV-Thau) : regroupe les observations météorologiques sur le bassin versant de la lagune de Thau. Ces observations sont mises en place depuis plus de 15 ans sur la Vène mais n'étaient jusqu'alors pas identifiées comme une TO de l'OSU OREME,
- TO de la lagune de Thau (TO Suivi-Thau) : regroupe les observations de paramètres météorologiques et de paramètres physico-chimiques et biologiques effectuées dans la colonne d'eau de la lagune de Thau. Ce TO est dans la continuité du précédent quadriennal et en partie en relation avec les expérimentations effectuées dans les mésocosmes in situ de MEDIMER installés sur la lagune de Thau,
- TO côtière au large de la lagune de Thau et sur le plateau continental en face de la ville de Sète (SOMLIT-Sète) : regroupe les observations des variables physico-chimiques et biologiques sous 30 m de fond au large de Sète, jusqu'alors dénommée Suivi-Côte, elle intégrera le réseau SOMLIT (Service national d'Observation du Milieu LITtoral) en 2014.

(1) Contexte scientifique

Les milieux marins côtiers, notamment les lagunes côtières, sont des zones marines les plus riches en termes de biodiversité et de productivité biologique favorisant de nombreuses activités économiques telles que la pêche et l'aquaculture, et sont également par leurs caractéristiques paysagères des zones d'attractions touristiques majeures. Les écosystèmes côtiers sont à l'interface entre le continent et la zone hauturière océanique ce qui est à l'origine de leur richesse. Ils sont sous l'influence de forçages provenant des systèmes à leur interface notamment le bassin versant et la mer ouverte. Cette position d'interface engendre des variabilités importantes des paramètres physico-chimiques (e.g. température, concentration des nutriments) et biologiques (arrivage d'espèces d'eau douce ou de la zone hauturière) influençant le fonctionnement de ces écosystèmes. L'accroissement des usages des milieux marins côtiers (i.e. surpêche, aquaculture, urbanisation) et de leurs bassins versants (urbanisation, agriculture) concomitant aux changements qui surviennent à l'échelle globale (i.e. changements climatiques) peuvent amplifier cette variabilité ou modifier la nature des échanges. Ceci a comme conséquence par exemple des changements importants en termes de flux d'éléments nutritifs provenant du bassin versant, ou des eaux souterraines et des résurgences sous-marines, de changements des courants, de productivité, et mode d'utilisation, ce qui in fine se répercute sur l'ensemble des services écosystémiques fournis par cet environnement et sur l'habitabilité de ce système.

Il est donc indispensable d'établir des observations permanentes simultanées et à longue durée dans ces milieux en considérant les écosystèmes adjacents sur le continuum Terre-Mer afin de mieux appréhender d'une part les variabilités naturelles de ce système, et d'autre part quantifier la tendance et l'amplitude des modifications liées aux changements environnementaux naturels ou d'origine anthropique à moyen et long terme.



Carte de positionnement. Les 3 stations pérennes sont en rouge. Les stations de la TO BV-Thau sont en vert. Les points bleus désignent des stations complémentaires du dispositif (stations météorologiques, courantomètres dans les chenaux, bouée de houle et marégraphe). Fond de carte depuis Dueri et al, 2010.

(2) Bilan 2009-2013:

Bilan de la TO Suivi-Thau

Les observations Suivi-Thau ont été réalisées à l'aide de l'investissement des chercheurs d'ECOSYM et du personnel technique de MEDIMEER (Mediterranean center for Marine Ecosystem Experimental Research, UMS 3301) à la Station Méditerranéenne de l'Environnement Littoral (SMEL) à Sète. La TO Suivi-Thau repose sur l'installation de nombreux instruments de mesure en continu sur la lagune de Thau à proximité de la plate-forme MEDIMEER :

- Une station météorologique de base (Campbell) mesurant la température de l'air, la pression atmosphérique, la pluviométrie, l'intensité du rayonnement PAR (Photosynthetically Available Radiation : 400-700 nm), du rayonnement incident ultraviolet B (RUVB : 280-320 nm), ultraviolet A (RUVA : 320-400 nm).
- Des capteurs automatisés mesurant à haute fréquence (toutes les 10 min au minimum à toutes les heures) différentes variables dans l'eau de la lagune de Thau :
 - variables physiques : température et salinité,
 - variables chimiques : oxygène dissous, turbidité, matières organiques dissoutes colorées, et
 - variable biologique : fluorescence de la chlorophylle a .

Les observations Suivi-Thau ont été réalisées en plusieurs périodes entre 2010 et 2013 (de juillet 2010 à février 2011, en juin 2011, de mars 2012 à juin 2012, et d'octobre 2012 à janvier 2013). Il est à noter que les observations durant cette dernière période ont été réalisées à la fois sur le bassin versant de la Vène, sur

la lagune de Thau (Suivi-Thau), et sur l'avant côte sétouise (Suivi-Côte) et dans le canal de Sète (effectué par La Lyonnaise des Eaux).

Un des résultats majeurs des observations effectuées dans cette TO est la démonstration de la forte variabilité des variables biologiques (i. e. fluorescence de la chlorophylle a) et la mise en évidence de l'intérêt des mesures en continu à haute fréquence (toutes les 10 minutes) par rapport à une fréquence d'un échantillon par jour dans ces écosystèmes à forte variabilité temporelle.

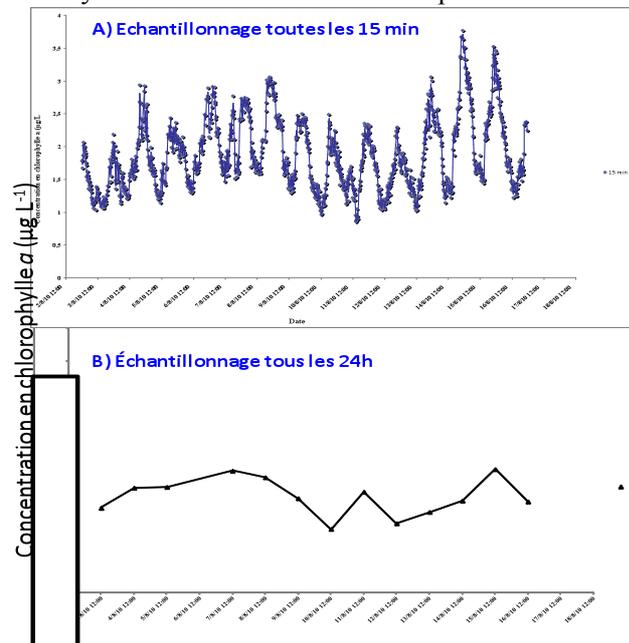


Figure 2. Meilleure appréciation des variabilités temporelles de la fluorescence de la chlorophylle a (utilisé comme proxy de biomasse phytoplanctonique) avec un suivi à haute fréquence de toutes les 15 minutes (A) relative à un échantillonnage par jour (B). Ces observations permettent en particulier de mieux appréhender la variabilité phytoplanctonique dans la lagune et la production primaire associée. Les données ont été récoltées au mois d'août 2010).

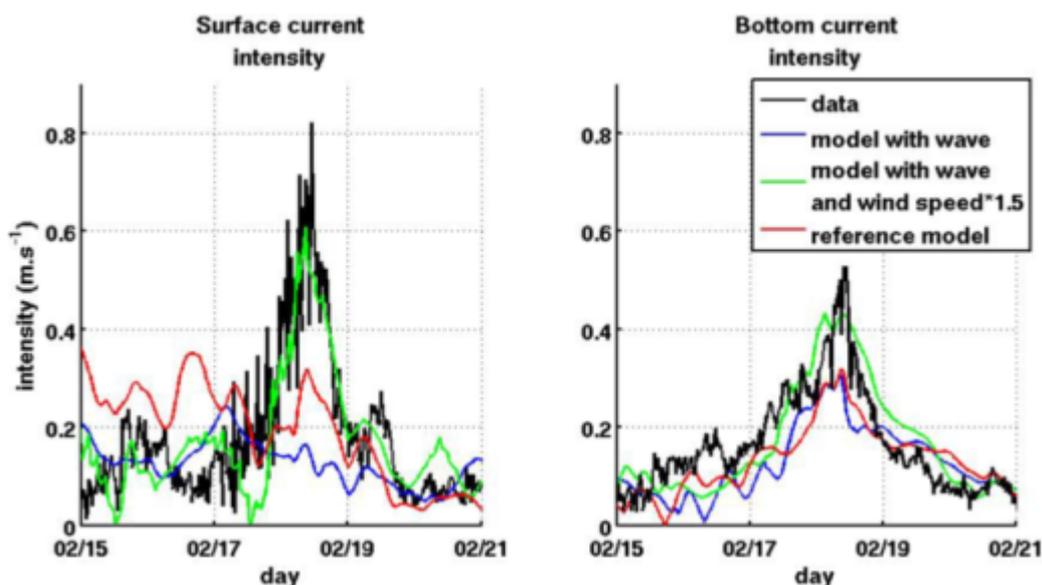
L'autre intérêt des mesures à haute fréquence est d'augmenter la significativité statistique des relations observées entre les variables physiques, chimiques et biologiques.

Bilan de la TO Suivi-Côte

La tâche d'observation "Suivi-Côte" est réalisée à la station côtière BESSète (Bottom Experimental Station Sète) située au large de la ville de Sète, sur le plateau continental. La station BESSète existe depuis 2007. Elle a tout d'abord été implantée sous 70 m de fond au sud de Sète. Suite à un chalutage intervenu en 2008, pour raison de sécurité, la station est maintenant installée plus proche de la côte, sous 28 m de fond. Cette station est au départ un simple ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) complété par un module de houle et un socle anti-chalutage. Elle enregistre en continu des profils verticaux de courants à une fréquence d'acquisition de 30 minutes et mesure les caractéristiques de la houle (Hauteur, Période, Direction) avec une fréquence d'acquisition de 3 heures. En 2011, la station a été complétée par une sonde multiparamètre de type CTD (Conductivity Temperature Depth) mesurant également turbidité et [O₂].

Le quinquennal qui se termine a surtout permis la mise en place technique des appareils de mesures. Les moyens à la mer et les protocoles sont aujourd'hui bien établis.

Le résultat scientifique majeur est d'avoir pu mesurer de très fortes intensités de courants sur toute la colonne d'eau lors des tempêtes méditerranéennes. Seuls de tels dispositifs, mesurant en continu et sur le long terme, permettent de capter les conséquences des événements extrêmes (les moyens à la mer par bateau sont exclus). Cela permet ainsi de mieux caler les modèles de circulation océanique côtière lors d'événements extrêmes (e.g. Michaud et al., 2013, voir figure ci-dessous).



Depuis Michaud et al, 2013. Comparaison des données de courant observées à la station BESSète aux résultats de trois simulations numériques

Exemple d'étude intégrant les observations du SO

Ce SO a l'originalité d'intégrer des observations qui étaient à l'origine dédiées à des études disciplinaires notamment des études hydrologiques pour les observations sur le bassin versant de la Vène, des études en écologie/biologie pour les observations dans la lagune de Thau et des études de courantologie pour les observations sur la zone côtière Sétoise, faisant appel à des disciplines et des compétences distinctes mais complémentaires de trois UMR (HSM, ECOSYM et GM).

L'intégration de toutes ces données pour étudier les interactions entre les différents systèmes Bassin Versant/lagune/avant-côte a pu être réalisée pour la période octobre 2012 – janvier 2013. Pour cela, nos dispositifs ont été complétés de mesures de débits dans les chenaux, de données météorologiques, houlographiques et de marégraphe (figure 1). Falguière (2013) montre par exemple les conséquences d'un épisode de tempête (le 11/11/2012) en termes de houle/courants et montée du niveau de la mer et en termes de pluviométrie et de débits sur la bassin-versant. Les conséquences sur la lagune sont multiples : remplissage/vidange par les chenaux, montée du niveau, salure/dessalure par les effets contradictoires des apports d'eaux douces et marines, apports de sels nutritifs et développement phytoplanctonique.

L'ambition pour le nouveau quinquennal est de renforcer les collaborations et la coordination des observations afin d'engendrer des projets pluridisciplinaires tout en gardant la spécificité des observations de chaque TO et en assurant ainsi les études disciplinaires.

(3) Perspectives et ambitions pour le prochain quinquennal

Les TO Suivi-Côte et Suivi-Thau sont actuellement opérationnelles. La station sur le bassin versant de la Vène est opérationnelle depuis plus de 15 ans en dehors du cadre de l'OSU-OREME. Pour le prochain quinquennal, nous proposons l'établissement de la TO BV-Thau et le maintien des TO Station Lagunaire (Suivi-Thau) et Suivi-Côte. Cette dernière évoluera en Station SOMLIT-Sète comme expliqué par la suite. L'intégration de ces trois stations permettra de former un véritable réseau de stations d'observation sur le continuum Terre-Mer. Ce réseau formera le Système d'Observation « Recherche en Environnement Côtier de Thau » REC-Thau.

L'objectif est de suivre l'évolution de paramètres observés sur le long terme mais aussi de bien mettre en relation ces différents paramètres, notamment lors des épisodes de crise (crues, tempêtes, sécheresses...). Ainsi, nos études pluridisciplinaires (e.g. Falguière (2013)) seront poursuivies. Un modèle numérique couplé hydrodynamique/biogéochimie intégrant la lagune et l'avant-côte est en cours de développement (Leredde et al, 2013). Il est forcé aux frontières par les flux du large, des bassins-versants et atmosphériques. Il sera d'un apport essentiel pour appréhender toute la complexité du système. En retour, notre riche base de données en permettra la validation.

La TO BV-Thau

L'observation des caractéristiques hydro-météorologiques (débit, pluie, température) est menée en continu depuis une quinzaine d'années sur le site atelier de la rivière Vène. La qualité des eaux de la rivière a aussi fait l'objet d'un suivi routinier (bi-mensuel) et événementiel (crue). Ces observations conduites hors du cadre de l'OSU-OREME ont été réalisées grâce au soutien de divers projets financés par des programmes régionaux, nationaux et européens. Les données journalières de pluie et débit acquises dans le cadre de ces programmes seront intégrées à la base de données du SO- REC-Thau.

La TO BV-Thau se place dans la continuité de ces suivis. L'objectif est d'identifier et de caractériser les apports continentaux à la lagune de Thau en conditions normales et en situation de crise (on entend par là une situation susceptible d'entraîner une crise du milieu aval : une crue, une tempête ...). L'apport des précipitations sera quantifié à l'aide de quatre pluviomètres implantés sur le bassin. Un échantillonneur de pluie complètera le dispositif d'observations, il pourra être mis en œuvre pour évaluer la contamination apportée par les dépôts humides lors d'épisodes pluvieux. La rivière Vène représente la contribution principale du bassin versant à la lagune. Les mesures en continu de son débit et des caractéristiques physico-chimiques de l'eau (température et conductivité) à la station exutoire seront maintenues. L'échantillonneur automatique déjà en place pourra permettre de réaliser des prélèvements haute fréquence sur des périodes courtes et ciblées (événements de crise).

Le dispositif de contrôle des flux en provenance du bassin versant devra être renforcé et étendu. Une sonde multi-paramètre (pH, O₂ dissous, turbidité, nitrate, ammonium..) devra être installée pour réaliser des suivis continus de ces paramètres, et ainsi pouvoir caractériser finement leur dynamique pendant les événements de crise majeure mais aussi pour mieux faire la part entre les apports du bassin versant d'origine superficielle et ceux d'origine karstique. A l'échelle du bassin de Thau, l'observation des débits sera étendue à deux exutoires supplémentaires qui présentent des comportements hydrologiques différents de celui de la Vène : la rivière Pallas et la rivière Négues Vaques. Le suivi des flux sur un déversoir d'orage sera mené en association avec SDEI-Suez Environnement et permettra de renseigner la contribution des activités urbaines et périurbaines aux apports du bassin versant en période pluvieuse.

La TO Suivi-Thau

Nous proposons de continuer les observations des variables météorologiques et des variables physico-chimiques et biologiques à l'aide de capteurs en continu sur la lagune de Thau. Ces observations permettront :

1. de mettre en évidence, conjointement aux observations décrites dans ce document de la TO BV et TO SOMLIT-Sète, les effets des événements de crise (e.g. crues, tempêtes) sur le fonctionnement de la lagune,
2. de mieux comprendre le rôle des facteurs environnementaux dans le déterminisme des efflorescences (« Blooms ») phytoplanctoniques en zone côtière. La TO Thau viendra en support à plusieurs projets des UMR impliqués comme par exemple le projet ANR Blanc PHOTOPHYTO (2eme en liste d'attente de l'AP 2013) dont l'objectif est d'étudier les facteurs qui déclenchent les blooms phytoplanctoniques. Le suivi dans la période de bloom printanier des paramètres physico-chimiques-biologiques avec les capteurs en continu de la TO Suivi-Thau (lumière, température, fluorescence), complété par des échantillonnages discrets de certaines variables pertinentes et par différentes incubations (biodiversité, broutage, interactions biologiques), contribuera à identifier les facteurs susceptibles de déclencher ces blooms. Dans cette ANR il est envisagé de comparer plusieurs sites côtiers en Méditerranée avec des caractéristiques différentes par exemple en termes d'éléments nutritifs (Thau et station SOLA SOMLIT Banyuls), à terme lorsque le suivi SOMLIT-Sète décrit ci-après sera opérationnel, il pourrait également être un précieux support de ce projet et de cette thématique de recherche.
3. d'être un support indispensable aux études à long terme et notamment contribueront à la détection d'éventuelles modifications de la lagune dues aux changements climatiques tels que l'augmentation de la température et de l'acidification des eaux et aux modifications qui en découlent (augmentation de la salinité, diminution de l'oxygène, modifications biologiques). Notamment le suivi en période printanière des blooms phytoplanctoniques à moyen et à long terme, nous renseignera sur la phénologie (timing des événements écologiques clés) des blooms phytoplanctoniques potentiellement indicateurs de changements climatiques (Edwards & Richardson, 2004 , Rutishauser & Stockli,2012).

La TO SOMLIT-Sète

Dans le prochain quinquennal, une nouvelle orientation sera donnée à la TO Suivi-Côte. En effet, il est proposé d'intégrer le Service d'Observation en Milieu Littoral (SOMLIT), Service National d'Observation (SNO) soutenu par l'INSU ayant pour objectif d'observer sur le long terme l'impact des changements climatiques et des activités humaines sur les zones côtières. En effet, entre les stations SOMLIT méditerranéennes de Marseille à Banyuls il n'existe aucune station pérenne afin d'observer et d'apprécier sur le long terme la dynamique du système littoral. Cela nous a conduit à proposer une nouvelle station de SOMLIT intitulée SOMLIT-Sète qui pérennisera la TO Suivi-Côte. Cette station adoptera les outils et protocoles d'observations de SOMLIT en mesurant les paramètres physico-chimiques et biologiques tous les 15 jours sous 30 m de fond au large de Sète.

Très concrètement :

- Nous continuerons à maintenir nos deux appareils de mesures automatiques (ADCP et CTD) avec enregistrement à haute fréquence des paramètres de houle/courant, immersion, température, salinité, turbidité et oxygène dissous. Nous compléterons la CTD de capteurs de PAR et fluorescence. Une visite de maintenance tous les 2 mois est nécessaire.
- Suivant le protocole SOMLIT, des mesures sur site seront faites tous les 15 jours. Des profils CTD (température, salinité, PAR et fluorescence) seront complétés de prélèvements à la bouteille Niskin. En plus du pH mesuré à bord, 12 autres variables sont ensuite analysées en laboratoire à partir d'échantillons prélevés in-situ : O₂, NH₄, NO₃, NO₂, PO₄, SiOH₄, COP, NOP, MES, CHLA, δ¹⁵N, δ¹³C. Ces analyses en laboratoire seront dans un premier temps assurées par le laboratoire MIO (Marseille). Une sonde CTD Seabird (imposée par le protocole SOMLIT) a d'ores et déjà été achetée sur fonds UM2 (appel d'offre Grands Equipements) et fonds propres. pH-mètre et petit matériel de prélèvement et filtration devront être acquis.

Partenariats et collaborations du SO REC-Thau

Dans le prochain quinquennal, nous renforcerons nos dispositifs afin d'effectuer les observations simultanées durant certaines périodes clés (e.g. période automnale pour les épisodes cévenols de crues, périodes d'efflorescences phytoplanctoniques printanières) à travers les collaborations entre les trois TO du SO REC-Thau. Par exemple, des profileurs de vitesses (ADCP) mis à disposition du SO par le laboratoire HSM seront ponctuellement installés dans les graus pour suivre en continu les échanges mer-lagune pendant certains épisodes extrêmes (tempêtes et/ou crues).

Tout en s'appuyant sur les dispositifs de nos TO de l'OSU-OREME et en valorisant les résultats obtenus, nous développerons également des collaborations externes à l'OSU-OREME. A titre d'exemple, nous continuerons à participer aux programmes nationaux portant sur la Méditerranée, notamment les programmes MISTRALS Mermex, Sicmed et Littoral. La participation au SNO SOMLIT est également gage de visibilité nationale.

Enfin, la lagune de Thau fait l'objet de suivis et de surveillances, notamment dans certains réseaux de l'Ifremer et dans certaines actions spécifiques des collectivités locales avec comme opérateurs des bureaux d'études comme La Lyonnaise des Eaux. Même si les objectifs de ces réseaux sont différents des nôtres, ils sont complémentaires. Nous établirons un partenariat formel et rechercherons un appui régional pour ce site au centre des préoccupations environnementales des gestionnaires et des collectivités locales.

(4) Moyens nécessaires

Moyens humains :

Les personnels des 3 UMR (HSM, Ecosym, GM) et de l'UMS Medimeer sont fortement sollicités par notre SO. Nos programmes de recherche y trouvent un très fort intérêt et la synergie est bonne. Nous sollicitons toutefois le recrutement d'un agent technique affecté à l'OSU-OREME pour l'entretien et la métrologie des instruments de mesure utilisés sur les trois TO ; la mise en œuvre des TO ; l'acquisition des données et l'établissement de la base de données ; et le traitement simple des données. Cet agent technique effectuera ses activités en étroite collaboration avec les chercheurs, les ingénieurs, et les techniciens associés des trois TO.

Importance de la SMEL (Station Méditerranéenne de l'Environnement Littoral à Sète)

Pour réaliser les observations de la TO SOMLIT-Sète et celles de la TO Suivi-Thau, la Station Méditerranéenne de l'Environnement Littoral (SMEL) sera très sollicitée, d'autant plus que cette station deviendra bientôt une plate-forme de l'OSU-OREME. Ainsi, la SMEL deviendra très complémentaire des

autres stations méditerranéennes et elle pourrait ainsi devenir la station de référence pour la recherche sur les milieux d'interface et sur le littoral sur la façade Méditerranéenne.

Budget

Nos travaux peuvent être ponctuellement soutenus par certains projets de recherche (ANR, MerMex, SicMed, Littoral, EC2CO, ...) ce qui permet le plus souvent des dépenses en investissement (achat d'équipements). Le budget de fonctionnement peut aussi être en partie couvert de cette manière et le réseau SOMLIT pourra abonder à hauteur de 5 k€ par an. Le soutien de base de l'OSU OREME reste toutefois indispensable pour assurer la pérennité du service.

Budgets annuels de fonctionnement :

- TO BV-Thau : de 5 à 10 k€
- TO Suivi-Thau : de 5 à 10 k€
- TO SOMLIT-Sète : de 10 à 15 k€ (5 k€ financés par le SNO SOMLIT)

Personnels impliqués dans le projet :

- UMR 5119 ECOSYM :
- Behzad MOSTAJIR, DR CNRS, 10%
- Francesca VIDUSSI, CR CNRS, 5%
- UMR Géosciences Montpellier :
- Yann LEREDDE, MC UM2, 25%
- Eric BERTHEBAUD, AI CNRS, 50%
- UMR HydroSciences Montpellier :
- Pierre MARCHAND, IE IRD, 5%
- Jean-Louis PERRIN, CR IRD, 20%
- Claire RODIER, IE CNRS, 40%
- Christian SALLES, MC UM2, 10%
- Marie-George TOURNOUD, PR UM2, 10%
- UMS 3301 MEDIMEER :
- Sébastien MAS, IR CNRS, 10%
- David PARIN, TEC UM2, 10%

k) Système d'Observation Phénologie de la faune et de la flore terrestre

(1) Nature du SO et des observations

Cette SO est un observatoire national d'observation de la phénologie appelé Observatoire Des Saisons. Cet observatoire est constitué d'une part d'une trentaine d'équipes de recherche sur le territoire national (www.gdr2968.cnrs.fr) et d'un réseau de bénévoles participants à un programme de sciences participatives (www.obs-saisons.fr). Les variables mesurées sont des dates d'occurrence d'événements biologiques, pour les plantes : dates de floraison, feuillaison, fructification, coloration des feuilles ; pour les animaux (insectes, amphibiens, oiseaux) : date de première apparition. Les observations sont faites majoritairement visuellement avec jumelles. Certaines données proviennent de mesures instrumentales (capteurs à pollen, signal satellite, spectromètres, capteurs de PAR, caméra). Chaque variable est annuelle.

(2) Questions scientifiques majeures

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 climat¹⁻² mais aussi un élément clé de l'adaptation des êtres vivants aux variations climatiques³. 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 millénaires² 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 atmosphérique⁴⁻⁶. La phénologie affecte la croissance, la survie et la productivité des peuplements forestiers⁷⁻⁸ et des cultures⁹. 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 car elle affecte la survie, le succès reproducteur et les interactions biotiques en fonction des conditions climatiques. Les observations phénologiques collectées dans ce SO 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.

(3) Valorisation des données obtenues (accompagnée d'une liste des publications ou rapports correspondants)

Les données phénologiques sont valorisées sous la forme d'une base de données en ligne, accessible à tous après demande de compte (<http://www.gdr2968.cnrs.fr/>). Les métadonnées de cette base sont libres d'accès sous la forme d'un outil cartographique dynamique. Plusieurs dizaines de publications issues des travaux qui utilisent ces données sont consultables dans les rapports annuels d'activité en ligne (<http://www.gdr2968.cnrs.fr/>).

(4) Liaisons nationales ou internationales de l'action du SO

Sur le plan national, l'Observatoire des Saisons est une composante du Cytoscope du SOERE Ecoscope. Il revêtait la forme d'un GDR du CNRS (SIP-GECC GDR 2968) dont le 2^e mandat se termine. Depuis 2012, il participe également à une action structurante de l'INRA (programme ACCAF PERPDHECLIM) portant sur la phénologie des espèces ligneuses. Sur le plan international, il participe à la base de données phénologique européenne PEP725 (<http://www.pep725.eu/>).

(5) Evolution envisagée dans le prochain contrat: contour, nature des observations, partenariats nationaux ou internationaux

Le contour de l'Observatoire des Saisons ne devrait pas changer significativement dans les quatre années à venir. Aucun changement dans la nature des observations n'est envisagé mais des nouvelles techniques instrumentales d'acquisition sont par contre à l'étude.

I) Système d'Observation de la Dynamique des communautés: observatoire des communautés animales

Mots-clés : dynamique des systèmes écologiques et de la biodiversité, écologie des paysages, écologie de la conservation, déprise rurale, écologie du feu, changement climatique.

(1) Positionnement, objectifs et nature des observations

Positionnement

Ce système d'observation est né d'un triple constat. Tout d'abord la nécessité, dans un monde en pleine mutation (changements d'utilisation des sols, et changements climatiques à venir), de disposer de données fiables pour comprendre les répercussions des changements en cours sur la biodiversité animale et sur les milieux et les paysages dont dépendent les espèces qui la composent. Ensuite, de l'existence, à l'échelle régionale, de séries temporelles d'observations faunistiques indépendantes mais collectées de manière rigoureuse avec des protocoles souvent similaires. Enfin, du risque non négligeable de pertes de jeux de données entiers du fait de la cessation d'activité plus ou moins prochaine de leurs « inventeurs » ou du fait des mutations technologiques. Nous avons ainsi identifié un important corpus de suivis d'oiseaux terrestres et de leurs habitats à l'échelle d'un gradient de sites au sein de la région Languedoc-Roussillon. Nous avons aussi identifié des inventaires ou des suivis sur le long terme pour l'avifaune hivernante des étangs littoraux du Languedoc-Roussillon, pour la faune des reptiles et amphibiens de la région, et pour une partie de l'entomofaune. Pour les deux derniers groupes l'existence de bases de données déjà structurées et de procédures rodées pour leur mise à jour limitait le sentiment d'urgence. Pour l'avifaune, par contre il existait un fort contraste entre la finesse des suivis des systèmes espèces-habitats à l'échelle de chaque site

d'étude et l'absence d'une intégration de ces données dans un système cohérent apte à lui assurer une pérennité.

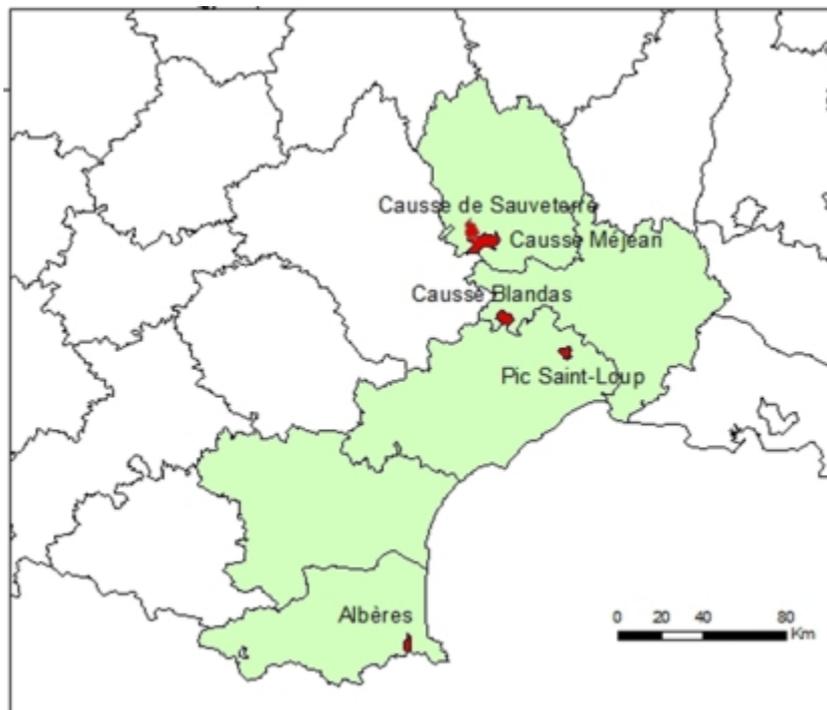
Objectifs

L'objectif principal pour la période écoulée était :

- De rassembler les jeux de données avifaune-habitat dans une base de données cohérente.
- De construire un site internet (AVIMED) ayant pour objet de rendre public l'existence de ces bases et de synthétiser et valoriser les connaissances acquises grâce aux données collectées à ce jour. Un tel site devrait également pouvoir faciliter d'argumenter les demandes de moyens nécessaires pour pérenniser ces suivis.

(2) Nature des observations

Pour l'avifaune terrestre il s'agit de [relevés d'avifaune](#) standardisés périodiques (annuels pour certains sites, à intervalle de 10 ans environ sur les autres sites) et de collecte de données sur la structure de la végétation et des paysages. Ces relevés s'étendent sur un réseau multi-sites de plusieurs centaines de stations permanentes géo-référencées (Hérault, Lozère, Pyrénées-Orientales).



Localisation en rouge des secteurs géographiques ayant fait l'objet de séries temporelles de relevés d'avifaune terrestre

Pour l'avifaune hivernante des lagunes littorales il s'agit de suivis annuels avec inventaires mensuels standardisés selon un protocole précis. Ces suivis ont été assurés au cours des hivers des 30 dernières années sur l'ensemble des étangs littoraux de la région et se poursuivront chaque année.

Pour la faune des reptiles et amphibiens il s'agit d'une base collectant des données opportunistes géo-référencées rassemblées par un réseau d'observateurs (bases de données « amphibiens/reptiles/mammifères pour les régions PACA et LR - action pérenne conventionnée avec les DREAL). Les données sont structurées au sein d'une base de type atlas.

Pour l'entomofaune les données concernent exclusivement les insectes coprophages (Aphodiidae, Geotrupidae, Scarabaeidae) à travers le suivi de stations à l'échelle de la région. Les données sont structurées au sein d'une base de données centralisée par l'INPN (MNHN). Pour cette Tâche d'Observation un soutien ponctuel à la collecte de données a pu être fourni grâce au soutien de l'OSU-OREME (achat de petit matériel).

Récemment un chantier a également été ouvert sur le suivi annuel de la faune des amphibiens des mares temporaires de la région en vue d'une éventuelle labellisation de cette tâche. Cette tâche d'observation en devenir a capitalisé sur un stage en césure pendant 5 mois en 2013 pour commencer à développer une base

de données support (avec interface de saisie web), finaliser une page web de présentation du suivi, mobiliser un réseau d'observateurs et visiter une centaine de mares pour construire un plan d'échantillonnage.

(3) Questions scientifiques majeures

Historiquement les données déjà collectées ont permis d'analyser les conséquences des changements d'utilisation des terres sur les paysages et sur la faune qui leur est associée. Elles ont également permis de mieux appréhender les liens entre traits d'histoire de vie des espèces et la réponse des espèces à la structure des paysages à un instant donné, ainsi que leur réponse aux changements de ces paysages au cours du temps. Une autre contribution de ces données a été de mieux comprendre la dynamique des paysages et de leur faune après incendie.

En résumé les questions scientifiques majeures sont la compréhension des patrons et processus de réponses des milieux et des espèces aux changements d'utilisation des terres (déprise, emprise) et, à terme, d'identifier les interactions et synergies de ces changements avec les modifications climatiques en cours ou les grandes perturbations accidentelles de type incendie antagonistes de la fermeture des milieux par déprise.

(4) Valorisation des données obtenues

Outre des publications basées sur ces données au cours de la période considérée les valorisations principales en ont été : (i) avec l'aide de la plateforme Système d'Information Ecologique du CEFE et de personnels recrutés à cet effet, de construire et documenter des bases centrées sur les avifaunes. Le soutien de l'OREME a été crucial car il nous a permis de recruter et de former les personnes clés de ce projet ; (ii) la construction du site internet Avimed destiné à signaler l'existence des bases avifaune et leur potentiel pour répondre à des questions relatives à la dynamique et la gestion de la biodiversité. Ces pages internet ont été conçues de manière à pouvoir être comprises par un public de non spécialistes ; (iii) pour l'entomofaune, après un premier travail de modélisation d'aire de distribution potentielle établie pour 37 espèces à l'échelle d'une vaste région couvrant la Péninsule Ibérique et la France (Journal of Insect Conservation, en révision), le travail s'est orienté vers une analyse méthodologique. Une nouvelle prospection a en effet permis de confronter, pour 17 espèces, les distributions potentielles estimées aux distributions réalisées (travail en cours de finalisation).

(5) Résumé des livrables

Publications : voir annexe

Site Avimed : Evolution de la biodiversité dans différents paysages méditerranéens

La formation de personnels du fait de leur recrutement grâce au soutien de l'OSU-OREME a été un autre bénéfice remarquable de ce projet : deux des trois personnes à la recherche d'emploi ont été recruté en CDI, la troisième en CDD. La plate-forme SIE du CEFE a joué un rôle crucial dans la formation de ces personnels via des formations et des conseils pour que leur travail s'insère dans l'architecture du futur SI de l'OSU.

(6) Liaisons nationales ou internationales

Il n'y a pas pour l'instant pas de liaison organique forte à l'échelon national ou international dans le cas des bases avifaune, malgré qu'il ait été répondu, en vain, à un appel d'offre européen avec l'université autonome de Barcelone.

Les bases sur les amphibiens/reptiles ou l'entomofaune sont intégrée dans des réseaux structurés (par ex. entomofaune : <http://inpn.mnhn.fr/accueil/index>).

(7) Evolution envisagée

La consolidation des données d'avifaune acquises à ce jour devrait pour l'essentiel être finalisée en 2013. Il s'agira donc pour la période à venir, pour l'avifaune terrestre, de planifier et d'assurer une nouvelle prise de données sur les sites qui risquent d'arriver prochainement à échéance en termes de suivi périodique.

Pour les amphibiens et reptiles il s'agira là aussi de continuer l'effort qui vient de commencer sur les mares temporaires.

Pour l'entomofaune il s'agira de poursuivre simultanément la prise de donnée et les validation méthodologiques en cours.

En termes de valorisation scientifique la priorité sera donnée à l'exploitation de la base « avifaune hivernante des lagunes » avec notamment une première phase d'analyse est prévue pour cet automne. Ce jeu de donnée très riche n'a en effet pas encore été l'objet d'analyse fines sur les variations temporelles de l'abondance et de la distribution de ces espèces au cours des 30 ans écoulés et sur les mécanismes qui les expliqueraient. Ce volet de notre SO présente également un potentiel pour un interfaçage avec les autres tâches d'observations s'intéressant aux étangs littoraux.

De nouvelles prises de données sur l'avifaune terrestres devraient quant à elle faire l'objet d'analyses permettant de confirmer ou d'infirmer les tendances mises à jour lors des études précédentes.

Du côté de l'OSU-OREME un développement intéressant pourrait être, via le provisionnement de ressources humaines, de faciliter le développement de l'outil de « Saisie d'Informations pour la Conservation des Espaces Naturels » (SICEN) pour en faire un produit adaptable aux autres saisies de données. Un autre apport pourrait être la production d'une classification des éléments géographiques (e.g. lagunes-étangs, mares ...) qui servirait ensuite de référentiel pour l'ensemble des SO.

(8) En guise de conclusion

Le travail effectué au sein de ce Service d'Observation aura particulièrement contribué au quatre des huit axes que s'était fixé l'OSU-OREME

- Assurer le développement, et la pérennisation des Système d'observation.
- Poursuivre le développement des Bases de données, leur pérennisation et leur partage dans un soucis d'interopérabilité
- Participation à la formation pour les métiers de l'Environnement.
- Expertise, Information du Public et des Politiques.

Ce travail n'aurait jamais vu le jour sans le soutien de l'OSU-OREME qui s'est avéré un outil de premier ordre au service des suivis à long terme. Il a en outre bénéficié d'un important et indispensable soutien de l'équipe de la plate-forme SIE de l'UMR CEFE.

m) Système d'Observation de la Dynamique des communautés: observatoire des communautés végétales

(1) Nature du SO « observer les communautés végétales »

Le système d'observation « observer les communautés végétales » développe des suivis à long terme sur différents systèmes écologiques dans le cadre général des changements récents (changements d'usage des terres, changement climatiques,...) et de leur effet sur la composition et le fonctionnement des populations/communautés végétales. Ce SO a récemment inclus une tâche concernant les communautés fongiques du sol. Il se décline en 2013 en 5 tâches d'observations :

- T1-Communautés végétales des parcours du Causse du Larzac (resp : E. Garnier)
- T2-Dynamique et fonctionnement des communautés végétales en milieu urbain (resp. P.-O. Cheptou)
- T3-Observatoire des orchidées méditerranéennes (resp. B. Schatz)
- T4-recrutement forestier et pastoralisme (resp. C. Carcaillet)
- T5-Suivi des communautés fongiques du sol dans la réserve de Biosphère du Fango (resp. F. Richard)

(2) Nature des observations.

Le SO regroupe une variété de type de mesures, depuis la mesure des variables du milieu (température, pluie, disponibilité en minéraux du sol pour T1) jusqu'au suivi individuel (T2 et T3). Il repose néanmoins sur un type de mesure commun à l'ensemble des tâches: identification taxinomique sur le terrain (géo référencés) des groupes ou des espèces. Dans le cas de T5, les identifications sont associées à des données moléculaires dont la vocation est de fournir des données référentes pour les taxons de champignons considérés. Enfin, l'utilisation de carnets électroniques pour la saisie des données, dans un but de fiabilité, a été mise en place depuis 2012 dans T4.

(3) Questions scientifiques majeures

Grâce à des mesures répétées dans le temps, les observations du SO ont pour objectifs d'étudier l'impact des changements globaux sur le fonctionnement, la composition et la structure des communautés (fragmentation, changement climatique, changement des pratiques agricoles). Plus précisément, il s'agit :

- d'analyser la dynamique fonctionnelle et taxinomique en réponse aux changements de pratiques agricoles (ex : pastoralisme), au réchauffement climatique.
- d'analyser la dynamique démographique et la réponse adaptative de populations soumises à la fragmentation extrême du milieu (incluant développement méthodologique).
- de comprendre les facteurs de raréfaction des espèces à travers l'utilisation de taxons sensibles (ex : orchidées).

(4) Valorisation des données obtenues

Voir annexes

(5) Liaisons nationales ou internationales

- T1 : Site expérimental utilisé dans le contexte des programmes « DivHerbe » (INRA EcoGER : 2007-2009), « RESPIRS » (FRB : 2010-2012) et « O2LA » (ANR Systerra : 2010-2013).
- T2 : Collaboration avec le MNHN Paris dans le cadre du programme ANR Trameverte (2008-12).
- T3 : liaison avec les Conservatoires Botaniques Nationaux et le Parc National des Cévennes
- T4 : Partenariat avec la réserve naturelle de la Massane. Projet intégré aux programmes « Forêts Anciennes » de WWF.
- T5 : Projet intégré au cœur d'une des 10 réserves de biosphères françaises.

(6) Evolution envisagée dans le prochain contrat

- T1 : Insertion dans un réseau national (en cours), le « Réseau de Mesure et de modélisation des Prairies permanentes, des Pelouses et des Parcours » (RM3P) – soumission prévue en 2014. Programme sur la réponse à l'herbivorie et les relations entre digestibilité/palatabilité du matériel vivant et décomposition des litières (projet CasCade : INSU – EC2CO)
- T2 : Projet de convention « la ville comme dispositif de recherche en écologie » avec la ville de Montpellier. Développement (et validation empiriques) de modèles de métapopulation chez les plantes (projet chercheur d'avenir 2012-15)
- T3 : Projet d'ouvrage : Atlas des orchidées.
- T4 : convention avec la Réserve Naturelle de la Massane pour l'exploitation et la mise en valeur de leurs données diachroniques et climatiques : validation des projections de régénération issues du suivi. Etude dendroécologique couplée à une étude génétique réalisée sur 400 hêtres par UMR BIOM de Banyuls et INRA.
- T5 : Projet d'intégration du dispositif dans un réseau d'observation européen.

n) Système d'Observation « Suivi de populations d'organismes modèles – Ecologie »

(1) Bilan quadriennal

Une spécificité du Système d'Observation 'Suivi de populations d'organismes modèles - Ecologie' est que les suivis réalisés sont INDIVIDUELS, spatialisés et intègrent la récolte d'informations, et donc l'étude des processus, à différents niveaux : environnement physique, biologique, social; données génétiques, physiologiques, immunologiques, comportementales. Ces programmes de suivi permettent donc d'aborder de manière intégrée les mécanismes de réponses des populations à la variabilité de l'environnement et de décrire les changements écologiques et évolutifs des populations. Ces suivis reposent à la fois sur (1) une forte technicité (biostatistiques, génétique, biotélémetrie, écophysiologie, immunologie), (2) une très bonne connaissance du terrain et (3) un choix raisonné des modèles d'étude. Les suivis individuels sont par

exemple très efficaces chez les mésanges car elles nichent facilement en nichoirs artificiels, et chez les oiseaux coloniaux, tels que les vautours et les oiseaux de mer, car ils se reproduisent en colonies et réoccupent pendant de nombreuses années les mêmes sites. La localisation des sites d'étude est aussi raisonnée afin d'optimiser les possibilités de répondre aux questions abordées. Ces programmes permettent de suivre les changements des populations en cours à différentes échelles spatiales et temporelles, mais surtout ils permettent d'étudier les mécanismes de réponse des populations, ce qui fait que leur portée est très générale. L'importance de ce type de suivi est clairement reconnue au plan international (outre les travaux des équipes impliquées dans le SO, voir par exemple Clutton-Brock & Sheldon 2010 *Trends Ecol. Evol.*). Au sein du SO, les thématiques abordées portent sur le rôle des réponses phénotypiques et génétiques aux changements climatiques (TO EcPMES: Porlier et al. 2012), l'écologie de la dispersion et la dynamique des populations subdivisées (TO EcPRIEUSE: Péron et al. 2009; TO EcPTRIDAC: Ponchon et al. 2012), les dynamiques d'exploitation du milieu pour l'approvisionnement alimentaire (TO EcPVAUT: Monsarrat et al. 2013, TO EcPUFFIN: Péron & Gremillet 2013) et les facteurs affectant la circulation d'agents pathogènes dans la faune sauvage (TO EcPGOELPATH: Hammouda et al. 2011; TO EcPTRIDAC: Chambert et al. 2012).

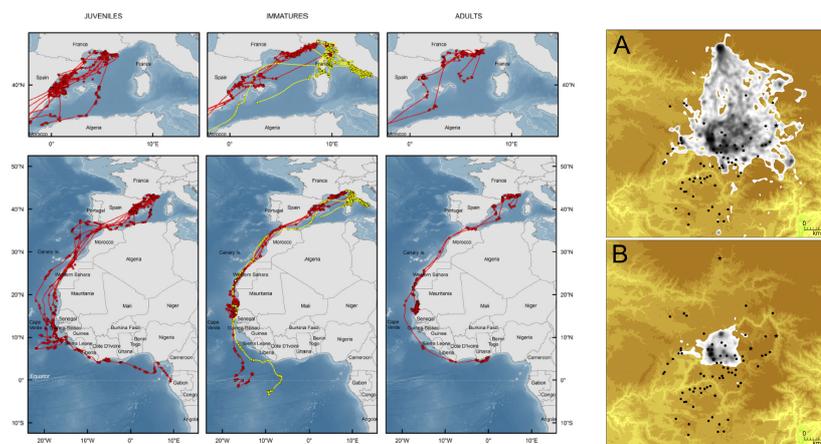


Figure 1 : Outre un suivi détaillé d'individus marqués sur les zones de reproductions, les mouvements d'individus sont observés à différentes échelles spatiales et temporelles par l'utilisation de biologgers : exemples de routes de migration de puffins se reproduisant en méditerranée (partie gauche de la figure; Péron & Gremillet 2013) et de domaines vitaux de vautours fauves pendant l'été dans les Cévennes (partie droite de la figure; Monsarrat et al. 2013).

Outre l'acquisition de séries temporelles de données pour tester des hypothèses biologiques sur ces thématiques, les travaux développés dans le cadre du SO ont permis des développements méthodologiques importants, notamment sur les designs d'échantillonnage et les outils statistiques à utiliser pour l'estimation de paramètres de la dynamique démographique de populations subdivisées [TO EcPRIEUSE: Péron et al. 2010], de la dynamique du statut éco-immunitaire des individus [TO EcPTRIDAC: Choquet et al. sous presse] et de la génétique quantitative en population sauvage [TO EcPMES: Porlier et al. 2012]. Les développements méthodologiques ont aussi porté sur les méthodes pratiques d'acquisition de données sur le terrain (notamment, l'utilisation de loggers pour l'étude des comportements de prospection [TO EcPUFFIN: Authier et al. 2013; TO EcPTRIDAC: Ponchon et al. 2013] et l'utilisation du transfert maternel d'anticorps dans les œufs pour les suivis éco-épidémiologique [TO EcPGOELPATH: Hammouda et al. 2011]).

Pour aborder la causalité de certaines des relations considérées, les travaux s'appuient sur la conduite d'expérimentations spécifiques en populations naturelles. Des travaux ont été notamment menés sur les relations entre les coûts de reproduction et les traits sexuels secondaires (TO EcPMES : Doutrelant et al. 2012) et sur l'importance de la performance de reproduction des congénères pour les décisions de dispersion des individus (TO EcPTRIDAC: Boulinier et al. 2008).

Enfin, une partie des travaux permet de répondre à des questions appliquées importantes, comme la détermination d'Aires Marines Protégées (TO EcPUFFIN: Péron et al. en révision) et de stratégies de gestion des déchets d'élevage et de conservation des vautours (TO EcPVAUT: Monsarrat et al. 2013).

Acronyme TO (Espèce modèle)	Date début	Date dans OSU	Lieu	Identification dans bases de Métadonnées	Suivi survie (CMR)	Suivi reproduction	Suivi dispersion	Suivi mouvements d'approvisionnement	Suivi pathogènes/anticorps
EcPMES (Mésange bleue)	1979	2008	Corse et Languedoc	INEE/CEFE	BDD	BDD	BDD	BDD	En cours
EcPVAUT (Vautour fauve)	1981	2012	Cévennes	CEFE	BDD	BDD	BDD	BDD	Prévu
EcPUFFIN (Puffin cendré)	2011	2012	Ouest méditerranée	AAMP	En cours	En cours	En cours	BDD	-
EcPRIEUSE (Mouette rieuse)	1976	2012	Forez	INEE/CEFE	BDD	BDD	BDD	-	Prévu
EcPTRIDAC (Mouette tridactyle – tique Ixodes uriae)	1998	2012	Finnmark, Norvège	INEE/CEFE IPEV	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD
EcPGOELPATH (Goéland leucophée)	2008	2008	Ouest méditerranée	INEE/CEFE	Prévu	Prévu	Prévu	Prévu	BDD

Tableau 1: Caractéristiques des programmes de suivis en termes de types de données récoltées et de leur disponibilité (BDD : déjà intégrées à des bases de données, En cours : données récoltées mais non intégrées à une base de données, Prévu : suivi envisagé à court terme). On notera qu'un effort sera réalisé pour que des séries temporelles et des cartes soient prochainement accessibles en ligne via une page internet dédiée aux activités du SO.

Un temps fort de ce quadriennal a été l'élargissement de notre SO à quatre nouvelles TOs centrées sur l'étude de la dynamique de populations d'oiseaux en environnement hétérogène (voir Tableau 1 et 2). Suite à ce regroupement, les thématiques scientifiques principales abordées dans ce SO ont été :

- Dynamique de fonctionnement des populations subdivisées (Mouette rieuse/Mouette tridactyle)
- Mécanismes d'adaptation à un environnement hétérogène (Mésange bleue)
- Ecologie spatiale des oiseaux marins en réponse aux changements environnementaux (Puffin cendré)
- Mouvement et dynamique des populations en réponse aux fluctuations de leur environnement de recherche alimentaire (Vautour fauve)
- Facteurs affectant la circulation d'agents pathogènes dans la faune sauvage (Goéland leucophée)
- Comme explicité ci-dessus, les questions abordées et les approches méthodologiques utilisées permettent une forte intégration des activités entre les TO, avec des effets de synergies qui devraient se développer dans les années à venir.

(2) Perspectives 2015-2019

Nous développons ci-dessous les 5 chantiers principaux de notre SO pour les 5 années à venir.

- Devenir un SO à part entière : Ecologie spatiale des populations de vertébrés.
 - Les thématiques de recherche citées ci-dessus, abordées grâce aux suivis individuels d'espèces modèles de vertébrés, constitueront la nouvelle structure de notre SO, autour de 4 tâches d'observation :
 - Dynamique des populations subdivisées
 - Adaptation à un environnement hétérogène
 - Dynamique de l'approvisionnement alimentaire
 - Dynamique des agents pathogènes dans la faune sauvage
- Travailler vers un montage d'un SO Ecologie spatiale des vertébrés ou Suivi des populations de vertébrés modèles à l'échelle nationale (avec notamment des partenaires clés à Chizé, Lyon et

au MNHN). Le succès de cette opération dépendra des possibilités de structuration de systèmes d'observation proposées à l'échelle nationale, mais aussi du gain envisageable puisque le principal besoin de nos TOs réside dans le besoin en personnel de soutien.

- Contribuer à des axes transversaux à nos TOs, notamment le GDR Génétique Quantitative (Anne Charmantier), le projet de GDR Ecologie Statistique (Olivier Gimenez) et le réseau d'Immuno-eco-épidémiologie du REID (Thierry Boulinier)
- Pérenniser nos suivis en forte articulation avec des approches émergentes, en particulier expérimentation en populations naturelles/ modélisation / génomique
- Pérenniser nos suivis en forte articulation avec des approches émergentes, en particulier expérimentation en populations naturelles/ modélisation / génomique. Pour la TO EcPMES, ceci sera notamment permis pour les 5 prochaines années grâce à la récente attribution d'un financement de l'*European Research Council* (ERC) pour un projet déposé par Anne Charmantier sur le modèle biologique concerné.
- Résoudre le problème de besoin en personnel technique pour assurer la pérennisation des suivis sur le long terme (Tableau 2).

Acronyme TO (Espèce modèle)	Date début	Nb chercheurs/EC OSU OREME	Nb chercheurs/EC hors OSU OREME	Nb d'ITA permanent	Nb publiés depuis début programme	Nb publiés depuis 2008	Nb doctorant(e)s /postdocs depuis début du programme	Soutien principal du programme (depuis 2008)
EcPMES (Mésange bleue)	1979	4	2 (UQAM, Univ Sherbrooke)	1 (0 après 2013)	>110	25	15/8	ANR, Région LR, ERC
EcPVAUT (Vautour fauve)	1990	1	1 (MNHN)	0	>20	5	4	ANR
EcPUFFIN (Puffin cendré)	2011	1	0	0	3	3	2	AAMP
EcPRIEUSE (Mouette rieuse)	1976	3	0	0	33	4	9	Equipe Biostat CEFE
EcPTRIDAC (Mouette tridactyle – tique Ixodes uriae)	1998	1	1 (MIVEGEC)	0	>40	13	4/2	IPEV, ANR, Région LR
EcPGOELPATH (Goéland leucophée)	2009	1	1 (INRA)	0	3	3	1/2	ANR

Tableau 2: Caractéristiques des programmes de suivi en termes de fréquence, moyens en personnels, production scientifique, formation de personnels qualifiés et soutien financier. On notera que dès 2013, aucun personnel ITA permanent ne contribuera aux programmes de récolte de données.

Références citées :

Authier M, Péron C, Mante A, Vidal P, Grémillet D (2013). Designing observational biologging studies to assess the causal effect of instrumentation. *Methods in Ecology and Evolution*. doi: 10.1111/2041-210X.12075

Boulinier, T., McCoy, K.D., Yoccoz, N.G., Gasparini, J. & Tveraa, T. 2008. Public information affects breeding dispersal in a colonial bird: kittiwakes cue on neighbours. *Biology Letters* 4: 538-540.

Chambert, T., Staszewski, V., Lobato, E., Choquet, R., McCoy, K.D., Tveraa, T. & Boulinier T. 2012. Exposure of Black-legged kittiwakes to Lyme disease spirochetes: dynamics of the immune status of adult individuals and effects on their survival. *Journal of Animal Ecology* 81: 986-995.

Choquet, R., Carrie, C., Chambert, T. & Boulinier, T. Estimating transitions between states using measurements with imperfect detection: application to serological data. *Ecology*, sous presse.

Doutrelant, C., Grégoire, A., Midamegbe, A., Lambrechts, M. & Perret, P. 2012. Female plumage coloration is sensitive to the cost of reproduction. An experiment in blue tits. *Journal of Animal Ecology* 81: 87-96.

Hammouda, A., Pearce-Duvet, J., Chokri, M.A., Arnal, A., Gauthier-Clerc, M., Boulinier, T. & Selmi, S. 2011. Prevalence of Influenza A antibodies in yellow-legged gull (*Larus michahellis*) eggs and adults in southern Tunisia. *Vector Borne and Zoonotic Diseases* 11: 1583-1590.

Monsarrat,S., Benhamou, S., Sarrazin, F., Bessa-Gomes, C., Bouten, W. & Duriez, O. 2013. How predictability of feeding patches affects home range and foraging habitat selection in avian social scavengers? PLOS One e53077.

Péron C & Grémillet D. 2013. Tracking through life-stages: adult, immature and juvenile autumn migration of a long-lived seabird. PlosOne, sous presse.

Peron, G., Lebreton, J.D. & Corchet, P.A. 2009. Breeding dispersal in black-headed gull: the value of familiarity in a contrasted environment. Journal of Animal Ecology 79: 317-326.

Peron, G., Crochet, P.A., Doherty, P.F.Jr, Lebreton, J.D. 2010. Studying dispersal at the landscape scale: efficient combination of population surveys and capture–recapture data. Ecology 91: 3365–3375.

Ponchon, A., Grémillet, D., Doligez, B., Chambert, T., Tveraa, T., González-Solís, J. & Boulinier, T. 2013. Tracking prospecting movements involved in breeding habitat selection: insights, pitfalls and perspectives. Methods in Ecology and Evolution 4: 143-150.

o) Système d'Observation « Suivi de populations d'organismes modèles – Evolution »

C'est à l'occasion de l'appel à adhésion de l'été 2012 que s'est révélé l'intérêt porté par la communauté montpelliéraine d'écologistes et d'évolutionnistes à s'adosser à l'OSU OREME. Le Système d'Observation (SO) "Suivi de populations d'organismes modèles" passait de 5 à 11 Tâches d'Observation (TO), soit au delà du doublement des projets de suivi!

Il a donc été décidé de placer les projets de ce SO dans deux catégories qui préfigurent deux futurs SO indépendants: un sous-SO "Ecologie des populations" et un autre "Evolution des populations".

(1) Bilan quadriennal

Liste des TO dans le sous-SO "Evolution" en 2013:

* Evolution spatio-temporelle des gènes de résistance aux insecticides du moustique *Culex pipiens* en région Méditerranéenne (resp. Mylène Weill, Pierrick Labbé, ISEM)

* Effet de la fragmentation sur la viabilité et l'évolution d'une espèce méditerranéenne endémique: la Centaurée de la Clape *Centaurea corymbosa* (resp. Eric Imbert, ISEM)

* Biodiversité, structuration et perturbation des populations de truites communes, *Salmo trutta*, françaises du sud (resp. Patrick Berrebi, ISEM)

** Dynamique in situ des populations et de la diversité du Chou corse, *Brassica insularis* (resp. Sandrine Maurice, Christophe Petit, ISEM)

** Observatoire de la vigne sauvage en Languedoc Roussillon (resp. Jean Frédéric Terral, CBAE)

(2) Nature des TO

Ces TO sont rassemblées du fait de la forte similitude des méthodes et concepts. Outre le travail d'inventaire de la biodiversité, ce sous-SO développe particulièrement :

- perspective évolutive très nette,
- géo-localisation (SIG),

Génétique des populations

Il s'agit toujours d'études intraspécifiques dans lesquelles la modification progressive des populations sous l'effet principal de l'anthropisation nécessite un suivi génétique. Ce sont donc des études nécessitant l'exploitation des concepts de base de la génétique des populations corrélée aux paramètres écologiques ou démographiques ainsi que géographiques. Structure, fréquences alléliques, niveau de polymorphisme, flux géniques, ... tous ces descripteurs sont ré-estimés tous les ans ou tous les deux ans. Des prélèvements annuels nous permettront à l'avenir d'y appliquer les nouvelles méthodes moléculaires.

Démographie - Les suivis à long terme procurent des données de qualité pour les suivis démographiques, les comptages, les estimations de densité ou de fécondité qui ne prennent leur vrai sens que si nous sommes capables d'en décrire l'évolution.

Anthropisation et conservation - Dans ces TO, ce sont les populations plus que les individus qui sont suivis et l'anthropisation y joue un rôle majeur: utilisation d'insecticides divers et suivi des conséquences génétiques sur les gènes de résistance; anthropisation des milieux entraînant la mise en danger de

populations et donc d'espèces quand celles-ci sont extrêmement endémiques (centaurée et chou); exploitation et mixage des formes sauvages et domestiques chez la truite; transformation de la vigne sauvage en lignées domestiques.

Le miroir de ces préoccupations est la conservation des formes naturelles, la valorisation patrimoniale, l'estimation de la vulnérabilité des populations...

Recherche fondamentale

A coté de l'anthropisation, des mécanismes naturels sont aussi pris en compte, trouvant là des modèles favorables grâce au suivi à long terme (depuis 1972 pour les moustiques, 1991 pour la truite...): phylogéographie, génétique de l'adaptation, remplacements d'allèles, endémisme, évolution climatique...

(3) Positionnement et valorisation

Les travaux menés à l'occasion des cinq TO ne sont pas isolés. Elles constituent la composante "suivi à long terme" de projets qui par ailleurs permettent diplômes, publications et collaborations.

Le financement à long terme est quasiment impossible et les publications de longues séries de relevés sont parmi les plus difficiles à réaliser. Les jeux de données instantanés permettant de décrire une structure et un mécanisme évolutif sont plus facilement subventionnés et finalisés rapidement par une publication constituant l'unité de production indispensable à chaque chercheur.

Ceci explique que la production scientifique strictement liée aux TO est surtout constituée de rapports (littérature grise) préfigurant les futurs articles. Citons le Document d'Objectif Natura 2000 pour le Massif de la Clape (2012) ou les rapports des projets Genesalm et Genetrutta. Des publications dans des revues internationales ont également bénéficié des données récoltées grâce à l'OSU. Une liste est donnée ci-dessous.

Toutes les TO sont en lien avec des collaborateurs français ou étranger ou avec des réseaux de recherche: MNHN, Université de Barcelone, Chaire UNESCO "Culture et tradition du vin", Conservatoire Botanique National de Corse, Conservatoire du littoral, Agence pour l'Environnement, Conservatoire Mondial de la Diversité de la Vigne, EID, ONEMA, Fédération Nationale de Pêche en France, ainsi que des collaborations de chercheur à chercheur.

(4) Perspectives quinquennales (2015-2019)

Un SO caractérisé par l'évolution des populations

Les TO "moustique", "centaurée", "truite", "chou" et "vigne" s'intéressent à des branches évolutives bien différentes. Ce sont donc bien les concepts scientifiques communs qui les réunissent: évolution des populations, technicité moléculaire en progrès constant, suivis génétiques et démographiques au long cours, impact de l'anthropisation et des changements climatiques sur cette évolution. Ce cadre clair permettra dans l'avenir d'accueillir d'autres TO adoptant les mêmes objectifs et méthodes.

Le maintien de ces projets jusqu'en 2019 au moins nous garantit de disposer de données temporelles de dix années ou plus et donc de produire des publications où le facteur temps est privilégié.

Une ouverture vers la communauté scientifique

Outre les publications qui peuvent être vues comme des aboutissements pour des suivis à long terme, les données engrangées année après année feront aussi l'objet d'une mise sous protection dans des banques de données sécurisées par l'OSU.

Déjà une banque de données concernant près de 25 années d'analyses moléculaires des truites de France a été réalisée en interne et pourra être disponible sur internet sous certaines conditions. Toutes les TO sont destinées à suivre la même voix qui permet à la fois une sécurisation et une pérennisation des données.

(5) Propositions d'ajout de nouvelles espèces

Guilde méditerranéenne des micromammifères

L'objectif est de mettre en place une station d'observation pour l'espèce-modèle *Mus spretus*, et les micro-mammifères qui vivent en sympatrie avec elle. S'agissant d'une espèce socialement monogame, il s'agira dans un premier temps de rechercher le degré d'exclusivité génétique paternelle, donc d'évaluer la proportion de paternités hors-couples, l'échelle de différenciation et le flux de gènes entre unités spatiales, et le taux de dispersion par sexe. Le suivi à long terme permettra de connaître la dynamique de population et les traits de vie à l'origine de l'adaptation de l'espèce aux milieux méditerranéens, ainsi que la nature des interactions avec les autres micromammifères. A l'échelle du peuplement, on recherchera les variations de

l'aire de répartition et l'occupation des habitats afin de mettre en évidence les facteurs climatiques et/ou anthropiques qui s'exercent sur sa capacité de colonisation.

Complémentarité avec les observations existantes au sein du SO de rattachement :

Aucune espèce de mammifères ne fait actuellement l'objet d'une TO dans le cadre de l'Observatoire des populations animales ; l'espèce *Mus spretus* est typiquement méditerranéenne.

Nature des Mesures systématiques, traitement et validation systématique des données brutes :

- Quadrat avec pièges multiples sur une zone de garrigue de 7.5 ha. Paramètres socio-spatiaux recherchés : localisation, espacement et densité locale des femelles adultes; calendrier de leurs périodes de réceptivité afin de mettre en évidence leur degré de synchronisme ; cartographie de la répartition des mâles par rapport aux femelles ; évaluation de la variance des stratégies individuelles de reproduction (nombre de gestation par saison, fréquence d'EPC, etc).
- Sessions de Capture-Marquage-Recapture mensuelle suivant procédure du Robust design afin d'estimer l'émigration temporaire ainsi que la piègeabilité suivant le sexe, la cohorte ou le poids corporel.
- Prélèvement d'échantillons de peau (bout d'oreille ou de queue) et de sang au cours de sessions d'échantillonnage pour : 1) constituer progressivement une base de données des génotypes des reproducteurs connus en vue des assignations ultérieures de paternité ; 2) évaluer la consommation des items accessibles dans le milieu de vie en mesurant les rapports isotopiques du carbone et de l'azote dans les protéines des poils ; 3) mesurer la sensibilité au stress pour expliquer l'absence quasi-générale d'individus de cette espèce à l'intérieur des maisons ;
- Concernant les interactions avec les autres micromammifères, des observations expérimentales seront réalisées in situ et les données de piégeage permettront d'évaluer les attractions / exclusions au sein des habitats.
- Le rôle de la prédation sera recherchée à partir des fréquences relatives de micromammifères observées dans les fecès ou pelotes de réjection des principaux prédateurs.

p) Système d'Observation de la pollution et de l'adaptabilité biologique en aval des anciens sites miniers

(1) Nature du SO :

Les déchets issus de l'exploitation de minerais métalliques, entreposés sans précaution, constituent une source de pollution des sols et du milieu aquatique par les métaux (Pb, Cd, Tl...) et métalloïdes (As, Sb...). Ces pollutions perdurent des centaines d'années après la fermeture des mines ; elles affectent durablement la qualité de l'eau en aval des sites et peuvent dans certains cas présenter un risque sanitaire pour les populations environnantes, du fait de l'envol de poussières contaminées. Toutefois, des processus naturels d'atténuation permettent de limiter la dissémination des polluants en les piégeant sous une forme stable ou en les transformant en composés moins toxiques ou moins mobiles. Ces processus font intervenir des espèces végétales et microbiennes adaptées à ces environnements pollués. La colonisation des milieux et les processus de transformation des polluants qui en découlent sont longs à se mettre en place ; ils sont sous l'influence d'une forte variabilité climatique interannuelle et d'évènements extrêmes (sécheresse, précipitations intenses) caractéristiques du bassin Méditerranéen. C'est pourquoi un suivi sur le long terme de ces sites est nécessaire, aussi bien en ce qui concerne les processus (physico-chimiques, microbiologiques, hydrologiques) de mobilisation, transformation et piégeage des polluants métalliques que pour ce qui relève de la colonisation de ces milieux par des organismes adaptés aux environnements miniers pollués (espèces végétales et microorganismes).

Deux régions ateliers Gardoises, caractéristiques de la géologie et du type de minéralisation à plomb-zinc retrouvés sur le bassin Méditerranéen font l'objet de suivis dans le cadre du SO : l'ancien site minier de Carnoulès, impacté par le phénomène de drainage minier acide (DMA) induisant une mobilisation des métaux et de l'arsenic vers le milieu aquatique et le district minier de Saint Laurent le Minier et Saint-Hippolyte-du-Fort, où la contamination métallique concerne essentiellement le compartiment sol.

(2) Nature des observations :

Les observations effectuées sur le site de Carnoulès dans le cadre de la TO1 « Suivi des processus hydrobiogéochimiques de transfert des métaux et métalloïdes issus des activités minières » concernent (1) les principaux paramètres physico-chimiques, les concentrations en métaux et métalloïdes dans les eaux de

nappe et les eaux d'exhaure, (2) les hauteurs d'eau dans la nappe drainant le stock de déchets, (3) les débits à l'exutoire et (4) les communautés microbiennes dans les eaux et sédiments. Dans la région de Saint-Laurent le Minier, les suivis menés dans le cadre de la TO2 « Approche démographique et perspectives en phytoremédiation » concernent essentiellement les populations d'une espèce-cible à grand intérêt écologique (*Noccaea caerulescens*), espèce hyperaccumulatrice de métaux lourds, par une approche démographique et écologique (caractérisation de l'environnement).

(3) Questions scientifiques majeures servies par ce SO :

Les suivis systématiques sur le site de Carnoulès ont pour objectif d'élucider les inter-relations qui existent entre les caractéristiques physico-chimiques des eaux minières, la structure des communautés microbiennes (bactéries, archaea, eucaryotes) et l'abondance de certaines populations impliquées dans l'atténuation naturelle de l'arsenic et du fer. Les processus microbiologiques affectant le cycle des métaux et métalloïdes dans l'hydrosystème en aval de DMAs sont également étudiés. L'étude de la résilience de l'écosystème que constitue le DMA est également abordée, suite à une mise en sécurité du site par l'ADEME ayant conduit à l'enlèvement des concrétions de fer-arsenic de type stromatolithe qui s'étaient constituées depuis 1982. La nature et l'efficacité des processus d'atténuation naturelle mis en jeu seront comparées aux processus observés avant la perturbation.

Dans la région de Saint-Laurent le Minier, il s'agit de mieux comprendre comment l'hétérogénéité environnementale, notamment des sols, peut influencer certaines caractéristiques biologiques (système de reproduction, cycle de vie...) et la diversité génétique des populations d'une espèce métallicole facultative (*Noccaea caerulescens*).

(4) Valorisation des données obtenues:

Ces données ont servi de support à 2 thèses au laboratoire HydroSciences (Volant A., 2012 ; Resongles, E. en cours) et 3 autres chez nos partenaires (Giloteaux, L. ; 2010 ; Halter, D. 2011 ; Delavat, F. ; 2012). Elles ont été valorisées dans 16 publications et 17 communications sur la période 2009-2013. Les principaux résultats issus de ces suivis ont porté sur (1) la dynamique spatiale et temporelle des métaux et métalloïdes dans le drainage minier acide du Reigous (Egal et al., 2010) et dans la rivière Amous, située en aval (Casiot et al., 2009), (2) les communautés de microorganismes qui colonisent le Reigous et leurs relations avec les variations des paramètres physico-chimiques (Bruneel et al., 2011 ; Volant et al., 2012 ; Giloteaux et al., 2013), (3) la diversité métabolique dans l'écosystème du Reigous (Bertin et al., 2011), (4) la résistance à l'arsenic chez un eucaryote, *E. mutabilis* (Halter et al., 2012a,b), (5) les processus de transfert du thallium (Casiot et al., 2011) et de l'antimoine (Resongles et al., sous presse) dans l'hydrosystème en aval de la mine de Carnoulès, les conditions de formation, la structure et la réactivité de minéraux de fer-arsenic particuliers qui se forment sur le site de Carnoulès (Egal et al., 2009 ; Maillot et al., 2013). Ces données ont été en partie archivées dans une base de données accessible via le site web de l'OREME (<http://armspark.msem.univ-montp2.fr/carnoules>).

Pour les sites de la région de Saint-Laurent Le Minier et Saint-Hippolite-Du-Fort, plusieurs stages de Licence et de Master ont permis de mettre au point les techniques de suivis in situ, les marqueurs moléculaires et leurs techniques d'analyse (pour les systèmes de reproduction). Une thèse sur ce sujet a débuté en 2012 (M. Mousset, « Variation du système de reproduction et interaction avec les processus d'adaptation chez *Noccaea caerulescens* (Brassicaceae) »).

(5) Lien avec la société civile et l'enseignement :

Une restitution publique des observations réalisées sur le site de Carnoulès a eu lieu en février 2009 (réunion publique) et septembre 2012 (Conseil municipal de St Sébastien d'Aigrefeuille). Les données ont permis d'amender une étude d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) sur le site de Carnoulès, menée par l'ADEME, à travers la signature d'un Accord de transfert de matériel.

L'OSU est membre invité de la Commission Locale d'Information et de Surveillance (CLIS) de St Sébastien d'Aigrefeuille.

Le site de Carnoulès et les résultats des observations qui y sont menées servent de support pédagogique pour les étudiants de Supagro Montpellier, de l'Université Montpellier 2 (M2R Fenec, Master Eau, L3 Pro GPTP) et de l'Université Paris VI (M2R Sciences de l'Univers, Ecologie, Environnement), dans le cadre de stages/sorties de terrain ou de conférences.

Les premières données obtenues sur *Noccaea caerulescens* ont également servi de support pédagogique pour une Unité d'Enseignement (« Gestion des populations et Biodiversité ») du Master 1 « Biologie-Ecologie » de l'Université Montpellier 2.

(6) Liaisons nationales ou internationales de l'action du SO :

Les observations réalisées sur le site de Carnoulès permettent de fédérer une communauté pluridisciplinaire (géochimistes, microbiologistes) de chercheurs travaillant sur le cycle de l'arsenic et les microorganismes associés, notamment dans le cadre du GDR 2909 « Métabolisme de l'arsenic chez les microorganismes ».

Les sites miniers de Carnoulès et de Saint-Laurent le Minier comptent parmi les sites d'étude du réseau SicMed MISTRALS (Chantier Méditerranée) (INSU, CNRS) « Activités minières dans le bassin méditerranéen – Interactions contaminants métalliques / écosystèmes – interfaces avec la santé, l'environnement ».

(7) Evolution envisagée dans le prochain contrat: contour, nature des observations, partenariats nationaux ou internationaux :

Sur le site de Carnoulès, les mesures systématiques des principaux paramètres physico-chimiques (pH, température, potentiel redox, conductivité, concentration en oxygène dissous), hydrologiques (pluviométrie, hauteur d'eau dans la nappe et débit à la source du Reigous), des concentrations en métaux (Al, Fe, Mn, Pb, Zn, Tl...) et métalloïdes (As, Sb) seront maintenues en 6 stations le long du continuum nappe-Reigous-Amous, avec une périodicité d'échantillonnage saisonnière. Les suivis microbiologiques viseront l'évolution spatio-temporelle de la communauté bactérienne et l'évolution spatiale de la communauté microbienne eucaryote du Reigous (en fonction du gradient de concentration). Une approche quantitative des communautés bactériennes impliquées dans l'atténuation du fer (*Gallionella* sp., *Acidithiobacillus ferrooxidans*) et de l'arsenic (*Thiomonas* sp.) sera mise en place à l'aide de la technique du CARD-FISH (Catalyzed reporter deposition Fluorescence In Situ Hybridization). La diversité taxonomique et fonctionnelle des communautés microbiennes de la rivière Amous impactée par les eaux acides du Reigous sera déterminée. Enfin, le rôle de cette communauté dans la mobilisation de l'arsenic depuis les sédiments contaminés vers la phase aqueuse sera étudié.

Dans la région de Saint-Laurent le Minier et Saint-Hippolite-Du-Fort, nous envisageons une continuité dans les suivis bio-démographiques sur *Noccaea caerulescens*, sur des sites métallicoles et des sites non-métallicoles proches: suivis annuels des systèmes de reproduction, suivis pluri-annuels de la diversité génétique.

(8) Partenariats nationaux

Laboratoire Génétique moléculaire, génomique et microbiologie, UMR7156 CNRS, Université Louis Pasteur : P. Bertin et F. Ploetze

- Laboratoire Structure et Evolution des Génomes, UMR8030 CNRS – Génoscope : C. Medigue
- Equipe Environnement et Microbiologie, UMR 5254 IPREM-EEM, Pau IPREM UMR 5254 - Université de Pau : R. Duran et B. Lauga
- Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux condensés, UMR 7590 Géobiosphère, Actuelle et Primitive, Universités Paris VI & VII, CNRS – IPG Paris : G. Morin

q) Observatoire des communautés microbiennes, terrestres et aquatiques

Les microorganismes en tant que populations et communautés sont des acteurs essentiels de chaque écosystème. Ils interagissent avec l'environnement et jouent des rôles importants. Ils sont au coeur de la santé des écosystèmes (cycles biochimiques) et des macroorganismes qui y vivent (plantes et animaux), et ils orientent la réponse des écosystèmes aux perturbations (changement climatique, pollutions). D'autres parts, les microorganismes ont des propriétés particulières : il est difficile de les cultiver, leur distribution est hétérogène dans l'espace et dans le temps, leur diversité est insoupçonnée, ils sont capables de rester en dormance et possèdent une forte plasticité et résilience physiologique. Il est aujourd'hui nécessaire de

considérer les microorganismes dans le cadre d'études intégrées des écosystèmes, impactés ou non, et de cultures (aquatique et terrestre).

Les tâches d'observations qui s'inscriront dans le Système d'Observation « Observatoire des communautés microbiennes aquatiques et terrestres » permettront d'obtenir rapidement un état de leur abondance, activité et diversité (phylogénétique et fonctionnelle), et de leur variabilité temporelle, et de les corrélérer avec les variables environnementales biotiques et abiotiques d'origines humaines ou naturelles. Les séries à long terme apporteront les bases nécessaires pour: (i) mieux comprendre et prédire leur diversité, leur rôle et leurs réponses face aux changements environnementaux, (ii) relier leur diversité au fonctionnement des systèmes, (iii) la synthèse et la formulation de concepts liés à l'écologie microbienne et générale, (iv) développer une ingénierie écologique, (v) concevoir des modes de gestion durable, et pour (vi) proposer des bioindicateurs fiables de l'état des systèmes qu'ils soient terrestres ou aquatiques.

Pour répondre à un besoin croissant d'observations récurrentes des communautés microbiennes, communautés souvent négligées des séries à long terme, quelques observatoires ont déjà été mis en place. Par exemple en Espagne avec le Blanes Bay Microbial Observatory (<http://www.icm.csic.es/bio/projects/icmicrobis/bbmo/>), ou aux USA avec The Oceanic Microbial Observatory (<http://www.lifesci.ucsb.edu/~carlson/>) et le Microbial Observatories (<http://serc.carleton.edu/microbelife/microobservatories/index.html>) et le Alpine Microbial Observatory (<http://amo.colorado.edu/>). Cet intérêt est aussi grandissant en France avec par exemple le Microbial Observatory of the Laboratoire Arago à Banyuls/Mer (<http://www.gbif.fr:8080/ipt/resource.do?r=mola>) voué à la collecte de souches bactériennes aquatiques.

Le calendrier prévisionnel du SO « Observatoire des communautés microbiennes aquatiques et terrestres » de l'OSU OREME est:

- Intégration de cet SO dans l'OSU OREME et mise en place d'une tâche d'observation au sein de cet SO intitulée « Suivi de la dynamique des communautés planctoniques dans la lagune de Thau ». Cette tâche d'observation consiste en un monitoring de l'abondance et de la diversité de plusieurs communautés microbiennes planctoniques dans l'étang de Thau. Ce suivi a été initié en 2008 dans le cadre d'un projet de recherche. A ce titre, il a généré une base de données actuellement gérée en interne au laboratoire (UMR5119 ECOSYM) et a été le support de valorisations scientifiques (congrès, articles). La demande de TO a été faite par Delphine Bonnet (UMR5119 ECOSYM).
- Développement du SO. Le SO sera le support de nouvelles tâches d'observation lors du prochain appel d'offre. Après avoir pris contact avec certains collègues de la communauté scientifique terrestre ou aquatique, il s'avère qu'il existe un certain intérêt pour la mise en place d'un tel SO afin de pouvoir y inscrire d'autres monitorings. C'est par exemple le cas d'observations des communautés bactériennes du sol (Nathalie Fromin, CEFÉ), qui pourront être reliées aux observations de la diversité faunistique (e.g. SO Observer les communautés végétales, Eric Garnier). D'autre part, des monitorings existants, mais non labélisés, pourraient s'inscrire dans cet SO. Ceci participerait à élargir au niveau national les contributions (avis enthousiaste de T. Sime ngando, directeur du LMGE, Clermont Ferrand).
- Fédérer les SO et observatoires des communautés microbiennes en France. C'est un objectif à long terme, mais qui aurait un intérêt pour la communauté scientifique. L'architecture institutionnelle est à penser, mais l'idée peut être avancée.

Dans les écosystèmes naturels et anthropisés, les microorganismes interagissent entre eux, mais aussi avec d'autres organismes (plantes, faune) et avec l'environnement abiotique. Les observations qui seront effectuées dans le Système d'Observation « Observatoire des communautés microbiennes aquatiques et terrestres » seront complémentaires avec celles de certains autres Observatoires tels que l'Observatoire du Littoral, l'Observatoire des communautés animales, et l'Observatoire des communautés végétales. Par exemple, dans le cas de monitoring de populations aquatiques de la zone côtière languedocienne, les observations liées à la courantologie, ou des apports de bassin versant enregistrés par l'Observatoire du littoral seront essentielles à une meilleure compréhension de la variabilité et de la coexistence des populations microbiennes. D'autre part, les changements de la dynamique de la végétation ou des animaux terrestres ou aquatiques, en termes d'espèces ou de traits fonctionnels, et suivis dans le cadre des observatoires des communautés végétales ou animales, pourront être évalués au regard de la variabilité des

microorganismes qui sont en interactions avec ces macroorganismes (faunes et flores terrestres et aquatiques).

Les tâches d'observation seront basées sur l'évaluation des abondances, de la production ou de l'état physiologique de populations ou de communautés microbiennes. Dans le cas d'observation de communautés, la diversité sera aussi enregistrée, d'un point de vue taxinomique, phylogénétique ou fonctionnelle.

Une attention particulière sera apportée par le responsable de ce SO pour que les données acquises dans les différentes tâches d'observations soient mises en ligne et soient disponibles, dans les conditions requises par la charte de l'OSU OREME, à l'ensemble de la communauté scientifique.

2. Production des SO

a) SNO RENAG/GPS

Boniface, K.; Champollion, C.; Chery, J.; Ducrocq, V.; Rocken, C.; Doerflinger, E. & Collard, P. (2012), 'Potential of shipborne GPS atmospheric delay data for prediction of Mediterranean intense weather events', *Atmospheric Science Letters* 13(4), 250-256

Asensio, E., G. Khazaradze, A. Echeverria, R. W. King and I. Vilajosana (2012), GPS studies of active deformation in the Pyrenees, *Geophys. J. Int.*, doi: 10.1111/j.1365-246X.2012.05525.x.

Boniface, K.; Ducrocq, V.; Jaubert, G.; Yan, X.; Brousseau, P.; Masson, F.; Champollion, C.; Chery, J. & Doerflinger, E. (2009), 'Impact of high-resolution data assimilation of GPS zenith delay on Mediterranean heavy rainfall forecasting', *Annales Geophysicae* 27, 2739-2753

Boudevillain, B., S. Argence, C. Claud, V. Ducrocq, B. Joly, A. Joly, D. Lambert, O. Nuissier, M. Plu, D. Ricard, P. Arbogast, A. Berne, J.-P. Chaboureau, B. Chapon, F. Crépin, G. Delrieu, E. Doerflinger, B. Funatsu, P.-E. Kirstetter, F. Masson, K. Maynard, E. Richard, E. Sanchez, L. Terray et A. Walpersdorf, *Projet CYPRIM, partie I : Cyclogenèses et précipitations intenses en région méditerranéenne : origines et caractéristiques*, *La Météorologie*, No. 16, pp. 18-28, Août 2009.

Yan, X., V. Ducrocq, P. Poli, M. Hakam, G. Jaubert, A. Walpersdorf, Impact of GPS zenith delay assimilation on convective scale prediction of Mediterranean heavy rainfall, *J. Geophys. Res., Atmospheres*, 114, D03104, doi:10.1029/2008JD011036, 2009.

b) SNO Karst

Site atelier MEDYCYSS

Jourde H., Lafare A., Mazzilli N., Belaud G., Neppel L., Doerflinger N., Cernesson F. (2013) Flash flood mitigation as a positive consequence of anthropogenic forcings on the groundwater resource in a karst catchment, *Environmental Earth Sciences*, in press

Bicalho C.C., Batiot-Guilhe C., Seidel J.L., Van-Exter S., Jourde H. (2012) Hydrodynamical changes and their consequences on groundwater hydrochemistry induced by three decades of intense exploitation in a Mediterranean Karst system, *Environmental Earth Sciences Journal*, 65, 8, 2311-2319

Bailly-Comte V., Borrell V., Jourde H., Pistre S., Assessing the influence of karst aquifers on flood genesis and propagation in an ephemeral Mediterranean River: A semi-distributed conceptual model of the Coulazou River (Southern France), *Water Resources Research*, 48, W09534, 14 PP.

Bicalho C.C., Batiot-Guilhe C., Seidel J.L., Van-Exter S., Jourde H. (2012) Geochemical evidence of water source characterization and hydrodynamic responses in a karst aquifer, *Journal of Hydrology*, sous presse.

Cousteau, M., Bouvier, C., Borrell V., Jourde H. (2012), Flood modelling with a distributed event-based parsimonious rainfall-runoff model: case of the karstic Lez river catchment. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12, 1119-1133, 2012, doi:10.5194/nhess-12-1119-2012

Jazayeri M., Jourde H., Massonnat G. (2011) Influence of the observation scale on permeability estimation at local and regional scales through well tests in a fractured and karstic aquifer (Lez aquifer, Southern France), *Journal of Hydrology*, doi:10.1016/j.physletb.2003.10.071

Bailly-Comte V., Martin J.B., Jourde H., Sreaton E.J., Pistre S., Langston A. (2010) Influence of pressure transfer and water exchange between matrix and conduits on karst spring hydrographs, *Journal of Hydrology*, 386(1-4): 55-66.

Fleury P., Ladouche B., Conroux Y., Jourde H., Dörfliger N. (2009). Modelling the hydrologic functions of a karst aquifer under active water management – the Lez spring, *Journal of Hydrology*, 365, 235-243.

Bailly-Comte V., Jourde H., Pistre S. (2009) Conceptualization and classification of groundwater-surface water hydrodynamic interactions in karst watersheds *Journal of Hydrology*, 376, 456-462.

Ladouche B., Aquilina L., Dörfliger N. (2009) Chemical and isotopic investigation of rainwater in southern France (1996-2002): potential use as input signal for karst functioning investigation, *Journal of Hydrology*, 367, Issues 1-2, 150-164

Bailly-Comte V., Jourde H., Roesch A., Pistre S., Batiot Guilhe C. (2008). Time series analyses for karst/river interactions assessment. Case of the Coulazou River (Southern France) *Journal of Hydrology*, 349, 98-114

Dörfliger N., Fleury P., Ladouche B., (2008) Inverse modelling approach to allogenic karst system characterisation. *Ground Water* doi: 10.1111/j.1745-6584.2008.00517.x. 13p.

Maréchal J-Ch., Ladouche B., Dörfliger N. & Lachassagne P. (2008) : Interpretation of pumping tests in a mixed flow karst system. *WRR*, 44, W05401, 18p.

Bailly-Comte V., Jourde H., Roesch A., Pistre, S., (2008). Mediterranean flash flood transfer through karstic area. *Environmental Geology Journal*, 54, 605–614.

Site atelier Val d'Orléans

Joigneaux E., Albéric P., Pauwels H., Pagé C., Terray L., Bruand A. (2011). Impact of climate change on groundwater point discharge: backflooding of karstic springs (Loiret, France). *Hydrology and Earth System Sciences*, doi:10.5194/hess-15-2459-2011

Arnaud-Fassetta G., Carcaud N., Castanet C., Salvador P.-G. (2010) Fluvial palaeoenvironments in archaeological context: Geographical position, methodological approach and global change – Hydrological risk issues. *Quaternary International* (216, Issues 1-2) 93-117p

Joodi, A., Sizaret S., Binet S., Bruand A., Alberic P., (2009). Development of a Darcy- Brinkman model to simulate water flow and tracer transport in a heterogeneous karstic aquifer (Val d'Orléans, France) *Hydrogeology Journal*, (18) 295-309 p.

Site atelier Fontaine de Vaucluse

Blondel T., Batiot-Guilhe C., Dudal Y., Emblanch C. (sous presse) Punctual and continuous estimation of transit time from Dissolved Organic Matter fluorescence properties in karst aquifers. Application to groundwaters of 'Fontaine de Vaucluse' experimental basin (SE France). *Environmental Earth Sciences*, special issue

A. Perineau, C. Emblanch, C. Danquigny, D. Boyer, J. Poupény (2011) Hydrodynamic organization of the flows in the unsaturated zone of the Fontaine de Vaucluse karst system. First results. *EDP Sciences*.

T. Blondel, C. Emblanch, Y. Dudal, C. Batiot-Guilhe, Y. Travi and S. Gaffet (2010) Transit Time Environmental Tracing from Dissolved Organic Matter Fluorescence Properties in Karstic Aquifers. Application to Different Flows of Fontaine de Vaucluse Experimental Basin (SE France).. *Earth and Environmental Science. Advances in Research in Karst Media*. Springer. *Environmental Earth Sciences*, 2010, Part 1, 143-149

C. Danquigny, C. Emblanch, T. Blondel, B. Garry, A. Roch and C. Sudre (2010) : Influence of Great Flood on the Functioning of Karst Aquifer: Example of the Fontaine de Vaucluse Karst System (SE France). *Advances in Research in Karst Media*. Springer, *Environmental Earth Sciences*, 2010, Part 1, 115-121,

Site atelier Moulis

Labat D., Masbou J., Mangin A., 2011. Scaling behaviour of the fluctuations in stream flow at the outlet of karstic watersheds. Accepted for *Journal of Hydrology*.

Moussu, F., Oudin L., Plagnes V., Mangin A., Bendjoudi H., 2011. A multi-objective calibration framework for rainfall-discharge models applied to karst systems. *Journal of Hydrology*, 400, 364-376.

Johannet, A., Mangin, A., Vayssade, B., 2008- Modélisation d'un système karstique par réseau de neurones: simulation des débits du karst du Baget (France). *Collection EDYTEM-Cahiers de Géographie*, 7, 12p.

Site atelier Karst de la Craie

Fournier M., Massei N., Mahler B.J., Bakalowicz M., Dupont J.P., 2008. - Application of multivariate analysis to suspended matter particle size distribution in a karst aquifer. *Hydrological processes*, Volume: 22 Issue: 13 Pages: 2337-2345.

Fournier M., Motelay-Massei A, Massei N, Aubert M, Bakalowicz M, Dupont JP, 2009. - Investigation of Transport Processes inside Karst Aquifer by Means of STATIS. Ground Water Volume: 47 Issue: 3 Pages: 391-400.

Jardani A., Revil A., Boleve A., Dupont J.-P., 2008. - Pattern of groundwater flow inferred from the three-dimensional inversion of self potential data and application to geothermal fields. Journal of Geophysical Research, 113, B09204, doi:10.1029/2007JB005302, 2008.

Khalidi S., Ratajczak M., Fournier M., Gargala G., Favennec L., Dupont J.P. « Intensive exploitation of karst aquifer lead to Cryptosporidium release and water supply contamination », Water Research, 45 (9): 2906-2914 doi : 10.1016/j.watres.2011.03.010

Laroche E., Petit F., Fournier M., and Pawlak B. (2010). Transport of antibiotic-resistant *Escherichia coli* in a public rural karst water supply. J.Hydrol., 392: 12-21 doi: 10.1016/j.jhydrol.2010.07.02

Mahler B.J., Valdès D., Musgrove M., Massei N., 2008. - Nutrient dynamics as indicators of karst processes: Comparison of the Chalk aquifer (Normandy, France) and the Edwards aquifer (Texas, U.S.A.) . Journal of Contaminant Hydrology, 98 , 1-2, 36-49.

Massei N., Laignel B., Deloffre J., Mesquita J., Motelay A., Lafite R. et Durand A. 2010. - Long-term hydrological changes of the Seine river flow (France) and their relation to the North-Atlantic Oscillation over the period 1950-2008. Int.J.Climatol. (special issue), 30: 2146–2154, DOI: 10.1002/joc.2022.

Mouhri, A., Motelay-Massei, A., Massei, N., Fournier, M., Laignel B., 2008. - Polycyclic aromatic hydrocarbon transport processes on the scale of a flood event in the karstic rural watershed of Le Bebec, France. Chemosphere, 73, 443-450.

Slimani S., Massei N., Mesquita J., Valdès D., Fournier M., Laignel B., Dupont J.P. 2009. Combined climatic and geological forcings on the spatio-temporal variability of piezometric levels in the chalk aquifer of Upper Normandy (France) at pluridecennial scale. Hydrogeology Journal, DOI 10.1007/s10040-009-0488-1.

c) AMMA CATCH

Guyot A., Cohard J-M., Anquetin S. and Galle S., 2012. Long-term observations of turbulent fluxes over heterogeneous vegetation using scintillometry and additional observations: A contribution to AMMA under Sudano-Sahelian climate. Agricultural and Forest Meteorology, 154-155: 84-98. doi:10.1016/j.agrformet.2011.10.008.

Hinderer J., J. Pfeffer, M. Boucher, S. Nahmani, C. De Linage, J.-P. Boy, P. Genthon, L. Seguis, G. Favreau, O. Bock, M. Descloitres, F. Masson, Y. Rogister, F. Littel, B. Luck, M. Calvo, B. Cappelaere, C. Peugeot, R. Bayer, C. Champollion, P. Collard, N. Le Moigne, M. Diament, S. Deroussi, O. de Viron, R. Biancale, J.-M. Lemoine, P. Gegout, S. Galle, J.-P. Laurent, Y. Nazoumou, A. Zannou (2012). Land water storage changes from ground and space geodesy: first results from the GHYRAF (Gravity and Hydrology in Africa) experiment. Pure and Applied Geophysics 169(8): 1391-410.

Descroix L., J.-P. Laurent, M. Vauclin, O. Amogu, S. Boubkraoui, B. Ibrahim, S. Galle, B. Cappelaere, S. Bousquet, I. Mamadou, E. Le Breton, T. Lebel, G. Quantin, D. Ramier, N. Boulain, 2012. Experimental evidence of deep infiltration under sandy flats and gullies in the Sahel. J. Hydrol. 424-425 (2012) 1-15. doi:10.1016/j.jhydrol.2011.11.019

Descroix, L., Genthon, P., Amogu, O., Rajot, J.-L., Sighomnou, D., et Vauclin, M., 2012. Change in Sahelian Rivers hydrograph: The case of recent red floods of the Niger River in the Niamey region. Global and Planetary Change, 98–99 (0), 18-30.

Fatras C., Frappart F., Mougin E., Grippa M., Hiernaux P., 2012. Estimating surface soil moisture over Sahel using ENVISAT radar altimetry. Remote Sens. Environ., 123, 496-507.

Frison P.L., Mercier G., Faye G., Mougin E., Hiernaux P., Lardeux C., Rudant J.P., 2012. Analysis of L and C-bands SAR images time series over a Sahelian area. Accepted for publication in IEEE Geosci. Rem. Sens. Lett.

Garcia M., Sandholt I., Ceccato P., Ridler M., Mougin E., Kergoat L., Morillas L., Timouk F., Fensholt R., Domingo F., 2012. Assessing biophysical constraints to estimate evapotranspiration in water limited ecosystems from in-situ and satellite data. Accepted for publication in Remote Sens. Environ.

Issoufou B.H., Delzon S., Laurent J-P., Saâdou M., Mahamane A., Cappelaere B., Demarty J., Oï M., Rambal S., Seghier J. 2012. Change in water loss regulation after canopy clearcut of a dominant shrub in Sahelian agrosystems, *Guiera senegalensis* J. F. Gmel. Trees, Structure and Function.

Lesnoff M., Corniaux C., Hiernaux P., 2012. Sensitivity of the recovery dynamics of a cattle population following drought in the Sahel region. *Ecological Modelling* 232: 28-39, doi:10.1016/j.ecolmodel.2012.02.018

Mangiarotti S., Mazzega P., Hiernaux P., Mougin E., 2012, Assessing the predictability of the Vegetation Cycles over the semi-arid region of Gourma (Mali) from forecasts of the AVHRR-NDVI signal. *Remote Sens. Environ.*, 123, 246–257.

Panthou, G.; Vischel, T.; Lebel, T.; Blanchet, J.; Quantin, G.; Ali, A. , 2012 : Extreme rainfall in West Africa: A regional modeling . *Water Resources Research* , 48 .

Pierre C., Bergametti G., Marticorena B., Mougin E., Bouet C., Schmechtig C., 2012. Impact of vegetation and soil moisture seasonal dynamics on dust emissions over the Sahelian belt in West Africa. *J. Geophys. Res.*, 117, D06115.

Ridler M.A., Sandholt I., Butts M., Lerer S., Mougin E., Timouk F., Kergoat L., Madsen H., 2012. Calibrating a soil-vegetation-atmosphere transfer model with remote sensing estimates of surface temperature and surface soil moisture in a semi-arid environment. *J. Hydrol.*, 436–437, 1-12.

Seghier, J., Carreau, J., Boulain, N. De Rosnay, P, Arjounin, M , Timouk, F , 2012 : Is water availability really the main environmental factor controlling the phenology of woody vegetation in the central Sahel ? *Plant Ecol* , 213 , 861–870 .

Tanguy M., Baille A., González-Real M.M., Lloyd C., Cappelaere B., Kergoat L., Cohard J.M. (2012). A new parameterisation scheme of ground heat flux for land surface flux retrieval from remote sensing information. *Journal of Hydrology*, 454-455: 113-22.

Tomer S. K., M. Sekhar, M. S. Mohan Kumar, E. Mougin, S. Bandyopadhyay, Shiv Mohan, 2012. Estimation of surface soil moisture using SAR: a comparison between linear regression and copulas. Accepted for publication in *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*.

Verhoef, A., C. Otlé, B. Cappelaere, T. Murray, S. Saux Picart, A. Zribi, F. Maignan, N. Boulain, J. Demarty, and D. Ramier, 2012. Spatio-temporal surface soil heat flux estimates from satellite data; results for the AMMA experiment, Fagara supersite, *Agricultural and Forest Meteorology*, 154-155, 55-66.

Descloitres, M., L. Séguis, A. Legchenko, M. Wubda, A. Guyot and J.M. Cohard, 2011. The contribution of MRS and resistivity methods to the interpretation of actual evapo-transpiration measurements : a case study in metamorphic context in north Bénin. *Near Surface Geophysics*, 9 (2):, 187-200, doi:10.3997/1873-0604.2011003

Séguis M., Kamagaté B., Favreau G., Descloitres M., Seidel J.L., Galle S., Peugeot C., Gosset M., Le Barbé L., Malinur F., Van Exter S., Arjounin M., Wubda M., 2011. Origins of streamflow in a crystalline basement catchment in the sub-humid Soudanian zone : the Donga basin (Benin, West Africa). Inter annual variability of water budget. *Journal of Hydrology*, 402: 1-13, doi:10.1016/j.jhydrol.2011.01.054

Baup F., Mougin E., de Rosnay P., Hiernaux P., Frappart F., Frison P.L., Zribi M., Viarre J., 2011, Mapping surface soil moisture over the Gourma mesoscale site (Mali) by using ENVISAT-ASAR data. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15, 603-616.

Boucher, M., Favreau, G., Nazoumou, Y. Cappelaere, B., Massuel, S., Legchenko, A , 2011 : Constraining groundwater modeling with magnetic resonance soundings . *Ground Water*

Crow, W. T.; van den Berg, M. J.; Huffman, G. J.; Pellarin, T. , 2011 : Correcting rainfall using satellite-based surface soil moisture retrievals: The Soil Moisture Analysis Rainfall Tool (SMART) . *Water Resources Research* , 47 .

Descroix, L., M. Esteves, K. Souley Yéro, J.-L. Rajot, M. Malam Abdou, S. Boubkraoui, J.-M. Lapetite, N. Dessay, I. Zin, O. Amogu, A. Bachir, I. Bouzou Moussa, E., Le Breton, and I. Mamadou , 2011 : Runoff evolution according to land use change in a small Sahelian catchment . *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.* , 8 , 1569-1607 .

Grippa M., L. Kergoat, F. Frappart, Q. Araud, A. Boone, P. De Rosnay, J.-M. Lemoine, S. Gascoin, G. Balsamo, C. Otlé, B. Decharme, S. Saux-Picart and G. Ramillien, 2011. « Land water storage changes over West Africa estimated by GRACE and land surface models ». *Wat. Res. Res* 47, W05549.

Hein L., de Ridder N., Hiernaux P., Leemans R., de Wit A., Schaepman M., 2011, Desertification in the Sahel: towards better accounting for ecosystem dynamics in the interpretation of remote sensing images. *J. of Arid Envir.*, 75: 1164-1172

Kergoat L., Grippa M., Baille A., Eymard L., Lacaze R., Mougin E., Otlé C., Pellarin Th., Polcher J., de Rosnay P., Roujean J.-L., Sandholt I., Taylor C.M., Zin I., Zribi M., 2011. Remote sensing of the land

surface during the African Monsoon Multidisciplinary Analysis (AMMA), *Atmospheric Science Letters*, 12 (1) : 129-134, doi:10.1002/asl.325

Lebel, T.; Parker, D. J.; Flamant, C.; Holler, H.; Polcher, J.; Redelsperger, J. L.; Thorncroft, C.; Bock, O.; Bourles, B.; Galle, S.; Marticorena, B.; Mougin, E.; Peugeot, C.; Cappelaere, B.; Descroix, L.; Diedhiou, A.; Gaye, A.; Lafore, J. P. , 2011 : The AMMA field campaigns: accomplishments and lessons learned . *Atmospheric Science Letters* , 12 , 123-128

Legchenko A., M. Descloitres, C. Vincent, H. Guyard, S. Garambois, K. Chalikakis and M. Ezersky, 2011. Three-dimensional magnetic resonance imaging for groundwater. *New Journal of Physics*, 13, 025022, doi:10.1088/1367-2630/13/2/025022

Massuel, S., B. Cappelaere, G. Favreau, C. Leduc, T. Lebel, and T. Vischel, 2011. Integrated surface-groundwater modelling in the context of increasing water reserves of a Sahelian aquifer, *Hydrological Sciences Journal*, 56(7), 1242-1264.

Paeth, H, Hall, NMJ, Gaertner, MA, Alonso, MD, Moumouni, S, Polcher, J, Ruti, PM, Fink, AH, Gosset, M, Lebel, T, Gaye, AT, Rowell, DP, Moufouma-Okia, W, Jacob, D, Rockel, B, Rummukainen, M, 2011. Progress in regional downscaling of west African precipitation . *Atmospheric Science Letters*, 12 (1) : 75-82.

Peugeot C., F. Guichard, O. Bock, D. Bouniol, M. Chong, A. Boone, B. Cappelaere, M. Gosset, L. Besson, Y. Lemaître L. Séguis, A. Zannou, S. Galle, J.-L. Redelsperger, 2011. Meso-scale water cycle within the West African Monsoon. *Atmospheric Science Letters*, 12 (1) : 45-50, doi:10.1002/asl.309

Pfeffer, J., Boucher, M., Hinderer, J., Favreau, G., Boy, J.-P., de Linage, C., Cappelaere, B., Luck, B., Oi, M. and Le Moigne, N., 2011. Local and global hydrological contributions to time-variable gravity in Southwest Niger. *Geophysical Journal International*, 184: 661-672, doi:10.1111/j.1365-246X.2010.04894.x

Pierre C., Bergametti G., Marticorena B., Mougin E., Lebel T. and Ali A., 2011. Pluriannual comparisons of satellite based rainfall products over the Sahelian belt for seasonal vegetation modelling. *J. Geophys. Res.*, 116, D18201.

Séguis L., Boulain N., Cappelaere B., Cohard J-M., Favreau G., Galle S., Guyot A., Hiernaux P., Mougin E., Peugeot C., Ramier D., Seghieri J., Timouk F., Demarez V., Demarty J., Descroix L., Descloitres M., Grippa M., Guichard F., Kamagaté B., Kergoat L., Lebel T., Le Dantec V., Le Lay M., Massuel S. and Trichon V., 2011. Contrasted land surface processes along the West African rainfall gradient. *Atmospheric Science Letters*, 12 (1) : 31-37, doi:10.1002/asl.327

Sjöström, M., J. Ardö, A. Arneft, N. Boulain, B. Cappelaere, L. Eklundh, A. de Grandcourt, W. L. Kutsch, L. Merbold, Y. Nouvellon, R. J. Scholes, P. Schubert, J. Seaquist, and E. M. Veenendaal, 2011. Exploring the potential of MODIS EVI for modeling gross primary production across African ecosystems, *Remote Sensing of Environment*, 115(4), 1081-1089.

Uijlenhoet, R., J. M. Cohard and M. Gosset. Path-average Rainfall Estimation From Optical Extinction Measurements Using a Large-aperture Scintillometer. *Journal of Hydrometeorology*, doi:10.1175/2011jhm1350.1, in press.

Vischel T., Quantin G., Lebel T., Viarre J., Gosset M., Cazenave, F., Panthou, G. Generation of high resolution rainfields in West Africa: evaluation of dynamical interpolation methods. *Journal of Hydrometeorology* 12, no. 6 (December 2011): 1465-1482, doi:10.1175/JHM-D-10-05015

Gosset, M., Zahiri, E.P., & Moumouni, S., 2010. Rain drop size distribution variability and impact on X-band polarimetric radar retrieval: Results from the AMMA campaign in Benin. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 136, 243-256, doi:10.1002/qj.556

Adon M., C. Galy-Lacaux, V. Yoboué, C. Delon, J. P. Lacaux, P. Castera, E. Gardrat, J. Pienaar, H. Al Ourabi, D. Laouali, B. Diop, L. Sigha-Nkamdjou, A. Akpo, J. P. Tathy, F. Lavenu, and E. Mougin, 2010, Long term measurements of sulfur dioxide, nitrogen dioxide, ammonia, nitric acid and ozone in Africa using passive samplers. *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 7467-7487.

Amogu, O. , Descroix, L., Souley Yéro, K., Le Breton, E., Mamadou, I., Ali, A., Vischel, T., Bader, J.C., Bouzou Moussa, I., Gauthier, E., Boubkraoui, S., Belleudy, P., 2010. Increasing River Flows in the Sahel?. *Water*, 2:170-199, doi:10.3390/w2020170

Barthe, C., Asencio, N., Lafore, J.P., Chong, M., Campistron, B., & Cazenave, F., 2010. Multi-scale analysis of the 25-27 July 2006 convective period over Niamey: Comparison between Doppler radar observations and simulations. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 136, 190-208, doi:10.1002/qj.539

Boone, A., Xue, Y., Pocard-Leclercq, I., Feng, J., de Sales, F. and De Rosnay, P., 2010: Evaluation of the WAMME model surface fluxes using results from the AMMA land-surface model intercomparison project. *Climate Dynamics*, 35, 127-142. Doi : 10.1007/s00382-009-0653-1

Bain, C.L. D.J. Parker, C.M. Taylor, L. Kergoat, F. Guichard, 2010, Observations of the Nocturnal Boundary Layer Associated with the West African Monsoon, *Monthly Weather Review*, 138, 3142-3156

Delon C., C. Galy-Lacaux, A. Boone, C. Lioussse, D. Serça, M. Adon, B. Diop, A. Akpo, F. Lavenu, E. Mougin, F. Timouk, 2010. Atmospheric Nitrogen budget in Sahelian dry savannas. *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 2691-2708.

Gardelle J, P. Hiernaux, L. Kergoat, and M. Grippa, 2010. Less rain, more water in ponds: a remote sensing study of the dynamics of surface waters from 1950 to present in pastoral Sahel (Gourma region, Mali), *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 14, 309-324, doi:10.5194/hess-14-309-2010

Gruhler C., de Rosnay P., Hasenhauer S., Holmes T., de Jeu R., Kerr Y., Mougin E., Njoku E., Timouk F., Wagner W., and Zribi M., 2010, Soil moisture active and passive microwave products: intercomparison and evaluation over a Sahelian site. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 14, 141-156.

Landais, A.; Risi, C.; Bony, S.; Vimeux, F.; Descroix, L. , 2010 : The triple isotopic composition of oxygen in water as a tracer of relative humidity in the low latitude regions affected by convective activity. *Earth and Planetary Science Letters*. 298(1–2), 104:112

Lebel, T., Parker, D., Flamant, C., Bourles, B., Marticorena, B., Mougin, E., Peugeot, C., Diedhiou, A., Haywood, J., Ngamini, J., Polcher, J., Redelsperger, J., et Thorncroft, C., 2010. The AMMA field campaigns: Multiscale and multidisciplinary observations in the West African region. *QUARTERLY JOURNAL OF THE ROYAL METEOROLOGICAL SOCIETY*, 136, 8-33.

Mangiarotti S., Mazzega P., Hiernaux P., Mougin E., 2010, The Vegetation Cycle in West Africa from AVHRR-NDVI data: Horizons of Predictability versus Spatial Scales. *Remote Sens. Environ.*, 114, 2036-2047.

Monsivais-Huertero A., Chênerie I., Baup F., Mougin E., 2010, Microwave electromagnetic modelling of Sahelian-grassland". *International Journal of Remote Sensing*, 31 (7), 1915-1942

Pellarin, T.; Tran, T.; Laurent, J. P.; Vischel, T., 2010. Soil moisture mapping over West Africa. *Houille Blanche-Revue Internationale De L Eau*, 114-119.

Risi, C., Bony, S., Vimeux, F., Chong, M., & Descroix, L., 2010. Evolution of the stable water isotopic composition of the rain sampled along Sahelian squall lines. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 136, 227-242, doi:10.1002/qj.485

Roca, R., P. Chambon, I. Jobard, P. E. Kirstetter, M. Gosset, and J. C. Berges, 2010: Comparing satellite and surface rainfall products over West Africa at meteorologically relevant scales during the AMMA campaign using error estimates. *Journal of Applied Meteorology and Climatology.*, 49, 715 - 731, doi:10.1175/2009JAMC2318.1

Russell, B.; Williams, E. R.; Gosset, M.; Cazenave, F.; Descroix, L.; Guy, N.; Lebel, T.; Ali, A.; Metayer, F.; Quantin, G., 2010. Radar/rain-gauge comparisons on squall lines in Niamey, Niger for the AMMA. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 136, 289-303, doi:10.1002/qj.548

Wolters, D., C. C. van Heerwaarden, J. V. G. de Arellano, B. Cappelaere, and D. Ramier, 2010. Effects of soil moisture gradients on the path and the intensity of a West African squall line, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 136(653), 2162-2175.

d) ICOS 2cosystèmes

Granier A., Reichstein M., Bréda N., Janssens I.A., Falge E., Ciais P., Grünwald T., Aubinet M., Berbigier P., Bernhofer C., Buchmann N., Facini O., Grassi G., Heinesch B., Ilvesniemi H., Keronen P., Knohl A., Köstner B., Lagergren F., Lindroth A., Longdoz B., Loustau D., Mateus J., Montagnani L., Nys C., Moors E., Papale D., Peiffer M., Pilegaard K., Pita G., Pumpanen J., Rambal S., Rebmann C., Rodrigues A., Seufert G., Tenhunen J.D., Vesala T., Wang Q. (2007). Evidence for soil water control on carbon and water dynamics in European forests during the extremely dry year: 2003. *Agricultural and Forest Meteorology* 143: 123-145.

Loustau D., Ogée J., Dufrière E., Déqué M., Dupouey JL., Badeau V., Viovy N., Ciais P., Desprez-Loustau ML, Roques A., Chuine I., Mouillot F. (2007) Impacts of climate change on temperate forests and interactions with management. In 'forestry and climate change', Freer-Smith P.H, Broadmeadow M.S.J. and Lynch J.M. Eds, CABI publishing. Pp 143-150.

Loustau D., Rambal S. (2007). The forest carbon cycle: generalities, definitions, scales. In: Forestry and climate change (Freer-Smith Peter H., Broadmeadow Mark S.J. & Lynch Jim M., Eds.), CAB International, Wallingford, UK.

Luyssaert S., Inglima I., Jung M., Richardson A.D., Reichstein M., Papale D., Piao S.L., Schulze E.-D., Wingate L., Matteucci G., Aragao L., Aubinet M., Beers C., Bernhofer C., Black K.G., Bonal D., Bonnefond J.-M., Chambers J., Ciais P., Cook B., Davis K.J., Dolman A.J., Gielen B., Goulden M., Grace J., Granier A., Grelle A., Griffis T., Grünwald T., Guidolotti G., Hanson P.J., Harding R., Hollinger D.Y., Hutya L.R., Kolari P., Kruijt B., Kutsch W., Lagergren F., Laurila T., Law B.E., Le Maire G., Lindroth A., Loustau D., Malhi Y., Mateus J., Migliavacca M., Misson L., Montagnani L., Moncrieff J., Moors E., Munger J.W., Nikinmaa E., Ollinger S.V., Pita G., Rebmann C., Rouspard O., Saigusa N., Sanz M.J., Seufert G., Sierra C., Smith M.-L., Tang J., Valentini R., Vesala T., Janssens I.A. (2007). CO₂ balance of boreal, temperate, and tropical forests derived from a global database. *Global Change Biology* 13: 2509-2537.

Misson L., Baldocchi D.D., Black T.A., Blanken P.D., Brunet Y., Yuste J.C., Dorsey J.R., Falk M., Granier A., Irvine M.R., Jarosz N., Lamaud E., Launiainen S., Law B.E., Longdoz B., Loustau D., McKay M., Paw K.T., Vesala T., Vickers D., Wilson K.B., Goldstein A.H. (2007). Partitioning forest carbon fluxes with overstory and understory eddy-covariance measurements: a synthesis based on FLUXNET data. *Agricultural and Forest Meteorology* 144: 14-31.

Mouillot F., Rambal S., Joffre R., Ratte J.P. (2007) Mediterranean forests, fire and C budget: the threats of global change. In Response of temperate and Mediterranean forests to climate change: effects on carbon cycling, productivity and vulnerability. (Loustau D. Ed), ECOFOR, ONF.

Reichstein M., Ciais P., Papale D., Valentini R., Running S., Viovy N., Cramer W., Granier A., Ogee J., Allard V., Aubinet M., Bernhofer C., Buchmann N., Carrara A., Grünwald T., Heimann M., Heinesch B., Knohl A., Kutsch W., Loustau D., Manca G., Matteucci G., Miglietta F., Ourcival J.-M., Pilegaard K., Pumpanen J., Rambal S., Schaphoff S., Seufert G., Soussana J.-F., Sanz M.J., Vesala T., Zhao M. (2007). Reduction of ecosystem productivity and respiration during the European summer 2003 climate anomaly: a joint flux tower, remote sensing and modelling analysis. *Global Change Biology* 13: 634-651.

Staudt M., Lhoutellier L. (2007). Volatile organic compound emission from holm oak infested by gypsy moth larvae: evidence for distinct responses in damaged and undamaged leaves. *Tree Physiology* 27: 1433-1440.

Allard V., Ourcival J.-M., Rambal S., Joffre R., Rocheteau A. (2008). Seasonal and annual variation of carbon exchange in an evergreen Mediterranean forest in southern France. *Global Change Biology* 14: 714-725.

Carvalhais N., Reichstein M., Seixas J., Collatz G.J., Pereira J.S., Berbigier P., Carrara A., Granier A., Montagnani L., Papale D., Rambal S., Sanz M.J., Valentini R. (2008). Implications of the carbon cycle steady state assumption for biogeochemical modeling performance and inverse parameter retrieval. *Global Biogeochemical Cycles* 22: GB2007, doi: 10.1029/2007GB003033.

Garbulsky M.F., Peñuelas J., Ourcival J.-M., Filella I. (2008). Estimación de la eficiencia del uso de la radiación en bosques mediterráneos a partir de datos MODIS. Uso del Índice de Reflectancia Fotoquímica (PRI). *Ecosistemas* 17: 89-97.

Göckede M., Foken T., Aubinet M., Aurela M., Banza J., Bernhofer C., Bonnefond J.-M., Brunet Y., Carrara A., Clement R., Dellwik E., Elbers J., Eugster W., Fuhrer J., Granier A., Grünwald T., Heinesch B., Janssens I.A., Knohl A., Koeble R., Laurila T., Longdoz B., Manca G., Marek M., Markkanen T., Mateus J., Matteucci G., Mauder M., Migliavacca M., Minerbi S., Moncrieff J., Montagnani L., Moors E., Ourcival J.-M., Papale D., Pereira J., Pilegaard K., Pita G., Rambal S., Rebmann C., Rodrigues A., Rotenberg E., Sanz M.J., Sedlak P., Seufert G., Siebicke L., Soussana J.F., Valentini R., Vesala T., Verbeeck H., Yakir D. (2008). Quality control of CarboEurope flux data - Part 1: coupling footprint analyses with flux data quality assessment to evaluate sites in forest ecosystems. *Biogeosciences* 5: 433-450.

Landmann G., Maurice D., Granier A., Rambal S., Ranger J., Nys C., Saint-André L., Dufrêne É., Bonal D., Lousteau D., Croisé L. (2008). F-ORE-T, l'Observatoire de Recherche en Environnement sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers. In: Actes du séminaire "De l'observation des écosystèmes forestiers à l'information sur la forêt", 2-3 février 2005, Paris, France (Landmann G. & Landeau S., Eds.), Quae, p. 13 p. [en ligne] disponible sur www.symposcience.org.

Limousin J.-M., Rambal S., Ourcival J.-M., Joffre R. (2008). Modelling rainfall interception in a mediterranean *Quercus ilex* ecosystem: lesson from a throughfall exclusion experiment. *Journal of Hydrology* 357: 57-66.

Misson L. (2008). Highlight Fluxnet site Puechabon. *FluxLetter* 1: 1-3.

Ourcival J.-M., Rambal S. (2008). Le puits de carbone de la forêt méditerranéenne : exemple d'un taillis de chênes verts à Puéchabon (Hérault). *Forêt-Entreprise* 181: 27-29.

Rambal S. (2008). Vulnérabilité des arbres, des écosystèmes et des paysages méditerranéens aux changements climatiques. *Forêt Méditerranéenne* 29: 137-138.

Rambal S., Mouillot F., Ratte J.-P. (2009). Végétation méditerranéenne et cycle de l'eau. In: *Le golfe du Lion : un observatoire de l'environnement en Méditerranée* (Monaco André, Ludwig Wolfgang, Provansal Mireille & Picon Bernard, Eds.), Editions Quae, Versailles

Delpierre N., Soudani K., François C., Köstner B., Pontailier J.-Y., Nikinmaa E., Misson L., Aubinet M., Bernhofer C., Granier A., Grünwald T., Heinesch B., Longdoz B., Ourcival J.-M., Rambal S., Vesala T., Dufrêne E. (2009). Exceptional carbon uptake in European forests during the warm spring of 2007: a data-model analysis. *Global Change Biology* 15: 1455-1474

Goerner A., Reichstein M., Rambal S. (2009). Tracking seasonal drought effects on ecosystem light use efficiency with satellite-based PRI in a Mediterranean forest. *Remote Sensing of Environment* 113: 1101-1111.

Grote R, Lavoit AV, Rambal S, Staudt M, Zimmer I, Schnitzler JP (2009) Modelling the drought impact on monoterpene fluxes from an evergreen Mediterranean forest canopy. *Oecologia*, 160: 213-223.

Lavoit A.-V., Staudt M., Schnitzler J.P., Landais D., Massol F., Rocheteau A., Rodriguez R., Zimmer I., Rambal S. (2009). Drought reduced monoterpene emissions from *Quercus ilex* trees: results from a throughfall displacement experiment within a forest ecosystem. *Biogeosciences* 6: 1167-1180.

Limousin J.-M., Rambal S., Ourcival J.-M., Joffre R. (2009). Reply to comment by Llorens et al. on "Modelling rainfall interception in a Mediterranean *Quercus ilex* ecosystem: lesson from a throughfall exclusion experiment" [*Journal of Hydrology* 357 (2008) 57-66]. *Journal of Hydrology* 365: 142-143.

Limousin J.-M., Rambal S., Ourcival J.-M., Rocheteau A., Joffre R., Rodriguez-Cortina R. (2009). Long-term transpiration change with rainfall decline in a Mediterranean *Quercus ilex* forest. *Global Change Biology* 15:2163-2175.

Limousin J-M Misson L Lavoit A-V Martin N Rambal S (2010) Do photosynthetic limitations of evergreen *Quercus ilex* leaves change with long-term increased drought severity? *Plant, Cell and Environment*. 33: 863-875.

Limousin J-M, Longepierre D, Huc R. Rambal S (2010) Change in hydraulic traits of Mediterranean *Quercus ilex* subjected to long-term throughfall exclusion. *Tree Physiology* 30(8): 1026-1036.

Misson L., Rocheteau A., Rambal S., Ourcival J-M, Limousin J-M, Rodriguez R (2010). Functional changes in the control of carbon fluxes after 3 years of increased drought in a Mediterranean evergreen forest? *Global Change Biology* 16:2461-2475.

Misson L, Limousin JM, Rodriguez R; Letts MG (2010) Leaf physiological responses to extreme droughts in Mediterranean *Quercus ilex* forest. *Plant, Cell and Environment* 33(11):1898-1910.

Pérez-Ramos, IM, Ourcival JM, Limousin JM, Rambal S (2010) Mast seeding and flowering in Mediterranean oak woodlands under increasing drought: results from a long-term dataset and from a rainfall exclusion experiment. *Ecology* 91(10):3057-3068.

Balzarolo M, Anderson K, Nichol C, Rossini M, Vescovo L, Arriga N, Wohlfahrt G, Calvet JC, Carrara A, Cerasoli S, Cogliati S, Daumard F, Eklundh L, Elbers JA, Evrendilek F, Handcock RN, Kaduk J, Klumpp K, Longdoz B, Matteucci G, Meroni M, Montagnani L, Ourcival JM, Sánchez-Cañete EP, Pontailier JY, Juszczak R, Scholes B and Martín MP (2011) Ground-Based Optical Measurements at European Flux Sites: A Review of Methods, Instruments and Current Controversies. *Sensors* 11, 7954-7981; doi:10.3390/s110807954.

Goerner, A., Reichstein, M., Tomelleri, E., Hanan, N., Rambal, S., Papale, D., Dragoni, D. & Schullius, C. (2011) Remote sensing of ecosystem light use efficiency with MODIS-based PRI. *Biogeosciences* 8, 189-202.

Grote R, Kiese R, Grünwald T, Ourcival JM, Granier A (2011) Modelling forest carbon balances considering tree mortality and removal. *Agricultural and Forest Meteorology*. 151(2):179-190.

Lavoir AV, Duffet C, Mouillot F, Rambal S, Ratte JP, Schnitzler JP, Staudt M (2011) Scaling-up leaf monoterpene emissions from a water limited *Quercus ilex* woodland. *Atmospheric Environment* 45 2888-2897.

Misson L, Degueldre D, Collin C, Rodriguez R, Rocheteau A, Ourcival JM, Rambal S. (2011) Phenological responses to extreme droughts in a Mediterranean forest *Global Change Biology* 17(2):1036-1048.

Richard F, Roy M, Shahin O, Sthultz C, Duchemin M, Joffre R, Selosse MA (2011) Ectomycorrhizal communities in a Mediterranean forest ecosystem dominated by *Quercus ilex*: seasonal dynamics and response to drought in the surface organic horizon. *Annals Forest Science* 68:57-68. DOI 10.1007/s13595-010-0007-5

Rodriguez-Calcerrada J, Jaeger C, Limousin JM, Ourcival JM, Joffre R, Rambal S (2011) Leaf CO₂ efflux is attenuated by acclimation of respiration to heat and drought in a Mediterranean tree. *Functional ecology*, 25:983-995.

Rodriguez-Calcerrada J, Perez-Ramos IM, Ourcival JM, Limousin JM, Joffre R, Rambal S (2011) Is selective thinning an adequate practice for adapting *Quercus ilex* coppices to climate change? *Annals of Forest Science* 68:575-585.

Joffre R, Ourcival JM, Limousin JM, Misson L, Rambal S (2011) Bilan de carbone des écosystèmes forestiers méditerranéens. Actes des rencontres du Cent cinquantième de la SHHNH. *Annales de la société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* numéro spécial 2011 La forêt méditerranéenne dans tous ses états :pp 68-77

Rambal S (2011) Le paradoxe hydrologique des écosystèmes méditerranéens sur sols karstiques. Actes des rencontres du Cent cinquantième de la SHHNH. *Annales de la société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* numéro spécial 2011 La forêt méditerranéenne dans tous ses états :pp 61- 68.

Letts MG, Rodríguez-Calcerrada J, Rolo-Romero V, Rambal S (2012). Long-term physiological and morphological acclimation by the evergreen shrub *Buxus sempervirens* L. to understory and canopy gap light intensities. *Trees, Structure and Function* DOI: 10.1007/s00468-011-0609-z.

Limousin J-M, Rambal S, Ourcival J-M, Rodríguez-Calcerrada J, Pérez-Ramos I, Rodríguez-Cortina R, Misson L, Joffre R (2012). Morphological and phenological shoot plasticity in a Mediterranean evergreen oak facing long-term increased drought. *Oecologia* 169 (2): 565-577

Martin-DuCupDeStPaul NK, Limousin J-M, Rodríguez-Calcerrada J, Ruffault J, Rambal S, Letts MG, Misson L (2012). Drought sensitivity of photosynthesis varies among populations of *Quercus ilex* along a rainfall gradient. *Functional Plant Biology* 39: 25-37.

Rodriguez-Calcerrada J., Limousin J.-M., Martin-StPaul N.K., Jaeger C., Rambal S. (2012) Gas exchange and leaf aging in an evergreen oak: causes and consequences for leaf carbon balance and canopy respiration. *Tree Physiology* Vol. 32, Iss.4: 464-477.

Soudani K., Hmimina G., Delpierre N., Pontauiller J-Y., Aubinet M., Bonal D., Caquet B., de Grandcourt A., Burban B., Flechard C., Guyon D., Granier A., Gross P., Heinesch B., Longdoz B., Loustau D., Moureaux C., Ourcival J-M., Rambal S., Saint André L., & Dufrêne E. (2012)-Ground-based Network of NDVI measurements for tracking temporal dynamics of canopy structure and vegetation phenology in different biomes. *Remote Sensing of Environment*, 123:234-245.

Vicca, S., Gilgen, A. K., Camino Serrano, M., Dreesen, F. E., Dukes, J. S., Estiarte, M., Gray, S. B., Guidolotti, G., Hoepfner, S. S., Leakey, A. D. B., Ogaya, R., Ort, D. R., Ostrogovic, M. Z., Rambal, S., Sardans, J., Schmitt, M., Siebers, M., van der Linden, L., van Straaten, O. and Granier, A. (2012), Urgent need for a common metric to make precipitation manipulation experiments comparable. *New Phytologist*. 195: 518-522.

Hmimina G., Dufrêne E., Pontauiller JY, Delpierre N, Aubinet M, Caquet B, de Grandcourt A, Burban B, Flechard C, Granier A, Gross P, Heinesch B, Longdoz B, Moureaux C, Ourcival JM, Rambal S, Saint André L, Soudani K. (2013) Evaluation of the potential of MODIS satellite data to predict vegetation phenology in different biomes: an investigation using ground-based NDVI measurements. *Remote Sensing of Environment* 132 (2013) 145–158.

Vargas R, Sonnentag O, Abramowitz G, Carrara A, Chen J, Ciais P; Correia A, Keenan T; Kobayashi H, Ourcival JM; Papale D; Pearson D; Pereira JS; Piao S, Rambal S; Baldocchi D (2013) Drought influences the accuracy of simulated ecosystem fluxes: a model-data meta-analysis for Mediterranean oak woodlands. *Ecosystems* 1-16 DOI: 10.1007/s10021-013-9648-1

Perez-Ramos I., Rodríguez-Calcerrada J., Ourcival JM, Rambal S. (2013) *Quercus ilex* recruitment in a drier world: A multi-stage demographic approach. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 15(2):106-117

Joët T., Ourcival JM and Dussert S. (2013) Ecological significance of seed desiccation sensitivity in *Quercus ilex*. *Annals of Botany*. 111(4):693-701

e) H+

(1) GEK

Deville, S.; Jacob, T.; Chery, J. & Champollion, C. (2013), 'On the impact of topography and building mask on time varying gravity due to local hydrology', *Geophysical Journal International* 192(1), 82-93 doi: 10.1093/gji/ggs007

Boniface, K, Champollion, C, Chery, J, Ducrocq, V, Rocken, C, Doerflinger, E. and Collard, P., Potential of shipborne GPS atmospheric delay data for prediction of Mediterranean intense weather events, *Atmos. Sci. Let.*, DOI: 10.1002/asl.391, 2012.

Jacob, T, Chéry, J, Boudin, F, Bayer, R, Monitoring deformation from hydrologic processes in a karst aquifer using long baseline tiltmeters, *Water Research*, 46, W09542, 2010.

Jacob, T, Chéry, J, Bayer, R, Le Moigne, N, Boy, JP, Vernant, P, Boudin, F, Time-lapse surface to depth gravity measurements on a karst system reveal the dominant role of the epikarst as a water storage entity, *Geoph. J. Int.*, 179, 751-762, 2009.

Boniface, K, Ducrocq, V, Jaubert, G, Yan, X, Brousseau, P, Masson, F, Champollion, C, Chéry, J, Doerflinger, E, Impact of high-resolution data assimilation of GPS zenith delay on Mediterranean heavy rainfall forecasting, *Ann. Geophysicae*, 27, 2739-2753, 2009.

(2) H+ hydrogéophysique

Site Durzon

S. Deville, T. Jacob, J. Chéry, C. Champollion, (2012) : On the impact of topography and building mask on time varying gravity due to local hydrology, *Geophysical Journal International*, in press.

N. Mazzilli, H. Jourde, T. Jacob, V. Guinot, N. Le Moigne, M. Boucher, K. Chalikakis, H. Guyard and A. Legtchenko (2012) : On the inclusion of ground-based gravity measurements to the calibration process of a global rainfall-discharge reservoir model: case of the Durzon karst system (Larzac, southern France) *Environmental Earth Sciences*, DOI: 10.1007/s12665-012-1856

Valois R., 2011. Caractérisation structurale de morphologies karstiques superficielles et suivi temporel de l'infiltration à l'aide des méthodes électriques et sismiques. Thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie-Paris 6, 238 p.

Naomi Mazzilli, 2011. Sensibilité et incertitude de modélisation sur les bassins versants à forte composante karstique. Thèse de Doctorat. Université de Montpellier 2, 2008-2011.

Site de Majorque

V. Hebert, C. Garing, L. Luquot, P. Gouze (in revision, 2013). Multiscale X-Ray tomography analysis of carbonate porosity, AAPG-SGL, Special Publications: Fundamental controls on fluid flow in carbonates.

Garing C., Luquot L., Pezard P., Gouze P. (in press), Electrical and flow properties of highly heterogeneous carbonate rocks, AAPG, (DOI:10.1306/05221312134).

Garing C., Luquot L., Pezard P., Gouze P. (accepted, 2013), Geochemical investigations of the saltwater intrusion into the coastal carbonate aquifer of Mallorca (Spain), *Applied Geochemistry*

Vanessa HEBERT. Analyse multi-échelle de la structure d'un réservoir carbonaté littoral : exemple de la plate-forme de Llucmajor (Majorque, Espagne). Thèse de Doctorat. Université de Montpellier 2, pp. 302 (2011).

Charlotte GARING. Caractérisation géophysique et géochimique des interactions fluide-roche à l'interface eau douce-eau salée : cas des carbonates récifaux de Majorque. Thèse de Doctorat. Université de Montpellier 2, pp. 223 (2011).

Muhammad TOQEER. Caractérisation de réservoirs carbonatés par sismique réflexion 3D haute résolution. Thèse de doctorat, Université de Pau. (avril 2012).

f) LTC

Typology of nearshore bars in the gulf of lions (France) using LIDAR technology Aleman, N., Robin, N., Certain, R., Van Roye, C., Barusseau, J.-P., and Bouchette, F. (2011) *Journal of Coastal Research*, 64, ISSN 0749-0208.

Optimal shape design of defense structures for minimizing short wave impact Azérad, P., Bouchette, F., Isèbe, D., and Mohammadi, B. (2008) *Coastal Engineering*, 55:35–46. doi:10.1016/j.coastaleng.2007.06.006.

Design of passive defense structures in coastal engineering Azérad, P., Isèbe, D., Bouchette, F., Ivorra, B., and Mohammadi, B. (2007). *International Review of Mechanical Engineering*, 1(1):1–18.

Low complexity shape optimization and a posteriori high fidelity validation Bouharguane, A., Azérad, P., Bouchette, F., Marche, F. and Mohammadi, B. (2010). *Discrete and Continuous Dynamical System Serie B*, 3(2):759–772.

The late Holocene sediment infilling and beach barrier dynamics of the Thau Lagoon (Gulf of Lions, Mediterranean Sea, SE France) Ferrer, P., Benabdellouahed, M., Certain, R., Tessier, B., Barruseau, J.-P. and Bouchette, F. (2010) *Bulletin de la Société Géologique de France*, 181(2).

Hydrodynamics over a microtidal double crescentic barred beach under low energetic conditions (Leucate beach, France) Ferrer, P., Certain, R., Adloff, F., Bouchette, F., Barusseau, J.-P., Meulé, S. and Robin, N. (2011) *Journal of Coastal Reseach*, SI64:2032–2036.

Shape optimization of geotextile tubes for sandy beach protection Isèbe, D., Azérad, P., Bouchette, F., Ivorra, B. and Mohammadi, B. (2008) *International Journal of Numerical Methods in Engineering*, 74:1262–1277.

Hydrodynamics in the Gulf of Aigues-Mortes, NW Mediterranean Sea: in-situ and modelling data Leredde, Y., Denamiel, C., Brambilla, E., Lauer-Leredde, C., Bouchette, F. and Marsaleix, P. (2007) *Continental Shelf Research*, doi:10.1016/j.csr20006.06.006.

Holocene evolution of Languedocian lagoonal environment controlled by inherited coastal morphology (Northern Gulf of Lions, France) Raynal, O., Bouchette, F., Certain, R., Sabatier, P., Séranne, M., Lofi, J., Dezileau, L., Briquet, L., Ferrer, P. and Courp, T. (2010) *Bulletin de la Société Géologique de France*, 181(2):211–224.

Control of alongshore-oriented sand spits on the dynamics of a wave-dominated coastal system, Holocene deposits, northern Gulf of Lions, France Raynal, O., Bouchette, F., Certain, R., Séranne, M., Dezileau, L., Sabatier, P., Lofi, J. Bui Xuan Hy, A., Briquet, L., Pézard, P. and Tessier, B. (2009) *Marine Geology*, 264(3–4):242–257.

Late Holocene evolution of a coastal lagoon in the Gulf of Lions (South of France) Sabatier, P., Dezileau, L., Barbier, M., Raynal, O., Lofi, J., Briquet, L., Condomines, M., Bouchette, F., Certain, R., Van Grafenstein, U., Jorda, C. and Blanchemanche, P. (2010) *Bulletin de la Société Géologique de France*, 181(1):27–36.

7000 years of paleostorms activity in the NW Mediterranean Sea in response to Holocene climate events Sabatier, P., Dezileau, L., Colin, C., Briquet, L., Bouchette, F., Martinez, P., Siani, G., Raynal, O. and Von Grafenstein, U. (2012) *Quaternary Research*, .

Reconstruction of paleo-storms events in coastal lagoons (Hérault, South of France) Sabatier, P., Dezileau, L., Condomines, M., Briquet, L., Colin, C., Bouchette, F., Le Duff, M. and Blanchemanche, P. (2008) *Marine Geology*, 251:224–232.

Wave setup and watertable overheight in the Cigu sand barrier (Taiwan) during the Talim tropical storm Sous, D., Campmas, L., Meulé, S., Bouchette, F., Liou, J.-Y., Rey, V. and Touboul, J. (2013) *Coastal Dynamics*, X.

A fuzzy inference system for the forecasting of wave characteristics from long-term measured wave and wind data Sylaios, G., Bouchette, F., Tsihirintzis, V. and Denamiel, C. (2009) *Ocean Engineering*, 36(17–18):1358–1365.

Short papers

Subdune tool: quasi explicit formulation of the water level along the shoreline Bouchette, F., Sylaios, G., Meulé, S., Liou, J.-Y., Heurtefeux, H., Denamiel, C., and Hwung, H.-H. (2012). In *PARALIA*, editor, Génie Civil Génie Côtier.

Upper beach reconstruction patterns after moderate storm events Campmas, L., Bouchette, F., Liou, J.Y., Brambilla, E., Meulé, S., Sylaios, G., Sabatier, F., Certain, R., Robin, N., and Hwung, H.-H. (2012). In *PARALIA*, editor, Génie Civil Génie Côtier.

High performance pre-computing: prototype application to a coastal flooding decision tool Chailan, R., Bouchette, F., Dumontier, C., Hess, O., Laurent, A., Lobry, O., Michaud, H., Nicoud, S. and Toulemonde, G. (2012) In: Extended proceedings of KS 2012 symposium.

Caractérisation hydrodynamique sur un littoral à barres festonnées du Golfe du Lion: mesures in-situ et modélisation Ferrer, P., Bujan, N., Certain, R., Bouchette, F. and Leredde, Y. (2008) In: PARALIA, Génie Civil & Génie Côtier.

Monitoring temps réel haute résolution d'un littoral: MAGOBS (Villeneuve-les-maguelone, Golfe du Lion, France) Guérinel, B., Bouchette, F., Lobry, O., Astruc, D., Azérad, P., Brambilla, E., Certain, R., Larroudé, P., Manna, M., Meulé, S., Rey, V., Robin, N., Sabatier, F., Sous, D., Martinie, D. and Arnaud, N. (2012) In: PARALIA, Génie Civil & Génie Côtier.

Morphodynamique de la plage de La Capte (Hyères, Var) suite à la mise en place d'atténuateurs de houle en géotextiles Meulé, S., Paquier, A.-E., Certain, R., Bouchette, F., Gratiot, J., Sabatier, F. and Robin, N. (2010) In: PARALIA, Génie Civil & Génie Côtier, xxx.

Hydro and morphodynamical evolution of a microtidal barred beach (Sète, NW Mediterranean Sea) during storm conditions: in-situ measurements and 3D numerical modelling (Symphonie) Michaud, H., Robin, N., Estournel, C., Leredde, Y., Marsaleix, P., Bouchette, F., Brambilla, E. and Certain, R. (2012) In: Extended proceedings of ICCE 2012, Santander.

g) Observatoires biologique et dynamique lagune et avant-côte

Michaud H., Leredde Y., Estournel C., Berthebaud E., et Marsaleix P., 2013. Hydrodynamique dans le Golfe d'Aigues-Mortes (NO Mer Méditerranée) pendant une tempête hivernale classique : Mesures in-situ et modélisation numérique. Hydrodynamics during a typical winter storm in the Gulf of Aigues-Mortes (NW Mediterranean Sea): In-situ measurements and numerical modelling. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Géosciences. Sous presse.

Communications:

Leredde Y., Michaud H., 2009. Courants induits par les houles sur le plateau continental (du golfe du Lion) pendant les épisodes de tempêtes (méditerranéennes). Réunion d'ouverture du projet EPIGRAM. Ile de Ré, 18-20 mars 2009.

Leredde Y., Michaud H., Berthebaud E., 2010. La circulation océanique côtière induite par les vents et les houles pendant les tempêtes méditerranéennes. Conséquences sur les transports de sédiments et de contaminants. Colloque sur la Flotte Océanographique Française, Marseille , 3-5 mars 2010.

Mostajir B, Leredde Y. 2012. Observatoires biologique et dynamique lagune et avant-côte: Observations et recherche sur les écosystèmes marins côtiers méditerranéens à l'interface bassin versant, lagune, et avant-côte, impacts climatiques et anthropiques. Journée de l'Observation de l'Observatoire de REcherche Méditerranéen de l'Environnement, 24 septembre, Montpellier, France

Leredde Y., Berthebaud E., Falguières S., Lauer-Leredde C., Mas S., LeFloc'h E., Parin D., Mostajir B., Tournoud M.G., Salles C., Rodier C., Jouon A., 2013. Waters exchanges between the Thau lagoon and its shoreface: numerical modeling, hydrodynamic and hydrological measurements. 40th CIESM Congress – Marseille, France, 28 October - 1 November 2013.

Mostajir B, Leredde Y (2012). Observatoires biologique et dynamique lagune et avant-côte : Observations et recherche sur les écosystèmes marins côtiers méditerranéens à l'interface bassin versant, lagune, et avant-côte, impacts climatiques et anthropiques. Journée de l'Observation de l'Observatoire de REcherche Méditerranéen de l'Environnement, 24 septembre, Montpellier, France

Leredde Y, Berthebaud E, Falguières S, Lauer-Leredde C , Mas S, LeFloc'h E, Parin D, Mostajir B, Tournoud M-G, Salles C, Rodier C, Jouon A (2013). Water exchanges between the Thau lagoon and its shoreface: numerical modeling, hydrodynamic and hydrological measurements. CIESM 40eme congres, the Mediterranean Science Commission, 28 octobre - 1er novembre 2013, Marseille, France.

Mémoires :

Liagre M (2012). Étude de la pression partielle de CO2 dans l'eau en zone côtière méditerranéenne. Mémoire de fin d'études Option Chimie Verte de L'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse, Université de Haute Alsace.

Falguières S (2013). Échanges entre lagune et avant-côte. Exploitation des mesures hydrodynamiques et hydrologiques des campagnes sur l'étang de Thau, son bassin versant et l'avant-côte. Stage de M1 Master Géosciences. Avril-Juillet 2013.

h) SO Mines

(1) TO1

Egal, M.; Casiot, C.; Morin, G.; Elbaz-poulichet, F.; Cordier, M.A.; Bruneel, O. An updated insight into the natural attenuation of As concentrations in Reigous Creek (southern France). *Applied Geochemistry*, 2010, 25, 1949-1957.

Casiot, C.; Egal, M.; Bruneel, O.; Verma, N.; Parmentier, M. Elbaz-Poulichet, F. Predominance of Aqueous Tl(I) Species in the River System Downstream from the Abandoned Carnoules Mine (Southern France). *Environmental Science and Technology*, 2011, 45 (6), 2056–2064.

Bruneel O., Volant A., Gallien S., Chaumande B., Casiot C., Carapito C., Bardil A., Morin G., Brown Jr. G.E., Personné J.C, Le Paslier D., Schaeffer C., Van Dorsselaer A., Bertin P.N, Elbaz-Poulichet F., Arsène-Ploetze F. Characterization of the active bacterial community involved in natural attenuation processes in arsenic-rich creek sediments. *Microbial Ecology*, 2011, 61, 793-810.

Volant, A., Desoeuvre, A., Casiot, C., Lauga, B., Delpoux, S., Morin, G., Personne, J. C., Hery, M., Elbaz-Poulichet, F., Bertin, P. N. & Bruneel, O. Archaeal diversity: temporal variation in the arsenic-rich creek sediments of Carnoules Mine, France. *Extremophiles*, 2012, 16, 645-657.

(2) SO Etudes en aval de sites miniers : pollution et écoremédiation

Articles dans des revues à comité de lecture :

Casiot, C. ; Egal, M. ; Bruneel, O. ; Bancon-Montigny, C.; Cordier, M.A.; Gomez, E.; Aliaume, C.; Elbaz-Poulichet, F. Hydrological and geochemical control on metals and arsenic in a Mediterranean river contaminated by acid mine drainage (the Amous river, France); preliminary assessment of impacts on fish (*Leuciscus cephalus*). *Applied Geochemistry*, 2009, 24(5), 787-799.

Egal, M.; Casiot, C.; Morin, G.; Bruneel, O.; Lebrun, S.; Elbaz-Poulichet, F. Kinetic control on the formation of tooeleite, schwertmannite and jarosite by *Acidithiobacillus ferrooxidans* strains in an As(III)-rich acid mine water. *Chemical Geology*, 2009, 265 (3-4), 432-441.

Egal, M.; Casiot, C.; Morin, G.; Elbaz-poulichet, F.; Cordier, M.A.; Bruneel, O. An updated insight into the natural attenuation of As concentrations in Reigous Creek (southern France). *Applied Geochemistry*, 2010, 25, 1949-1957.

Casiot, C.; Egal, M.; Bruneel, O.; Verma, N.; Parmentier, M. Elbaz-Poulichet, F. Predominance of Aqueous Tl(I) Species in the River System Downstream from the Abandoned Carnoules Mine (Southern France). *Environmental Science and Technology*, 2011, 45 (6), 2056–2064.

Bruneel O., Volant A., Gallien S., Chaumande B., Casiot C., Carapito C., Bardil A., Morin G., Brown Jr. G.E., Personné J.C, Le Paslier D., Schaeffer C., Van Dorsselaer A., Bertin P.N, Elbaz-Poulichet F., Arsène-Ploetze F. Characterization of the active bacterial community involved in natural attenuation processes in arsenic-rich creek sediments. *Microbial Ecology*, 2011, 61, 793-810.

Bertin P.N., Heinrich-Salmeron A., Pelletier E., Goulhen- Chollet F., Arsène-Ploetze F., Gallien S., Lauga B., Casiot C., Calteau A., Vallenet D., Bonnefoy V., Bruneel O., Chane-Woon-Ming B., Cleiss-Arnold J., Duran R., Elbaz-Poulichet F., Fonknechten N., Giloteaux L., Halter D., Koechler S., Marchal M., Mornico D., Schaeffer C., Thil Smith A.A., Van Dorsselaer A., Weissenbach J., Médigue C. and Le Paslier D. Metabolic diversity between main microorganisms inside an arsenic-rich ecosystem revealed by meta- and proteo-genomics. *The ISME Journal*, 2011, 5, 1735-1747. Cet article a fait l'objet d'une note dans la revue *Sciences* (2011, vol 332, p1128)

Halter, D. ; Casiot, C. ; Simon, S. ; Heipieper, H.J. ; Marchal, M. ; Lièvremon, D. ; Arsène-Ploetze, F. ; Bertin, P.N. Surface properties and intracellular speciation revealed an original adaptive mechanism to arsenic in the acid mine drainage bio-indicator *Euglena mutabilis*. *Appl Microbiol Biotechnol*, 2012, 93(4), 1735-1744.

Volant, A., Desoeuvre, A., Casiot, C., Lauga, B., Delpoux, S., Morin, G., Personne, J. C., Hery, M., Elbaz-Poulichet, F., Bertin, P. N. & Bruneel, O. Archaeal diversity: temporal variation in the arsenic-rich creek sediments of Carnoules Mine, France. *Extremophiles*, 2012, 16, 645-657.

Halter, D.; Goulhen-Chollet, F.; Gallien, S.; Casiot, C.; Hamelin, J.; Gilard, F.; Schaeffer, C.; Carapito, C.; Van Dorsselaer, A.; Tcherkez, G.; Heintz, D.; Arsène-Ploetze, F.; Bertin, P.N. In situ proteo-

metabolomics reveals metabolite secretion by the acid mine drainage bioindicator, *Euglena mutabilis*. *ISME Journal*, 2012, 6, 1391-1402.

Giloteaux, L.; Duran, R.; Casiot, C.; Bruneel, O.; Elbaz-Poulichet, F.; Goni-Urriza, M. A survey of sulfate reducing bacteria in a heavily arsenic contaminated acid mine drainage (Carnoulès, France). *FEMS Microbiology Ecology*, 2013, 83(3), 724-737.

Maillot, F.; Morin, G.; Juillot, F.; Bruneel, O.; Casiot, C.; Ona-Nguema, G.; Wang, Y.; Lebrun, S.; Aubry, E.; Vlais, G.; Brown, G.E. Jr. Structure and reactivity of As(III)- and As(V)-rich schwertmannites and amorphous ferric arsenate sulfate from the Carnoulès Acid Mine Drainage, France: Comparison with biotic and abiotic model compounds and implications for As remediation. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2013, 104, 310-329.

Resongles, E. ; Casiot, C. ; Elbaz-Poulichet, F. ; Freydisier, R. ; Bruneel, O. ; Piot, C. ; Delpoux, S. ; Volant, A. Desoeuvre, A. Fate of Sb(V) and Sb(III) species along a gradient of pH and oxygen concentration in the Carnoulès mine waters (Southern France)". *Environ. Sci.: Processes Impacts*, DOI:10.1039/C3EM00215B.

Communications à des congrès, symposiums

Goulhen-Chollet F.; Heinrich-Salmeron A.; Bruneel, O.; Halter, D.; Casiot, C.; Gallien, S.; Van Dorsselaer A.; Schaeffer, C.; Arsene-ploetze F.; Bertin, P.N. Metaproteomic analysis of an arsenic-contaminated site: functional analysis of the community. *FEMS*, 3rd Congress of European microbiologists, June 28-July 2, 2009, Gothenburg, Sweden.

Giloteaux, L.; Goñi-Urriza, M.S.; Bruneel, O.; Casiot, C.; Elbaz-Poulichet, F. and Duran, R. Sulfate Reducing Bacterial Diversity in a Fe-As Rich Acid Mine Drainage at Carnoulès. *FEMS 2009 - 3rd Congress of European Microbiologists Gothenburg, Sweden June 28 - July 2, 2009, Special Poster Discussion Group, Environmental Metagenomics, Poster 01 Abstract Book p61-188*

Bruneel O., Casiot C., Egal M., Arsene-Ploetze F., Goulhen-Chollet F., Bertin P.N. Giloteaux L., Goñi-Urriza M.S., Duran R., Morin G., Benzerara K., Personné J-C., and Elbaz-Poulichet F. Microbial diversity and natural attenuation of pollution in an heavily arsenic contaminated acid mine drainage system (carnoulès, France). *IBS 2009 (18th International Biohydrometallurgy symposium)*, Bariloche, Argentine, 13-17 septembre 2009.

Verma, N.; Casiot, C.; Egal, M.; Elbaz-Poulichet, F. Thallium Behaviour in surface waters downstream Carnoulès Mine, Southern France. *3rd Marie Curie Conference, Venice, Italy, October 5-9, 2009.*

Bruneel, O. ; Casiot, C. ; Personné, J-C, Elbaz-Poulichet, F. The Carnoulès mine (Gard, France). Generation of As-rich acid mine drainage and natural attenuation processes. "Metallic Contamination: Impact on the Environment, Health and Society" - 5th International Conference, Oruro, Bolivia, October 13-15, 2010. poster

Bruneel, O.; Casiot, C. ; Personné, C. ; Volant, A. ; Morin, G. ; Duran, R. ; Elbaz-Poulichet, F. ; Viswanath, R. Vadapalli, K. ; Petrik, L. ; Cowan, D.A. Impact des microorganismes sur les transformations des métaux et métalloïdes dans des drainages miniers d'Afrique du Sud. *Colloque de restitution EC2CO*, 23-25 novembre 2010, Toulouse. Oral présentation.

Elbaz-Poulichet, F. Casiot, C. ; Bruneel, O. ; Egal, M. ; Morin, G. ; Miot, J. ; Benzerara, K. ; Duran, R. ; Goni-Urriza, M., Giloteaux, L. Biologie, biominéraux et biotransformations dans les eaux acides minières – 3BIO. *Colloque de restitution EC2CO*, 23-25 novembre 2010, Toulouse.

Bertin, P. N.; Heinrich-Salmeron, A.; Pelletier, E. ; Goulhen-Chollet, F. ; Arsène-Ploetze, F. ; Gallien, S. ; Lauga, B. ; Casiot, C. ; Calteau, A. ; Vallenet, D. ; Bonnefoy, V. ; Bruneel, O. ; Duran, R. ; Elbaz-Poulichet, F. ; Halter, D. ; Koechler, S. ; Marchal, M. A. ; Thil Smith, A. ; Van Dorsselaer, A. ; Weissenbach, J. ; Médigue, C. ; Le Paslier, D. Diversity of metabolic interactions inside an arsenic-rich microbial ecosystem revealed by meta- and proteo-genomics. *Bageco*, 29 mai-2 juin 2011, Corfou, Grèce. Oral presentation.

Morin, G., Ona-Nguema, G., Juillot, F., Maillot F., Wang, Y., Egal M., Bruneel O., Casiot C., Elbaz-Poulichet, F., Calas, G, Brown, J.R., How biogenic nano-iron oxides can control the fate of pollutants. *Goldshmidt*, 14-19 août 2011, Prague, République Tchèque.

Javerliat, F.; Volant, A.; Laoudi, S.; Bruneel, O.; Fahy, A.; Casiot, C. ; Iniguez, V.; Nieto, J.M.; Duran, R.; Lauga, B. 2011 Microbial biogeography of Acid Mine Drainage: a study of genetic diversity and species diversity from an evolutionary perspective, *Colloque Génomique Environnementale*, Lyon (France), 28-29-30 Novembre. Poster.

Bertin P.N., Heinrich-Salmeron A., Pelletier E., Goulhen- Chollet F., Arsène-Plöetze F., Gallien S., Lauga B., Casiot C., Calteau A., Vallenet D., Bonnefoy V., Bruneel O., Chane-Woon-Ming B., Cleiss-Arnold J., Duran R., Elbaz-Poulichet F., Fonknechten N., Giloteaux L., Halter D., Koechler S., Marchal M., Mornico D., Schaeffer C., Thil Smith A.A., Van Dorsselaer A., Weissenbach J., Médigue C. and Le Paslier D. Diversity of metabolic interactions inside an arsenic-rich microbial ecosystem revealed by meta- and proteo-genomics. Colloque Restitution ANR "Des molécules aux écosystèmes". Montpellier France, 13-14th September 2011. Poster.

Lauga, B., Volant, A., Bruneel, O., Fahy, A., Laoudi, S., Casiot, C., Nieto, M. and Duran, R., MIGRAMD : Microbial biogeography of Acid Mine Drainage: a study of genetic diversity and species diversity from an evolutionary perspective. Colloque FRB "Les Ressources Génétiques face aux nouveaux enjeux environnementaux, économiques et sociétaux". Montpellier, France, 21-22th September 2011. Poster.

Casiot, C.; Piot, C.; Delpoux, S.; Freydier, R.; Bruneel, O.; Volant, A.; Resongles, E.; Elbaz-Poulichet, F. Occurrence of Sb(V) and Sb(III) species along a pH and redox gradient in the Carnoulès mine waters (Southern France). Poster presentation, 4th EuCheMS Chemistry Congress, Prague, Czech Republic, August 26-30, 2012.

Resongles, E.; Casiot, C.; Freydier, R.; Dezileau, L.; Elbaz-Poulichet, F.; Viers, J. Past and current metal and metalloid transport from abandoned mining sites in the surface waters of the Gardon River watershed (Southeastern France). Oral presentation, 4th EuCheMS Chemistry Congress, Prague, Czech Republic, August 26-30, 2012.

Lauga, B., Volant, A., Bruneel, O., Fahy, A., Laoudi, S., Casiot, C., Nieto, M. and Duran, R., Microbial biogeography of Acid Mine Drainage: a study of specific diversity and molecular diversity. Colloque Jacques Monod "Génomique écologique intégrative", Roscoff, France, 15-19 octobre 2011.

Volant, A., Bruneel, O., Desoeuvre, A., Casiot, C., Bru, N., Delpoux, S., Héry, M., Javerliat, F., Fahy, A., Elbaz-Poulichet, F., Duran, R., Bertin, P. and Lauga, B. Spatio-temporal dynamics of bacterial community in the very As-rich creek waters of Carnoulès mine, France, in Ecole Thématique Expert Génomique Environnementale ETEGE, Aussois, France, 23-27 avril 2012. Poster.

Volant, A., Bruneel, O., Desoeuvre, A., Casiot, C., Bru, N., Delpoux, S., Héry, M., Javerliat, F., Fahy, A., Elbaz-Poulichet, F., Duran, R., Bertin, P. and Lauga, B. Spatiotemporal dynamics of bacterial community in the very As-rich creek waters of Carnoulès mine, France, in ISME 2012, Copenhagen, Denmark, August, 19-24th, 2012.

Mousset M., Mignot, A., Petit, C., Ronce, O. Variation in mating system in relation to the environmental heterogeneity in *Noccaea caerulea* (Brassicaceae). Congress of the European Society for Evolutionary Biology, Lisbon, August, 19-24th, 2013.

Séminaires, workshops

Bruneel, O. Casiot, C. Etude des mécanismes couplés chimiques et microbiologiques d'atténuation naturelle de l'arsenic dans un drainage minier acide. Réunion GDR 2909, 14-15 décembre 2009, Strasbourg, France.

Casiot, C. Spéciation et processus de transfert de métaux et métalloïdes dans les eaux minières: exemple du site de Carnoulès. Séminaire LGIT, 19 mars 2012, Grenoble, France.

Casiot, C.; Delpoux, S.; Desoeuvre, A.; Volant, A.; Egal, M.; Resongles, E.; Hery, M.; Freydier, R.; Elbaz-Poulichet, F.; Cadot, E.; Gardon, J.; Bruneel O. Spéciation et processus de transfert de métaux et métalloïdes dans les eaux minières: exemple du site de Carnoulès dans le Gard. 1ères rencontres du Réseau « Environnements Miniers Méditerranéens Sicmed », Montpellier, 14-16 mai 2012.

Casiot, C.; Bruneel, O.; Hery, M.; Delpoux, S.; Desoeuvre, A.; Volant, A.; Resongles, E.; Freydier, R.; Elbaz-Poulichet, F. Speciation and transfer processes of metals /metalloids in mining water : exemple of studies at the Carnoulès mining site (Gard). 4th SPECIATION seminar; Biological, environmental and nuclear speciation, Montpellier, May 29-31, 2012.

Bertin, P.; Médigue, C. ; Duran, R. ; Casiot, C. Quel rôle pour les microorganismes dans les drainages miniers ? Colloque ANR « 8 ans de recherches en environnement: dernières découvertes et innovations », 11 décembre 2012, Paris. Poster.

J-F Boyer, C. Casiot, H. Jourde, E. Servat. Architecture of environmental information system applied to a scientific observatory – examples of observatories Carnoulès and Medycyss of the OSU OREME. FRIEND Hanoi 2014.

Publication dans des revues non indexées:

Casiot C., Héry M., and Bruneel O. 2012. Pollution by mine drainage: towards biological treatment? In: *Water at the Heart of Science*. IRD Edition, Marseille.

Héry M., Casiot C. et Fenet H. 2012. Transformations des contaminants du milieu aquatique: le rôle des microorganismes. In : *Ressources en eau, préservation et gestion. Les dossiers d'Agropolis International* numéro 14.

Thèses:

Volant, A., (2009-2012). Etude des communautés microbiennes (bactéries, archaea, eucaryotes) et de leurs variations spatiotemporelles dans la mine de Carnoulès fortement contaminée en arsenic. Thèse de Doctorat, Discipline : Eaux continentales et société, École Doctorale : Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosociences et Environnement (SIBAGHE), 229 p.

Resongles, E. (2012-2014). Contribution actuelle et passée des mines Cévenoles à l'enrichissement en métaux sur le bassin des Gardons et relation avec les crues extrêmes. Université Montpellier 2.

Chez les partenaires :

Giloteaux, L. (2006-2009). Dynamique de la communauté » microbienne sulfato-réductrice d'un drainage minier acide riche en arsenic (Carnoulès, France). Université de Pau et des Pays de l'Adour. Ecole doctorale des Sciences exactes et de leurs applications, 212 p.

Halter, D. (2008-2011). Génomique fonctionnelle de micro-eucaryotes bio-indicateurs d'environnements exposés aux drainages miniers acides. Thèse de Doctorat, 2011, Discipline : Sciences du vivant, Université de Strasbourg, 153 p.

Delavat, F. (2009-2012). Composition et fonctionnement d'une communauté microbienne au sein d'un drainage minier acide : approches culturelles et fonctionnelles. Thèse de Doctorat, Discipline : Sciences du vivant, Université de Strasbourg, 232 p.

i) Observatoire des saisons directement issues des missions d'observation :

Pellerin, M.; Delestrade, A.; Mathieu, G.; Rigault, O. & Yoccoz, N. Spring tree phenology in the Alps: effects of air temperature, altitude and local topography. *European Journal of Forest Research*, Springer Berlin / Heidelberg, 2012, Online, 1-9.

Davi, H, Gillmann M, Ibanez T, Cailleret, M., Fady B, Lefèvre F. (2011). Diversity of budburst dynamics among tree species: New insights from a study along an altitudinal gradient. *Agricultural and Forest meteorology*. 151 (12). 1504-1513.

Guyon D., Guillot M., Hagolle O., Cardot H., Vitasse Y., Delzon S., Wigneron JP, (2011). Monitoring elevation variations in leaf phenology of deciduous broadleaf forests from SPOT/VEGETATION time-series. *Remote Sensing of Environment*, 115, 615–627.

Vitasse, Y., Francois, C., Delpierre, N., Dufrene, E., Kremer, A., Chuine, I. & Delzon, S. (2011). Assessing the effects of climate change on the phenology of European temperate trees. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151, 969-980.

Lebourgeois F., Pierrat JC., Perez V., Piedallu C., Cecchini S., Ulrich. 2010. Simulating phenological shifts in French temperate forests under two climatic change scenarios and four driving GCMs. *International Journal of Biometeorology*, 54, 5, 563-581.

j) Observation des communautés

(1) Communautés animales

Fonderflick J., Besnard A., Martin J.L. 2013. Species traits and the response of open-habitat species to forest edge in landscape mosaics. *Oikos*, 121 : 41-51.

Sirami C., Brotons L. et Martin J.L. 2011. Woodlark's (*Lullula arborea*) response to landscape heterogeneity created by land abandonment. *Bird Study*. 58:99-106.

Sirami C., Nespoulous A., Cheylan J.P., Marty P., Hvenegaard G.T., Geniez P., Schatz B., Martin J.L. 2010. Long-term social and ecological dynamics of a Mediterranean landscape: impacts on multiple taxa. *Landscape and Urban Planning* 96:214-223.

Sirami C, Brotons L., et Martin JL. 2009. Do bird spatial distribution patterns reflect population trends in changing landscapes? *Landscape Ecology*. 24:893-906

(2) Communautés végétales

a- Articles, ouvrages et chapitres d'ouvrage

Dornier, A. & P.-O. Cheptou 2013 Inferring contemporary dispersal processes in plant metapopulations: comparison of direct and indirect estimates of dispersal for the annual species *Crepis sancta*.

Fréville H, Choquet R, Pradel R, and **P.-O. Cheptou** 2013 Inferring seed bank from patch occupancy models: new insights into metapopulation dynamics in plants *Journal of Ecology* (minor revision)

Resongles, E. ; Casiot, C. ; Elbaz-Poulichet, F. ; Freydier, R. ; Bruneel, O. ; Piot, C. ; Delpoux, S. ; Volant, A. Desoeuvre, A. Fate of Sb(V) and Sb(III) species along a gradient of pH and oxygen concentration in the Carnoulès mine waters (Southern France)". *Environ. Sci.: Processes Impacts*, DOI:10.1039/C3EM00215B.

Barkaoui, K., Bernard-Verdier, M. & Navas, M.-L. (2013) Questioning the reliability of the point-intercept method for assessing community functional structure in low productive and highly diverse Mediterranean grasslands. *Folia Geobotanica* (sous presse)

Bernard-Verdier M, Navas M-L, Vellend M, Violle C, Fayolle A & Garnier E. (2012) Community assembly along a soil depth gradient: contrasting patterns of plant trait convergence and divergence in a Mediterranean rangeland. *Journal of Ecology* 100: 1422-1433.

Bernard-Verdier, M., Flores, O., Navas, M.-L., & Garnier, E. (2013) Partitioning phylogenetic and functional diversity into alpha and beta components along an environmental gradient in a Mediterranean rangeland. *Journal of Vegetation Science*, doi: 10.1111/jvs.12048

Chollet, S., Rambal, S., Fayolle, A., Hubert, D., Foulquié, D., & Garnier, E. Combined effects of climate, resource availability and plant traits on biomass production in a Mediterranean rangeland. *Ecology* (en révision)

Dornier, A. & P.-O. Cheptou 2012 Determinants of extinction in plant fragmented populations: *Crepis sancta* (Asteraceae) in urban environment *Oecologia* Vol. 169 (3), pp: 703-71

Dornier, A. & P.-O. Cheptou 2013 Inferring contemporary dispersal processes in plant metapopulations: comparison of direct and indirect estimates of dispersal for the annual species *Crepis sancta*.

Dornier, A., Pons, V. & P.-O. Cheptou 2011 Colonization and extinction dynamics of an annual plant metapopulation in an urban environment *Oikos* Vol: 120 (8) pp1240-1246

Dubois, J. & P.-O. Cheptou 2012 Competition/colonization syndrome mediated by early germination in non-dispersing achenes in the heteromorphic species *Crepis sancta* Volume: 110 Issue: 6 Pages: 1245-51 *Annals of Botany*

Fréville H, Choquet R, Pradel R, and P.-O. Cheptou 2013 Inferring seed bank from patch occupancy models: new insights into metapopulation dynamics in plants *Journal of Ecology* (early view)

Gardarin, A., Garnier, E., Carrère, P., Cruz, P., Andueza, D., Bonis, A., Colace, M.-P., Dumont, B., Duru, M., Farruggia, M., Gaucherand, S.; Grigulis, K., Kernéis, E., Lavorel, S., Louault, F., Loucougaray, G., Mesléard, F., Yaverkovski, N. & Kazakou, E. Plant trait-digestibility relationships across management and climate gradients in permanent grasslands. *Journal of Applied Ecology* (soumis).

Garnier, E. & Navas, M.-L. (2013) Diversité fonctionnelle des plantes. Traits des organismes, structure des communautés, propriétés des écosystèmes. De Boeck, Bruxelles (sous presse).

Garnier, E. & Navas, M.-L. (2013) Traits et écologie comparative des plantes. In : Meerts, P. (ed.), *Vers une nouvelle Synthèse Ecologique - de l'écologie scientifique au développement durable*. CIVA, Bruxelles (sous presse).

Paradis, L et col 2013 Species specific response of tree seedlings and saplings to herbivory and summer stress in old-growth deciduous broadleaf Mediterranean mountain forest " . *European Journal of forest research* (soumise)

Pérez-Ramos, I.M., Roumet, C., Cruz, P., Blanchard, A., Autran, P. & Garnier, E. (2012) Evidence for a 'plant community economics spectrum' driven by nutrient and water limitations in a Mediterranean rangeland of southern France. *Journal of Ecology* 100: 1315-1327.

Pérez-Ramos, I.M., Volaire F., Fattet, M., Blanchard, A. & Roumet, C. (2013) Tradeoffs between functional strategies for resource-use and drought-survival in Mediterranean rangeland species. *Environmental and Experimental Botany* 87: 126-136.

Pfeifer M., Schatz B., Picó F.X., Passalacqua N.G., Fay M.F., Carey P.D. & Jeltsch F. 2009. Phylogeography and genetic structure of the orchid *Himantoglossum hircinum* (L.) Spreng. across its European central-marginal gradient. *Journal of Biogeography* 36: 2353-2365.

Piazza C., Hugot L., Richard F. & Schatz B. 2011. In situ conservation operations in Corsica, 1987-2004: assessing the balance and drawing. *Ecologia Mediterranea* 37: 7-16.

Richard, F., J. Alesandri & P.-A. Moreau 2011. La forêt méditerranéenne vue d'en bas *Stantari* (27) : 32-42.

Richard, F. M.-A. Selosse & M. Gardes 2009. Establishment of *Quercus ilex* seedlings under two early successional ericaceous shrubs in a Mediterranean ecosystem: role of mycorrhizal fungi. *FEMS Microbiology & Ecology* 68: 14-24.

Richard, F. P. Simeoni, J. Poyelle, M.-A. Selosse & H. Gryta 2010. Ecologie et biométrie de l'Amanite des Césars [*Amanita caesarea* (Scop. : Fr.) Pers.] en Corse : leçons issues de onze années de suivi diachronique en forêt du Fango. *Bulletin de la Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes* 38(1) : 23-29.

Schatz B., Geoffroy A., Dainat B., Bessière J.M., Buatois B., Hossaert-McKey M. & Selosse M.A. 2010. A case study of modified interactions with symbionts in a hybrid mediterranean orchid. *American Journal of Botany* 97: 1278-1288.

Sirami C., Nespoulous A., Cheylan J.-P., Marty P., Hvenegaard G.T., Geniez P., Schatz B. & Martin J.-L. 2010. Long-term anthropogenic and ecological dynamics of a Mediterranean landscape: impacts on multiple taxa. *Landscape and Urban Planning* 96: 214-223.

Sonnier, G., Shipley, B. & Navas, M.-L. (2010) Plant traits, species pools and the prediction of relative abundance in plant communities: a maximum entropy approach. *Journal of Vegetation Science* 21: 318-331.

b- Rapports de thèse

Bernard-Verdier, M. (2012) Structure et assemblage des communautés végétales de parcours des Grands Causses - Approche fonctionnelle, phénologique et phylogénétique. Thèse de Doctorat (Université Montpellier 2)

Dornier, A. (2008) Dynamique et évolution des métapopulations chez plantes : l'exemple de *Crepis sancta* (Asteraceae) en milieu urbain Thèse de Doctorat (Université Montpellier 2)

Dubois, J. (2012) Evolution de la dispersion en milieu fragmenté : exemple de l'adaptation de *Crepis sancta* (Asteraceae) dans un système urbain / rural Thèse de Doctorat (Université Montpellier 2)

Fayolle, A. (2008) Structure des communautés de plantes herbacées sur les Grands Causses : stratégies fonctionnelles des espèces et interactions interspécifiques. Thèse de Doctorat (Montpellier SupAgro)

Sonnier, G. (2009) Des traits des espèces à la structure des communautés végétales herbacées : vers une approche fonctionnelle et prédictive de l'écologie des communautés. Thèse de Doctorat (co-tutelle Montpellier SupAgro – Université de Sherbrooke, Québec)

c- Vulgarisation

Garrone B., Martin P. & Schatz B. (Co-auteur) 2011. Stratégies végétales, petits arrangements et grandes manœuvres. Editions Les Écologistes de l'Euzière, 250 p.

Les données polliniques ont fait l'objet d'une publication est soumise:

Nour El Bait, M., Rhoujjati, M., Eynaud, F., Benkaddour, A., Dezileau, L. Wainer, K., Goszlar, T. & Cheddadi, R. A new record spanning the last glacial period and the Holocene from the Cedar forests (Middle Atlas, Morocco).

Dornier, A., Pons, V. & P.-O. Cheptou 2011 Colonization and extinction dynamics of an annual plant metapopulation in an urban environment *Oikos* Vol: 120 (8) pp1240-1246

Dornier, A. & P.-O. Cheptou 2012 Determinants of extinction in plant fragmented populations: *Crepis sancta* (Asteraceae) in urban environment *Oecologia* Vol. 169 (3), pp: 703-71

Dubois, J. & P.-O. Cheptou 2012 Competition/colonization syndrome mediated by early germination in non-dispersing achenes in the heteromorphic species *Crepis sancta* Volume: 110 Issue: 6 Pages: 1245-51 *Annals of Botany*

k) Population d'organismes modèles

Bouby L., Figueiral I., Bouchette A., Rovira N., Ivorra S., Lacombe T., Pastor T., Picq S., Marinval P. & Terral J.-F. (2013) Bioarchaeological Insights into the Process of Domestication of Grapevine (*Vitis vinifera* L.) during Roman Times in Southern France. *PLoS ONE* 8(5): e63195.

Glémin, S., Petit, C., Maurice, S. & A. Mignot (2008). Consequences of low mate availability in the rare self-incompatible species *Brassica insularis* (Brassicaceae). *Conservation Biology* 22: 216-221.

Labbé, P., N. Sidos, M. Raymond & T. Lenormand. 2009. Resistance gene replacement in the mosquito *Culex pipiens*: fitness estimation from long-term cline series. *Genetics* 182:303–312.

Noël F., Maurice, S., Mignot, A., Glémin, S., Carbonell, D., Justy, F., Guyot, I. Olivieri, I. & C. Petit (2010). Interaction of climate, demography and genetics: a ten-year study of *Brassica insularis*, a narrow endemic Mediterranean species. *Conservation Genetics* 11:509-526.

Reynaud N, Tougaard C, & Berrebi P. 2011. Structuration géographique de la truite commune (*Salmo trutta* L.) en France basée sur le séquençage de la région de contrôle mitochondriale: Rapport d'étude pour l'OSU OREME, Université Montpellier 2. 45p.

Terral J.-F., Tabard E., Bouby L., Ivorra S., Pastor T., Figueiral I., Picq S., Chevance J.-B., Jung C., Fabre L., Tardy C., Compan M., Bacilieri R., Lacombe T. & This P. (2010). Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera* L.) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of European ancient cultivars. *Annals of Botany* 105, 443-455.

VII-B. Construction du SI de l'Observatoire

1. Mise en place d'infrastructure

a) SAN

L'OSU a participé à la mise en œuvre d'un SAN (Storage Access Network) dont l'objectif est de permettre le stockage pérenne de gros volumes de données accessibles via la fibre optique depuis différents laboratoires. Elle y participe par l'achat de matériel, de logiciels et de licences logicielles et par la gestion d'éléments physiques du SAN. Sur ce deuxième point, elle repose en partie sur l'expertise et la disponibilité du personnel ASR de Géosciences Montpellier (GM).

Ce SAN est aujourd'hui partagé par l'OSU et les laboratoires CEFE et GM. Il est composé d'un ensemble de baies de stockage, de robots de sauvegarde et d'une interconnexion en fibre optique. L'espace de stockage constitué des disques présents dans les baies est accessible (en fibre optique) par des serveurs de gestion de données et de système de fichiers (bases de données, ftp, nfs, ...) et par les serveurs de gestion des sauvegardes.

Cet espace de stockage partagé contient des données d'observation (relatives à l'observatoire) et des données propres aux laboratoires CEFE et GM (comptes utilisateurs, ftp, comptes projets, ...). Concernant les données d'observation, la logique est que l'observatoire fournit l'infrastructure de stockage et de sauvegarde et les Systèmes d'Observation fournissent les disques. Néanmoins, ce schéma n'a de sens que pour des gros volumes de données : le coût du stockage de petites bases (< 100 Go) est directement pris en charge par l'observatoire.

Le laboratoire HSM est physiquement relié au SAN mais ne l'utilise actuellement pas. L'ISEM et ECOSYM pourraient y être reliés sans trop de difficulté. Une extension du SAN pour ces laboratoires est prévue dans les années qui viennent.

b) Serveurs et services

L'observatoire met en place un ensemble de services de gestion des données. Il administre notamment :

- un serveur de machines virtuelles (sous SUSE / Xen) permettant de créer les services ci-après et assurant la sauvegarde des données propres à l'observatoire ;
- un système de gestion de bases de données relationnelles PostgreSQL (qui prend en charge quelques bases de données de l'observatoire) ;
- un serveur web destiné à accueillir les différents portails de l'observatoire ;
- un serveur cartographique WMS/WFS et CS-W destiné à exporter les données spatialisées et les métadonnées dans le respect de la Directive INSPIRE, des normes ISO 191xx et des standards OGC (Open Geospatial Consortium) ;
- un serveur destiné à accueillir l'infrastructure de développement (gestionnaire de version, compilateurs, langages, ...) des services et outils développés au sein de l'observatoire

2. Constitution de bases de données

L'observatoire a pris en charge un ensemble de bases de données issues de différents services d'observation. Ces bases de données ont été choisies sur la base de critères tels que :

- la mutualisation des efforts (réutilisabilité des développements) ;
- les retombées pour l'observatoire notamment en terme de visibilité (vitrine) et retombées financière (partenariats) ;
- le soutien propre (en développement) dont disposent les SO/TO ;
- la motivation du SO/TO quant à la diffusion de ses données ;
- l'intérêt technique (développement d'outils ou de compétences inexistantes).

Sur la base de ces critères un ensemble de bases de données ont ainsi été constituées. Nous décrivons ci-dessous les caractéristiques de ces bases et l'intérêt de leur prise en charge par l'OSU.

a) Base de données SOLLAR

Description

La base de données SOLLAR contient des données de houle provenant de bouées de la DREAL (dans le cadre d'une convention entre l'OSU et la DREAL et en lien avec le SO Littoral-Trait de Côte). Il s'agit de mesures physiques acquises en continu par 4 houlographes accrochés chacun à une bouée un peu au large du littoral du Languedoc-Roussillon. Chaque houlographe envoie par onde radio un ensemble d'informations brutes sur la déformation de la surface de l'eau ainsi que des données GPS.

Pour des raisons de tolérance aux pannes, les informations sont envoyées deux fois : à chaque bouée sont associées deux stations qui récupèrent ces données et les donnent en entrée d'un programme d'analyse pour en extraire des informations significatives (hauteur et période des vagues, cambrure, ...). Toutes les données sont ensuite déposées sous la forme de fichiers sur un serveur puis sur un site FTP de l'OSU. Un programme vient régulièrement chercher les données et les insère en base (voir section XXX). Un système d'alerte permet de notifier l'absence de données ou la présence de données non valides (ex : signal radio insuffisant, coordonnées GPS non valides). Un ensemble de graphes dynamiques (voir section XXX) permettent de naviguer dans les données et d'échanger avec les producteurs lorsque des problèmes sont détectés, et un ensemble de graphiques statiques (voir section XXX) permettent de diffuser les données auprès du grand public.

Intérêt

- Vitrine : le site du SO-LTC est en pleine croissance et doit devenir à terme un portail de référence de données de houle ;
- Intérêt technique : confrontation avec de gros volumes de données en continu et nécessité de gérer les problèmes de performance ; développement d'outils de visualisation et d'alertes indispensables ; problèmes de propriété intellectuelle ;
- Partenariat : première expérience de partenariat avec une entité externe ;
- Motivation : très grande motivation de la part des producteurs et coordinateurs (SO-LTC) et volonté de rendre en partie publiques les données ;

b) Base de données METEOFRACTANCE

Description

La base METEOFRACTANCE contient des données de vent détenues par Météo-France que l'OSU a récupérées dans le cadre d'une convention établie entre le SO-LTC et Météo-France. Elle contient des données horaires de vent sur une vingtaine de stations météorologiques autour du Golfe du Lion. Les données sont récupérées automatiquement toutes les heures sur un site Web « extranet » mis à disposition par Météo-France et protégé par un mot de passe. Les données sont aussi déposées une fois par jour sur un site FTP de l'OSU (moins fréquemment mais avec plus de précision).

Intérêt

- Partage des données avec d'autres SO de l'OSU ;
- Intérêt technique : récupération automatique d'informations depuis un site Web protégé (enchaînement de commandes http, gestion de cookies, parsing du code html) ;
- Partenariat : récupération de données externes à l'OSU dans le cadre d'une convention ;
- Extension de cette base de données MF à d'autres variables de base observées : pluviométrie, température et pression en surface à l'échelle de la région.

c) Base de données MAGOBS

Description

MAGOBS est un dispositif déployé par le SO-LTC à proximité de Villeneuve-lès-Maguelone (Hérault) pour étudier le phénomène de submersion côtière. Dans ce cadre, des capteurs mesurent en un point du littoral différents paramètres physiques tels que la houle et le courant en avant-côte et dans la lagune, et des pressiomètres sont installés sous le lido. Le dispositif comprend également une station météo. Toutes les données sont acheminées vers un PC dans un local à proximité (env 1km) et une partie des données est poussée sur un serveur de l'OSU via une connexion GPRS ;

Intérêt

- Motivation : forte volonté de diffuser les données sans restriction ;
- Intérêt technique : gros volumes de données et en continu ; développement d'outils de visualisation et d'alertes indispensables ; transfert de données en mode « push » ; communication GPRS ;

Base de données GEK (et H+)

Description

Le SO GEK (Géodésie des Eaux Karstiques) produit de gros volumes de données physiques dans le but de comprendre la circulation hydrodynamique et le stockage de l'eau dans le Karst (principal réservoir d'eau sur le pourtour de la Méditerranée). L'essentiel des mesures sont effectuées dans le Larzac. Certaines données sont produites et stockées en continu (gravimètre supraconducteur), d'autres sont produites en continu sur datalogger mais stockées périodiquement (inclinométrie, pluviométrie, débit et piézométrie). Une grande partie des données du SO participent à la base de données nationale de l'ORE H+.

Intérêt

- Intérêt technique : gros volumes d'information en continu, nécessité d'outils de visualisation et d'alerte ; validation de la réutilisation des outils développés dans le cadre d'autres bases (SOLLAR & MAGOBS) ; gestion de différents niveaux de données (brutes, corrigées, traitées, validées) cf section
- Partenariat : participation à une base nationale (H+) ; développement de scripts permettant d'exporter les données en base vers une base nationale (avec son propre format d'échange) ;
- Motivation : volonté de diffuser les données sans restriction ;

d) Base de données FORAGE (et H+)

Description

La base de données FORAGE contient des données de mesures hydrogéophysiques en forage (conductivité, température, humidité, imagerie optique et acoustique, etc) dans le but d'étudier la dynamique du sous-sol (infiltration d'eau salée, mouvement de terrain, ...). Les principaux sites d'observation sont situés à Majorque, Pégairolles de l'Escalette (Hérault), Villeneuve-les-Maguelone (Hérault) et dans le Larzac. Les données sont essentiellement produites ponctuellement lors de campagnes de mesure. Des données de résistivité sont toutefois produites en continu et récupérées par la société ImaGeau, qui les met ensuite à disposition sur un site Web (avec un mécanisme d'authentification).

Intérêt

- Partenariat : participation à une base nationale (H+) ; développement de scripts permettant d'exporter les données en base vers une base nationale (avec son propre format d'échange) ;
- Motivation : volonté de diffuser les données sans restriction particulière ;
- Intérêt technique : nécessité d'outils de visualisation pour le public ; stockage de données maillées

e) Base de données TRUITES et MOUSTIQUES

Description

Les bases de données de deux Tâches d'Observation du SO « Dynamique des organismes modèles » ont été prises en charge : les bases TRUITES et MOUSTIQUES. Il s'agit pour l'essentiel de données génétiques obtenues par analyse de prélèvements effectués sur des individus en des lieux précis, constituant de petites bases initialement stockées et traitées dans des fichiers Excel. Des outils d'import et export à partir de ce format ont été réalisés.

En ce qui concerne les données de truites, la localisation des stations était relativement imprécise et ne reposait, dans la plupart des cas, sur aucune norme ou standard ; il s'agissait généralement d'une description vague du lieu (par ex : le pont à l'entrée de tel village). Dans d'autres cas, les données GPS étaient connues

mais pas le cours d'eau concerné. Nous avons donc procédé à une conversion de la localisation des stations en nous appuyant sur la base de données Carthage de l'IGN, qui est mise à disposition par le Sandre (Service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau) et codifie l'ensemble du réseau hydrographique en France. Un outil a également été développé à cette fin : il permet, à partir d'un point GPS ou navigation sur une carte de France, de retrouver l'ensemble des cours d'eau à proximité et le code Carthage correspondant (cf. section xxx).

Intérêt

- Technique : prise en charge de petites bases ; import et export de données depuis/vers des fichiers Excel ; données génétiques ; développement d'outil webmapping d'aide à la saisie et de visualisation des données (cf. xxxx) ;
- Support : le SO dispose de peu de soutien propre en bases de données et les tâches d'observation fonctionnent avec peu de moyens. Il leur est par conséquent difficile d'investir dans la réalisation de bases de données interopérables.

f) Base de données CARNOULES

Description

La base de données CARNOULES contient des données de mesures physico-chimiques ponctuelles pour l'étude de la pollution en aval de l'ancien site minier de Carnoulès (Gard), données initialement stockées dans des fichiers Excel.

Cette base a été prise en charge dans le but de tester l'application d'un schéma de base de données d'observations développé dans le cadre de la base de données MEDYCYSS et se voulant générique (les deux SO se situent à HydroSciences Montpellier).

Le schéma a été appliqué aux données de Carnoulès et adapté pour inclure la possibilité de spécifier une période de rétention des données : pour une même série chronologique, une partie des données peut être diffusée au grand public tandis qu'une autre (les données plus récentes) ne le sont pas. Ces modifications ont été répercutées sur la base de données MEDYCYSS.

Des scripts d'import et d'export des données depuis/vers Excel ont été développés. Enfin, l'interface Web de consultation du Système d'Information MEDYCYSS a été partiellement répliquée pour la base de données CARNOULES, et un module de consultation multi-critères a été développé.

L'approche consistant à dupliquer le schéma suppose un environnement Windows (celui de MEDYCYSS) et repose sur le SGBD propriétaire SQL Server. Bien que cet environnement soit éloigné de celui choisi par l'OSU (Linux/PostgreSQL), l'expérience a montré une certaine adéquation du schéma pour des données d'observation.

Intérêts

- Intérêt technique : Démontrer la réutilisation d'une approche déjà existante ; développement d'outils d'import/export Excel.

g) Base de données MEDIMEER

Description

La base de données MEDIMEER contient des données de mesures physico-chimiques (salinité, conductivité, concentration/saturation en oxygène et chlorophylle, données météo, ...) produites par la plateforme MEDIMEER à la SMEL (Station méditerranéenne de l'environnement littoral à Sète). Les données sont stockées sur un datalogger accessible sur le réseau de manière standard (http/html). Les données sont récupérées périodiquement (toutes les heures) pour être insérées en base. Elle sont visualisables via des graphiques dynamiques (cf. xxx) et des mails d'alertes sont envoyés en cas de problèmes détectés.

Intérêts

- Récupération automatique de données depuis un datalogger accessible sur internet ;
- Valider la réutilisation des outils d'alerte et de visualisation développés dans le cadre des SO LTC et GEK ;
- Pallier le manque de support informatique pour la constitution de base de données au sein de la plateforme ;

3. Développement d'outils

La constitution de bases de données est la plupart du temps l'occasion de développer des outils tournant autour de la donnée. Ces outils sont développés avec une perspective de réutilisation, permettant ainsi la mutualisation des moyens.

a) Outils de visualisation de graphiques dynamiques

Un outil de consultation a été développé sous la forme de graphes dynamiques consultables sur une page Web. Il repose sur la technologie javascript, permettant ainsi une grande interaction avec l'utilisateur, notamment via la librairie graphique dygraph (ref). Cette librairie est très bien adaptée au besoin de visualisation de séries temporelles (qu'elle vise spécifiquement) par sa capacité à prendre en charge de gros volumes de données, une très bonne gestion des axes temporels et des outils de navigation (zoom, défilement).

L'outil a été développé afin d'être le plus générique possible et de pouvoir être réutilisé pour différents lots de données. Les descriptions des données à visualiser sont ainsi stockées de manière structurée dans une base de données, et les graphes sont générés automatiquement à partir de ces descriptions.

Les différents graphes sont synchronisés dans le temps (y compris lors de la navigation) et peuvent être réorganisés, permettant ainsi de croiser facilement les données.

L'outil permet enfin de générer une url contenant les paramètres de visualisation (périodes, données à afficher, ...), ce qui permet ultérieurement de reproduire les mêmes graphes avec les mêmes paramètres. Cette URL pourra typiquement être utilisée dans des échanges directs (mail, messagerie instantanée) ou insérée dans un document (publication, site web, rapport scientifique, synthèse, ...).



Figure 1 Outil de visualisation de graphiques dynamiques

b) Outil de visualisation de graphiques statiques

Lorsque la propriété intellectuelle des données doit être préservées l'outil de visualisation de graphiques dynamiques ne peut pas être utilisé car les données sont envoyées au navigateur pour qu'il construise et

affiche les graphes (un utilisateur malveillant pourrait assez facilement récupérer l'ensemble des données). Des représentations graphiques peuvent néanmoins être proposées mais sous la forme d'images, comme cela a été fait pour la visualisation publique de données de Houle provenant de la DREAL. La génération d'image est cependant très consommatrice et le délai de présentation peut être relativement long lorsque plusieurs graphiques doivent être générés. Pour pallier cela, nous avons mis au point un système de pré-génération des graphiques et utilisé la fonction de cache du Framework CodeIgniter. Cette pré-génération est effectuée automatiquement et régulièrement de manière à ce que les graphiques soient toujours à jour. Les pages de graphiques peuvent alors être chargées immédiatement.

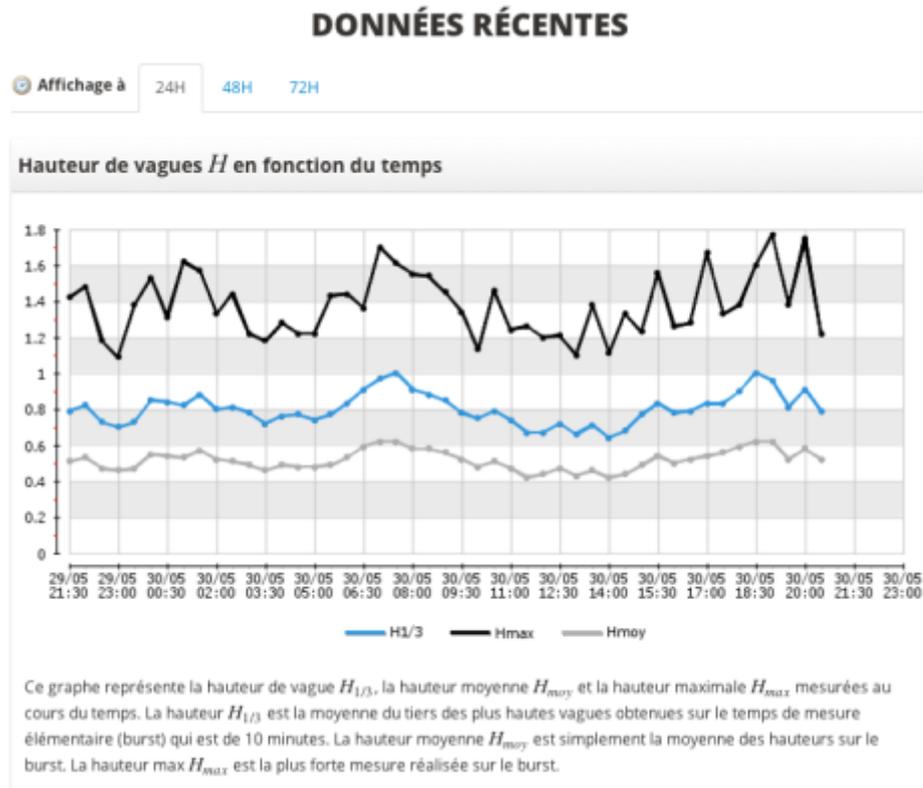


Figure 2 outil de visualisation de graphiques statiques (pré-génération des graphes)

c) Outils de visualisation cartographiques

Un serveur de données cartographiques (Geoserver) a été installé. Il permet de diffuser des données dans le respect des standards de l'OGC (WMS, WFS, ...) notamment imposés par la directive européenne INSPIRE.

Des outils ont été développés sur cette base, notamment une carte dynamique et interactive de visualisation d'informations concernant les études génétiques de la base de données TRUITES. Cette carte permet de visualiser l'ensemble des stations où des échantillons ont été prélevés, avec des filtres de recherche sur l'étude, le type de station, ou le bassin versant concerné (en s'appuyant sur des données d'affluence et confluence provenant du Sandre).

Afin de bien situer les études, la carte intègre une représentation vectorielle des cours et plans d'eau issus de la base de donnée Carthage®. Cette représentation est constituée de plusieurs couches qui s'affichent en fonction du niveau de zoom, approche qui permet de ne pas surcharger inutilement le serveur et le poste client en affichant uniquement les détails utiles.

L'outil permet de récupérer les informations liées à chaque station, comme le cours d'eau concerné, la liste des études relatives avec leurs sponsors et (à terme) le document pdf des résultats de l'étude.

Visualisation des données

Cliquez sur la carte pour obtenir les caractéristiques des objets.



Figure 3 Outil de visualisation de données (analyses génétiques de truites)

d) Outils d'aide à la saisie cartographique

Les études d'analyses génétiques de truites sont généralement effectuées sur une entité hydrographique spécifique. La base de donnée contient donc cette information qui a été normalisée en utilisant les identifiants de la base de données Carthage®. Cette normalisation augmente la qualité de la donnée en levant toute ambiguïté sur le lieu d'étude et en permettant, à terme, le croisement spatio-temporel avec d'autres données. Afin que ces identifiants soient utilisés lors des prochaines études, un outil cartographique a été développé afin de trouver rapidement ces identifiants. L'utilisateur peut spécifier le lieu de l'étude soit en zoomant et cliquant sur la carte, soit en spécifiant les coordonnées géographiques d'une station dans le référentiel de son choix (GPS, Lambert 93, Lambert II). La liste des entités hydrographiques concernées est ensuite retournée avec, pour chaque entité, son identifiant et un lien vers la fiche Sandre contenant notamment les informations d'affluence et de confluence.

Recherche d'entité hydrographique dans la BD Carthage

Cet outil permet d'identifier des cours d'eau ou des plans d'eau dans la BD Carthage.

Sélectionnez une entité hydrographique, ou saisissez des coordonnées pour obtenir les entités hydrographiques les plus proches dans un rayon donné.

RIVERS	
NAME	CODE
Le Rieu Massel	Y3400580

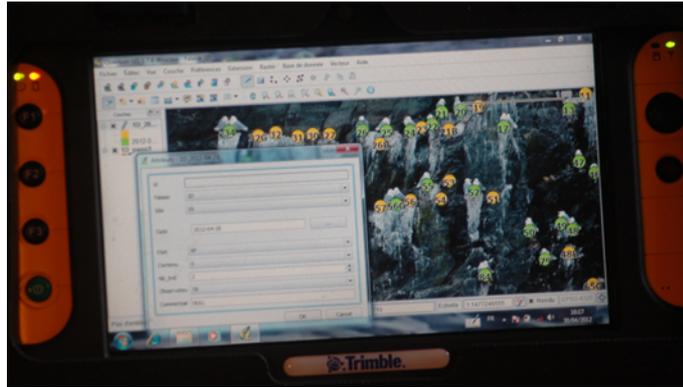
Les informations fournies pour les entités hydrographiques sont :

- nom de l'entité dans la BD Carthage
- code national de l'entité dans la BD Carthage (correspond au champ CODE_HYDRO de la couche COURS_D_EAU pour les cours d'eau, et au champ C_ENT_SURF de la couche HYDROGRAPHIE_SURFACIQUE pour les plans d'eau)

Figure 4 Outil d'aide à la saisie : recherche des codes hydrographiques (base de données Carthage et Sandre)

e) Outil d'aide à la saisie sur le terrain: carnet de terrain électronique

Une réflexion a été menée sur l'utilisation et le développement d'aides à la saisie de données sur le terrain pour des programmes nécessitant de faire des relevés manuels et/ou des observations *in situ*. Pour permettre la saisie de données spatialisées sur le terrain, un carnet de terrain électronique a notamment été développé pour le cas du suivi de populations reproductrices d'un oiseau marin, la Mouette tridactyle. La combinaison d'un système SIG (dans lequel sont répertoriés tous les sites potentiels de reproduction; Figure 5) à une base de données a permis de proposer un système de saisie performant sur le terrain qui peut être adaptable à diverses situations comparables, notamment lorsque qu'une série de sites de reproduction doivent être visités d'une façon systématique. La solution logicielle utilisée (QGIS) permet une grande flexibilité sans contrainte d'achat. La solution matérielle utilisée (YUMA de TRIMBLE) permet de travailler dans des conditions de terrain contraignantes (froid, chaud, humidité, soleil). [Des formulaires ont été préalablement créés de manière à minimiser le temps passé à saisir toutes les informations désirées dans les tables attributaires.](#)



Carnet de terrain électronique intégrant la cartographie des sites de reproduction (falaises verticales), permettant une saisie *in situ* des données

f) Outils d'import / export de données

(1) Format Excel

Le format de fichier Excel est largement utilisé par les producteurs de données et par les chercheurs lorsqu'il s'agit de petites bases de données. Ce format est utilisé à la fois pour le stockage, pour la visualisation et pour l'analyse des données.

Pour de multiples raisons, nous préconisons toutefois que les données soient généralement stockées dans des bases de données relationnelles.

Néanmoins, afin de perturber le moins possible les habitudes de travail des producteurs de données, nous avons étudié la possibilité d'importer des données directement depuis des fichiers Excel.

Fort heureusement beaucoup de langages de programmation (comme perl, python, R) intègrent à la fois des bibliothèques permettant d'importer/exporter l'information des fichiers Excel et des bibliothèques pour importer/exporter ces données dans des bases relationnelles. Il est donc possible d'établir un pont entre ces deux formats de stockage à condition que la structuration dans le fichier Excel ne soit pas trop complexe et que les utilisateurs préservent dans le temps cette même structuration (il peut être demandé dans certains cas de modifier légèrement la structuration).

Dans le cadre des bases de données TRUITES et CARNOULES, des outils ont été mis en place pour permettre aux utilisateurs de soumettre un nouveau jeu de données ou une nouvelle version de leurs données via une interface Web. Des scripts R permettent de valider les jeux de données et de les insérer en base. Dans le cas de la base de données METEO, ce sont des scripts Perl qui récupèrent des données depuis des fichiers Excel (qui ont été déposés sur un site FTP) avant de les insérer en base.

(2) Formats texte

De nombreuses bases de données sont constituées d'une arborescence de fichiers. Il s'agit la plupart du temps de fichiers texte dans des formats stables bien définis. Ces formats sont pris en compte par des outils de visualisation et d'analyse et des programmes de modélisation. Tout comme pour les fichiers Excel nous préconisons que ces données soient généralement mises en bases relationnelles (notamment afin de pouvoir croiser facilement ces données) mais nous devons préserver le format original seul compatible avec les outils et programmes.

Des outils d'import et export ont donc été développés sur le même mode que pour les fichiers Excel, le format texte facilitant cependant ce travail. Le langage Perl s'avère dans ce cas-là fort adapté puisqu'il offre à la fois des bibliothèques orientées réseau (permettant typiquement d'aller chercher des fichiers sur un site ftp), des outils de parsing avancés et des bibliothèques d'accès à des bases relationnelles.

(3) Import continu de données

Certains services d'observation produisent des données en continu, qui doivent être mises à disposition immédiatement. Il est donc nécessaire dans ce cas de mettre en place des processus d'insertion automatique des données. Nous avons mis en œuvre deux types de communication :

- communication de type « push » : les données sont poussées par la source vers la base de données. C'est le cas par exemple de données envoyées par gprs. Un petit programme au niveau de la source se connecte, via un modem GPRS, sur un serveur accessible sur internet. Une fois connecté, le serveur attend qu'on lui envoie les données et les met immédiatement en base. Cette approche a l'avantage de mettre les données en base dès qu'elles sont produites mais nécessite d'adapter le système d'acquisition pour qu'il ait un comportement actif (il doit se connecter de lui-même sur le serveur). Elle est mise en œuvre dans le cadre de la base de données MAGOBS. Un PC sous Windows recueille les données et en envoie une partie via une connexion GPRS. Il se connecte sur un script serveur écrit en perl, qui, une fois les données reçues, les insère dans la base MAGOBS.
- Communication de type « pull » : les données sont déposées par la source sur un espace de stockage (typiquement un serveur FTP). Des scripts de rapatriement peuvent être exécutés périodiquement ou déclenchés manuellement par un utilisateur via une interface web. Ils déterminent les nouvelles données et les insèrent en base. Cette approche a l'avantage de ne rien nécessiter de particulier au niveau de la source mais présente l'inconvénient, dans le cas d'une exécution manuelle, que les données ne soient pas disponibles immédiatement (le délai étant déterminé par la période d'exécution des scripts). Cette approche est mise en œuvre dans le cadre des bases de données SOLLAR et GEK. Un script Perl est régulièrement exécuté pour aller chercher des nouvelles données sur un site FTP puis ces données sont insérées en base (en Perl dans un cas, en R dans l'autre).

(4) Export de données vers une autre base de données

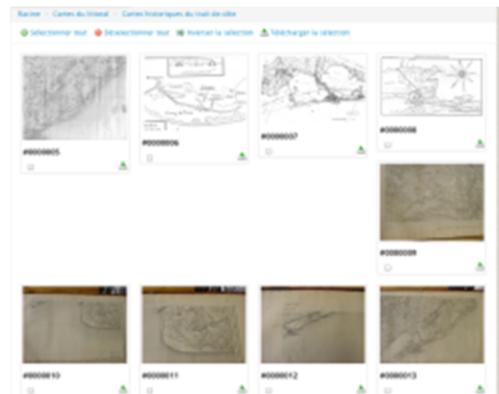
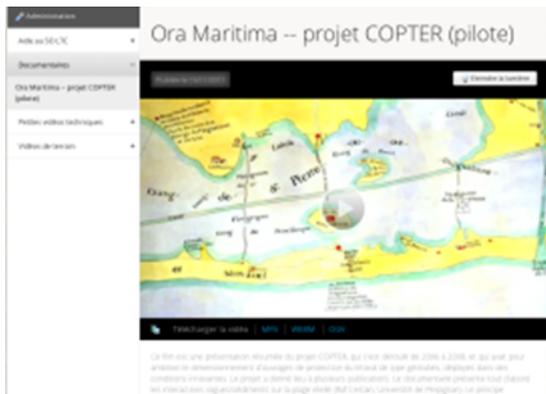
Les données des bases GEK et FORAGE devant être fournies à l'ORE H+, des outils d'export automatique ont été mis en place. Ils consistent en des scripts R qui extraient les données à exporter, les formatent selon les modèles imposés par H+, les déposent sur le serveur FTP de H+ et communiquent avec le site web H+ pour valider et insérer les données dans la base de données H+. Les scripts s'appuient notamment sur des informations stockées en base permettant l'interopérabilité entre les bases de données OSU et H+ (correspondances entre les paramètres mesurés, les unités, etc).

Ces développements permettent d'automatiser une tâche fastidieuse (notamment pour les données en continu), d'éviter les erreurs de traitement manuel et de garantir la reproductibilité des données exportées.

g) Outils multimédia

Avec l'avènement des appareils numériques (photo et vidéo) les données multimédia sont de plus en plus utilisées en observation. Il est donc intéressant d'offrir des outils pour administrer et présenter ce type d'information. Deux outils ont donc été développés pour gérer l'un des bibliothèques de photos, l'autre des bibliothèques de vidéos. Ces outils offrent une interface d'administration et une interface de navigation et visualisation. Les formats les plus courants sont pris en charge :

- pour les photos : png, jpeg, gif et archive zip de ces trois formats ;
- pour les vidéos : Webm, Ogv et HD (divx, mkv, ...)



Outils de visualisation de vidéos et de photos

h) Outils de surveillance

Dans le cas d'un système d'observation en continu, il peut être intéressant de détecter les problèmes d'acquisition. Au plus tôt le problème sera détecté, au plus tôt il sera corrigé et la panne évitée. Dans ce but nous avons mis en place un outil simple de surveillance sur la base des données qui sont insérées dans les bases de données. Cet outil est écrit en Perl et est facilement réutilisable (écrit sous la forme d'un module Perl).

Il permet de définir des limites dans le temps pour lesquelles une donnée doit être renseignée. Un prédicat peut être défini de manière à vérifier une condition. On peut donc ainsi détecter l'absence totale de données d'un certain type (pas de prédicat) ou bien lorsqu'un seuil est dépassé (par exemple une température trop élevée pour un instrument). Les scripts de vérification sont exécutés régulièrement et dès qu'une limite est dépassée, un mail d'avertissement est envoyé à une liste de destinataires prédéfinie.

De : oreme-noreply@univ-montp2.fr
 Objet : ** ALERTE: Données GRAVI
 Date : 6 mai 2013 11:19:45 HAEC
 À : Olivier Lobry , Juliette Fabre , Nicolas Le Moigne

Me

*** RAPPEL : Delai depasse pour les verifications suivantes :

Site	Name	Derniere date (UTC)	Duree	Limite
lajasse	Gravi supra	2013-05-04 11:07:17	1 day 22:11:45	1 hour
lajasse	Gravi supra Temp OK	2013-05-04 11:07:17	1 day 22:12:04	1 hour

Figure 6 Courriel d'alerte envoyé automatiquement en cas d'absence de données ou dépassement de seuil

D'autres scripts d'alertes, moins génériques cette fois, ont aussi été développés en Perl afin de détecter des problèmes de format ou d'incohérence dans les données (par exemple petits trous de données ou désynchronisation d'horloges dans le cas du gravimètre supraconducteur).

Les scripts d'insertion de données (en Perl ou en R) intègrent eux aussi un ensemble de vérifications de formatage des données et de cohérence et envoient des courriels lorsqu'ils détectent des problèmes.

Toutes ces vérifications permettent donc d'avertir au plus tôt de problèmes dans l'acquisition des données, et facilitent le travail des validateurs de données. Ils améliorent ainsi la qualité et donc la pérennité des données.

4. Réflexion & veille

Au delà du stockage pérenne, de la constitution de bases de données et du développement d'outils de diffusion et valorisation des données, l'observatoire consacre une partie de son temps à mener des activités de réflexions et de veille.

Les deux thèmes qui ont été le plus abordés sont les suivants :

- Les carnets de terrain électronique : une personne spécialiste de l'utilisation d'outils nomades pour l'observation sur le terrain (Onésime Prud'homme) a été recrutée pendant 5 mois en 2012. Son travail a consisté en une enquête auprès de différents SO et TO afin de bien comprendre leurs besoins et contraintes de chacun, qui s'avère particulièrement variés. Cette enquête a permis d'élaborer un document de veille concernant à la fois les équipements et les logiciels disponibles et un document de recommandation afin de guider les observateurs dans le choix d'une solution adaptée à son contexte. Une expérimentation a également été menée afin de valider ces choix.
- Les méta-données : il s'agit d'un aspect important étant donnée l'importance de rendre les données visibles, la variété des observations effectuées au sein de l'observatoire dans la mesure et la multiplicité de standards et normes qui sont disponibles. L'OSU participe à des séminaires qui traitent de la question et a organisé un séminaire sur le sujet.

VII-C. Ateliers projectifs sur l'association du LUPM

1. Axe recherche

L'association du LUPM à l'OSU OREME permettrait le rapprochement de communautés scientifiques aux thématiques de recherche parfois connexes et partageant des intérêts, des méthodes ou des cultures communes. Ce rapprochement se dessine plus particulièrement sur les approches théoriques en astrochimie d'une part, et en minéralogie/géochimie de la Terre profonde d'autre part, sur un intérêt commun pour les techniques permettant l'observation de l'atmosphère, sur le développement d'instrumentation scientifique, sur les approches de modélisation en (magnéto)hydrodynamique, et sur les méthodes de calcul et l'utilisation de ressources dédiées.

§Les travaux qui sont conduits en astrochimie au sein de l'UMR LUPM proposent l'étude de la formation des molécules complexes (par ex. acides aminés) par les méthodes de la chimie théorique. Ces travaux se positionnent ainsi en amont des observables telles que météorites étudiées dans l'UMR Géosciences Montpellier (GM). Un point de convergence important pourrait néanmoins concerner les travaux théoriques réalisés à GM sur les phases minérales en conditions extrêmes, par les méthodes ab initio de la modélisation à l'échelle atomique. L'expertise essentiellement théorique détenue au LUPM et les démarches plus expérimentales des travaux de géochimie et de cosmochimie menés dans GM bénéficieraient donc potentiellement d'une interaction optimisée au sein de l'OSU.

§Partageant une même culture d'observation, le LUPM et les unités de l'OSU se retrouvent sur l'observation et la caractérisation de l'atmosphère et sur les instrumentations (LIDAR) ou les expériences spatiales (ex. nanosatellite) pouvant être développées sur l'UM2 (par ex. en collaboration avec EEA) pour servir des applications d'astroparticules ou de climatologie. Le LUPM et les unités de l'OSU étant fortement impliqués dans le développement en instrumentation scientifique, une collaboration technique et instrumentale dans le cadre de l'OSU permettrait la réalisation de systèmes technologiques bénéficiant d'une synergie entre savoir-faire et moyens (logiciel, électronique, mécanique, etc...).

§Des approches communes pour la modélisation d'environnements stellaires (convection - vent stellaire - choc) ou d'intérieurs et d'atmosphères planétaires (convection du manteau - écoulements - courants) semblent exister sur des (besoins de) codes de (magnéto)hydrodynamique, voire des couplages entre processus hydro et réactions chimiques, ou entre convection et transfert de chaleur radiatif, pour lesquels les modèles de Terre interne pourraient bénéficier à moyen-long terme de l'expérience des astrophysiciens.

§Sur les méthodes de calcul, une forte convergence d'intérêt et de pratique commune se dessine entre LUPM et GM sur les approches de Monte Carlo et les problèmes d'inversion. LUPM et GM partageant un fort intérêt pour le calcul numérique nécessitant d'importantes ressources informatiques, en local ou à l'oeuvre via des centres de calcul, pourraient joindre leurs efforts (développement, orientation vers le calcul parallèle). De plus, le LUPM étant un noeud de FranceGrille, et de fait un point d'entrée à l'ensemble de cette Très Grande Infrastructure, les partenaires dans l'OSU bénéficieraient d'un accès privilégié à ces ressources en calcul distribué.

2. Axe SI et bases de données

L'association du LUPM et de l'OSU OREME présenterait un intérêt en ce qui concerne les activités d'ingénierie et de gestion des bases de données (au sens large). Tout d'abord, elle impliquerait un

accroissement du personnel travaillant sur cette thématique et, par là, l'accroissement du réseau métier local à l'OSU. La contribution du LUPM aux outils et services de l'observatoire virtuel (OV, dont l'objectif est la mise en relation et l'interopérabilité des données astrophysiques et services associés) pourrait apporter une forte expertise quant à la participation à des systèmes distribués de bases de données interopérables à une dimension internationale. Plus particulièrement, le LUPM a travaillé activement sur les standards des données (théoriques) permettant, dans l'OV, leur interopérabilité, notamment sur les thématiques « sémantique » (catalogage des données) et « protocole » (échange de données entre systèmes). Il est à noter que cet objectif d'interopérabilité via la mise en place de standards est commun à d'autres systèmes internationaux auxquels l'OSU s'intéresse, comme l'Open Geospatial Consortium (OGC) pour les données géospatiales et le catalogage, et le LTER pour les données écologiques. Il ne fait aucun doute qu'un rapprochement de ces communautés, et par là, l'échange d'expérience, ne peut être que bénéfique.

Au-delà, le LUPM et l'OSU travaillent chacun de leur côté sur des aspects workflow (gestion des flux de données entre les bases et les modèles numériques), diffusion et visualisation de l'information (représentation graphique, outils d'analyse), constitution de bases de données (modélisation, optimisation, scripts d'acquisition et d'export de données, ...), gestion de données calculées (produites par les modèles). Une mise en commun de ces savoirs et expériences ne peut également être que bénéfique. Notons enfin les activités de gestion d'infrastructure pour le calcul scientifique menées au LUPM par la mise en place d'une grappe de machines et l'appartenance à une grille de calcul internationale et qui présentent un intérêt au niveau de l'OSU (exploitation de gros volumes de données par les modèles numériques).

3. Axe communication

Le LUPM compte parmi ses personnels une chargée de communication à temps plein (AI BAP F CNRS). L'association de ce laboratoire représentera pour l'OSU-OREME l'opportunité de communiquer sur des actions transverses.

Le nouvel OSU-OREME, placé sous la tutelle du CNRS (INSU et INEE), de l'UM2 et de l'IRD, couvrira les grandes thématiques scientifiques des sciences de la Terre, de l'eau et de l'espace avec pour objectifs :

- l'observation du milieu naturel : toutes les recherches menées au sein de cet OSU utilisent des systèmes complexes, intégrant le lien données/modèles
- développement de microsattellites : lieu de développement de la transdisciplinarité et partage de solutions innovantes pour une meilleure observation de la Terre et de l'Univers
- les échelles de temps : du très petit au très grand, explorer du temps court (le vivant) au temps long (le cosmos), et ses emboîtements
- la valorisation du territoire méditerranéen : là où se situe l'observatoire et lieu d'ancrage de ses laboratoires

Les actions de communication transverses qui s'inscriront dans ce cadre pourront être coordonnées par la chargée de communication du LUPM, en lien avec le réseau des correspondants communication dans les laboratoires de l'OSU. La communication vers le grand public, les étudiants et les personnels est déjà identifiée comme des chantiers communs.