



Chantier Méditerranée

LE PROJET

« CHANTIER MÉDITERRANÉE »

**SYNTHÈSE DES JOURNÉES D'AIX-EN-PROVENCE
3 - 5 novembre 2008**

**Organisées par l'Institut National des Sciences de l'Univers du CNRS
par délégation du
Comité Inter Organismes Environnement (CIOE)**

Ont élaboré ce document

Gilles Bergametti et Michel Vauclin

avec la participation de

Éric Brun, Laurent Carozza, Jean-Marie Flaud, Brigitte Marin, Herlé Mercier, André Monaco,
Jean-Luc Redelsperger, Étienne Ruellan

et les contributions des animateurs d'Ateliers

Jean-Yves Bottero, Isabelle Braud, Jean-François Cadiou, Philippe Carlevan,
Pierre Chevallier, Daniel Cossa, Guy Delrieu, Laurence Fleury, Hervé Gazel,
Didier Grangeon, Serge Heussner, Élisabeth Kohler, Thierry Lebel, Louis Legendre,
Fauzi Mantoura, Behzad Mostajir, Vincent-Henri Peuch, Serge Rambal, François Ravetta,
Alexis Rigo, François Roure, Pierre Soler, Samuel Somot, Jean-Pierre Suc, Didier Tanré,
Éric Vindimian

ainsi que des coordinateurs de Programmes Spécifiques

G. Chehbouni, P. Drobinski, V. Ducrocq, F. Dulac, X. Durrieu de Madron, C. Guieu, J. Guiot,
L. Jolivet, J.-C. Menaut, R. Sempéré, M.-A. Sicre, M. Troussellier, M. Volz

Secrétariat de rédaction

Dominique Armand

Remerciements

Le Comité des « sages » exprime sa gratitude à l'ensemble des acteurs (conférenciers invités, oratrices et orateurs, animateurs des ateliers, présidences des sessions, auditeurs) pour l'intérêt et la mobilisation dont ils ont fait preuve tout au long de ces trois journées aixoises.

Il les prie de bien vouloir excuser par avance les inexactitudes et les erreurs d'interprétation qu'il aurait pu commettre dans le document de synthèse.

Il exprime également ses remerciements aux personnes de l'INSU et de la MMSH pour la parfaite organisation des Journées du Chantier Méditerranée

Sommaire

| | |
|--|----|
| Recommandations | 4 |
| Prolégomènes | 8 |
| Objectifs du chantier | 9 |
| Structuration scientifique | 11 |
| Questions scientifiques transverses | 12 |
| • Les interactions Homme – Climat – Environnement et l'évolution du milieu méditerranéen | 12 |
| • Les pressions anthropiques et leurs impacts sur le milieu méditerranéen | 13 |
| • Le devenir de la biodiversité méditerranéenne | 15 |
| • Les zones côtières : lieu d'échanges et de vie | 16 |
| • Les risques naturels en Méditerranée dans un contexte de changement global et de pression anthropique croissante | 18 |
| • La Méditerranée : son rôle sur le climat dans les régions du Nord et du Sud du bassin | 19 |
| • L'évaluation et la gestion raisonnée des ressources dans le bassin méditerranéen | 21 |
| Moyens à mettre en œuvre | 23 |
| • La stratégie d'observation et le phasage temporel | 23 |
| • La stratégie de modélisation et le couplage à l'observation | 25 |
| • L'organisation des bases de données | 27 |
| • Le développement du partenariat international autour du Chantier Méditerranée | 29 |
| Organisation | 30 |
| Quelques réflexions à poursuivre | 31 |

Annexes

| | |
|---|----|
| Annexe 1 : Le programme des Journées d'Aix-en-Provence | 32 |
| Annexe 2 : Les programmes spécifiques | 36 |
| • HyMeX : Hydrological cycle in the Mediterranean experiment | 36 |
| • MERMeX : Marine Ecosystems Response in the Mediterranean eXperiment | 39 |
| • ChArMeX : Chemistry-Aerosol Mediterranean eXperiment | 42 |
| • TERMeX : Mediterranean Earth science eXperiment | 45 |
| • PaleoMeX : Mediterranean Paleo eXperiment | 48 |
| • SICMED : Surfaces et Interfaces Continentales MEDiterranéennes | 51 |
| • BioDivMeX : BioDiversité Méditerranéenne | 53 |
| Annexe 3 : Liste des principaux acronymes | 54 |
| Annexe 4 : Liste des participants invités | 56 |

Recommandations

Ce chapitre résume la synthèse des Journées du Chantier Méditerranée. Il dresse un inventaire non exhaustif des recommandations¹ relatives aux questions transverses, aux programmes spécifiques et aux moyens existants ou à développer qu'il conviendrait de mettre en œuvre pour atteindre les objectifs scientifiques et sociétaux du Chantier. Les grandes lignes d'une organisation opérationnelle et d'une gouvernance possible du Chantier sont également suggérées.

Quelques aspects scientifiques

Les questions scientifiques et les enjeux sociétaux de chaque programme spécifique sont dans l'ensemble bien posés et correctement décrits. Néanmoins, le degré d'avancement est différent d'un programme à l'autre, ce qui est normal, compte tenu des modalités initiales de construction du Chantier. Néanmoins, **chaque programme est invité à rédiger un « livre blanc » et à définir son plan d'implémentation aussi rapidement que possible**. De même, dès que les réflexions sur les questions transverses auront suffisamment avancés, **un livre du Chantier Méditerranée dans son ensemble** sera nécessaire en version bilingue.

Sur certaines questions scientifiques transverses, des manques sont apparus et des approfondissements de la réflexion sont nécessaires sur des sujets qui prennent un sens particulier dans le contexte méditerranéen comme :

- la formation d'eau dense et l'impact des phénomènes extrêmes ;
- les interactions entre le rayonnement, la déposition atmosphérique et les cycles biogéochimiques ;
- l'impact de l'apport des fleuves et des rivières au niveau de la zone littorale - côtière, mais aussi au large ;
- l'impact des dépôts atmosphériques ou de l'érosion éolienne sur la couche de surface des sols ;
- les similarités entre le sol et les systèmes aquatiques pélagiques (la colonne d'eau) et benthiques (le sédiment), où les flux verticaux de matière sont couplés aux cycles biogéochimiques.

Le bassin méditerranéen a fait l'objet par le passé de nombreux programmes, le plus souvent disciplinaires, tant au niveau national qu'europpéen. Il est indispensable de les lister (*liste à établir par le bureau de projet*) et plus encore d'en tirer un **retour d'expérience** qui sera fort utile pour construire au mieux les programmes du Chantier.

La **définition exacte du domaine géographique et de ses limites** demande à être clarifiée pour chaque programme spécifique : Méditerranée occidentale dans un premier temps puis son extension au bassin oriental ? La réponse à cette question n'est pas anodine, dans la mesure où elle sera susceptible d'impacter les actions programmatiques et les collaborations internationales, les objectifs en matière de fermeture des bilans de masse et d'énergie et le développement de modèles climatiques à haute résolution.

Un important challenge commun aux différents programmes spécifiques réside en la capacité des communautés à décrire, comprendre et modéliser le milieu méditerranéen comme un système régional fortement couplé, où les différentes composantes du système Terre sont en interaction à hautes résolutions spatiale et temporelle. Pour le relever, de nouvelles approches méthodologiques sont à mettre en œuvre, voire à inventer. En conséquence, **les travaux visant à développer des stratégies permettant ces couplages doivent être engagés rapidement**.

Les interactions climat – environnement sont dans l'ensemble bien mieux appréhendées dans les programmes spécifiques que les interactions avec l'homme, lesquelles sont pourtant essentielles pour étudier l'adaptabilité, la vulnérabilité, l'habitabilité et les politiques d'aménagement de l'aire méditerranéenne. Il est suggéré de **passer les programmes existants au crible de cette dimension « humaine »**.

L'**histoire de l'environnement méditerranéen** au sens large (celle des sociétés aussi bien que des techniques, des migrations ou des paysages) semble impacter la plupart des thèmes transverses et même certains programmes spécifiques du Chantier. De fait, l'analyse dynamique et systémique de l'environnement

¹ D'autres propositions plus spécifiques sont déclinées tout au long du document.

méditerranéen proposée par le Chantier rend indispensable la reconstruction des trajectoires qui ont conduit à l'anthropisation des milieux et à ses conséquences, en particulier au cours des mille dernières années. Il semble donc essentiel de réfléchir à la meilleure façon de mettre en place une action sur ce thème, peut-être à l'intérieur de PaléoMeX.

Les **espaces urbanisés et la ville** constituent les grands absents actuels du Chantier Méditerranée. Les réflexions en cours, portant sur les aspects urbains notamment de l'hydrologie et la météorologie, de la pollution et ses impacts sur les milieux récepteurs et des risques naturels et leur gestion, doivent être vivement encouragées.

Il est essentiel de considérer les **zones côtières** (vues comme un continuum avec les bassins versants) avec toute l'attention qu'elles méritent. Un dialogue entre la communauté scientifique et les acteurs des enjeux sociétaux doit être instauré au sein du Chantier Méditerranée.

Il est apparu également nécessaire d'incorporer dans le Chantier **l'impact de la pêche et de l'aquaculture** sur les ressources et la biodiversité ainsi que sur le benthos marin profond.

Quelques aspects sur les moyens à mettre en œuvre

La plupart des besoins en **moyens lourds nécessaires à la réalisation des SOP²** sont bien identifiés et aucun point bloquant sur la disponibilité de ces moyens n'a été mentionné à l'horizon 2011. En revanche, leur mise en œuvre nécessitera une planification rigoureuse et des moyens financiers importants.

Concernant le **phasage temporel des SOP**, une concertation entre les programmes spécifiques et entre ces programmes et la future structure de coordination du Chantier Méditerranée s'avère indispensable à court terme : phasage en deux temps ou nécessité d'une continuité sur au moins deux cycles annuels ? Ceci doit être assez rapidement dimensionné en raison de l'impact sur la planification des programmes spécifiques.

Les notions de **LOP³ et EOP⁴**, dès lors qu'elles sont pertinentes pour certains programmes spécifiques, demandent à être précisées en termes d'objectifs, durée, sites, variables à monitorer, etc.

Il est recommandé d'établir le plus rapidement possible une **concertation interprogramme** sur le choix des sites à instrumenter sur la zone méditerranéenne [super sites, gradients majeurs (aridité vs humidité, naturel vs anthropisé), transects au nord et au sud de la Méditerranée...] avec le souci de privilégier, dans la mesure du possible, les colocalisations, la continuité temporelle des observations et les implantations « multithématiques » et « multirisques », afin de faciliter la mise en œuvre des besoins logistiques correspondants et d'éviter une trop grande dispersion des ressources humaines.

Nombre de programmes spécifiques, en particulier ceux à forte composante géophysique au sens large, ont déjà des **stratégies de modélisation assez bien élaborées**, le plus souvent directement tirées de l'expérience acquise durant AMMA, en ce qui concerne les emboîtements d'échelles d'espace et de temps, voire les couplages entre modèles traitant différents milieux. Cette stratégie reste bien sûr à affiner et à adapter aux spécificités de la zone méditerranéenne, mais les grandes lignes de mise en œuvre sont définies et les outils disponibles et souvent qualifiés.

Les aspects concernant **les incertitudes et la sensibilité des modèles**, dont on peut penser qu'ils sont implicites dans les programmes, mériteraient néanmoins d'être plus clairement adressés. Ceci est particulièrement prégnant pour tous les aspects ayant une implication en terme de « gestion de l'environnement ».

Il est important de mettre en place, en amont des SOP, un **couplage fort entre la modélisation et les observations**, afin de bien définir les objectifs de ces SOP et de disposer d'outils de prévision. Cela favorisera également leurs analyses transversales par les différents programmes. Dans le même ordre d'idée, l'appui de

² *Short term Observation Period*

³ *Long term Observation Period*

⁴ *Enhanced Observation Period*

Centres Thématiques (ICARE, ETHER...) s'avère nécessaire pour la fourniture des produits en temps réel. Il a été relevé l'absence d'un Centre Thématique sur « l'océan biologique ».

Bien que nécessaire, la réflexion sur les **variables importantes** pour les modèles et les observables ainsi que sur la définition d'une stratégie d'échantillonnage adaptée aux échelles caractéristiques ne semble pas avoir été menée par l'ensemble des programmes. Il est urgent que ce travail soit conduit pour correctement évaluer les complémentarités, redondances et manques éventuels.

La **modélisation intégrée des questions transverses** au Chantier constitue un enjeu majeur mais aussi l'un des grands défis du Chantier, compte tenu de la diversité des thématiques concernées et de l'étendue des échelles spatio-temporelles à considérer. La stratégie expérimentale et l'optimisation de sa mise en œuvre pour la modélisation restent pour l'essentiel à définir. Il est vivement conseillé de démarrer dès que possible cette phase de réflexion en s'appuyant sur un dialogue et des échanges structurés au sein et entre les programmes.

L'intégration dans certains programmes d'une **composante sociétale, de gestion et d'aide à la décision** pose des problèmes spécifiques de modélisation qui devront être identifiés et résolus au mieux.

Le grand nombre de données existant déjà sur la zone méditerranéenne et le large spectre des programmes multidisciplinaire et multiacteurs incitent à choisir une approche distribuée et interopérable des bases de données, celles-ci relevant d'un portail commun. Dans cette optique, il apparaît prioritaire que chaque programme fasse un inventaire aussi exhaustif que possible de l'existant, en termes de données, d'outils d'accès, de normes internationales, etc. La définition d'un cahier des charges aussi précis que possible et la structuration et la mise en place d'un tel **système d'information nécessitent un travail en amont qui doit débiter le plus tôt possible.**

De plus, les informations à traiter étant spatialisées et temporalisées, multisources et multiparamètres, et devant servir *in fine* de support aux politiques publiques, un effort de réflexion transdisciplinaire est suggéré pour développer un **Système d'Informations Environnementales**.

Enfin et de façon plus générale, il est apparu nécessaire de faire un **inventaire** aussi complet que possible **de l'existant en termes de bases de données**, de métadonnées, de projets (nationaux, européens, internationaux) passés et en cours sur la zone méditerranéenne, de partenariats avec les pays du Sud, etc.

Il est suggéré de soutenir, dans le cadre du Chantier, le **développement de plates-formes d'outils analytiques, de capteurs « intelligents » et de modèles** contribuant à la structuration des programmes et *in fine* du Chantier.

Quelques besoins spécifiques ont été identifiés : la construction d'un MNT continental et marin à haute résolution, l'utilisation de gliders, l'extension de certains Services d'observation, l'homologation de sites instrumentés...

Quelques aspects stratégiques et organisationnels

Il est urgent que les organismes de recherche impliqués dans le Chantier Méditerranée envoient un message fort vers la communauté. Au stade d'avancement du projet, beaucoup d'éléments (calendrier, partenariat international, maintien de la motivation des communautés...) nécessitent de faire passer ce « projet » au statut de « programme ».

Le Chantier Méditerranée apparaît à ce jour comme une construction essentiellement « franco-française », même si plusieurs programmes spécifiques ont déjà établi leur propre réseau de collaborations. Il s'agit donc maintenant de **porter le Chantier en tant que tel au niveau international**, notamment en direction des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée. Pour cela, il semble essentiel d'établir des contacts entre représentants d'un niveau suffisamment élevé des organismes français et étrangers. Il s'agira de faire part à la communauté méditerranéenne des objectifs et finalités du Chantier Méditerranée, de son souci d'ouverture scientifique et de formation et de sa volonté de s'adapter aux problématiques d'intérêt de certains pays actuellement non prises en

Le Chantier Méditerranée

compte. Il est tout aussi essentiel d'essayer d'attacher le Chantier Méditerranée et certains de ses programmes spécifiques aux grands programmes internationaux (IGBP, DIVERSITAS, IHDP, WCRP, IGAC...).

Pour cette internationalisation, l'utilisation des « outils » de **l'Union pour la Méditerranée** doit, entre autres, être recherchée dans la mesure où cette dernière présente des finalités opérationnelles, tant en termes de monitoring que de soutien aux politiques publiques de remédiation. Il serait également souhaitable qu'un recensement des accords bilatéraux entre organismes français et étrangers, du pourtour méditerranéen, soit réalisé. Pour le CNRS, la DREI devrait pouvoir fournir un tel document assez rapidement.

Il est aussi essentiel de co-construire un partenariat structuré avec les communautés des SHS, en particulier pour étudier les zones urbaines et périurbaines de la bande côtière et des marges littorales et apprécier la capacité d'adaptation des populations, les migrations et la perception du risque au cours du temps.

Il semble évident que la forme que pourrait prendre la contribution des SHS au Chantier Méditerranée (Programme spécifique ?, PID ?, participation directe aux actions transverses ?...) doit être définie par ces communautés. Il importe donc de poursuivre la démarche volontariste visant à les informer largement, et à différents niveaux de responsabilité, de l'existence du Chantier et de ses enjeux.

Enfin, il est urgent de définir et de mettre en place une **organisation et une gouvernance structurées et opérationnelles du Chantier Méditerranée** prenant bien en compte le croisement entre la réalisation à court terme des programmes spécifiques et la phase d'intégration à plus long terme. Cette dernière devra être supportée à un niveau au moins équivalent à celui de la première phase, sous peine de voir s'évaporer les communautés une fois les programmes spécifiques réalisés (pour détails, voir le chapitre « Organisation »).

Suite à l'appel à idées lancé par Dominique Le Quéau en ultime conclusion aux 1^{ères} Journées du « Chantier Méditerranée », l'acronyme suivant a été suggéré :

« MISTRALS : Mediterranean Integrated Studies at Regional And Local Scales »

(Appellation d'Origine Contrôlée de Didier Tanré)

Prolégomènes

Voie de communication majeure au niveau mondial, s'appuyant sur un large « *hinterland* » européen, africain et asiatique riche de son histoire et de la diversité de ses contrastes, la « Méditerranée » est une région d'intérêt géostratégique de la plus grande importance. Dans le contexte général des changements globaux qui déstabilisent notre planète, l'aire méditerranéenne est aujourd'hui affectée par des évolutions de toutes natures - géophysiques, climatiques, démographiques, écologiques... - susceptibles d'entraîner, à court terme, une forte dégradation de son habitabilité. Par le passé déjà, et sur des périodes de temps pouvant aller jusqu'à l'échelle séculaire⁵, de tels changements « globaux » ont significativement affecté les conditions économiques et sociopolitiques de cette région, parfois de manière positive, parfois de manière négative.

Du fait de son positionnement à la transition entre deux régimes climatiques et de sa structure géographique, l'aire méditerranéenne est caractérisée par une alternance saisonnière contrastée et est particulièrement vulnérable aux impacts régionaux du changement climatique. De petite taille au niveau planétaire, constituée d'un bassin océanique quasiment fermé avec une orographie marquée sur son pourtour, cette région est sujette à des évolutions particulièrement rapides, comme la modification de la circulation marine, et à des événements extrêmes : cyclogenèses à développement rapide, phénomènes hydrométéorologiques ou éoliens intenses, et sécheresses marquées, accompagnées souvent de feux de biomasse générateurs d'une dégradation rapide des sols. Des changements irréversibles, comme l'eutrophisation des écosystèmes continentaux et marins au demeurant fortement couplés aux activités humaines, sont également à prévoir avec comme corollaire une menace sur l'accès aux ressources naturelles.

Enfin, sa position géographique fait également de l'aire méditerranéenne un « *Hot Spot* » reconnu pour la biodiversité. Dans ce domaine aussi, le changement climatique, comme l'intensification des voies de communication, induit des modifications brutales, avec le développement d'espèces invasives, susceptibles de changer radicalement et rapidement l'équilibre biologique de la région et ainsi d'en affecter les modes de vie. Face à ces modifications fortes du contexte environnemental méditerranéen, c'est la question de l'adaptabilité des écosystèmes et des sociétés humaines qui est posée.

Ce document présente successivement les objectifs et la structuration du Chantier Méditerranée, les questions scientifiques transverses (déclinées en problématique et priorités de recherche), les moyens à mettre en œuvre (stratégies d'observation et de modélisation, bases de données, internationalisation), ainsi qu'une organisation possible du Chantier.

⁵ Voir par exemple F. Braudel, J. Guilaine et P. Rouillard : « *Les mémoires de la Méditerranée* », Ed De Fallois, 416 pp., 1998.

Objectifs du chantier

Pour mesurer l'importance et la dynamique des évolutions de l'aire méditerranéenne, en prédire les impacts à toute échelle spatio-temporelle pertinente et en maîtriser les risques, et ce afin de pouvoir ensuite proposer aux décideurs et responsables politiques des mesures d'adaptation susceptibles de préserver les équilibres essentiels de cette région clé et ainsi de faire face à l'enjeu majeur que constitue son habitabilité à moyen et long termes, l'Institut national des sciences de l'Univers (INSU/CNRS) a proposé à ses partenaires nationaux⁶ la mise en place d'un grand Chantier sur dix ans (2010-2020) dédié aux mesures des variables environnementales et à leur exploitation.

Comprendre le fonctionnement d'une région aussi vaste et complexe va nécessiter de nombreuses actions de recherche, le déploiement organisé de nombreux moyens de mesure – sur terre, en mer, dans les airs et dans l'espace – ainsi que l'exploitation coordonnée de nombreux systèmes d'observation⁷ et d'outils de modélisation.

Le Chantier Méditerranée s'appuiera sur une coordination internationale des communautés scientifiques concernées.

Il devra fonctionner selon une logique temporelle multiéchelle :

- *sur le court terme* : une série de Périodes d'Observation Intensives (SOP = Short term Observation Period) de quelques semaines ou mois permettra essentiellement de réaliser des études fines de processus ; ces périodes nécessiteront le déploiement d'instruments de recherche lourds (avions, bateaux océanographiques, ballons...) selon une logique de campagne ;
- *sur le moyen terme* : des Périodes d'Observation Renforcées (EOP = Enhanced Observation Period) de quelques années, portant sur une partie du bassin méditerranéen (sous-bassins occidental, central ou oriental, régions littorales *stricto sensu*, *hinterland* proche...), permettront d'effectuer des études de bilan et de processus ; elles consisteront principalement à renforcer l'utilisation pluridisciplinaire des réseaux opérationnels de mesure et/ou des systèmes d'observation existants (e.g. DRAIX, MOOSE, OHM CV, OMERE, OSR, RESYST, ZA ORME et ZA BR) ;
- *sur le long terme* : une Longue Période d'Observation (LOP = Long term Observation Period) de 10 ans (2010-2020), étalée sur l'ensemble du bassin méditerranéen, permettra de procéder à des études de bilan et de documentation des variabilités saisonnière et interannuelle et de mettre en évidence des tendances d'évolution ; elle s'appuiera sur le développement de nouveaux services pérennes d'observation des variables environnementales, déployés en réseau sur l'aire géographique considérée, et sur la mise à disposition des observations des systèmes opérationnels et des observatoires existants renforcées par des mesures d'opportunités (e.g. observations sur navires circulant en Méditerranée).

Les données recueillies par les mesures directes ou les modélisations associées devront être réunies au fur et à mesure dans un vaste système d'information interopérable, ouvert aux acteurs de la recherche, aux responsables politiques et aux aménageurs. Dûment validé, ce système d'information pourrait constituer le « chapitre Méditerranée » du système de systèmes d'information issu de l'initiative européenne GMES. Parallèlement à la mise à disposition des données aux scientifiques, ce système pourrait être orienté sur des « pôles de services » thématiques et géographiques, destinés au développement d'indicateurs environnementaux, de cartes, de « sentinelles », d'« avertisseurs »...

Outre leur importance pour le développement des recherches, ces outils seront également des « facilitateurs » très utiles pour construire et mettre en œuvre des formations, visant à développer dans les pays concernés les métiers indispensables de l'ingénierie environnementale. Identifié comme une action de recherche prioritaire par

⁶ ANDRA, BRGM, CEA, CEMAGREF, CIRAD, CNES, IFP, IFREMER, INRA, IRD, IRSN, LCPC, Météo-France ont signé avec le CNRS et l'INSU un protocole d'accord fondant leur collaboration, au sein d'un « Comité Inter Organismes sur la Recherche en Environnement »

⁷ Le « Chantier Méditerranée » bénéficiera de la présence, ou de l'apport en données, d'un certain nombre de dispositifs d'observation pérennes, déjà existants, en mer, sur terre et dans l'air. Un satellite franco-israélien (mission VENμS) dédié à l'étude des évolutions du stress hydrique de la végétation est prévu, avec un lancement en 2010. D'autres missions programmées en 2009, comme SMOS, apporteront également de précieux renseignements sur l'humidité des sols et la salinité de la mer.

Le Chantier Méditerranée

le Grenelle de l'Environnement, le « Chantier Méditerranée » aura ainsi également pour fonction de construire des compétences dans ces domaines et de faciliter l'adoption par les décideurs de mesures d'adaptation aux changements globaux préservant l'habitabilité d'une région qui porte témoignage de l'histoire de notre civilisation.

La mise sur pied du Chantier Méditerranée a commencé depuis un an environ (voire plus pour certaines actions) par la constitution de groupes de travail destinés à proposer des programmes spécialisés, des questions clés et des systèmes d'observation et de mesure appropriés aux divers phénomènes à observer et aux divers processus à étudier : évolutions dynamiques et biogéochimiques de la mer Méditerranée, genèse des événements hydrométéorologiques intenses, évolution des sols continentaux et littoraux, cycle de l'eau, pollution chimique et aérosols atmosphériques, biodiversité, évaluation des risques tectoniques, prise en compte des impacts et des rétroactions socio-économiques des évolutions climatiques...

Ces programmes spécialisés ont pour mission de structurer le Chantier Méditerranée comme un projet : identification des priorités de recherche, des moyens nécessaires à ces études – déploiement de bateaux, d'avions, de satellites, mise en place d'observatoires pérennes, organisation de campagnes... – et des collaborations scientifiques à développer en Europe et avec les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée.

Structuration scientifique

Sept programmes scientifiques spécifiques (HyMeX, ChArMeX, MERMeX, SICMED, BioDivMeX, PaleoMeX et TERMeX) ont été élaborés ou sont en cours d'émergence, en lien avec nos partenaires européens et méditerranéens (Sud et Est).

L'intégration de ces composantes et l'optimisation des synergies entre les disciplines et les partenaires, ainsi que l'affinage des priorités de recherche et la définition d'une structuration opérationnelle adéquate, ont constitué l'objectif principal des 1^{ères} Journées du Chantier Méditerranée qui se sont déroulées à la Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme à Aix-en-Provence du 3 au 5 novembre 2008 en présence de plus de 120 chercheurs et responsables d'organismes (voir la liste des participants en annexe 4).

Ces Journées ont été structurées en 11 ateliers de travail, 7 relatifs aux questions transverses aux programmes spécifiques susceptibles de donner un sens plus fort à la mise en place d'un Chantier Méditerranée et 5 dédiés aux moyens à mettre en œuvre (observations, modélisation, bases de données, internationalisation...) pour atteindre les objectifs scientifiques et sociétaux. Certains de ces aspects ont été illustrés par des conférences invitées (voir le programme en annexe 1).

C'est ainsi qu'à ce jour, l'organisation du Chantier Méditerranée est devenue matricielle par le croisement des sept programmes spécifiques avec les sept grands enjeux sociétaux suivant :

- Les interactions Homme – Climat – Environnement et l'évolution du milieu méditerranéen
- Les pressions anthropiques et leurs impacts sur le milieu méditerranéen
- Le devenir de la biodiversité méditerranéenne
- Les zones côtières : lieu d'échanges et de vie
- Les risques naturels en Méditerranée dans un contexte de changement global et de pression anthropique croissante
- La Méditerranée : son rôle sur le climat dans les régions du Nord et du Sud du bassin
- L'évaluation et la gestion raisonnée des ressources dans le bassin méditerranéen

Ces enjeux, par nature pluridisciplinaires et trans-milieux, constituent les principales questions scientifiques transverses du Chantier (voir le Tableau des congruences).

Quant aux sept programmes spécifiques, plus disciplinaires et pour certains « mono-milieu », ils représentent les éléments opérationnels autour desquels les observations nécessaires seront réalisées et les outils de modélisation indispensables mis en œuvre.

La structuration et l'organisation opérationnelle proposées au chapitre « Organisation du Chantier Méditerranée » de ce document ont pour objectif de permettre de réaliser, dans des phasages adaptés, à la fois les objectifs propres des programmes spécifiques et l'intégration des résultats obtenus dans une logique de réponse aux questions transverses.

| | Interactions Homme/Climat Environnement | Pressions anthropiques | Devenir de la biodiversité | Zones côtières | Risques naturels | Méditerranée et Climat | Gestion raisonnée des ressources |
|------------------|---|---------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|---|
| HYMEX | xx | xx | x | x | xxx | xxx | xx |
| CHARMEX | xx | xxx | x | x | x | xxx | x |
| MERMEX | x | xx | xx | xxx | x | xx | xx |
| SICMED | xx | xx | xx | x | x | x | xx |
| BIODIVMEX | x | x | xxx | xx | x | xx | xx |
| PALEOMEX | xxx | x | xx | x | xx | xxx | x |
| TERMEX | x | x | x | xx | xxx | xx | xxx |

Tableau des congruences entre programmes spécifiques et questions transverses (le nombre de croix est proportionnel à l'apport d'un programme spécifique à une question transverse).

Questions scientifiques transverses

I - Les interactions Homme – Climat – Environnement et l'évolution du milieu méditerranéen

I.1 - La problématique

La Méditerranée est une zone géographique particulièrement habitée (au sens large du terme) et industrialisée : c'est le deuxième « *Hot Spot* » biologique de la planète et l'immense majorité de la population et des activités de transformation et de production industrielles des pays méditerranéens est concentrée sur le littoral. La Méditerranée est aussi marquée par une aridité de plus en plus importante, une gestion de l'aménagement urbain peu concertée et un manque criant de politique environnementale. De fait, l'aire méditerranéenne présente des espaces fortement anthropisés avec de nombreux caractères de vulnérabilité : vulnérabilité des côtes basses face aux effets de l'érosion marine et de l'élévation du niveau de la mer, vulnérabilité des eaux côtières face aux différents rejets urbains et industriels, vulnérabilité de la faune et de la flore marines face aux effets du chalutage et à la surexploitation de la mer, vulnérabilité des ressources en eaux continentales (renouvelables ou fossiles) face à leur surexploitation et à l'augmentation de la demande des différents secteurs, vulnérabilité des espaces urbains face aux écoulements exceptionnels de certains oueds ou aux différentes pollutions... Mises en relation avec les enjeux humains et économiques, ces vulnérabilités génèrent des risques multiples : risques de recul du trait de côte et de submersion des parties basses du littoral, risques de perte de la biodiversité du milieu marin, risques de salinisation des nappes et des sols, risques d'inondations et de crues-éclair en milieu urbain et périurbain, risques de pollution et risques sanitaires, risques sociaux et sociétaux.

Ainsi, il apparaît de façon manifeste que les problématiques que pose cet espace se prêtent à une approche de recherche transversale et pluridisciplinaire (voir le Tableau des congruences), permettant aux chercheurs de croiser leurs expériences, connaissances et savoir-faire, selon un emboîtement d'échelles, du local au méditerranéen. Cette recherche doit aussi être opérationnelle, pour répondre aux aspirations de développement social et économique des pays concernés, tout en respectant les contraintes imposées par leur environnement.

I.2 - Les priorités de recherche

Il semble indispensable qu'au sein du Chantier Méditerranée l'évolution des conditions environnementales de la zone méditerranéenne soit abordée de façon réellement dynamique.

Cela suppose :

- d'appréhender au mieux l'évolution des conditions passées caractérisant les causes et conséquences de l'évolution de l'environnement méditerranéen ;

Il y aura évidemment certaines limites à l'exploitation des observations du passé et des équivoques sont possibles quant à l'attribution des effets du changement climatique du fait de l'existence d'autres évolutions purement économiques ou politiques (e.g. mondialisation et exportation d'activités polluantes). Néanmoins, maîtriser du mieux possible les cheminements par lesquels l'état actuel de l'environnement méditerranéen est devenu ce qu'il est semble un pré requis indispensable à toute réflexion sur son évolution future, au moins pour la période historique couvrant les deux cent dernières années.

- de définir, à l'échelle locale/régionale, des scénarii possibles et spécifiques d'évolution futures des conditions environnementales et socio-économiques de la zone méditerranéenne.

Ces scénarii devront être communs entre les différentes composantes du Chantier afin de pouvoir explorer de façon aussi cohérente que possible les actions/rétroactions anthropiques concernant l'adaptabilité, la vulnérabilité, l'adaptation, l'habitabilité, la mitigation, la remédiation, les politiques d'aménagement, l'économie...

La démarche proposée est de cibler les efforts autour d'« objets » pour lesquels il paraît aujourd'hui possible d'aborder assez complètement les interactions Homme – Climat – Environnement : parmi ceux-ci, on peut citer les ressources en eau, l'usage des sols et la modification de la composition chimique du compartiment aérien. Pour ces objets, des axes de travail sont identifiés. On peut mentionner de façon non exhaustive : (i) l'aménagement urbain côtier et la gestion des risques liés à la remontée du niveau de la mer et aux déchets urbains et industriels utilisés comme remblais, (ii) les conséquences de ces aménagements sur la ressource en

eau et les conflits d'usage, ainsi que sur la qualité de l'air, et (iii) la gestion des ressources (halieutique, agricole, hydrique...) soumises au développement industriel et agricole.

Il semble pertinent de décliner ces questions de façon opérationnelle, *via* des sites de la zone méditerranéenne caractéristiques de « gradients majeurs » (aride/humide, naturel/anthropisé...). Des axes Nord-Sud d'une part (à l'Est et à l'Ouest du bassin), ainsi qu'un axe Est-Ouest (de la Turquie à l'Espagne), peuvent être envisagés pour définir les zones privilégiées susceptibles d'accueillir des super sites « multithématiques ». On peut mentionner notamment le golfe de Gabès ou la Costa Brava comme exemple de sites possibles pour l'évaluation de l'impact d'une forte anthropisation. Ce mode d'approche aurait pour intérêt de générer des solutions adaptées à chaque système étudié.

Pour ces problématiques, il sera indispensable d'agréger de nouveaux partenaires relevant du domaine des Sciences de l'Homme, en particulier dès lors qu'il s'agira d'étudier les zones urbaines et périurbaines de la bande côtière et des marges littorales. Il faudra alors mettre au point des « concepts/modèles » opératoires permettant de caractériser de façon « transverse » les impacts de l'Homme et les impacts sur l'Homme.

Par ailleurs, beaucoup des problématiques évoquées ci-dessus sont particulièrement prégnantes dans les pays de la rive Sud du bassin méditerranéen. Des procédures permettant des élaborations conjointes de projets avec des partenaires des pays concernés devront être recherchées.

Enfin, il apparaît nécessaire d'utiliser au mieux les « outils » de l'Union pour la Méditerranée lors du montage de cette composante du Chantier, puisque cette dernière présente des finalités opérationnelles, tant en termes de monitoring que de soutien aux politiques publiques de remédiation. Il est également essentiel d'activer des liens forts avec les Universités méditerranéennes (en particulier au Maghreb). Pour cela, des laboratoires « pilotes » devront être identifiés et associés aux laboratoires français *via* des écoles doctorales, des masters mais aussi des LIA (CNRS) ou LMI (IRD). Il faudra aussi s'appuyer sur les expériences passées, comme CIRCE qui a notamment impliqué des économistes de l'environnement (IRI).

II - Les pressions anthropiques et leurs impacts sur le milieu méditerranéen

II.1 - La problématique

L'anthropisation du milieu méditerranéen est profonde, ancienne et multiforme⁸. Tel qu'on l'observe aujourd'hui, ce milieu résulte d'un régime transitoire issu de la combinaison de multiples processus interagissant entre eux avec des échelles de temps et d'espace et des intensités très variables. Pour identifier ces processus et leurs conséquences environnementales et sociétales, il convient de réaliser des suivis des contaminants chimiques et des composés naturels mobilisés par l'activité humaine, mais aussi d'avoir recours à d'autres moyens d'information et de détection comme par exemple les traceurs naturels.

En milieu continental, l'anthropisation est sensible depuis plusieurs milliers d'années. L'impact visible des rejets des premières mines remonte à la fin du Néolithique. Plus récemment et de manière beaucoup plus large, le développement de l'agriculture (notamment à l'époque romaine) a bouleversé le couvert végétal : la déforestation a induit des modifications importantes de l'aspect des bassins versants. Au XX^e siècle, la multiplication des barrages, grands et petits, a modifié le transport (en masse et saisonnalité) des flux d'eau et de matières vers l'aval et au final vers la mer, a créé éventuellement de nouveaux usages et a amené de nouvelles répartitions des populations. L'aménagement de zones humides pour en faire des zones agricoles est un autre exemple d'anthropisation importante du milieu, tout comme les transferts d'eau d'un bassin versant à un autre.

À ces modifications, se rajoutent des changements plus récents (intrants agricoles, rejets urbains et industriels) aux conséquences nouvelles dans la mesure où ils induisent des contaminations chimiques.

En milieu marin, quelques caractéristiques majeures de la Méditerranée ont leur importance dans le contexte de

⁸ Contaminants chimiques (gaz, solides, liquides, métaux, métalloïdes, radioéléments), organiques (xénobiotiques, hydrocarbures, POP, médicaments, etc), changements des couvertures végétales, érosion des sols, feux de biomasse, emprises urbaines et touristiques (nutriments, bactéries, virus), dystrophies et toxines algales, pêcheries et aquaculture (chaulage, matières organiques), transport maritime (biocides, antifoulings), déchets solides et liquides.

l'anthropisation. Le temps de résidence des eaux est court à l'échelle régionale (bassins) et variable à l'échelle locale (dans la zone de convection, les transferts de matière, incluant les composés chimiques, entre la surface et la profondeur sont très rapides). Les apports fluviaux ne s'y font pas de manière régulière, en raison de l'intermittence des écoulements et de l'importance des événements violents ou extrêmes. Le transport atmosphérique et les échanges air-mer y sont intenses (milieux industrialisés du Nord et zones désertiques au Sud). C'est également un milieu oligotrophe qui favorise la bioconcentration avec des conséquences sanitaires pour les ressources vivantes. Le faible temps de résidence des eaux fait de la Méditerranée un site pilote de l'océan mondial pour l'étude des variations temporelles des contaminations abiotiques et biotiques dans le contexte du changement global.

Trois types d'impacts anthropiques sont à considérer : (i) les impacts chimiques sur la biodiversité (xénobiotiques, nutriments, ETM, disrupteurs endocriniens, antifoulings), (ii) les impacts mécaniques sur les écosystèmes benthiques marins (érosion, envasement, chalutage sur les habitats) et (iii) les impacts sur les ressources (qualité et disponibilité en eau, usage des sols, salubrité des produits de la mer, surpêche).

Ils peuvent être abordés selon deux approches : l'approche « Constat-Diagnostic » (suivi à long terme, recherche des causalités multiples) et l'approche par « Analyse de Risques » (niveau et variabilité des concentrations en contaminants chimiques).

De plus, en milieu marin, il faut distinguer la zone littorale (et les « *Hot Spots* » urbains) des zones hauturières impactées par les substances et éléments contaminants persistants. Dans la *zone littorale*, des impacts sont potentiellement mesurables par des bioindicateurs qualitatifs (biomarqueurs d'effets : génotoxicité, disrupteurs endocriniens, etc). En *milieu hauturier*, l'impact est à étudier principalement sur la diversité phytoplanctonique et sur les échelons trophiques supérieurs atteints *via* la bioamplification. À cet égard, l'importance des mégapoles méditerranéennes, en particulier en milieu littoral, doit être soulignée.

II.2 - Les priorités de recherche

Il convient d'identifier des contaminants clés, communs aux différents projets du Chantier et sur lesquels l'ensemble du cycle peut être décrit (les processus paramétrés et les échanges et transferts quantifiés du continent à la mer). La sélection devrait se faire sur la base de la réglementation européenne et des problèmes de contamination déjà identifiés en milieu méditerranéen (e.g. PCB, Hg, Cd et Pb). L'étude des cycles des contaminants clés devra être intégrée à une approche biogéochimique plus générale (couplage des cycles des contaminants aux cycles C, N et P).

Connaître et modéliser les cycles et les variations spatio-temporelles des contaminants nécessite de s'appuyer sur des réseaux de surveillance, afin notamment d'identifier les sources. De tels réseaux existent à l'échelle des bassins versants et du littoral. Ils doivent être mis en place en mer ouverte et dans l'atmosphère. Il est indispensable, par exemple, d'intégrer ces suivis dans une plate-forme de type MOOSE.

L'étude des contaminations doit proposer des modèles de comportements (écoulement/ruissellement/transfert/bioaccumulation) et le couplage de ces modèles aux modèles de production biologique et de transport hydrosédimentaire. De telles approches, déjà entreprises, méritent d'être développées sous une forme à déterminer allant de la « boîte à outils » à la « plate-forme » de modélisation.

Dans le cas des contaminants dits émergents, incluant pesticides, herbicides, hormones, médicaments..., l'approche devra être spécifique à chaque site et utiliser les techniques ou modèles d'analyse de risques aux échelles spatiales et temporelles caractéristiques des milieux considérés (rivières, lacs, littoral).

Les difficultés analytiques étant patentées, il est proposé de créer une plate-forme d'outils analytiques basée sur le modèle d'AQUAREF, ou en liaison avec cette structure.

Il est essentiel d'incorporer l'impact de la pêche et de l'aquaculture dans le Chantier et de ne pas négliger l'évaluation des impacts sur le benthos marin profond.

III - Le devenir de la biodiversité méditerranéenne

III.1 - La problématique

La région méditerranéenne est l'un des hauts lieux de la biodiversité de la planète, tant par la richesse des communautés végétales et animales, terrestres et marines, que par son niveau élevé d'endémisme. Cette diversité biologique est associée à une grande variété d'écosystèmes et de paysages, forgée par un relief tourmenté et des climats contrastés. Dans cette région, comme dans d'autres, la biodiversité est aujourd'hui indissociablement liée au développement durable des sociétés humaines, notamment par les services rendus.

Il est rappelé que les différents types de diversité, cités dans la Convention internationale sur la diversité biologique dont la France est signataire, sont : la diversité génétique ou phénotypique au sein des espèces, la diversité spécifique ou de stratégies adaptatives et la diversité des fonctions écosystémiques ou de tactiques. La biodiversité s'intéresse à la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris les écosystèmes terrestres, marins et d'autres écosystèmes aquatiques ainsi que les complexes écologiques dont ils font partie. Naturellement, le Chantier Méditerranée doit considérer les trois aspects de la biodiversité dans tous les milieux.

Quelles que soient les composantes sur lesquelles la biodiversité peut être déclinée, elle constitue un élément clé des écosystèmes, dans la mesure où elle régit partiellement leur fonctionnement, au travers des biotransformations qu'elle subit, et des flux de matière et d'énergie entraînés par ces dernières.

Les approches nécessaires pour étudier la biodiversité sont les mêmes que pour d'autres types d'étude :

- il convient de fonder les études sur une réflexion théorique ;
- les observations permettent d'identifier de nouvelles espèces ou de constater l'érosion de la diversité, mais elles impliquent de bien définir leur localisation, leur échelle et les variables à documenter ;
- l'expérimentation est indispensable pour établir des relations causales entre variables ; les études en laboratoire, sur une ou quelques espèces, doivent être accompagnées par des expérimentations contrôlées en mésocosmes ou en écotrons sur des assemblages d'espèces ou de communautés naturelles ;
- la modélisation, basée sur les résultats de trois premières approches, peut seule permettre d'explorer les relations non linéaires entre les facteurs du milieu et les espèces, de faire des prédictions sur l'impact futur des forçages (anthropiques ou naturels) sur la biodiversité et de prendre en compte la biodiversité comme un facteur qui affecte le fonctionnement de l'écosystème ; la validation des modèles peut être notamment réalisée par des analyses rétrospectives des événements du passé (approche paléoenvironnementale).

Le Chantier Méditerranée s'intéresse potentiellement à deux approches simultanées de l'étude de la biodiversité : l'approche thématique (étude de l'effet de forçages génériques de la biodiversité dans différents milieux) et l'approche biogéographique (étude des aspects différents de la biodiversité dans des milieux distincts, comme le milieu littoral, les Aires Marines Protégées et les zones humides).

III.2 - Les priorités de recherche

Compte tenu du très large spectre de la diversité, qui va des micro-organismes jusqu'aux mammifères, il sera sans doute nécessaire de choisir des espèces cibles qui restent à définir (micro-organismes, poissons, autres groupes biologiques ?). Le choix dépendra d'une part de leur intérêt en tant qu'indicateur du devenir de la biodiversité et d'autre part de l'intérêt des acteurs de la communauté scientifique, voire des décideurs. Néanmoins, il conviendra d'éviter une trop grande dispersion des forces en faisant porter l'effort sur quelques sites pilotes communs du Chantier.

Une des questions scientifiques méritant d'être considérée dans les études sur la biodiversité est celle de la congruence des niveaux de diversité et des types d'organismes. En d'autres termes, les trois aspects de diversité (génétique, spécifique et des écosystèmes) coïncident-ils et varient-ils de la même façon dans l'espace et dans le temps ? Les « *Hot Spots* » sont-ils les mêmes pour tous les types d'organismes ?

Beaucoup de travail reste à faire sur la biologie marine et des cycles de vie des espèces. À cet égard, il est suggéré de s'appuyer en particulier sur le réseau des Stations Marines de la façade méditerranéenne.

Deux écosystèmes importants sont actuellement absents des programmes du Chantier Méditerranée, à savoir les systèmes marins profonds et les sols. Les *écosystèmes marins profonds* (sources hydrothermales, coraux profonds, plaines abyssales...) présentent une grande biodiversité qui est encore mal connue. D'une manière générale, les recherches sur la diversité des organismes benthiques apparaissent, semble-t-il, comme une faiblesse dans la problématique du Chantier, alors que cette question mériterait sans doute un accroissement des connaissances. Quant au *sol*, il présente d'intéressantes similarités avec les systèmes aquatiques pélagiques (la colonne d'eau) et benthiques (le sédiment), où les flux verticaux de matière et un assemblage de micro et macro-organismes assurent les cycles biogéochimiques. Ces similarités demanderaient à être approfondies et pourraient éventuellement donner lieu à des études transversales (e.g. BioDivMeX-MERMeX, voir le Tableau des congruences) au sein du Chantier Méditerranée.

Concernant plus spécifiquement le rôle de la biodiversité dans le fonctionnement et le devenir des écosystèmes terrestres, on pourra se reporter à la prospective SIC-EDD de 2007.

IV - Les zones côtières : lieu d'échanges et de vie

IV.1 - La problématique

Situées à l'interface entre le continent et la mer, les zones côtières constituent un lieu d'échanges et d'interactions de première importance dans le continuum continent – côte – large. Les espaces côtiers et littoraux sont aussi des milieux caractéristiques abritant des écosystèmes spécifiques et souvent soumis à une forte anthropisation. À ce titre, ils constituent des objets d'études à part entière qui doivent être pris en compte dans une approche systémique. Une typologie des zones côtières tenant compte des spécificités méditerranéennes est à établir. La question d'aborder dans le Chantier Méditerranée les écosystèmes lagunaires, les deltas et les écosystèmes benthiques littoraux est posée.

À l'échelle du bassin, une partie importante du linéaire côtier est impactée par les activités humaines. Des projections⁹ estiment que la moitié des côtes méditerranéennes pourrait être urbanisée en 2025. À cette échéance, les populations des régions côtières du bassin atteindraient 174 millions d'habitants, contre 143 millions en 2000. Dans le même temps, la part des populations urbaines dans ces régions passerait de 70 % à 76 %. Les flux touristiques saisonniers, en forte augmentation dans la zone, contribuent aussi à accroître la pression anthropique sur les zones côtières. Les grandes villes côtières méditerranéennes sont identifiées comme des « *Hot Spots* » pour la pollution, dont l'impact à l'échelle régionale est cependant méconnu. Le caractère diffus et variable des flux qu'elles génèrent vers les écosystèmes marins côtiers et vers l'atmosphère rend l'observation de ces flux difficile. Dans certaines parties de la Méditerranée, les agglomérations côtières exercent sur les ressources hydriques une pression telle que l'approvisionnement et la qualité de l'eau sont menacés. L'étude de ces territoires urbanisés nécessite d'impliquer dans les projets des équipes possédant des compétences spécifiques (e.g. en hydrologie urbaine).

La zone côtière est aussi un territoire où de nombreux services, en termes de ressources et d'usages, sont fournis par les écosystèmes à la sphère socio-économique. Les secteurs de la pêche et de l'aquaculture sont notamment au cœur des enjeux liés au développement durable des régions côtières. Les interactions multiples qui existent entre les écosystèmes naturels et les activités humaines augmentent la complexité des questions qui se posent. Enfin et surtout, les zones côtières sont un espace où existent de fortes attentes de la part des gestionnaires en charge de l'action publique. Les questions complexes qui se posent, comme la définition de nouvelles Aires Marines Protégées, ne peuvent être traitées efficacement sans un appui de la communauté scientifique. Un intérêt particulier existe pour les questions relatives aux risques pesant sur les zones côtières (érosion, submersion, évolution du trait de côte, risques géologiques et tsunamiques, contamination chimique des ressources marines, destruction d'habitats, dégradation de la qualité des milieux...). Le dialogue entre la communauté scientifique et les acteurs porteurs des enjeux sociétaux et des représentants de gestionnaires doit être absolument instauré dans l'organisation du Chantier.

À la fois interfaces majeures, espaces hébergeant des écosystèmes caractéristiques et territoires fortement anthropisés, les zones côtières sont abordées dans la plupart des composantes du Chantier Méditerranée (voir le

⁹ *Méditerranée : Les perspectives du Plan Bleu sur l'environnement et le développement, 2005*

Tableau des congruences). Deux approches sont possibles pour les prendre en compte : faire des zones côtières une thématique transversale à plusieurs projets du Chantier ou créer un programme particulier sur le sujet. Compte tenu des contraintes évoquées précédemment (limites géographiques, temporelles et financières) auxquelles s'ajoute le fait qu'une partie de la communauté susceptible de s'impliquer dans les recherches sur les zones côtières est également concernée par d'autres programmes spécifiques (e.g. HyMeX, MERMeX et BioDivMeX), un timing différé a été évoqué : les questions importantes qui n'auront pu être abordées avec suffisamment de détails par les programmes répertoriés pourront faire l'objet d'un programme spécifique à moyen terme. Dans tous les cas, il est essentiel de considérer les zones côtières avec toute l'attention qu'elles méritent dans la construction du Chantier. Dans une logique systémique, il importe en effet d'éviter d'avoir des « trous » préjudiciables à la cohérence de l'ensemble, sous peine de manquer la collecte de données relatives à certains compartiments clés pendant les périodes d'observations coordonnées du Chantier.

IV.2 - Les priorités de recherche

Le récent document du Plan Bleu (2005) présente un état des lieux détaillé des connaissances actuelles sur les relations dynamiques entre populations, activités économiques, territoires, ressources naturelles et milieux. En outre, il établit les déterminants et les risques d'un scénario tendanciel à moyen terme (2025) pour les grandes problématiques (eau, énergie, transports, espaces urbains, espace rural et littoral) et propose un scénario alternatif de développement durable. Toute action engagée en vue de modifier des tendances lourdes d'évolution des milieux et des sociétés qui les composent, tendances parfois vieilles de plusieurs décennies, se doit toutefois d'être fondée sur des connaissances précises et rigoureuses du fonctionnement et de la vulnérabilité aux changements de ces systèmes ainsi que des capacités de remédiation lorsqu'elles sont nécessaires. Ramené à la seule dimension des zones côtières, ce besoin de connaissances pourrait/devoir servir de colonne vertébrale aux actions menées par le Chantier Méditerranée, offrant ainsi une opportunité certaine à une approche réellement transdisciplinaire, qui de toute évidence devra être co-construite entre les Sciences de la Nature et les Sciences de l'Homme et de la Société.

Ces recherches pourraient se décliner autour des quelques thèmes suivants (non exhaustifs) inspirés de LOICZ (2005) et des prospectives OA (2005) et SIC (2007) :

- La vulnérabilité des systèmes côtiers et les risques pour les sociétés, liés aux changements des écosystèmes et incluant les risques de dégradation de la durabilité des biens et services fournis
- Les conflits d'espace, les conflits d'usage et leurs impacts sur les systèmes côtiers, la disponibilité et la durabilité des ressources naturelles
Ceci inclut en particulier : (i) la caractérisation de la nature et de la localisation des limites entre systèmes naturels et systèmes anthropisés/littoralisés et leur canevas d'interactions, (ii) la détermination de la sensibilité des systèmes et de leur robustesse, de façon à révéler les seuils critiques conduisant à des changements permanents ou irréversibles et (iii) l'élaboration et la mise en œuvre d'indicateurs écologiques et économiques.
- Le rôle des influences anthropiques sur le système bassin versant – zone côtière, vu comme un continuum
Il serait nécessaire de départager les effets régionaux de ceux résultant de pressions externes à plus large échelle et de développer, à terme, des scénarii concernant les changements futurs des zones côtières méditerranéennes dus à l'utilisation des terres et des ressources et au changement climatique, et des options de gestion.
- Les cycles biogéochimiques des eaux littorales et du plateau continental (carbone, nutriments, sédiments) et les échanges avec le large : quantification du transfert de matière au sein des eaux côtières et vers le large, transformation dans la colonne d'eau et les sédiments, stockage en zone côtière, échange eau – atmosphère
Cela permettrait de dégager des différences typologiques régionales et ainsi de mettre en évidence et de comprendre d'éventuelles différences de résilience. Cet aspect inclut l'estimation des flux et bilans contribuant à définir et prédire l'impact des changements globaux et régionaux.
- Une gestion intégrée de la zone côtière
Les résultats issus des thèmes précédents devraient contribuer à l'élaboration d'une plate-forme de connaissances permettant d'appréhender le développement des zones côtières et leur gestion selon les options de durabilité « forte » ou « faible ».

V - Les risques naturels en Méditerranée dans un contexte de changement global et de pression anthropique croissante

V.1 - La problématique

La région méditerranéenne est soumise à une grande variété de risques : risques sismiques, volcaniques, gravitaires et côtiers (tsunamis, modifications géomorphologiques du trait de côte), risques associés aux événements météorologiques extrêmes, à savoir les précipitations intenses et leurs conséquences (crues éclair et inondations) ainsi que les tempêtes, et risques de désertification et de baisse de fertilité des sols et des rendements agricoles et sylvicoles engendrés par les sécheresses. Certains de ces risques sont plus ou moins directement liés, comme les précipitations intenses et les glissements de terrain, les séismes et le risque gravitaire ou le risque côtier *via* les tsunamis.

Plusieurs échelles spatio-temporelles sont à considérer en matière de risques. En ce qui concerne l'échelle temporelle, il y a lieu de distinguer le risque événementiel (accidentel) à court terme et aux conséquences immédiates et le risque à moyen-long terme dénommé « chronique ».

Concernant les échelles spatiales, il faut tenir compte à la fois : (i) d'une échelle territoriale adaptée à l'extension du phénomène géophysique lui-même mais aussi à l'étendue de ses conséquences (cette extension dépendant du processus considéré) et (ii) d'une échelle adaptée à la profondeur des processus, notamment pour les risques telluriques dont l'origine peut être à rechercher en profondeur (faille crustale, dynamique du manteau, diapirs de sel).

La vulnérabilité est bien évidemment spatialement diffuse et de nature différente selon le contexte socio-économique : zones fortement urbanisées, à forte concentration de populations et d'installations industrielles, zones côtières à forte variation saisonnière de population, zones rurales moins peuplées à forte activité agricole. Pour un certain nombre d'observations (comme les observations GPS), le temps réel est une nécessité dans l'optique de la prévision et de la gestion des risques, mais dans certains cas, il ne peut être mis en place, principalement pour des raisons technologiques et/ou de main d'œuvre.

La prévisibilité et le besoin en temps réel sont très dépendants de la discipline. En météorologie, les situations propices aux événements pluvieux intenses sont prévisibles sur 3-4 jours actuellement, mais leur intensité et localisation à l'échelle régionale ont encore une prévisibilité limitée car fortement dépendante de processus à mésoéchelle, voire sub-mésoéchelle, qui interagissent. En volcanologie, les éruptions sont prévisibles, voire prédictibles, quelques semaines à l'avance lorsque le volcan est bien instrumenté, ce qui est le cas en Méditerranée. En sismologie, la prévisibilité est liée à l'histoire de la sismicité d'une région et la prédictibilité n'est pas à l'ordre du jour. Cependant des systèmes de « Early Warning » se mettent en place afin de limiter les conséquences catastrophiques d'un événement majeur.

V.2 - Les priorités de recherche

Il n'y a pas de gestion des risques sans réseaux d'observation et la nature de ceux-ci dépend naturellement des risques considérés. L'observation et la prévision des phénomènes extrêmes imposent des contraintes : les observations doivent être régionales, pérennes, à très hautes résolutions spatiale et temporelle, intégrées à un système d'observation de plus grande échelle et être disponible en temps réel.

Si bon nombre d'observations géophysiques existent déjà en sismologie, volcanologie et météorologie, il existe des manques et des besoins non satisfaits en ce qui concerne les observations sur les glissements de terrain, très peu de sites étant actuellement instrumentés, et sur le côtier, notamment en ce qui concerne les observations de type géomorphologiques.

Du fait des caractéristiques spatio-temporelles évoquées ci-dessus, les stratégies d'observation doivent être adaptées de façon très pragmatique. Par exemple, pour le risque hydrologique, on s'appuie à la fois sur les réseaux opérationnels pour l'observation à l'échelle régionale et sur une instrumentation de type « recherche » mises en œuvre de façon distribuée ou concentrée sur des « super sites ». Pour traiter des causalités liées, l'idée de sites « multirisques » a été avancée, ce qui nécessite évidemment une organisation et une coordination permettant une utilisation en « synergie » de tous les systèmes d'observation.

Par ailleurs, il semble indispensable de favoriser les retours d'expérience après des crises majeures, à l'instar de ce qui se fait en sismologie et en hydrologie. Au-delà, une gestion optimisée des risques nécessite la prise en compte de l'histoire passée pour en comprendre l'occurrence mais aussi en étudier les conséquences en termes d'ampleurs spatiale et temporelle.

Pour faire face à la quantification et à la prévision des risques, les priorités avancées concernent :

- La mise à disposition de toute la communauté d'un MNT et d'une bathymétrie très précis, notamment pour les eaux peu profondes
Ces produits sont coûteux, mais ils intéressent tous les acteurs concernés par les questions portant entre autres sur les risques.
- La continuité terre – mer des observations ou au moins une bonne articulation de part et d'autre
Ceci intéresse à la fois le risque sismique avec des failles passant de la terre à la mer, le risque côtier, le risque gravitaire et les observations météorologiques. En effet, les événements pluvieux prennent très souvent leur source au-dessus de la mer où il faudrait pouvoir réaliser des mesures continues.
- Le développement d'instrumentation et d'observation du sous-sol
- La nécessité de disposer de bases de données interconnectées et d'un accès rapide aux données temps réel disponibles
En particulier, l'établissement d'un catalogue de l'existant, tant au niveau européen que méditerranéen, constitue un réel besoin.
- L'estimation des risques et des aléas concernant les populations concentrées dans les villes
Les villes représentent des sites importants à observer et à traiter dans la problématique des risques. La question posée concerne à la fois leur état actuel et leur vulnérabilité face aux risques naturels, mais aussi la façon de mieux prendre en compte les risques dans les projets d'urbanisation. Les deux points fondamentaux discutés, sur lesquels il semble y avoir un manque cruel d'observations, concernent le risque gravitaire et le risque sismique, notamment en ce qui concerne les effets de site. L'idée émise est de réaliser des études ciblées multirisques sur des grandes métropoles méditerranéennes, choisies parmi les plus vulnérables.
- La gestion des risques, la capacité d'adaptation des populations face à la présence chronique et/ou événementielle de risques et la perception du risque au cours du temps
La question ne concerne pas seulement le court terme, c'est-à-dire l'alerte avant l'évènement et le moment de la crise, mais aussi le moyen terme, c'est-à-dire la stratégie de prévention (y compris les aspects d'éducation) et les conséquences/suites de la crise. La participation de la communauté des Sciences de l'Homme et de la Société est essentielle dans ce domaine. Quelques expériences très fructueuses de co-construction pluridisciplinaire entre SHS, SPU et ST2I ont vu le jour ces dernières années, notamment sur le risque hydrologique et le risque sismique. Il est vivement encouragé de poursuivre dans cette voie.

VI - La Méditerranée : son rôle sur le climat dans les régions du Nord et du Sud du bassin

VI.1 - La problématique

Au milieu de la zone méditerranéenne, la mer elle-même affecte évidemment le climat des régions avoisinantes en tant que *(i)* source de chaleur et d'eau pour son environnement, *(ii)* générateur de contrastes terre – mer à l'échelle régionale, *(iii)* zone de transport de vapeur d'eau et *(iv)* moteur des interactions entre la température de surface, les nuages et les flux radiatifs. Son impact sur le climat régional/continental s'exerce à différentes échelles de temps (climat moyen, cycle saisonnier, climats passés...) et sous des forçages différents : changements tectoniques (paléoméditerranée), variations du niveau de la mer (qui s'est étalé de -1500 m à +70 m).

Il est donc essentiel d'examiner comment les modifications climatiques à grandes échelles vont affecter le climat méditerranéen et quels en seront les impacts sur les régions environnantes.

VI.2 - Les priorités scientifiques

VI.2.1 - Le rôle de la Méditerranée dans la définition du climat méditerranéen moyen

Cet item pose le problème de la permanence (ou de l'histoire) du climat méditerranéen dans le passé ou le futur à travers des questions comme celles :

- de la modification géographique du climat méditerranéen (modulation de la limite nord et de la limite sud) ;
- du forçage du climat méditerranéen par le climat global (téléconnexions, océan Atlantique et NAO) ;
- du transport à longue distance de la vapeur d'eau : vers quelles régions est-elle transportée? Quelle est la part de l'eau d'origine méditerranéenne dans un bilan hydrique régional ? ;
- de l'interaction entre la circulation thermohaline méditerranéenne, la stratification verticale, l'inertie thermique, la température de surface et le climat environnant ;
- de l'interaction entre la Méditerranée (SST, évaporation), les nuages, le rayonnement et le climat régional.

VI.2.2 - Mesurer, reconstruire, modéliser et comprendre les événements climatiques extrêmes autour du bassin méditerranéen

Au-delà de l'impact de la mer Méditerranée sur les événements extrêmes (qui restent encore à modéliser et à comprendre), il y a un intérêt à s'intéresser de près aux extrêmes climatiques méditerranéens et à leur modélisation, leurs changements passés ou à venir et leurs impacts sur les différents objets d'étude (atmosphère, mer, surface continentale, hydrologie et hydrographie des fleuves, chimie, aérosols, biogéochimie marine, écosystèmes, homme). La plupart des programmes spécifiques concernés par cette problématique (voir le Tableau des congruences) soulignent également que les extrêmes étudiés (pluies, crues, tempêtes, sécheresses et vagues de chaleur essentiellement) concernent le plus souvent plusieurs composantes du système Terre, ce qui est une particularité méditerranéenne. Une question transverse au Chantier Méditerranée pourrait être l'observation, la modélisation, la compréhension et la prévision des extrêmes climatiques méditerranéens par une approche multicompartiment.

VI.2.3 - Développer des scénarii climatiques régionaux dédiés à l'étude de la Méditerranée

La question de l'importance de la mer Méditerranée comme amplificateur/modulateur/modérateur du changement climatique en Méditerranée au XXI^e siècle a finalement été reformulée en un besoin commun de scénarii climatiques régionaux dédiés à l'étude de la Méditerranée.

La mise en place d'outils numériques fédérateurs, de simulations et de bases de données associées doit se faire après une réflexion préalable et concertée, portant notamment sur les objets d'étude à prendre en compte (cf **VI.2.2**), la zone géographique à couvrir à haute résolution et les scénarii à considérer, lesquels devraient notamment prendre en compte le climat, l'économie et l'écologie.

VI.2.4 - L'importance des échanges hydrologiques « périphériques »

En dehors des échanges d'eau entre air et mer, le système climatique méditerranéen se caractérise par un nombre important d'autres échanges hydrologiques qui génèrent des besoins spécifiques en termes d'observation, de modélisation et de scénario. Il convient de prendre en compte au minimum :

- les échanges entre Méditerranée et mer Noire (bilan hydrique de la mer Noire, contribution aux événements paléoclimatiques et paléo-océanographiques tels que la formation des sapropels et les dernières glaciations) ;
- les échanges avec l'Atlantique et le rôle clé du détroit de Gibraltar ;
- les fleuves dans toutes leurs échelles temporelles (de la variabilité à long terme aux extrêmes) ;
- les zones clés (de type sites ateliers) que pourraient être les détroits (Sicile, Otrante, Arc Crétois), le Rhône et le bassin nord-occidental, et les détroits reliant la mer Noire à la mer Egée ; cependant, le Chantier Méditerranée ne doit pas rester focalisé sur la Méditerranée nord-ouest sous peine d'occulter l'influence de certaines zones clés.

VI.2.5 - Autres items justifiant une attention particulière, compte tenu de l'état actuel des connaissances et susceptibles de promouvoir des actions transversales au Chantier

- Quelle est l'influence des moussons indienne et africaine (ou de la Méditerranée sur les moussons) aux marges du domaine méditerranéen ?
- Peut-on modéliser et appréhender les conséquences de la dessiccation de la Méditerranée (crise de salinité messinienne) sur le climat régional (et global) et sur la biodiversité (organismes aquatiques marins, saumâtres et d'eau douce) ?
- Quelle est l'influence du climat sur l'histoire de la biodiversité méditerranéenne ?

VII - Évaluation et gestion raisonnées des ressources dans le bassin méditerranéen

VII.1 - La problématique

En matière de ressources en eau, la Méditerranée présente de forts déséquilibres, avec la juxtaposition de situations de pénurie et d'abondance. Ainsi, 72 % des ressources naturelles renouvelables se trouvent au Nord, contre 5 % seulement au Sud. Ces contrastes sont encore accentués par les écarts de développement économique. Par ailleurs, les demandes en eau croissent de façon dissymétrique : d'abord fortes puis faibles au Nord, elles sont devenues plus importantes au Sud, du fait entre autres de la croissance démographique. Pour l'énergie, avec le pétrole au premier rang, la situation est inversée. L'essentiel des ressources se trouvent sur la rive Sud et au Moyen-Orient, alors que les pays du Nord sont les plus grands consommateurs. Ces éléments de répartition inégale des ressources sont sources de conflit potentiel lorsque les échanges et partages ne sont pas correctement gérés.

Les ressources en eau mobilisables et exploitables du bassin et les ressources identifiées en pétrole seront insuffisantes pour satisfaire l'ensemble de la demande future, qui ne fera que croître. Elles devront nécessairement être complétées par des importations, des moyens non conventionnels (dessalement, réutilisation) et l'identification de nouveaux gisements, le tout conjugué à des efforts accrus en matière de gestion optimisée des ressources naturelles rares.

VII.2 - Les priorités de recherche

Les priorités identifiées concernent :

- Les ressources en eau, avec notamment la gestion des eaux de surface et la caractérisation des karsts superficiels ou très enfouis
On mentionnera en particulier les nappes souterraines d'eaux fossiles, les réservoirs sous le sel messinien et inversement les réservoirs plus récents correspondant au remplissage post-messinien de la Méditerranée (Gilbert deltas). On mentionnera également le développement d'usines de dessalement de l'eau salée et les besoins en énergie en découlant.
- Les réserves de combustibles fossiles (huile et gaz)
Cela concerne notamment la mesure des paramètres conditionnant l'existence d'un système pétrolier, comme la thermicité des bassins, la distribution et la caractérisation des roches mères, des réservoirs et des couvertures, ou permettant de valider la présence d'hydrocarbures dans le sous-sol, comme l'étude des indices géochimiques de surface.
- Les énergies renouvelables
Le bassin méditerranéen est propice à leur utilisation : le solaire pour les pays de la rive sud comme de la rive nord, l'énergie éolienne pour l'ensemble du domaine terrestre périméditerranéen, voire l'énergie marine dans des secteurs particuliers.
- Les besoins grandissant en matériaux
Ceux-ci posent certains problèmes quant à la préservation des environnements côtiers (préservation des plages et tourisme associé, et du trait de côte en liaison avec les processus d'érosion ou de remontée du niveau marin)
- Les ressources alimentaires (agriculture, aquaculture, pêche)
La nécessité de les sécuriser face à la croissance démographique doit être étudiée, en particulier en

liaison avec la gestion des eaux et des sols.

Avant de pouvoir passer aux étapes d'expérimentation, de forage, de modélisation et de synthèse, une étape incontournable sera l'élaboration d'inventaires, ce qui implique la compilation des données existantes (pas toujours exploitées) et la collecte de données nouvelles ainsi que la réalisation d'études comparatives de sites.

Des approches spécifiques de télédétection impliquant la collecte d'images répétitives (saisonniers, annuelles...) et des systèmes d'informations géographiques et environnementales sont nécessaires pour le suivi de l'usage des terres (culture, forêt, dégradation, emprise urbaine, désertification...). Les mesures de gravimétrie sont aussi à promouvoir pour la prospection et la caractérisation des eaux souterraines (la sensibilité des mesures peut aujourd'hui atteindre 1 mgal, leur répétitivité devant à terme permettre de suivre la déplétion ou la recharge d'aquifères ou de karsts souterrains).

Nombre d'objectifs du Chantier Méditerranée visent à identifier des besoins croisés avec l'industrie (compagnies nationales et internationales), afin d'éviter notamment de dupliquer des informations déjà existantes et d'assurer un support financier. Cela implique des prises de contact rapides pour démarrer des collaborations directes, avec partage ou complémentarité des données existantes ou à acquérir, tant en géophysique (e.g. sismique réflexion industrielle versus sismique réfraction) qu'en ce qui concerne les observations plus académiques (accès aux forages existants ou participation financière des industriels aux forages scientifiques). Une partie des programmes pourrait être menée en partenariat avec les Pôles de compétitivité (e.g. Mer, Qualimed, Risques, Derbi et Eau).

Moyens à mettre en œuvre

Pour accéder à une meilleure compréhension et modélisation des processus impliqués et susceptibles de préserver les équilibres essentiels de l'aire méditerranéenne, la complexité et l'inertie des systèmes physiques, chimiques, biologiques et sociaux qui la constituent, jointes à la forte variabilité spatio-temporelle des forçages climatiques et anthropiques, requièrent ici (comme ailleurs !) l'acquisition sur le long terme d'observations fiables et spatialisées, permettant l'identification des tendances évolutives, des ruptures d'équilibre, de l'occurrence et des effets des phénomènes intenses - voire exceptionnels donc rares, etc. La définition des stratégies expérimentales et des couplages observation – modélisation est donc essentielle.

Les recherches multidisciplinaires, telles que souhaite les développer le Chantier Méditerranée, mettent en jeu des flux massifs d'information, du fait des multiples capteurs utilisés pour recueillir des données sur les systèmes environnementaux et des modèles plus ou moins complexes et détaillés mis en œuvre pour simuler et prévoir les comportements des différentes composantes du domaine étudié et leurs interactions internes et externes. Le traitement correspondant des données pose des problèmes spécifiques qui dépendent de leur mode d'obtention, des paramètres et variables considérés, de leur hétérogénéité spatiale et/ou temporelle et de la nécessité de détecter les données erronées et de traiter les données manquantes. De plus, les études qui tendent à faire collaborer des domaines scientifiques différents sont également source de difficultés supplémentaires. Il convient donc de construire et organiser un véritable Système d'Informations Environnementales du Chantier, qui prenne en compte l'existant et intègre les nouvelles sources de données et de simulations numériques.

Enfin, le Chantier Méditerranée apparaît à ce jour comme une construction essentiellement « franco-française » (ce qui n'est pas forcément anormal, compte tenu de ses modalités initiales d'élaboration), même si plusieurs programmes spécifiques ont fort heureusement déjà établi leur propre réseau de collaborations bi/multilatérales avec des partenaires essentiellement européens, voire états-uniens. Il s'agit maintenant de porter le Chantier en tant que tel au niveau international et plus particulièrement en direction des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée.

Parmi les objectifs des Journées du Chantier, il s'agissait donc également :

- de dégager les grands traits de la stratégie expérimentale et de contribuer à optimiser à terme sa mise en œuvre, en identifiant les possibles synergies entre d'une part les moyens d'observation (aéroportés, océanographiques, satellitaires, au sol) et leur phasage temporel et d'autre part les sept programmes spécifiques ;
- de définir les grandes lignes de la stratégie de modélisation et du couplage de la modélisation à l'observation ;
- d'élaborer quelques principes basiques d'organisation des bases de données ;
- de poser les jalons d'un véritable partenariat international du Chantier Méditerranée.

Cet exercice a surtout permis de mettre en lumière certaines questions et recommandations qui devraient constituer la trame de la réflexion pour les mois à venir.

I - La stratégie d'observation et le phasage temporel

I.1 - Le constat

Les concepts de SOP, EOP et LOP, hérités de AMMA, ne sont pas nécessairement pertinents pour tous les programmes du Chantier Méditerranée, ou tout au moins n'ont-ils pas strictement la même signification pour chacun d'eux. Ces notions n'ont de sens que pour la mise en place d'expériences ou de campagnes liées à l'étude d'un processus précis, d'un objet ou système spécifique ou d'un ensemble de processus en interactions sur des échelles cohérentes, ce qui n'est pas le cas de manière identique dans les 7 programmes spécifiques.

Cette déclinaison est adéquate pour HyMeX, ChArMeX et MERMeX et un phasage temporel encore préliminaire entre les différentes SOP est à l'étude. Ces trois programmes ont déjà atteint un niveau de maturation suffisant dans la définition des SOP, avec une mise en œuvre en 2011, pour ne pas les freiner dans leur élan. S'agissant de MERMeX, il conviendrait néanmoins de mieux hiérarchiser les nombreux objectifs avancés (formation d'eau dense, stratification, impact des événements extrêmes...). En revanche, les notions de LOP et EOP, même pour ces 3 programmes, demandent encore à être bien précisées.

En ce qui concerne les autres programmes spécifiques :

- SICMED : compte tenu de la genèse plus tardive du programme, seuls les concepts généraux de la stratégie expérimentale ont été présentés ; il semble cependant que les notions d'EOP et LOP, au moins légèrement amendées, pourraient s'adapter à la stratégie expérimentale envisagée qui repose principalement sur 3 ensembles de sites pluriéchelles suivis sur des échelles temporelles allant de l'hebdomadaire au pluriannuel ; la priorité est maintenant de décliner concrètement cette stratégie, en particulier les observables qui doivent être définies plus précisément ;
- TERMeX : concernant la programmation et les recherches de moyens, ce programme est assez autonome pour mener son « programme de fond » ; on notera qu'il envisage de conduire des campagnes de mesures répétées et espacées dans le temps, ainsi que de disposer de capacités « d'intervention rapide » pour réaliser des mesures suite à un événement particulier (glissement de terrain, séisme, éruption, volcanique...);
- PaleoMeX : il a peu de problèmes de phasage avec les autres projets, mais la stratégie expérimentale doit néanmoins être développée plus précisément ;
- BioDivMeX : il a démarré plus tardivement et ne dispose pas encore d'une véritable stratégie d'observation.

La mutualisation des SOP entre les programmes suppose l'existence de questions scientifiques transverses. Un certain nombre de couplages existent ou ont été évoqués, mais il s'agit d'un aspect qui demande à être encore approfondi. À titre d'exemple, on peut mentionner : (i) la formation d'eau dense et l'impact des phénomènes extrêmes (HyMeX-MERMeX), (ii) les interactions entre le rayonnement, la déposition atmosphérique et les cycles biogéochimiques (ChArMeX-MERMeX), (iii) l'impact de l'apport des fleuves et des rivières au niveau de la zone littorale-côtière mais aussi au large (SICMED-MERMeX) et (iv) l'impact des dépôts atmosphériques ou de l'érosion éolienne (ChArMeX-SICMED).

L'inventaire des SOP prévues a mis en évidence qu'elles ne couvraient qu'une aire géographique limitée, à savoir la Méditerranée nord-occidentale, facilitant ainsi une mobilisation rapide de la communauté française. Cependant, une ouverture vers l'Est et le Sud du bassin semble nécessaire dans le cadre d'un Chantier dit Méditerranée et pour mobiliser des partenaires à cette échelle.

Le besoin d'étendre certains Services d'observation (IDAF, PHOTONS/AERONET) a été identifié, notamment comme une contribution à la définition d'une véritable stratégie de LOP. Cette extension sur la zone ne pourra pas se faire que par redéploiement des instruments existants : elle devra passer par une augmentation du nombre d'instruments.

La réflexion sur les variables importantes pour les modèles et les observables n'a pas été menée par l'ensemble des programmes. De même, il est nécessaire de bien définir les échelles caractéristiques et d'avoir une stratégie d'échantillonnage adaptée. Cela n'apparaît pas toujours clairement dans les exposés des Journées d'Aix.

La plupart des besoins en avions, ballons, navires et ULM nécessaires à la réalisation des SOP sont bien identifiés et aucun point bloquant, hors financement, n'a été mentionné à l'horizon 2011. Le principal écueil réside dans la disponibilité de ces derniers. Leur mise en œuvre nécessitera une planification rigoureuse et des moyens financiers importants. La question de l'utilisation de gliders pendant les SOP et les EOP de MERMeX et HyMeX est posée. Aucune contrainte particulière de calendrier n'a été mentionnée pour la réalisation des forages et des carottages profonds des programmes TERMeX et PaleoMeX.

I.2 - Les recommandations

Il est important de mettre en place un couplage fort entre la modélisation et les observations en amont des SOP, afin de bien en définir les objectifs. Il est par ailleurs nécessaire de disposer d'outils de prévision lors de ces SOP, car cela en favorise également l'analyse transversale par les différents programmes concernés. Dans le

même ordre d'idée, l'appui de Centres Thématiques (ICARE, ETHER...) s'avérerait nécessaire pour la fourniture des produits en temps réel. Il a été relevé l'absence d'un Centre Thématique sur « l'océan biologique ».

Il est recommandé d'établir le plus rapidement possible une concertation interprogramme sur le choix des sites à instrumenter (super sites, transects au Nord et au Sud de la Méditerranée...), afin notamment :

- de faciliter la mise en œuvre des besoins logistiques correspondants ;
- de permettre des co-localisations pour faire le lien avec les mesures satellitaires et pour la calibration/validation des modèles ;
- d'assurer une continuité temporelle entre des programmes qui se focalisent plutôt sur des dynamiques d'échelle de temps courte et des programmes cherchant à identifier des phénomènes de plus long terme.

Une concertation quant au phasage temporel des SOP pour HyMeX, ChArMeX et MERMeX s'avère également souhaitable : phasage en deux temps ou nécessité d'une continuité sur au moins deux cycles annuels ?

Un travail sur les interfaces est nécessaire pour conforter :

- la continuité/transition entre le domaine continental et le domaine marin (couche limite, milieux côtiers, estuaires et milieux souterrains) ;
- les liens entre les milieux physiques et les milieux vivants.

I.3 - Quelques interrogations

- La définition exacte du domaine géographique demande à être clarifiée : Méditerranée occidentale dans un premier temps puis son extension au bassin oriental ?

La réponse à cette question n'est pas anodine, dans la mesure où (i) l'extension au bassin oriental, sans doute nécessaire pour donner sa vraie dimension méditerranéenne au Chantier, nécessitera, plus encore que pour le bassin occidental, la mise en œuvre de collaborations internationales fortes, dans un contexte programmatique clair, (ii) les objectifs en matière de fermeture des bilans de masse et d'énergie (qui doivent être précisés) auront une influence importante sur la délimitation du(des) domaine(s) géographique(s) à considérer, (iii) le développement proposé de modèles climatiques régionaux à haute résolution, implique également que la(les) zone(s) d'étude(s) soi(en)t bien identifié(e)s.

- Quelles sont les limites à prendre en compte selon les objectifs des programmes ?

Pour les études hydrologiques, sédimentaires et géochimiques, l'impact des apports des grands fleuves (Rhône, Nil, Danube, Medjerda...), voire de certaines rivières (dans le cas des phénomènes extrêmes) serait à considérer pour la fermeture des bilans. Pour les études atmosphériques, les questions liées au transport à longue distance pose le problème des liens avec l'Afrique sub-saharienne (aérosols désertiques et de brûlage) et l'Europe de l'Est (émissions de feux de végétation et émissions anthropiques). Pour les études biogéochimiques et de biodiversité, les migrations d'espèces à travers le canal de Suez et la salinité ne sont pas *a priori* à négliger.

- L'implantation de sites de mesures sur la rive Sud du bassin méditerranéen : où, quand et avec quels partenaires ?
- L'intérêt et la nécessité d'identifier des transects ?
- La continuité des observations spatiales à l'échéance 2010-2011 ?
- L'« homologation » d'un site en Corse en tant que site instrumenté ?
- Quelles sont les limites à prendre en compte selon les objectifs des programmes ?

II - La stratégie de modélisation et le couplage à l'observation

La stratégie de modélisation du Chantier Méditerranée doit être appréhendée à deux niveaux distincts : celui des programmes spécifiques et celui du Chantier Méditerranée dans sa dimension intégrative.

II.1 - Les programmes spécifiques

Nombre de programmes spécifiques, en particulier ceux à forte composante géophysique au sens large du terme, ont déjà des stratégies de modélisation assez bien élaborées, le plus souvent directement tirées de l'expérience acquise durant AMMA, en ce qui concerne les emboîtements d'échelles d'espace et de temps, voire les couplages entre modèles traitant différents milieux. Cette stratégie reste bien sûr à affiner et à adapter aux spécificités de la zone méditerranéenne, mais les grandes lignes de mise en œuvre sont définies et les outils disponibles et souvent qualifiés. On notera néanmoins quelques manques qu'il faudra s'attacher à pallier, comme la modélisation des apports sédimentaires fluviaux à la Méditerranée.

De façon générale, les liens modèles/mesures sont correctement pris en compte, le plus souvent au degré adéquat au regard de l'état de l'art des domaines concernés. À titre illustratif, on citera :

- le projet HyMeX est très mature au niveau de la stratégie expérimentale et de la réflexion sur la modélisation numérique ; alors que de nombreux modèles existent, l'enjeu principal dans les années à venir sera leur intégration, afin de décrire au mieux le cycle complet de l'eau, en passant par les processus climatiques et météorologiques, hydrologiques et océanographiques et le couplage atmosphère – surfaces continentales – océan ;
- pour ChArMeX et MERMeX, les plans d'expériences sont aussi pensés en relation avec les outils de modélisation qui seront utilisés ;
- SICMED incorpore, en sus des aspects biophysiques multiéchelles, une composante sociétale de gestion et d'aide à la décision plus marquée que dans d'autres programmes du Chantier, ce qui naturellement pose des problèmes spécifiques de modélisation et d'intégration ; ceux-ci devront être clairement identifiés et résolus au mieux ;
- TERMeX propose de nombreuses tâches pour étudier les interactions entre la tectonique (modèle thermomécanique de déformation de la lithosphère), le climat (modèle climatique « simplifié » définissant la pluviométrie et la température à des étapes clés de l'histoire géologique de la Méditerranée) et les processus de surface (modélisation de l'érosion et du transport des sédiments...) ; la réflexion sur la stratégie expérimentale est beaucoup moins avancée, dans la mesure où les modèles numériques qui pourront être utilisés dépendront énormément des données disponibles et de leur coût d'acquisition.

Afin de valider les modèles et de réduire les incertitudes liées aux changements d'échelles, le mieux est de considérer un système fermé, ou quasi-fermé, et le bassin méditerranéen est un cas idéal pour cela, en particulier pour étudier la fermeture des bilans de masse et d'énergie. Ainsi, dans le cadre des études géologiques, il est suggéré de réaliser des bilans sédimentaires afin de reconstituer l'érosion des bassins versants en étudiant les dépôts de sédiments en Méditerranée. Une telle étude nécessitera cependant de nombreuses données, tel qu'un MNT terrestre et marin complet du système, ainsi que des coupes sismiques et des forages afin de caractériser et quantifier les volumes sédimentaires. En plus de l'aspect géométrique, il faudra également disposer de données physiques à différentes échelles temporelles pour HyMeX et TERMeX, telles que des cartes de pluviométrie et d'autres variables climatiques pour l'ensemble de la Méditerranée (avec la nécessité de devoir effectuer des réanalyses) et des mesures de débits liquides et solides. Bien que ces dernières existent pour quelques fleuves, tel le Rhône, il conviendra de compléter les données existantes et de caractériser les fleuves principaux nourrissant la Méditerranée, voire également des rivières plus modestes en taille mais fournissant des apports solides et liquides considérables lors des pluies intenses.

II.2 - La dimension intégrative des questions transverses

Pour le second niveau, qui est celui de la modélisation des problématiques transverses, la stratégie est naturellement moins bien définie à ce jour, car beaucoup plus complexe. Elle constituera sans doute l'un des grands défis du Chantier Méditerranée. En effet, on s'adresse là, à des problématiques susceptibles d'aller de la géologie aux sciences humaines (gestion des risques hydrologiques ou sismiques par exemple), en traitant d'échelles allant du bassin méditerranéen dans son ensemble à la ville ou à la parcelle agricole. Ces différences d'échelle ne sont pas nécessairement un obstacle, mais peuvent au contraire favoriser l'interdisciplinarité. Le travail en zones atelier ou observatoires peut permettre un retour vers le terrain partagé par diverses disciplines afin de compléter ou acquérir de nouvelles données. Il va donc falloir sans doute être assez pragmatique dans l'approche suivie.

Bien que les programmes spécifiques travaillent sur des échelles d'espace et de temps très différentes, de nombreuses thématiques sont communes. On retrouve ainsi les mêmes mots clés, tels que climat, pluie, événement intense, érosion des sols, devenir des contaminants et de la biodiversité, transport sédimentaire..., à la fois dans les projets intégrant de manière importante des questions sociétales de gestion de l'espace et de biodiversité fonctionnelle continentale et/ou côtière (SICMED, BioDivMeX), des projets traitant de manière prépondérante de la physique des phénomènes (HyMeX, ChArMeX, MERMeX) et des projets autour de la géologie (TERMeX) et de la paléoclimatologie environnementale (PaléoMex). Le changement d'échelle espace / temps, entre ces différents projets, voire en leur sein (e.g. l'érosion des sols abordée à l'échelle de la parcelle et du bassin versant dans SICMED sur des durées courtes, et également à l'échelle du bassin versant dans TERMeX mais sur des durées bien plus longues), nécessitera vraisemblablement la construction de nouveaux modèles numériques et leur validation sur des observations à différentes échelles.

En conclusion, la stratégie expérimentale et l'optimisation de sa mise en œuvre pour la modélisation restent pour l'essentiel à définir, en s'appuyant sur un dialogue et des échanges au sein et entre les programmes. En particulier, il semble intéressant :

- d'identifier des thèmes transverses, tels que la genèse des eaux denses, l'érosion des sols et le transport des sédiments, la caractérisation des risques naturels et climatiques ou l'impact de l'homme sur ces risques ;
- de définir des zones multithématiques et pluriéchelles, afin de débiter les projets sur des zones plus réduites, tout en capitalisant sur les acquis (e.g. les études récentes des deltas du Rhône et du Nil par les Géosciences Marines) ;
- de phaser le développement et l'utilisation des modèles numériques avec les campagnes d'observation et de compléter la liste d'observables (e.g. mesure des débits solides) ;
- de définir un protocole d'échanges entre les modèles numériques et les bases de données.

Enfin, une concertation avec la communauté AMMA, qui est confrontée aux mêmes problèmes de modélisation systémique intégrative, pourrait s'avérer souhaitable et constituer une source d'enrichissement mutuel, bien que l'objet d'étude du Chantier Méditerranée soit différent.

III - L'organisation des bases de données

III.1 - La problématique

Le Chantier Méditerranée va nécessiter d'intégrer des données de sources variées, données indispensables pour la modélisation et la simulation (initialisation, calibration, validation, élaboration de scénarii...), les analyses scientifiques des campagnes et les applications en termes de gestion environnementale et d'aide à la décision. Ces données proviendront de divers domaines thématiques (géophysique - au sens large -, biologique, économique, sociétal...) et couvriront des échelles de temps et d'espace très étendues.

Il semble clair qu'une base de données centralisée est une approche inadaptée au cas du Chantier Méditerranée. En effet, le grand nombre de données existant déjà sur la zone méditerranéenne et le large spectre des programmes multidisciplinaires et multiacteurs incitent à choisir une approche distribuée et interopérable des bases de données, lesquelles pourraient relever d'un portail commun, comme prélude à un possible Système d'Informations Environnementales du Chantier Méditerranée.

Cependant, pour certaines données, une réflexion approfondie devra être conduite sur la normalisation minimale de celles-ci et des métadonnées associées, sur une évaluation du degré adéquat d'interopérabilité technique et sur la définition de référentiels partagés.

Le portail commun pourrait notamment permettre :

- de regrouper les données d'intérêt commun aux différents programmes ;
- d'accéder aux différentes bases de données interopérables produites par les programmes spécifiques, les pôles thématiques... ;
- de proposer un catalogue et une base de métadonnées des données préexistantes ;
- de fournir, par des liens, les informations nécessaires pour accéder aux données préexistantes ou de proposer des interfaces d'accès quand c'est possible ;
- de gérer les utilisateurs (identifiants, mots de passe...)

- de proposer des produits destinés au « grand public », notamment à des fins de communication et de diffusion de l'information environnementale.

Deux grandes catégories de données peuvent être distinguées :

- les données acquises ou produites dans le cadre du Chantier Méditerranée, pour lesquelles il serait souhaitable de définir des normes (métadonnées, formats, règles d'utilisation...) et de mettre en place une interopérabilité ; ces données peuvent être de différentes nature : séries temporelles pour les observations locales, données géospatialisées pour les produits satellitaires, les sorties de modèles, les produits à valeur ajoutée d'aide à la décision, de gestion de l'environnement... ;
- les données à finalités de « recherche » ou « opérationnelles » préexistantes au début des différents programmes et disposant déjà de leurs propres standards en matière de métadonnées, d'archivage et de diffusion.

III.2 - Les recommandations

Il apparaît prioritaire que chaque programme fasse un inventaire de l'existant, tant en termes de données que d'outils d'accès en ligne à ces données. De plus, les données difficilement accessibles ou archivées dans un cadre peu pérenne pourraient être signalées, afin de donner éventuellement lieu à des actions de sauvetage de données.

La mise en place d'un tel système d'information nécessite un travail en amont, qui doit débiter le plus tôt possible, sans doute au travers de la mise en place d'un groupe de travail opérationnel composé d'ingénieurs spécialisés et de chercheurs. La définition d'un cahier des charges précis, clarifiant les acteurs, la stratégie générale, les attentes des utilisateurs et leurs besoins en termes d'outils d'accès aux données (SIG, logiciels de fouille de données...) est en effet un préalable nécessaire à la réalisation d'un système efficace. De plus, les règles de diffusion des données, la structure des métadonnées et l'écriture des normes doivent être définies avant l'acquisition des données. Il est souligné que ces aspects doivent impliquer tous les partenaires, nationaux et internationaux.

Dès la description instrumentale, qu'il conviendra de documenter avec grande précision, des informations concernant l'archivage des données doivent être fournies (formats, temps de traitement, nombre de versions, volume...), afin de dimensionner le travail humain et les équipements nécessaires pour la constitution des bases de données.

Les structures archivant des données préexistantes doivent être contactées, afin de vérifier les possibilités d'accès à leurs données en termes de règles d'utilisation et de contraintes techniques.

La mise en place d'outils bibliographiques et bibliométriques, accessibles depuis le portail commun et permettant d'accéder aux références et aux textes des articles et documents des différents programmes, pourrait elle aussi jouer un rôle de transversalité en favorisant les échanges entre les thématiques. Un tel outil présente aussi un fort potentiel en termes de suivi de l'activité scientifique par les coordinateurs des projets.

Autour de la notion de développement durable et de support aux politiques publiques, mise en exergue dans le Grenelle de l'Environnement, doivent s'organiser des flux d'informations et de données, mais aussi de modèles, dont le fonctionnement intégré contribue de façon majeure aux processus de développement et d'aménagement des milieux continentaux, littoraux, côtiers et marins. Ces informations ne doivent pas seulement concerner le fonctionnement des systèmes naturels et anthropisés, mais contribuer également à décrire les systèmes sociaux dans leurs relations, *a minima*, entre « pressions et impacts » sur les systèmes naturels. Parmi les informations à traiter au sein des Systèmes d'Informations Environnementales (SIE), les informations spatialisées et temporalisées, multisources et multiparamètres, revêtent une grande importance et de nombreux efforts de recherche dans ce domaine restent à accomplir en mobilisant toutes les disciplines concernées. Aussi, les acteurs du Chantier Méditerranée sont-ils invités à prendre toute leur part dans cet effort de réflexion transdisciplinaire et à se constituer en force de proposition.

Dans le même esprit de support aux politiques publiques, il est indispensable que ces bases de données contiennent une information aussi précise que possible sur les incertitudes liées à leurs données, qu'elles concernent des observations ou des simulations.

IV - Le développement du partenariat international autour du Chantier Méditerranée

La plupart des programmes spécifiques ont pris contact ou établi des collaborations scientifiques avec des partenaires étrangers. Les chercheurs impliqués connaissent, notamment au travers de leurs activités passées, les partenaires scientifiques potentiellement intéressés. Compte tenu du fait que les conditions permettant d'inscrire ces collaborations dans le cadre d'un grand projet européen ne sont actuellement pas remplies, il est probable que la participation étrangère dépendra du fait que les Agences ou Organismes nationaux de chaque pays auront ou pas inscrits les recherches sur la Méditerranée comme une de leurs priorités. Il semble donc essentiel à ce stade que les démarches permettant de formaliser des collaborations internationales institutionnelles soient entreprises auprès des Organismes de recherche étrangers. C'est comme cela (c'est-à-dire d'abord *via* des financements nationaux) que les intentions de participer exprimées par les chercheurs étrangers pourront se concrétiser.

Pour les pays de la rive sud, la situation est probablement un peu différente et suppose sans doute d'impliquer fortement les ministères en charge de la coopération scientifique et universitaire. L'IRD a bien évidemment un rôle majeur à jouer dans ce domaine.

En terme d'actions, il semble donc prioritaire de faire connaître rapidement aux instances en charge de la recherche environnementale dans les pays potentiellement partenaires l'existence de ce Chantier et de ses finalités, de notre souci de l'ouvrir à la communauté méditerranéenne de recherche et de notre volonté de l'adapter pour aborder des problématiques d'intérêt pour certains pays qui ne seraient pas actuellement prises en compte. La difficulté est sans doute que ces contacts doivent être établis entre des représentants des organismes français et étrangers d'un niveau décisionnel suffisamment élevé.

De façon non exhaustive, on peut citer comme pays partenaires potentiels :

- l'Algérie (pour les risques sismiques, l'évolution du littoral, les ressources) ;
- l'Allemagne (pour les avions étudiant la cyclogénèse des évènements extrêmes, l'étude du climat) ;
- l'Egypte (pour la biogéochimie marine, l'évolution du couvert végétal) ;
- l'Espagne (pour la chimie atmosphérique, l'hydrométéorologie) ;
- la Grèce (pour la mer, la chimie atmosphérique, les risques sismiques) ;
- l'Italie (pour la mer, la chimie atmosphérique, les risques sismiques, l'hydrologie) ;
- Israël (pour le spatial, la biogéochimie marine et lacustre, la désertification, le cycle de l'eau) ;
- la Jordanie (pour les ressources en eau, l'évolution du couvert végétal) ;
- le Maroc (pour les risques sismiques, la désertification, les changements d'usage des sols, le cycle de l'eau et les ressources) ;
- Monaco (pour l'océanographie) ;
- la Tunisie (pour la désertification, l'érosion, les ressources en eau, l'évolution du couvert végétal) ;
- la Turquie (pour la chimie atmosphérique, les risques sismiques).

Cela dit, si le contexte européen n'est pas actuellement des plus propices, il n'est pas totalement fermé pour certains programmes spécifiques du Chantier Méditerranée. Il existe dans le cadre du 7^e PCRD quelques AO pour lesquels les chances de réussite ne seraient pas nulles. Les expériences passées ont néanmoins démontré qu'une structuration nationale forte, encadrée et accompagnée par les Organismes, augmentait de beaucoup les chances de succès à de tels AO. Il est donc nécessaire de mettre en place les mécanismes permettant d'accompagner ces propositions, depuis leur genèse jusqu'au résultat de l'appel d'offre.

Enfin, le Chantier Méditerranée étant inscrit dans la durée (10 ans), il n'est pas trop tard pour mener le lobbying adéquat permettant de faire émerger des feuilles de route propices à la soumission de projets européens connectés au Chantier Méditerranée, en particulier en ce qui concerne la seconde phase (intégration). Par contre, il est indispensable de mener ces actions dès maintenant, tant auprès des ministères concernés que de la Commission Européenne et de nos partenaires étrangers.

Organisation

La structuration scientifique matricielle du Chantier, avec le croisement des programmes spécifiques et des questions transverses, nécessite une organisation particulière. Il est probable que la phase délicate soit celle qui consiste à intégrer, autour des questions transverses, les résultats des observations et des modèles issus des programmes spécifiques. Il est donc indispensable de prendre en compte l'existence de ces deux phases distinctes et de considérer la phase d'intégration comme devant être supportée à un niveau au moins équivalent à celui des programmes spécifiques. Ceci nécessite, de la part des Agences et Organismes, une volonté politique forte, inscrite dans la durée et supportée par des moyens conséquents, sous peine de voir s'évaporer les communautés une fois les programmes spécifiques réalisés.

Il y a urgence à définir rapidement cette organisation et la gouvernance opérationnelle du Chantier Méditerranée. En effet, pour certains programmes spécifiques bien avancés les campagnes d'observation sont planifiées pour des échéances maintenant proches (2010-2011). Or, elles devront être organisées et gérées avec efficacité, ce qui suppose des processus clairs de sélection des priorités, de mise en œuvre et de suivi. Par ailleurs, les chercheurs potentiellement mobilisables sur des problématiques d'intérêt pour le Chantier Méditerranée sont l'objet de sollicitations variées pour participer à d'autres programmes, *via* des AO nationaux (e.g. ANR), régionaux, interrégionaux ou européens : le risque de voir se disperser la communauté n'est donc pas à négliger, si une organisation claire, un pilotage réel et des actions concrètes tardaient trop à se mettre en place.

L'organisation proposée nécessite la mise en place aussi diligente que possible :

- d'un **Conseil Scientifique** du Chantier Méditerranée qui devra s'assurer, en étroite collaboration avec le Comité de Pilotage, de la définition des priorités, du suivi fin des actions et de leur évaluation scientifique
Il fera *in fine* les propositions de soutiens financiers. L'évaluation scientifique devra faire largement appel à des experts, en particulier étrangers, non impliqués dans le Chantier Méditerranée.
- d'un **Comité de Pilotage** qui aura la responsabilité de la mise en œuvre du Chantier Méditerranée, de préparer et hiérarchiser les demandes de financement et d'interagir avec le Conseil Scientifique pour préparer les évaluations
Le Comité de Pilotage devrait comprendre, outre le (ou les) porteur(s) du « Chantier Méditerranée », les responsables de programmes spécifiques et/ou de questions transverses. La composition de ces deux instances devra fortement évoluer au cours du temps pour s'adapter au mieux aux deux phases du Chantier Méditerranée.
- d'un **Bureau de projet** qui aura vocation à assurer notamment (i) la gestion centralisée et la plus transparente possible des différentes sources de financement, en lien avec la Direction Scientifique du Chantier Méditerranée, (ii) les actions de communication interne au Chantier et externe (à l'international), (iii) la capitalisation et l'archivage, tout au long du Chantier, du savoir-faire et des retours d'expérience et (iv) les analyses bibliométriques, l'ensemble étant mis au service de la communauté
- d'un **CIO**, c'est-à-dire un **Comité Institutionnel** regroupant les différents partenaires institutionnels du Chantier, auquel il reviendra naturellement de prendre les décisions concernant les orientations générales et les financements

Quelques réflexions à poursuivre

Il serait important de se poser la question de **la limite (ou des limites) géographique(s) du système étudié**. Plusieurs propositions sont pertinentes, qui vont de la définition bioclimatique à la définition paléoclimatique incluant la mer Noire et la mer Caspienne, en passant par une région définie par le bassin versant des fleuves de la mer Méditerranée et de la mer Noire. Des zones clés comme le proche Atlantique (+ le détroit de Gibraltar) et la mer Noire (+ le système détroit des Dardanelles, mer de Marmara, détroit du Bosphore) semblent devoir faire partie intégrante de cette zone d'étude. Cette question du zonage géographique n'a pas été complètement tranchée, mais l'unité du Chantier Méditerranée passe forcément par la définition de cette zone d'intérêt commune.

Concernant l'objet d'étude proprement dit, il nous semble que la définition géographique doit être privilégiée. Certaines zones situées au-delà de ces frontières pourraient alors être documentées pour telle ou telle question nécessitant de prendre en compte leur influence sur la région méditerranéenne, sans pour autant et en aucun cas devenir objet d'étude en elles-mêmes.

Le système méditerranéen, dans ses dimensions climatique, biogéochimique ou sociétale doit s'appréhender comme un **système régional fortement couplé où les différentes composantes du système Terre sont en interaction à hautes résolutions spatiale et temporelle**. Cette question des interactions, de leur modélisation et de leur compréhension est sans nul doute l'un des liens transverses forts entre les différents programmes spécifiques du Chantier Méditerranée. Les réponses aux questions transverses dépendent de notre capacité à aborder le problème sous cet angle. En conséquence, les travaux visant à développer les outils théoriques permettant ces couplages régionaux doivent être engagés rapidement.

La contribution des sciences humaines à ce Chantier sera essentielle pour aborder pleinement les questions transverses. La Méditerranée est au centre des thématiques de recherche conduites par des unités SHS du CNRS (on peut citer l'exemple de la Maison de l'Orient Méditerranéen à Lyon, de la MMSH d'Aix-en-Provence...). Les travaux déjà réalisés en SHS sur la région méditerranéenne constituent donc un socle non négligeable. Un bilan de ces acquis, avec le recensement des travaux et des bases de données existantes, permettrait sans doute d'identifier plus facilement les partenaires potentiels et contribuerait à élaborer les questions vives, propres à la communauté des SHS. Il faudra également prendre en compte et intégrer dans la réflexion les programmes de recherche en cours (ANR notamment) concernant plus ou moins directement des thèmes du Chantier (e.g. la ville et la zone côtière). L'intervention des SHS devra se concevoir à plusieurs niveaux et échelles, selon que l'on traite du modèle global « Méditerranée » ou que l'on envisage des études à plus petite échelle. À l'échelle méditerranéenne, la contribution des SHS peut s'envisager à un niveau de synthèse. À plus petite échelle, la réalisation d'études de terrain complémentaires serait nécessaire. La création d'un programme spécifique entièrement dédié aux SHS pourrait permettre à ces disciplines de s'agréger au Chantier, de participer pleinement à son élaboration stratégique et de s'intégrer aux problématiques posées par les questions transverses.

Enfin, les Journées d'Aix ont été trop courtes pour que les responsables des programmes spécifiques du Chantier Méditerranée réfléchissent ensemble aux **frontières entre programmes**. Il faudra notamment éviter à la fois le doublement d'efforts sur certains aspects et l'absence d'études sur d'autres. Enfin, les efforts de rationalisation et de collaboration entre programmes devront tenir compte de la nécessaire cohérence interne à chaque programme et des souhaits des différentes communautés scientifiques impliquées dans le Chantier Méditerranée.

ANNEXE 1

Le programme des Journées d'Aix-en-Provence

Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme

Aix-en-Provence

3-5 Novembre 2008

Lundi 3 Novembre

09h30 - 10h00 : Accueil, enregistrement, café

10h00 - 10h30 : Messages d'ouverture des journées

Dominique Le Quéau, Directeur INSU-CNRS

Brigitte Marin, Directrice de la MMSH (déplacé au 4 Novembre)

Présidence de séance : INRA (Pierre Stengel) et MEEDDAT (Éric Vindimian)

10h30 - 10h50 : Rappel des objectifs des journées

Dominique Le Quéau, INSU-CNRS

10h50 - 11h00 : Rappel des objectifs des journées

Françoise Gaill, EDD-CNRS

11h00 - 12h30 : Présentation succincte des enjeux sociétaux et des objectifs scientifiques des programmes spécifiques du Chantier Méditerranée (15'/programme) :

1 - HyMeX ; 2 - ChArMeX ; 3 - MERMeX ; 4 - BioDivMeX ;

5 - SICMED ; 6-TERMeX ; 7 - PaleoMeX

12h30 - 14h00 : *Déjeuner*

14h00 - 14h15 : *Répartition en ateliers relatifs à des questions transverses sur les interfaces et les rétroactions méditerranéennes*

14h15- 16h15 : Sessions parallèles

Atelier 1 : Les interactions Homme – Climat – Environnement et l'évolution du milieu méditerranéen

L'atelier doit permettre d'appréhender les liens et les boucles de rétroactions entre les déterminants bio-physicochimiques, climatiques et sociétaux en se fondant plus particulièrement sur des analyses rétrospectives et prospectives de l'aire méditerranéenne.

Animateurs : Jean-Yves Bottero, CNRS-CEREGE et Vincent-Henri Peuch, Météo-France-CNRM

Atelier 2 : Les pressions anthropiques et leurs impacts sur le milieu méditerranéen

L'objectif de l'atelier est double : (i) comment envisager de façon intégrée les différentes sources de contaminants affectant le milieu méditerranéen, les flux et les échanges aux interfaces sous-sol – surface – océan – atmosphère et leurs évolutions spatio-temporelles ? (ii) comment évaluer les impacts actuels, leur évolution et leurs conséquences physiques et sociétales ? (iii) quels sont les impacts des pêcheries sur les écosystèmes ?

Animateurs : Daniel Cossa, Ifremer et Éric Vindimian, MEEDDAT

Atelier 3 : Le devenir de la biodiversité méditerranéenne

L'objectif de l'atelier est d'évaluer l'impact des changements globaux (climat et pressions anthropiques) sur l'évolution et l'adaptation de la biodiversité continentale et marine et de la disponibilité des ressources vivantes.

Animateurs : Louis Legendre, CNRS-LOV et Behzad Mostajir, CNRS-Ecolag

Atelier 4 : Les risques naturels en Méditerranée dans un contexte de changement global et de pression anthropique croissante

L'objectif est de préciser les aléas caractéristiques des risques naturels d'origines météorologique et tellurique. Il s'agit notamment de développer les bases de données et leur gestion en temps réel pour mieux prévenir les risques. Il est nécessaire de mieux comprendre les processus de genèse des aléas. La dimension sociétale associée à la fois aux risques et aux conséquences des événements cataclysmes devra également être abordée.

Animateurs : Guy Delrieu, CNRS-LTHE et Alexis Rigo, CNRS-OMP

16h15 - 16h45 : Pause-café

16h45-18h45 : Sessions parallèles

Atelier 5 : Les zones côtières : lieu d'échanges et de vie

Il s'agit là de traiter les interfaces que représentent les zones côtières, en particulier les relations entre les bassins versants continentaux et les milieux littoraux, vus comme un continuum fortement anthropisé. Une attention particulière devra être portée aux milieux urbanisés en tant que lieux de vie, lieux d'émission, lieux de perturbation... Là encore, les liens entre les processus hydro-biogéochimiques et les aspects socio-économiques doivent être considérés.

Animateurs : Jean-François Cadiou, Ifremer et Serge Heussner, CNRS-CEFREM

Atelier 6 : La méditerranée : son rôle sur le climat dans les régions du Nord et du Sud du bassin

Cette région étant une zone de transition entre régimes climatiques, donc potentiellement très sensible aux changements prévus, il s'agit ici de considérer de quelle manière et de combien la présence de la Méditerranée affecte le climat des régions avoisinantes.

Animateurs : Samuel Somot, Météo France-CNRM et Jean-Pierre Suc, CNRS-PEPS

Atelier 7 : L'évaluation et la gestion raisonnée des ressources dans le bassin méditerranéen

L'objectif est ici de traiter de l'usage des sols, de la désertification et des ressources en énergie et en eau du bassin méditerranéen. Plus précisément, il s'agit d'évaluer l'évolution de l'utilisation des terres, de quantifier le rôle des perturbations et des ruptures sur les systèmes écologiques et sociaux et de dégager, à partir d'études compréhensives à différentes échelles de la zone méditerranéenne, des approches de gestion raisonnée des ressources. Il s'agit aussi de préciser les domaines qui ont pu donner lieu à la formation d'hydrocarbures et d'identifier les zones réservoirs off-shore et on-shore actuelles.

Animateurs : Pierre Chevallier, IRD-IFR ILEE et François Roure, IFP

19h00 : *Cocktail*

20h00 - 22h00 : Préparation de la restitution des ateliers de la journée (comité des sages et animateurs d'ateliers)

Mardi 4 Novembre

Présidence de séance : CNES (Aurélie Sand)

Le Chantier Méditerranée

9h00 - 9h30 : La Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme
Brigitte Marin, Directrice de la MMSH

9h30 - 10h00 : Conférence plénière : Les perspectives du Plan Bleu sur le développement durable en Méditerranée
Luc Dassonville, Plan Bleu

10h00 - 10h30 : Conférence plénière : Scientific programs in the Mediterranean and future perspectives
Alessia Rodriguez y Baena, CIESM

10h30 - 11h00 : Conférence plénière : Les systèmes et les moyens d'observation de la région méditerranéenne (air, terre, mer)
Stéphane Blain, Université Pierre et Marie Curie-LOBB

11h00 - 11h30 : *Pause*

Présidence de séance : Ifremer (Pierre Cochonat) et IRD (Pierre Soler)

11h30 - 12h00 : Conférence plénière : Les observations de la région méditerranéenne depuis l'espace : l'existant et les projets
Aurélie Sand, CNES

12h00 - 12h30 : Conférence plénière : les Systèmes d'Informations Environnementales et leur application au bassin méditerranéen
Thérèse Libourel, Université Montpellier II- LIRM

12h30-13h00 : Conférence plénière : La Méditerranée pour chantier ?
André Monaco, CNRS-CEFREM

13h00 - 14h30 : *Déjeuner*

Présidence de séance : CEA (Christophe Rabouille)

14h30 - 15h45 : Séance plénière : Présentation succincte des stratégies d'observation et de mesure et des moyens associés des programmes spécifiques du Chantier Méditerranée (10'/programme) :
1 - HyMeX ; 2 - ChArMeX ; 3 - MERMeX ;
4 - SICMED ; 5 - TERMeX ; 6 - PaleoMeX

15h45-16h00 : Pause et répartition en ateliers relatifs aux moyens à mettre en œuvre

16h00 - 18h30 : Sessions parallèles

Atelier 1 : Organisation de la « base de données » du Chantier Méditerranée (y compris les données spatiales et de simulations) et liens avec les structures existantes
Animateurs : Laurence Fleury, Météo-France-CNRM, et Hervé Gazel, SEDET

Atelier 2 : Observations aéroportées et océanographiques : besoins et phasage
Animateurs : Fauzi Mantoura, Université Pierre et Marie Curie-OOV et François Ravetta, Université Pierre et Marie Curie-LATMOS

Atelier 3 : Stratégie de modélisation à l'échelle méditerranéenne et couplage à l'observation

Le Chantier Méditerranée

Animateurs : Isabelle Braud, Cemagref, Didier Grangeon, IFP et Serge Rambal, CNRS-CEFE

Atelier 4 : Optimisation de la stratégie d'observation (sites, zones ateliers, réseaux internationaux, satellites...) et phasage temporel

Animateurs : Thierry Lebel, IRD-LTHE et Didier Tanré, CNRS-LOA

Atelier 5 : Coopérations internationales

Animateurs : Philippe Carlevan, Élisabeth Kohler, INSU et Pierre Soler, IRD

20h00 - 22h00 : Préparation de la restitution des ateliers de la journée (comité des sages et animateurs d'ateliers)

Mercredi 5 Novembre

Présidence de séance : Météo France (Eric Brun) et BRGM (Pol Guennoc)

9h00 - 9h30 : Conférence plénière : Le retour d'expérience de AMMA-France et AMMA-UE (aspects opérationnels et pluridisciplinaires)

Jean-Luc Redelsperger, CNRS-Météo France

9h30 - 10h45 : Restitution des Ateliers relatifs aux questions transverses par les animateurs/secrétaires

10h45 - 11h00 : *Pause*

11h00 - 12h15 : Restitution des Ateliers relatifs aux moyens à mettre en œuvre par les animateurs/secrétaires

12h15 - 14h00 : *Déjeuner*

14h00 - 16h00 : Synthèse et discussion générale animée par le comité des sages

16h00 - 16h30 : Conclusions et perspectives par Dominique Le Quéau, CIO-E

ANNEXE 2

Les programmes spécifiques *Présentation sans ordre préférentiel*

I - HyMeX (Hydrological cycle in the Mediterranean eXperiment)

<http://www.cnrn.meteo.fr/hymex/>

Contacts : V. Ducrocq (veronique.ducrocq@meteo.fr) et P. Drobinski (philippe.drobinski@lmd.polytechnique.fr)

I.1 - Motivations et enjeux

Le bassin méditerranéen possède une géographie quasiment unique au monde : un bassin océanique quasi fermé, une orographie marquée sur son pourtour, un climat très contrasté et une forte urbanisation. Ces caractéristiques en font un système complexe où les processus couplés atmosphère / océan / surfaces continentales sont prépondérants. Les interactions et rétroactions de ce système couplé pilotent le cycle de l'eau dans la région et sont fréquemment à l'origine d'événements extrêmes, tels que pluies intenses et crues, vents violents et brassages océaniques importants, ou sécheresses et feux de forêts. Leurs conséquences en termes de victimes et dommages sont aggravées par le contexte d'augmentation de l'urbanisation du littoral méditerranéen. À titre d'exemple, les inondations d'Alger en novembre 2001 ont fait plus de 800 morts, celles du Gard en septembre 2002, 1,2 milliard d'euros de dommages. La prévision de ces événements intenses est encore difficile de par la complexité des processus impliqués aux échelles les plus fines et leurs interactions non linéaires au sein du système couplé. Si, à ce jour, les modèles climatiques s'accordent pour prévoir un assèchement et un réchauffement importants du bassin méditerranéen dans le futur, ils appréhendent encore mal les échelles régionales et locales. La projection dans le climat futur de l'évolution de la fréquence et de l'intensité des aléas hydrométéorologiques est par conséquent encore très incertaine, même si les modèles climatiques semblent converger vers une augmentation du nombre et de la durée des vagues de chaleur et de sécheresse. Ces évolutions exerceront une pression encore plus forte sur les ressources en eau, dans un contexte où la Méditerranée rassemble aujourd'hui déjà plus de la moitié de la population mondiale qualifiée de « pauvre en eau ».

Face à ces forts enjeux sociétaux, il est donc essentiel de progresser dans la connaissance et la compréhension des mécanismes et interactions au sein du cycle de l'eau en Méditerranée, afin d'améliorer la prévision des événements méditerranéens intenses et la projection de leur évolution dans le climat futur. Cette meilleure connaissance de l'aléa doit être accompagnée d'une meilleure évaluation de la vulnérabilité des régions méditerranéennes aux événements intenses et de leur capacité à s'y adapter.

I.2 - Objectifs généraux

Le programme HyMeX du chantier méditerranée cherche à améliorer la compréhension et la modélisation du cycle de l'eau en Méditerranée, avec un intérêt particulier pour la prévisibilité et l'évolution des événements intenses associés au cycle de l'eau.

Les questions structurantes affichées par le programme concernent plus particulièrement :

- La *variabilité des composantes du cycle de l'eau* (précipitation, évaporation, ruissellement, transport, etc) en région méditerranéenne, dans un contexte de changement climatique global et *l'impact de cette variabilité sur la ressource en eau*
- Les *ingrédients et mécanismes nécessaires* pour qu'un événement devienne extrême (pluies intenses et crues, sécheresses, tempêtes, convection océanique)
- *L'évolution des événements intenses* méditerranéens dans un contexte de changement climatique global
- La *vulnérabilité des régions* aux événements intenses et leurs *capacités à s'adapter*

Pour progresser dans ces questions, la stratégie proposée pour HyMeX est de *surveiller et modéliser le système couplé* (océan – atmosphère – surfaces continentales), *sa variabilité* (de l'échelle de l'événement aux échelles saisonnières et interannuelles) et *ses caractéristiques* sur une *décennie inscrite dans un contexte de changement global* (2010-2020).

I.3 - Axes de recherche

Les questions scientifiques traitées dans HyMeX sont organisées autour de cinq thématiques principales. Les deux premières concernent l'étude de la variabilité et de la tendance de la composante « lente » du cycle de l'eau. Il s'agira de mieux quantifier et simuler (i) les termes du *bilan en eau de la mer Méditerranée* qui pilotent la circulation océanique du bassin et (ii) les composantes naturelles et anthropiques du *cycle hydrologique continental* à l'échelle régionale. Les deux autres thématiques portent sur les événements intenses : (i) les *pluies intenses et crues rapides* et (ii) les *flux océan-atmosphère intenses*, thématique qui inclut aussi bien les phénomènes atmosphériques responsables de ces flux (cyclogenèses méditerranéennes et vents régionaux) que leurs conséquences sur l'océan (formation de convection océanique et d'eaux denses). Enfin la cinquième thématique, qui relève plus particulièrement du domaine des Sciences Humaines et Sociales, concerne la *vulnérabilité et la capacité d'adaptation* des territoires et peuples méditerranéens aux événements intenses dans le contexte du changement climatique.

I.4 - Stratégie générale

HyMeX prévoit des observations simultanées (qui font défaut à ce jour) au sein des trois compartiments - atmosphérique, continental et océanographique - et à leurs interfaces, ainsi que des observations dans le domaine des SHS. La stratégie d'observations envisagée pour répondre aux objectifs scientifiques d'HyMeX est une stratégie emboîtée à trois niveaux dans le temps et l'espace, qui a déjà montré son intérêt dans des campagnes expérimentales récentes telles que celles du programme AMMA sur la mousson Africaine :

- *une longue période d'observations (LOP)* de 10 ans (2010-2020) sur *tout le bassin* méditerranéen : cette collecte de données en provenance des réseaux d'observation opérationnels et des observatoires de recherche existants et répartis sur tout le bassin permettra d'étudier la variabilité saisonnière et interannuelle des phénomènes et de réaliser des bilans sur les flux (transport) et les transformations (évaporation, condensation) de l'eau ; elle sera renforcée par des mesures d'opportunités comme des observations sur navires marchands circulant en Méditerranée ;
- *des périodes d'observations renforcées (EOP)* de quelques années sur un sous-bassin : elles sont destinées à renforcer, à l'aide de nouveaux instruments, les réseaux opérationnels et observatoires de recherche existants (MOOSE, OHM-CV, OMERE, etc) pour des études de bilan et de processus ; la première devrait se dérouler de septembre 2010 à août 2014 (avec un pic des moyens déployés de septembre 2011 à août 2013) et concerner le *bassin occidental et la région hellénique* ;
- *des périodes d'observations spéciales (SOP)* sur une région d'un sous-bassin : dédiées essentiellement à des études de processus, elles requerront le déploiement d'instruments de recherche spécifiques, embarqués à bord d'avions, de bateaux, de ballons, etc ; la première zone ciblée sera la *Méditerranée nord-occidentale*. Cette zone a l'avantage de regrouper la majorité des objets d'étude d'HyMeX : pluies intenses et crues rapides, cyclogenèses et vents régionaux forts, convection océanique (Golfe du Lion), transition côtier – plateau-hauturier, grand fleuve (Rhône) et rivières intermittentes, etc. Deux périodes de SOP (février-mars et septembre-octobre) réparties sur trois ans (2011-2013) seront nécessaires pour assurer le suivi de la circulation océanique et de la formation des masses d'eau et pour maximiser les chances d'échantillonner des événements intenses, peu fréquents par nature.

La mise en œuvre de plates-formes de modélisation, éventuellement couplées, accompagnera ce programme d'observation, tant en temps réel pour le déploiement des moyens instrumentés pendant les phases terrain que pour l'interprétation des données recueillies pendant les périodes d'observation.

I.5 - Organisation

Le programme est divisé en différentes phases, avec la mise en place d'une organisation adaptée à chacune d'entre elles pour répondre aux objectifs spécifiques.

La Phase 1 (2006-2007) a consisté en la rédaction d'un livre blanc par la communauté de recherche française (http://www.cnrm.meteo.fr/hymex/global/documents/WB_1.3.2.pdf), en la réalisation d'un atelier en juin 2007 et en la promotion du programme au niveau international. Le livre blanc réalise un état de l'art des questions scientifiques relatives au cycle de l'eau en Méditerranée, identifie les besoins et verrous actuels dans ce domaine et fait des propositions pour y répondre.

La Phase 2 (2008-2009) a pour objet l'élaboration du plan scientifique international et du plan d'implémentation international du programme, ainsi que l'élaboration d'une stratégie de financement du programme et le montage de projets à soumettre en réponse aux appels d'offre des programmes nationaux, européens et internationaux. L'organisation scientifique mise en place pour atteindre ces objectifs consiste en cinq groupes de travail internationaux et un comité international de pilotage scientifique (ISSC). L'ISSC est responsable de la formulation d'objectifs scientifiques clairs pour HyMeX dont il s'assure de la bonne réalisation. Il contribue à la rédaction des « *Science and Implementation Plans* » avec les responsables des groupes de travail, amende ces documents et *in fine* les valide. Au sein de l'ISSC, un comité exécutif a été mis en place pour assurer une liaison fréquente avec les responsables des groupes de travail et avec les autres membres de l'ISSC. À ce jour, plus de 260 participants sont inscrits, dont environ 60 % d'étrangers (Algérie, Allemagne, Chypre, Croatie, Égypte, Espagne, Grèce, Italie, Israël, Maroc, Portugal, Roumanie, Royaume-Uni, Tunisie, Turquie, USA). Le 2^e colloque HyMeX (2-4 juin 2008) a lancé le processus d'élaboration du plan scientifique et du plan d'implémentation.

I.6 - Axes transverses de recherche

Au sein du projet HyMeX même, un axe transverse entre « sciences physiques » (OA et SIC) et « sciences humaines et sociales » (SHS) existe et porte sur le monitoring de la vulnérabilité et l'évaluation de la capacité d'adaptation des territoires et peuples méditerranéens.

Par ailleurs, des actions aux interfaces entre les programmes spécifiques du chantier ont été initiées dès la phase 1. Ce sont :

- avec MERMeX : l'étude couplée physique et biogéochimique des caractéristiques et de la quantité d'eau dense formée chaque année durant la période hivernale, en y associant l'impact sur les stocks, la composition et la qualité de la matière organique et minérale ;
- avec ChArMeX : l'analyse du rôle des aérosols sur le bilan radiatif et comme noyau de condensation dans la formation des nuages/précipitations ;
- avec TERMeX : l'analyse du fonctionnement des zones karstiques et des glissements de terrain ;
- avec SICMED : l'étude et la modélisation des échanges d'énergie et d'eau entre la surface continentale et l'atmosphère, de l'échelle du bassin versant à l'échelle du bassin méditerranéen.

Concernant la phase expérimentale, une synergie est prévue avec certains de ces programmes (mesures communes en mer avec MERMeX, sites expérimentaux communs avec ChArMeX et peut-être SICMED, mise en œuvre d'un réseau GPS avec TERMeX).

Concernant les actions transverses identifiées pour la phase 2 du Chantier Méditerranée, les questions scientifiques d'HyMeX s'insèrent pleinement dans les deux thèmes transverses suivants :

- Les risques naturels en Méditerranée dans un contexte de changement global et de pression anthropique croissante, notamment sur les volets (i) *amélioration des connaissances et prévisibilité des risques hydrométéorologiques* (pluie intense et crue rapide, sécheresse), (ii) *évolution de ces événements intenses* avec le changement climatique et (iii) *vulnérabilité et capacité d'adaptation des territoires et des populations méditerranéennes* à ces événements intenses dans le contexte du changement climatique
- La Méditerranée : son rôle sur le climat dans les régions du Nord et du Sud du bassin, notamment sur les volets (i) *régionalisation du climat pour quantifier et prédire l'évolution des termes du bilan en eau du bassin méditerranéen*, (ii) *rôle de la mer Méditerranée en tant que réservoir d'humidité et de chaleur pour les événements intenses météorologiques* et (iii) *quantification et modélisation des échanges air-mer qui pilotent la circulation thermohaline de la Méditerranée*

Elles contribuent aussi aux thèmes transverses suivants :

- L'évaluation et la gestion raisonnée des ressources dans le bassin méditerranéen : notamment sur les aspects évaluation et évolution des ressources en eau
- Les zones côtières : lieu d'échanges et de vie
La zone côtière est considérée dans HyMeX comme un continuum entre les bassins versants et la mer Méditerranée, avec par exemple l'évaluation des apports en eau des cours d'eau à la Méditerranée. La question spécifique de l'hydrologie urbaine lors d'événements méditerranéens de pluie intense (avec notamment un projet de site instrumenté sur Marseille) est aussi considérée dans HyMeX ;

- Les interactions Homme – Climat – Environnement et l'évolution du milieu méditerranéen, notamment sur la capacité d'adaptation des territoires et peuples méditerranéens aux événements intenses et au changement climatique
- Les pressions anthropiques et leurs impacts sur le milieu méditerranéen, avec notamment (i) la prise en compte de l'évolution de l'occupation et de l'usage des sols dans les évaluations des termes du bilan hydrologique en eau actuel et futur et (ii) l'impact des aérosols sur la formation des nuages et le bilan radiatif

En revanche, les questions scientifiques traitées dans HyMeX ne répondront pas au thème transverse « Le devenir de la biodiversité méditerranéenne », si ce n'est pour apporter des informations sur le contexte climatique.

Si certains de ces thèmes apparaissent comme une suite naturelle de la phase expérimentale du projet et de son exploitation, d'autres nécessiteront des coopérations avec d'autres communautés qu'il est important de mettre en place au plus tôt.

II - MERMeX (Marine Ecosystems Response in the Mediterranean Experiment)

<https://mermex.com.univ-mrs.fr/>

Contacts: X. Durrieu de Madron (demadron@univ-perpignan.fr), C. Guieu (guieu@obs-vlfr.fr) et R. Sempéré (richard.sempere@univmed.fr)

II.1 - Motivations et enjeux

De part ses spécificités (importance des échanges entre continent, océan et atmosphère ; circulation thermohaline avec des zones de formation d'eau dense, temps de résidence court des eaux, stratification marquée, pauvreté des eaux et forte biodiversité, zones côtières très peuplées et pression anthropique croissante), la Méditerranée représente un modèle réduit de l'océan global. Cependant, du fait notamment du temps de résidence court des eaux, la réponse des écosystèmes marins au changement global et anthropique est suspectée être plus rapide que dans le reste de l'océan. Cette zone présente donc un intérêt particulier pour l'étude des conséquences sur l'écosystème *end-to-end* des modifications des forçages climatiques et des forçages liés à l'activité de l'homme.

La température de l'atmosphère méditerranéenne a augmenté de 1-2°C pendant la dernière décennie, soit 4 fois plus que l'augmentation moyenne sur la Terre. Cet accroissement de la température peut avoir des conséquences importantes sur la dynamique des masses d'eau, en conduisant par exemple à une augmentation de la durée et de l'intensité de la stratification et donc à une diminution de la ventilation des eaux profondes pouvant induire une oligotrophisation des eaux de surface. Il a aussi pour conséquence une acidification des eaux et des changements dans les flux air-mer de CO₂ avec des modifications importantes à prévoir notamment pour le piégeage du CO₂ anthropique. Il a également des effets sur la biodiversité avec l'arrivée d'espèces bien adaptées à l'augmentation de température et qui viennent perturber les niches écologiques en place et modifier la chaîne trophique dans son ensemble.

En plus de ces facteurs climatiques, l'impact de l'activité humaine joue également un rôle important dans la modification des forçages géant l'écosystème : outre l'introduction de polluants dans la chaîne trophique (notamment les polluants émergents comme les produits pharmaceutiques), les apports en éléments nutritifs ont été considérablement modifiés au cours de la dernière décennie (augmentation des flux d'azote et diminution des flux de phosphore) conduisant à une probable oligotrophisation des zones côtières, y compris aux abords des grands fleuves tels que le Rhône et le Pô.

II.2 - Objectifs généraux

MERMeX propose de mettre en évidence les changements qui vont s'opérer sur les écosystèmes méditerranéens au cours des prochaines décennies. Les grandes questions identifiées concernent les impacts des changements physiques, chimiques et socio-économiques induits par le changement global et anthropique sur la biodiversité (arrivée de nouvelles espèces, variation spatiale des écorégions actuelles face aux changements des contraintes biotiques et abiotiques, liées ou non à l'augmentation des facteurs anthropiques). Un des buts principaux est de proposer des scénarii de changement et de prédire les variations subséquentes au niveau des écosystèmes.

II.3 - Axes de recherche

Les trois principaux axes concernent (i) la définition de la variabilité spatiale et temporelle actuelle, à haute et faible fréquences, des écosystèmes méditerranéens en relation avec les conditions physicochimiques environnementales, (ii) l'identification des impacts des changements, anthropique et global, sur les cycles des éléments biogènes et sur les écosystèmes marins et (iii) la construction de modèles fiables capables de simuler l'évolution des écosystèmes marins selon différents scénarii.

II.4 - Stratégie générale

MERMeX est fondé sur une approche originale qui considère l'ensemble du continuum « continent – zone côtière – océan profond » en relation avec le compartiment atmosphérique. L'écosystème est également considéré dans son ensemble (*end-to-end*). MERMeX repose sur un couplage d'approches : expérimentations, campagnes océanographiques, observation et modélisation. Il encourage fortement le recours aux nouvelles technologies (flotteurs profileurs, engins autonomes (AUVs, gliders) ainsi que les mouillages, les expérimentations en mésocosmes et en chémstats qui permettent d'étudier chaque facteur forçant indépendamment et de façon contrôlée.

Bien que l'objectif soit à terme de traiter les questions identifiées sur l'ensemble de la Méditerranée, la première phase de MERMeX se focalisera sur la Méditerranée nord-occidentale. En effet, cette zone comporte tous les types de forçage identifiés comme clés dans la question centrale du projet. C'est aussi la zone la mieux documentée, en particulier par les travaux de la communauté française grâce à des projets ponctuels ou des sites d'observation implantés depuis plusieurs années. Enfin, plusieurs écorégions typiques de toute la Méditerranée y sont représentées. De plus, les programmes connexes HyMeX et ChArMeX ont également décidé de focaliser leurs activités sur cette zone d'étude au démarrage du Chantier et la mise en place de cette synergie est une chance pour l'ensemble du Chantier.

Pour répondre aux objectifs scientifiques de MERMeX, la stratégie d'observation se situe à trois niveaux d'intervention dans le temps et l'espace :

- *Long observation period (LOP)* sur 10 ans (2010-2020) : les observations (stations fixes, mouillages, sorties en bateaux de station et navires côtiers de l'INSU) serviront à l'établissement des variabilités saisonnières et interannuelles d'un grand nombre de paramètres biogéochimiques ; en relation avec HyMeX et ChArMeX, certaines stations communes ont été identifiées afin de servir les objectifs communs aux différentes actions ; cette stratégie d'observation, basée en France sur le programme MOOSE, est en train d'être connectée *via* MERMeX à d'autres réseaux d'observation européens (les collaborations sont en cours pour Ocean_BIT en Espagne, VECTOR en Italie) ;
- *Enhanced observation period (EOP)* de quelques années, afin de renforcer la LOP en certains sites avec des périodes d'échantillonnage intensif et de l'instrumentation temporaire ; une EOP est par exemple envisagée à l'embouchure du Rhône ; la programmation des EOP n'est pas encore établie et doit être mise en place dans les 6 prochains mois ;
- *Special observation period (SOP)* : ces périodes correspondent à des campagnes océanographiques dédiées aux études de processus contrôlant le fonctionnement des écosystèmes ; trois périodes clés ont été identifiées et devront faire l'objet d'études au cours d'une même année, la période de transition entre la convection hivernale et le bloom printanier (mars-avril), la période estivale stratifiée et oligotrophe (juillet-août) et la période automnale de déstratification (septembre-octobre) ; trois campagnes océanographiques seraient nécessaires pour couvrir ce cycle annuel ; elles se feront en synergie avec HyMeX pour les périodes liées à des forçages physiques importants (transition et déstratification) et avec ChArMeX en raison de l'importance des apports atmosphériques sur les cycles biogéochimiques (période stratifiée oligotrophe).

Concernant la modélisation, MERMeX propose la mise en place d'un groupe de modèles capables de simuler les évolutions des écosystèmes méditerranéens selon différents scénarii. Ces modèles seront capables de représenter des situations complexes, où tous les forçages coexistent et interfèrent, et de répondre à un large spectre de questions allant des aspects fonctionnels (e.g. capacité des écosystèmes à séquestrer le carbone) à l'influence des contaminants le long de la chaîne trophique. Ils permettront également une estimation actuelle et future des ressources nutritives de la Mer Méditerranée.

II.5 - Organisation et travail en cours

Le travail accompli en 2008 doit aboutir au cours du 1^{er} trimestre 2009 à la soumission d'un article de synthèse à *Progress in Oceanography*. En parallèle, s'appuyant sur ce travail de synthèse, le livre Blanc de MERMeX doit être rédigé pour l'automne 2009, année au cours de laquelle sera donc menée une importante réflexion concernant l'implémentation, en particulier au niveau des EOP, du travail expérimental et de la modélisation.

Le projet sera également rapidement soumis aux programmes internationaux IGBP, IMBER et SOLAS pour validation. En ce qui concerne les collaborations internationales, l'objectif est de fédérer différentes actions sous la bannière de MERMeX afin que des initiatives puissent avoir lieu simultanément en d'autres sites clés de la Méditerranée (e.g. Orientale). Cette approche internationale qui vise à une répartition concertée des zones de travail (bassins occidental et oriental, détroits de Gibraltar, de Sicile...) doit permettre une étude globale de la réponse de la Mer Méditerranée au changement global.

II.6 - Axes transverses de recherche

Le programme MERMeX porte sur l'impact du changement global sur les cycles des éléments naturels et anthropiques ainsi que sur le fonctionnement et la résilience des systèmes biologiques marins et hauturiers. La stratégie est fondée sur une approche combinant l'observation, l'expérimentation et la modélisation. Elle se situe donc pleinement dans les thématiques de recherche phares de l'INSU et de l'InEE du CNRS. De plus, le besoin fort de développement de l'observation amène MERMeX à une interaction cruciale avec le dispositif d'observation MOOSE, ainsi qu'à un développement connexe de nouvelles technologies marines, telles que celles développées au CESTM d'Ifremer et à la DT de l'INSU à la Seyne/Mer. Certains axes, peu ou pas encore explorés, le seront en 2009 (e.g. rapprochement avec le CNES pour l'observation du bassin méditerranéen et avec les Sciences Humaines et Sociales sur les interactions entre l'homme et l'environnement côtier en termes d'apport de contaminants, de qualité de l'eau en Mer Méditerranée et de modification des ressources marines).

Les interfaces entre les programmes spécifiques du Chantier initiées dès la phase 1 concernent :

- HyMeX, pour l'impact de la formation des eaux denses durant la période hivernale sur la disponibilité des éléments nutritifs, ainsi que sur les stocks, la composition, la qualité et le recyclage de la matière organique en zone mésopélagique et bathypélagique ;
- ChArMeX, pour l'impact des poussières atmosphériques et désertiques, anthropiques ou issues des feux de biomasse sur la biogéochimie de surface marine, *via* leur dépôt à la surface ou leur potentiel d'atténuation du rayonnement UV/Visible.

Une demande, conjointe avec HyMeX, de campagnes océanographiques est prévue pour l'hiver 2011/2012 et une campagne avec ChArMeX est envisagée pour l'été 2012.

Les actions suivantes présentent des interfaçages avec MERMeX, bien que le rapprochement ne soit pas encore opéré à la date de rédaction de ce document :

- avec SICMED : l'étude et la modélisation des apports d'eau, d'éléments nutritifs, de contaminants et de carbone entre les surfaces continentales et le milieu marin côtier ;
- avec BioDivMeX : l'impact du changement climatique sur la biodiversité des espèces marines biologiques ;
- avec PaleoMeX : la comparaison des caractéristiques essentielles des fonctionnements écosystémiques et de la circulation océanique dans le bassin méditerranéen.

Concernant les questions transverses identifiées lors des Journées d'Aix-en-Provence, MERMeX se positionne sur :

- Les interactions Homme – Climat – Environnement et l'évolution du milieu méditerranéen
MERMeX considère plusieurs forçages agissant sur les écosystèmes méditerranéens. Ceux relatifs aux activités humaines sont liés aux apports de contaminants, à l'évolution des émissions d'éléments nutritifs et à la pression sur les ressources.
- Les pressions anthropiques et leurs impacts sur le milieu méditerranéen
MERMeX étudiera les apports et le devenir des contaminants issus des surfaces continentales et leur transfert à travers les chaînes trophiques. L'évolution des émissions d'éléments nutritifs, notamment par les fleuves et par l'atmosphère (en lien avec SICMED et ChArMeX respectivement), sera également traitée afin de prédire l'évolution des limitations dans le milieu marin côtier.
- Le devenir de la biodiversité méditerranéenne

Les actions de MERMeX porteront en grande partie sur la diversité fonctionnelle des espèces marines ainsi que sur leur diversité taxonomique, depuis les bactéries jusqu'aux poissons (dont les espèces thermophiles et invasives), avec pour objectif une meilleure compréhension des flux d'éléments, de l'évolution des systèmes trophiques et du devenir des ressources nutritives du bassin méditerranéen.

- Les zones côtières : lieux d'échanges et de vie
Elles ne sont pas considérées en tant que telles dans MERMeX, mais elles font partie intégrante du continuum continent – côte – large qu'il convient d'étudier dans son ensemble pour atteindre les objectifs du programme. Plusieurs écorégions comme le Golfe de Lion qui comprend une zone aux pourtours densément peuplés (importance en apports de contaminants), un grand fleuve (changement de stœchiométrie des nutriments) et une forte pression sur les ressources seront traités.
- Les risques naturels en Méditerranée dans un contexte de changement global et de pression anthropique
MERMeX portera une part significative de ses efforts sur l'impact des événements extrêmes (e.g. tempêtes et crues fluviales) et sur les apports des poussières issues des épisodes sahariens et des feux de biomasse, en coordination avec HyMeX et ChArMeX.
- L'évaluation et la gestion raisonnée des ressources dans le bassin méditerranéen
Les travaux d'expérimentation et de modélisation prédictive apporteront des informations nécessaires (i) à la gestion des zones côtières, au niveau de l'impact des contaminants tant organiques que minéraux issus de l'urbanisation et de l'activité industrielle, et (ii) à l'estimation des ressources pour les prochaines décennies. Les observations développées dans le cadre de MERMeX et de MOOSE, et des programmes internationaux associés, seront accessibles à la communauté scientifique ainsi qu'aux collectivités territoriales et au public, *via* un Système d'Information Environnementale qui reste à définir et préciser.

III - ChArMeX (Chemistry-Aerosol Mediterranean eXperiment)

Contact : F. Dulac (francois.dulac@cea.fr)

III.1 - Motivations et enjeux

Le projet ChArMeX a pour objectif scientifique de dresser un bilan actuel et futur de l'état de l'environnement atmosphérique dans le bassin méditerranéen et de ses impacts sur le climat régional, la qualité de l'air et la biogéochimie. (NB : ci-après, le terme de « chimie » recouvre de façon générique les espèces particulières et gazeuses réactives).

Deux exemples permettent d'illustrer nos lacunes actuelles : d'une part, le niveau de fond de l'ozone troposphérique en Méditerranée semble continuer à augmenter malgré une diminution importante des émissions anthropiques en Europe et d'autre part, les estimations du forçage radiatif des aérosols semblent dépasser localement celles des gaz à effet de serre additionnels dus à l'homme, mais restent très variables et incertaines et sont mal prises en compte dans les modèles d'évolution du climat.

L'enjeu majeur du Chantier Méditerranée est la compréhension de l'avenir de la région méditerranéenne dans un contexte de fortes pressions régionales, anthropique et climatique. Le projet ChArMeX s'intéresse dans ce cadre aux espèces à vie courte (< ~ 1 mois) qui sont au cœur des questions de pollution atmosphérique. Les fortes interactions mutuelles chimie – climat sont maintenant reconnues. De grands programmes internationaux se sont en effet intéressés à ces interactions depuis une quinzaine d'années, avec la mise en place de grandes campagnes expérimentales aux échelles régionales pertinentes. La France a notamment joué un rôle important dans les grands programmes INDOEX et AMMA. Cependant, malgré les grands changements climatique et anthropique attendus et les forts niveaux de charge atmosphérique, notamment en été, la Méditerranée, et tout spécialement la Méditerranée occidentale, n'a pas bénéficié des efforts nécessaires à la compréhension des bilans troposphériques en espèces traces, de leurs tendances et de leurs divers impacts sur le climat régional, la qualité de l'air et la biogéochimie marine.

III.2 - Objectifs généraux

ChArMeX vise à étudier les relations entre la qualité de l'air méditerranéen et le transport (effets locaux, pollution à distance, échanges verticaux, etc), l'évolution chimique des masses d'air au-dessus du bassin et les

processus de formation d'espèces secondaires (ozone, aérosols organiques, etc), les impacts radiatifs des espèces traces (évaporation, profil thermique atmosphérique, etc), les tendances saisonnières et à long terme et la variabilité spatiale des concentrations et la quantification du dépôt d'espèces impactant la chaîne trophique marine (Hg, Fe, P, etc), à réaliser des inventaires régionaux d'émissions plus complets (sources anthropiques de Fe et P, combustions nord-africaines, navires, feux, mines, etc) et une métabase inédite de données atmosphériques régionales, à intercomparer des modèles couplés de chimie avec de nouveaux jeux d'observation et à prévoir l'évolution de l'état actuel sur la base de scénarii de changement de climat et d'émissions.

III.3 - Axes de recherche

ChArMeX est organisé autour de trois thèmes scientifiques structurants : (i) évaluer l'état actuel de l'environnement atmosphérique en région méditerranéenne, (ii) déterminer les tendances d'évolution et le devenir de la composition de l'atmosphère méditerranéenne et (iii) déterminer les impacts présents et futurs liés à la modification de la composition de l'atmosphère méditerranéenne en espèces à courte durée de vie.

Plus précisément :

En termes de *bilan actuel de l'environnement atmosphérique* en région méditerranéenne, ChArMeX propose de répondre à quatre questions principales :

- Quel est le bilan régional de l'ozone troposphérique et des oxydes d'azote ?
Il s'agit principalement de quantifier les interactions dynamique – chimie et l'import/export au niveau du bassin.
- Quel est le bilan régional de la matière secondaire, organique et inorganique, particulaire et gazeuse ?
Il s'agit principalement de décrire les processus chimiques qui se produisent au cours du transport des masses d'air au-dessus des régions côtières et du bassin.
- Quel est le bilan des apports solubles de limitants potentiels des premiers éléments de la chaîne trophique marine ?
Il s'agit plus particulièrement de faire la part des apports, anthropique et naturel, de phosphore et de fer.
- Quels sont les inventaires d'émission et les contributions respectives des différentes sources naturelles et anthropiques pour les espèces d'intérêt pour les questions ci-dessus ?

En termes de *tendance et de projection*, deux objectifs spécifiques sont définis :

- Réaliser une étude intégrée des tendances chimiques saisonnières et à long terme sur le bassin
Il s'agit en particulier de valoriser les longues séries d'observations spatiales et issues des réseaux et d'en conduire une analyse multiparamétrique avec l'aide de modèles de chimie – transport ou chimie – climat.
- Prévoir les évolutions futures de ces différents bilans et de la chimie troposphérique
Il s'agit de réaliser des intercomparaisons de modèles couplés chimie – climat et de scénarii d'émission.

En termes d'*impacts, présent et futur*, les trois principales questions sont les suivantes :

- Quels sont les impacts du forçage radiatif par les espèces, particulières et gazeuses, actives sur le rayonnement ?
Il s'agit de quantifier les impacts directs de la chimie sur l'évaporation océanique, sur les taux d'échauffement dans la troposphère et par suite sur la dynamique et le climat. La question du forçage indirect *via* les nuages est considérée en coopération avec HyMeX qui la prend en charge.
- Quel est l'impact du transport à grande distance et des échanges sur la qualité, particulaire et gazeuse, de l'air dans les basses couches ?
- Quel est l'impact des flux de retombées atmosphériques et des perturbations radiatives sur la biogéochimie marine ?
Cette question est considérée en coopération avec MERMeX qui la prend en charge.

III.4 - Stratégie générale

ChArMeX propose une stratégie intégrée observation-modèle, multioutil et multiéchelle, du type de celle mise en œuvre pour AMMA, sur une durée de 5 ans (2009-2013) et déclinée en :

- *LOP (long observation period)* : mise en place dès que possible d'un observatoire à long terme en Corse (sémaphore d'Ersa au Cap Corse) pour des mesures physicochimiques et radiatives ; couplage de l'observatoire à d'autres observatoires étrangers et aux réseaux nationaux et internationaux existants ;

renforcement du réseau AERONET (aucune station n'est actuellement pérennisée en Méditerranée occidentale ; un photomètre a été installé au Cap Corse depuis juin 2008 pour ChArMeX) ; télédétection spatiale (prolongation de PARASOL souhaitée) et modélisations pluriannuelles transport-chimie et couplées climat-chimie ;

- *EOP (enhanced observation period)* : un réseau de stations côtières de surface pour couvrir les gradients est-ouest et nord-sud sur une période de 2 ans (calendrier proposé du printemps 2010 à l'automne 2011) avec des moyens d'observation de la colonne (e.g. radiosondage ozone et lidar aérosols) ; en dehors de la Corse, les cibles privilégiées pour établir des super-sites sont Lampedusa, entre la Sicile et la Tunisie, et les Baléares ; une stratégie commune est prévue avec les stations atmosphériques MOOSE ; des mesures atmosphériques sont envisageables sur une éventuelle plate-forme marine ou dans le cadre d'une station mixte bouée - site insulaire (étude par Météo-France) ; des mesures sur des ferries sont envisageables mais non prioritaires ;
- *SOP (short observation period)* : deux campagnes intensives en saison sèche d'ensoleillement maximum où les concentrations en ozone et aérosols sont les plus fortes et où la télédétection est plus efficace du fait de la faible couverture nuageuse ; le calendrier proposé est été 2011 et été 2012 ; moyens aéroportés comprenant au moins les 2 avions SAFIRE (télédétection et *in situ*) et éventuellement des ULM (déclaration d'intérêt de l'IMK Karlsruhe pour déploiement ULM et Dornier 128) ; ballons de basses couches du CNES ; définition des plans de vol (études de transport de panaches, fermetures chimiques et radiatives sur la colonne, validations spatiales) suivant les prévisions et les analyses spatiales en temps réel ; modélisations méso-échelles dynamique-chimie ; mesures lidars en réseau ; des mesures atmosphériques sont envisageables sur d'éventuels navires océanographiques déployés simultanément (campagne commune avec MERMeX).

En termes de *focus géographique*, le projet ChArMeX a focalisé l'effort expérimental sur le bassin occidental en l'absence d'opportunité dans les programmes du 7^e PCRD. Il est envisagé la possibilité d'une 2^e phase avec des SOP en Méditerranée orientale.

Le projet est conçu pour supporter une version minimale finançable par la France uniquement. Plus d'une trentaine d'instituts étrangers ont cependant déjà déclaré leur intérêt pour ChArMeX et pour rechercher des fonds nationaux. Des partenariats bilatéraux seront recherchés (Italie, Espagne, Maroc, Algérie, Tunisie) pour couvrir prioritairement le bassin occidental et une stratégie visant une coordination internationale de contributions nationales à ChArMeX est proposée : recherche de collaborations pour l'extension des observations en Méditerranée orientale (observatoire existant en Crète notamment). Le 1^{er} atelier international ChArMeX est proposé du 29 juin au 1^{er} juillet 2009 à Toulouse.

III.5 - Organisation

ChArMeX est organisé en Work Packages (WP). La coordination et l'organisation aux plans national et international sont assurées par le WP Coordination (Resp. F. Dulac) qui repose sur le travail d'un Steering committee.

Les objectifs scientifiques de ChArMeX sont couverts par 7 WP :

- WP S1 - *Sources* : Sources et inventaires d'émission (PI : C. Liousse et N. Marchand)
- WP S2 - *Vieillessement* : Processus chimiques (PI : K. Sartelet et A. Borbon)
- WP S3 - *Transport* : Qualité de l'air et transport (PI : J.-L. Attié)
- WP S4 - *Radiation* : Bilan radiatif (PI : M. Mallet)
- WP S5 - *Déposition* : Dépôt des aérosols (PI : K. Desboeufs)
- WP S6 - *Trends* : Tendances évolutives de la composition de l'atmosphère (PI : P. Ricaud)
- WP S7 - *Future* : Scénarii futurs (PI : V.-H. Peuch)

Pour mener à bien ces objectifs scientifiques, la stratégie d'implémentation est élaborée sous la responsabilité de 7 WP transverses aux WP scientifiques :

- WP I1 - *Observatoire* : Observatoire Corse (Resp. F. Gheusi)
- WP I2 - *Monitoring* : Stations au sol (Resp. J. Sciare)
- WP I3 - *Avions* : Campagnes aéroportées (Resp. F. Ravetta)
- WP I4 - *Ballons* : Mise en œuvre (Resp. P. Durand)
- WP I5 - *Modélisation* : Modélisation, prévisions et produits en temps réel (Resp. V.-H. Peuch, co- resp. C. Mari et S. Turquety)

- WP I6 - *SOP* : Coordination générale des SOP (Resp. C. Flamant)
- WP I7 - *Base de données* : Gestion et bases de données (Resp. F. Dulac).

De plus, des scientifiques sont en charge des aspects scientifiques et des interfaces expérimentales entre ChArMeX et les projets HyMeX, MERMeX et MOOSE : L. Gomes, pour l'interface avec HyMeX ; C. Guieu, pour l'interface avec MERMeX ; L. Coppola, pour l'interface avec MOOSE.

III.6 - Axes transverses de recherche

ChArMeX est une initiative coordonnée des communautés nationales travaillant sur les aérosols et la chimie gazeuse, préparée en étroite concertation avec HyMeX, MERMeX et MOOSE. Les liens avec ces trois projets sont nombreux tant sur le plan scientifique qu'en ce qui concerne le phasage et la complémentarité des observations.

Vis-à-vis des questions transverses identifiées lors des journées d'Aix-en-Provence, ChArMeX contribuera principalement aux questions suivantes :

- Les interactions Homme – Climat – Environnement et l'évolution du milieu méditerranéen, notamment au travers des relations entre qualité de l'air et climat régional et en examinant le devenir de l'environnement atmosphérique méditerranéen sous l'effet du changement de climat et de la pression anthropique
- Les pressions anthropiques et leurs impacts sur le milieu méditerranéen, dans la mesure où ChArMeX s'intéresse directement aux impacts des émissions anthropiques sur la qualité de l'air, le climat régional, les chaînes trophiques marines
Des scénarii d'évolution des émissions anthropiques seront mis au point et l'évolution des impacts en résultant sera étudiée. Des modélisations permettront de tester des politiques ciblées de réduction d'émission.
- Les zones côtières : lieu d'échanges et de vie, dans la mesure où les zones côtières méditerranéennes sont particulièrement peuplées et riches en émissions atmosphériques polluantes
ChArMeX s'intéressera à quantifier les effets du transport à grande distance sur la qualité de l'air par rapport aux effets des sources côtières et méditerranéennes.
- La Méditerranée : son rôle sur le climat dans les régions du Nord et du Sud du bassin, puisque ChArMeX s'intéresse aux forçages radiatifs des espèces trace et aérosols et en particulier au transport à grande distance de la pollution atmosphérique méditerranéenne

IV - TERMEx (Sciences de la Terre)

Contact : L. Jolivet (laurent.jolivet@upmc.fr)

IV.1 - Motivations et enjeux

La région méditerranéenne, où vivent 450 millions d'habitants est soumise à une profusion de risques naturels, risque sismique, risque volcanique et risque gravitaire. Ces risques doivent être identifiés, répertoriés. Leurs causes doivent être comprises afin de mieux les prévoir. Les liens avec les historiens sont importants. La distribution des ressources en eau et en énergie est très asymétrique, l'eau est au nord, les hydrocarbures au sud. Il est capital de mieux répartir ces ressources vitales et de les exploiter de manière durable. Il convient de mieux comprendre leurs mécanismes de concentration pour en faciliter l'exploration et l'exploitation. Le moteur principal des déformations en Méditerranée est la subduction, et en particulier le retrait des panneaux plongeants. Un deuxième moteur est la collision des blocs continentaux. Faire la part de ces deux contributions dans les déformations actives et passées constitue un enjeu scientifique important. La Méditerranée est une mer presque fermée et c'est de plus une mer à seuil. Les échanges avec l'océan mondial sont donc très facilement interrompus ou modifiés par la géodynamique interne et le climat. L'environnement est donc très fragile et sous la dépendance de la dynamique interne autant que du climat global.

Il est donc important de mieux comprendre le système méditerranée dans son ensemble et sur le long terme (au moins 30 millions d'années), depuis la dynamique lithosphérique jusqu'à ses interactions avec le climat.

IV.2 - Objectifs généraux

Le programme TERMeX a pour objectif de mieux comprendre les interactions entre les différents processus qui font la dynamique lithosphérique sur les temps courts (le temps de récurrence des séismes ou des éruptions volcaniques, 10-1000 ans) et les temps longs (celui de l'accumulation et de la concentration des ressources (du million d'années à plusieurs dizaines de millions d'années). Dans les modélisations actuellement mises en œuvre, ces deux échelles de temps sont disjointes parce qu'on ne sait pas comment se font les interactions. La mise en commun des expériences des différents intervenants des sciences de la Terre (géologie, paléontologie, géophysique, géochimie, etc) sur cet objet géologique unique visera à combler ce vide et à déboucher sur de nouveaux modèles prédictifs aux différentes échelles de temps.

IV.3 - Axes de recherche

Les questions scientifiques traitées dans TERMeX sont organisées autour de quatre thématiques :

- La géodynamique passée et future
Malgré la lenteur de la convergence Afrique/Eurasie (< 1 cm/an), des déplacements très rapides (> 10 cm/an) sont enregistrés au cours des temps géologiques. La raison en est que les panneaux plongeants en subduction ont leur propre dynamique et que leur retrait, avec ou sans déchirure, contrôle la dynamique de surface, laquelle est modulée par les collisions de blocs continentaux en surface. Il importe donc de faire la part des choses. L'extrusion de l'Anatolie et le rifting du Golfe de Corinthe sont-ils une conséquence du retrait du slab ou de la collision Arabie/Eurasie ? Comment est générée la sismicité de la région de Gibraltar et de l'Afrique du Nord ? Quelle est la part de la subduction dans ce processus ?
- Les paléoenvironnements et évolutions futures
Le caractère fermé de la Méditerranée est à la fois un handicap, parce qu'il conduit à un environnement très fragile, et une chance pour les études de dynamique sédimentaire et environnementale, parce qu'il est possible en Méditerranée de faire un bilan complet érosion-sédimentation, très peu de matériel échappant au système. Il sera donc possible ensuite de différencier les effets tectoniques des effets climatiques. Par ailleurs, les changements brutaux de l'environnement enregistrés dans les roches de la Méditerranée, comme la crise de salinité messinienne, peuvent servir d'expériences grandeur nature pour étudier la vulnérabilité de la région aux changements tectoniques et climatiques.
- Les risques naturels
Les domaines à haut risque sismique ou gravitaire, tels que l'Afrique du Nord ou la Grèce, sont également des régions peuplées. Il faut donc mieux estimer l'aléa, à savoir étudier avec plus de détails la sismotectonique de ces régions, ainsi que leur paléosismicité et leur sismicité historique. Il convient donc d'installer de véritables laboratoires *in situ* et de travailler sur les lois de comportement des failles et sur la modélisation de la rupture, des glissements gravitaires, des tsunamis ou des éruptions volcaniques en fonction de la structure géologique locale. Deux régions sont à privilégier : la région égéenne et la subduction hellénique, où des séismes de magnitude 8 peuvent être attendus, et le nord de l'Afrique.
- Les ressources
Les châteaux d'eau de la Méditerranée sont actuellement les Apennins, les Carpathes ou le sud de la France. Les ressources en hydrocarbures les plus importantes sont actuellement sous le delta off-shore du Nil ou en Algérie. Les besoins sont donc croisés entre la rive nord et la rive sud. Il faut profiter de cet état de fait pour impulser des études communes des processus de concentration des ressources en eau et en hydrocarbure. La crise de salinité a profondément affecté la structure des karsts et il est probable que des karsts très profonds restent inconnus. Certaines régions off-shore ont été peu explorées pour la recherche des hydrocarbures et il faut encourager ce type de recherche, par exemple au nord de l'Algérie.

IV.4 - Organisation et mise en œuvre

Le programme TERMeX demande une association étroite entre spécialistes des sciences de la Terre, spécialistes des enveloppes fluides et spécialistes de l'environnement ainsi qu'un partenariat entre les pays de la rive nord et

de la rive sud. La question des ressources en eau et en énergie demandera une coopération étroite entre rive nord et rive sud. La mise en œuvre d'un forage ultra-profond demande la mobilisation de toute la communauté afin que le dossier soit bien reçu par IODP et pour que les données récoltées soient traitées avec le rendement maximum. Les grands profils sismiques transméditerranéens requièrent également une coopération étroite entre les différents partenaires. La construction d'une base de données ouverte impliquera l'ensemble des laboratoires concernés.

Sur un *plan pratique*, le programme TERMeX nécessite :

- la mise en commun des bases de données existantes permettant un accès facile à tous les protagonistes TERMeX et donnant l'accès à des outils de visualisation et de quantification tels qu'un géomodeleur 3D ;
- la réalisation d'expériences de tomographie sismique haute résolution pour le manteau et la croûte (réseaux sismologiques à terre, nappes d'OBS) ;
- le renforcement des réseaux permanents d'observation sismologique ;
- l'acquisition d'un MNT haute résolution SPOT pour l'ensemble du domaine ;
- de compléter la couverture bathymétrique avec les sondeurs multifaisceaux ;
- la réalisation de forages ultra-profonds de type Chikyū ;
- la mise en œuvre de la sismique 3D et la réalisation de grands profils sismiques transméditerranéens et de profils magnétotelluriques ;
- des études du flux de chaleur ;
- des travaux de terrain (géologie structurale, pétrologie, radiochronologie, biostratigraphie, sédimentologie, sismotectonique, paléosismicité, sismicité historique...)
- des reconstitutions géodynamiques, paléoclimatiques et paléoenvironnementales passées et futures (-70 Ma à +10 Ma) ;
- l'établissement de bilans érosion/sédimentation ;
- la modélisation 3D de la dynamique lithosphérique et des processus de surface, ainsi que des interactions géodynamique/climat ;
- la détection des anomalies électromagnétiques liées aux séismes (Satellite DEMETER).

IV.5 - Axes transverses de recherche

En ce qui concerne les questions transverses identifiées lors des Journées d'Aix-en-Provence, TERMeX se positionne sur :

- Les risques naturels en Méditerranée dans un contexte de changement global et de pression anthropique croissante
Les risques naturels sont au cœur de la problématique de TERMeX. Identifier et quantifier les aléas sismiques, volcaniques et gravitaires, en particulier dans les zones proches des grandes métropoles, et comprendre les mécanismes géodynamiques à la source de ces aléas pour pouvoir les modéliser font partie des axes prioritaires du programme. Les interactions avec les spécialistes des villes actuelles et des civilisations passées sont primordiales.
- L'évaluation et la gestion raisonnée des ressources dans le bassin méditerranéen
Les ressources en eau et en énergie sont au cœur de TERMeX. La très inégale répartition de ces ressources demande une meilleure coopération entre pays de la rive nord et de la rive sud. L'eau est une question majeure dans nombre de pays riverains et la recherche de nouvelles ressources (karsts) et de meilleures préservation et exploitation des ressources existantes est donc un point de premier ordre. Par ailleurs, la recherche nécessaire de nouvelles ressources de pétrole et de gaz (delta profond du Nil, bassins égéens, Méditerranée occidentale...) doit être accompagnée de travaux sur l'évolution géodynamique sur de très longues périodes permettant de prévoir la localisation possible des réservoirs, mais aussi de travaux sur le caractère durable de leur exploitation future.
- Les interactions Homme – Climat – Environnement et l'évolution du milieu méditerranéen
Les problématiques soulevées dans TERMeX mettant en jeu des temps longs, les relations avec cette question transverse sont sans doute plus marginales que pour d'autres programmes du Chantier. Malgré tout, on peut relever les points suivants :
 - la participation à la mise en place d'un réseau GPS à l'échelle de l'ensemble du bassin, utile pour le risque sismique comme pour la mesure de la vapeur d'eau atmosphérique ;
 - l'élaboration de cartes prospectives de la Méditerranée sur les 10⁵ ou 10⁶ prochaines années pour évaluer les risques d'implantation de centrales nucléaire ou de sites de stockage du CO₂ ;

- la recherche de sites de stockage off-shore (sous le sel messinien par exemple) et l'évaluation de leur faisabilité et des risques potentiels.
- La Méditerranée : son rôle sur le climat dans les régions du Nord et du Sud du bassin
La crise de salinité messinienne a vu un assèchement très sévère la Méditerranée, il y a environ 6 millions d'années. Cet événement peut servir d'expérience grandeur nature afin de comprendre le rôle que joue la masse d'eau méditerranéenne et sa dynamique dans les climats périméditerranéens. Par ailleurs, les outils de modélisation de la circulation des eaux en Méditerranée pourraient être utilement appliqués à l'époque de la crise de salinité. Une interaction forte est donc souhaitée avec les collègues travaillant sur l'océanologie et la climatologie de la région.

V - PaleoMex

Contacts : Marie-Alexandrine Sicre (sicre@lsce.ipsl.fr) et Joël Guiot (guiot@cerege.fr)

V.1 - Motivations et enjeux

PaléoMeX est consacré à l'étude du changement climatique de l'aire méditerranéenne au cours de l'holocène, soit depuis 10 000 ans environ. De façon générale, il s'agit d'appréhender les interactions entre climat, sociétés et civilisations du monde méditerranéen sur cette période (variabilité et événements abrupts e.g. LIA, MWP, 8200 ans, sapropèle 1). Plus spécifiquement, l'objectif est de caractériser les conséquences de ces changements climatiques passés sur l'évolution du bilan hydrique, ainsi que la circulation des eaux de surface et profondes, sachant que pour l'avenir, les prédictions du GIEC estiment à 20 % la réduction du bilan hydrique au cours des prochaines décennies.

V.2 - Objectifs généraux

Les principaux objectifs scientifiques de PaleoMeX recouvrent :

- La caractérisation des modifications qu'a subies l'environnement méditerranéen ainsi que de sa variabilité interne en examinant en particulier la variabilité climatique à haute résolution temporelle à partir d'archives naturelles continentales (sédiments lacustres, dendroclimatologie, spéléothèmes...) et marines (carottes des systèmes deltaïques, lagunaires et des zones de convection...) et de documents historiques (nombre de crues annuelles, de tempêtes, dates de vendanges, moissons, processions...)
Ce travail s'appuiera sur des observations permettant de construire des gradients Est-Ouest et Nord-Sud.
- L'influence des changements climatiques sur l'hydrologie de la Méditerranée et les rétroactions sur l'environnement méditerranéen
Les modifications qu'a pu subir le cycle de l'eau en Méditerranée seront étudiées tant en zone continentale que marine (régions deltaïques – apports par les fleuves). Les impacts résultants de ces modifications seront identifiés (sécheresses, feux, apports éoliens).
- Le changement du niveau marin - déformation des rivages (évolution du trait de côte) et la stratégie d'occupation des populations
- L'impact des changements climatiques sur la productivité et la biodiversité des écosystèmes marins et continentaux
- Les événements extrêmes, aléas et risques (crues, canicules, tempêtes, séismes et dépôts de tsunamis, volcanisme, méga-blocks...)
- Les interactions climat – environnement – homme (impact des changements climatiques sur les sociétés humaines et impact de l'homme sur l'environnement)

V.3 - Organisation et mise en œuvre

Le programme PaleoMeX nécessite de documenter divers types de milieux, afin de disposer d'informations permettant de reconstruire l'évolution du climat et de l'environnement en Méditerranée :

- *les sites marins* à fort taux de sédimentation : Golfe de Gabés (Tunisie, collaboration avec Sfax), Mer Ionienne (Golfe de Tarente), Marge continentale Adriatique (collaboration avec l'Université d'Ancône), Mer Egée, Systèmes deltaïques [Golfe du Lion, delta du Nil - collaboration scientifique avec l'Égypte (financement en 2008 IMHOTEP –EGIDE)] ;

- *les sites lagunaires et côtiers* : Grèce continentale, côte Ouest (lien avec les projets concernant la sismotectonique et le risque séisme-tsunami)
- *les sites continentaux* (lacs, dendroclimatologie, spéléothèmes) : région Languedoc-Roussillon / PACA ou Golfe du Lion aux intérêts scientifiques multiples [richesses locales en archives textuelles et archéologiques, appui sur des observatoires (ORME...), zone soumise à des événements climatiques extrêmes (épisodes cévenols en lien avec HyMeX) et zone d'observation MOOSE et MERMeX] ; sont également envisagés des zones humides (Tunisie) et les lacs italiens, grecs et turcs (pour le signal « incendies », les niveaux des plans d'eau) ; l'Albanie (bordures Albanie/Monténégro et Albanie/Macédoine) et les Balkans « côtiers » (Croatie, Monténégro, Albanie, Grèce...) sont des cibles intéressantes du point de vue archéologique/historique (nombreuses archives existantes) ; il conviendra également de consentir à des efforts particuliers au Maghreb qui constitue le maillon « faible » au niveau continental ;
- *les sites archéologiques littoraux* : ils se localisent principalement en Espagne (ports antiques d'Ampurias et de Pollentia (Baléares), à Malte, en Syrie et en Egypte (Lac Mariout et marge occidentale du delta du Nil) ; il s'agira de mesurer les impacts de la variation relative du niveau marin et du détritisme sur la mobilité des rivages ainsi que sur les stratégies d'occupation du littoral ; un autre axe de recherche se focalisera sur les impacts de haute énergie sur la morphogenèse côtière, en particulier les dépôts de méga-blocs en Algérie et en Méditerranée orientale.

En termes expérimentaux, le programme PaleoMeX nécessite :

- une (ou deux) campagne(s) de carottage sur le Marion Dufresne ou le Pourquoi Pas (8-10 semaines au total) ;
- l'utilisation de XRF core scanner haute résolution et de radioscopie RX ;
- des analyses à haute résolution temporelle de la minéralogie du cortège argileux par DRX et de la granulométrie (réflectance couleur et granularité du sédiment) :???
- la sédimentologie texturale : anisotropie de susceptibilité magnétique ;
- la radiographie X et profils de majeurs (ITRAX) ;
- l'acquisition de données d'imagerie sismique HR/THR (stratégie de carottage et étude de la relation constructions deltaïques/niveau marin) ;
- l'isotopie des carbonates lacustres ;
- la calibration de proxies marins en s'appuyant sur le réseau d'observation MOOSE et sur des campagnes en mer MERMeX si nécessaire ;
- des campagnes de forage dans les lacs, les lagunes côtières, les tourbières et les sites archéologiques (mutualisation des moyens de forages continentaux *via* le SETEL) ;
- le renforcement de la compilation de documents historiques ;
- la collecte de longues séries dendroclimatiques et l'analyse de l'épaisseur, de la densité et du contenu isotopique des cernes ;
- la collecte d'échantillons polliniques actuels sur le pourtour de la Méditerranée pour compléter la base de données « pollen » et affiner les quantifications climatiques déduites des analyses polliniques fossiles ;
- la calibration du signal pollinique en tant qu'indicateur de la surface forestière (estimation quantitative) à travers la comparaison entre spectre pollinique marin à l'interface eau/sédiment et images satellitaires de la végétation du pourtour méditerranéen ;
- des prélèvements d'échantillons à terre à la fréquence idéalement saisonnière (crues d'été et d'hiver, en lien avec MERMeX) pour identifier et documenter la variabilité des sources d'apports détritiques en Méditerranée (sédiments fluviaux Rhône-Nil, matières en suspension, pollens, poussières éoliennes) ;
- U-series et isotopiques sur les spéléothèmes.

V.4 - Axes transverses de recherche

Le projet PaleoMeX réunit les expertises d'OA, ST, SIC et SHS. Une interface éventuelle avec SICMED, comme suggéré lors de la synthèse présentée à la fin des Journées d'Aix-en-Provence (PaleoSIC), pourrait être envisagée par le biais de chantiers géographiques communs. Le site archéologique peut être utilisé comme un atelier interdisciplinaire enregistrant l'évolution des rapports entre société et environnement dans les domaines continentaux. Des interactions sont aussi possibles avec HyMeX dans le contexte « Risques et Aléas », mais elles restent à discuter, par exemple lors des réunions de coordination si elles se poursuivent.

Sur les questions transverses identifiées lors des Journées d'Aix-en-Provence, les contributions de PaleoMeX porteront sur :

- Les interactions Homme – Climat – Environnement et l'évolution du milieu méditerranéen
Ce thème est l'axe central du projet PaleoMeX. Il s'agit (i) de documenter à haute résolution les variations du climat méditerranéen, en particulier son cycle hydrologique, à partir d'archives naturelles et textuelles, en particulier sur la période historique (derniers mille à 2000 ans) et aux échelles de temps plus longues (Holocène : 10000 ans) et (ii) d'évaluer l'impact de ces changements sur les sociétés humaines et les civilisations qui se sont développées sur le pourtour méditerranéen au cours du Néolithique et jusqu'à la période historique. La modélisation s'appuiera sur une hiérarchie de modèles et sur la comparaison des simulations numériques aux séries temporelles. PaleoMeX s'intéressera particulièrement à l'intégration de modèles d'écosystèmes et de modèles socio-économiques aux modèles climatiques à méso-échelle. Le test de ces modèles sur des chantiers communs permettra de valider une approche prédictive.
- Les pressions anthropiques et leurs impacts sur le milieu méditerranéen
Sera étudié le passage, au cours de la seconde moitié de la période postglaciaire (vers 7000 cal. BP), d'une phase (Néolithique) où les effets de l'homme sur l'environnement sont limités compte tenu du caractère encore discontinu et/ou ponctuel de l'emprise humaine, à une phase où les sociétés ne vont plus seulement subir mais aussi modifier les dynamiques du milieu naturel. Le passage aux « anthroposystèmes », qui se réalise en plusieurs étapes, est caractérisé par la coévolution entre systèmes hydroclimatiques naturels et constructions territoriales.
- Le devenir de la biodiversité méditerranéenne
La Méditerranée connaît déjà un stress hydrique, mais son accentuation va entraîner la disparition locale ou régionale des espèces les plus sensibles qui induira des changements importants dans la composition et la structure des écosystèmes. PaleoMeX prévoit de développer des moyens d'évaluation de la relation changement global – biodiversité en alliant la modélisation des processus biologiques (modèles biogéochimiques) et la reconstitution quantifiée de paramètres environnementaux et climatiques à partir de données historiques, telles que les archives continentales couvrant la période Holocène. Les archives naturelles de type assemblages micropaléontologiques (pollens, foraminifères, diatomées...), très imparfaites à cause de l'hétérogénéité taxonomique, permettent néanmoins une reconstruction de l'évolution de la biodiversité continentale et marine et l'approche modèle-données permet de compenser une partie de ces faiblesses.
- Les risques naturels en Méditerranée dans un contexte de changement global et de pression anthropique
Les objectifs seront (i) d'identifier et d'estimer la récurrence des différentes catastrophes naturelles au cours de l'Holocène, (ii) d'analyser les interactions/amplifications induites par l'anthropisation des environnements, afin d'extraire la participation climatique réelle, (iii) de confronter les séries climatiques reconstruites à des simulations de modèles climatiques couplés et (iv) d'examiner la relation entre vulnérabilité sociale et catastrophes naturelles, à partir des sources de données historiques sur la population, l'économie et l'histoire politique et sociale.
- Les zones côtières : lieu d'échanges et de vie
Les civilisations méditerranéennes anciennes ont souvent installé leurs cités sur les côtes. Les vestiges archéologiques témoignent des relations ayant existé entre les différentes civilisations côtières méditerranéennes. Les données paléoenvironnementales permettent de reconstruire les milieux de vie et les ressources disponibles pour ces cités, en relation avec les variations climatiques.
- La Méditerranée : son rôle sur le climat dans les régions du Nord et du Sud du bassin
PaleoMeX fournira des reconstructions des gradients Nord/Sud et Est/Ouest à partir de séries paléoclimatiques marines et continentales et comparera ces archives pour aboutir à une compréhension des mécanismes climatiques en jeu au cours des derniers 10 000 ans. Il conduira également des tests de sensibilité sur des périodes clés comme les événements du 8 200 ans, du sapropèle 1, du Petit Âge de Glace, de l'Optimum Médiéval...
- L'évaluation et la gestion raisonnée des ressources dans le bassin méditerranéen
PaleoMeX fournira un ou des modèles intégrés permettant d'estimer l'impact du changement climatique et anthropique sur les ressources. La dimension paléo n'est pas forcément nécessaire à la construction du modèle, mais elle fournit un laboratoire grandeur nature où l'on peut tester le réalisme des simulations. C'est une force de cette approche, qui a été avérée dans le programme PMIP de test des modèles climatiques. Une approche systémique allant des forçages aux ressources fournira des outils d'évaluation et de gestion validés sur des gammes de variations comparables aux projections futures.

VI - SICMED (Surfaces et Interfaces Continentales MEDiterranéennes)

Contacts : G. Chehbouni (ghani.chehbouni@ird.fr) ; J.-C. Menaut (jean-claude.menaut@cesbio.cnes.fr) et M. Voltz (voltz@supagro.inra.fr)

VI.1 - Motivations et enjeux

Les surfaces continentales méditerranéennes et leurs éco-anthroposystèmes associés subissent des changements importants liés à une pression démographique croissante et aux changements climatiques en cours, pour lesquelles la région méditerranéenne est un des points focaux reconnus au plan mondial. Cette situation est d'autant plus préoccupante que les ressources produites par ces écosystèmes ne suffisent pas aux besoins des populations. Il est utile de rappeler deux faits majeurs. L'un est l'insuffisante disponibilité en eau des pays méditerranéens du Sud pour chaque habitant (volume disponible très inférieur aux standards requis) ainsi que pour le maintien et le développement des terres agricoles, forestières et pastorales. L'autre est le déficit majeur de production agricole puisque par exemple la région méditerranéenne comptait en 2003 pour 22 % des importations mondiales alors qu'elle ne représentait que 7 % de la population mondiale.

Les écosystèmes méditerranéens sont déjà l'objet d'une exploitation forte. L'anthropisation y est ancienne et prononcée. La grande majorité des terres à potentiel agricole est (sur)exploitée. Ainsi, dans certains pays du Sud, les surfaces cultivées dépassent largement les terres cultivables par l'exploitation de zones marginales ou la mise en œuvre de larges périmètres irrigués. Ceci entraîne, dans de nombreux endroits, des exploitations inadéquates des terres, qui dégradent leurs ressources biologiques et écologiques. Par ailleurs, l'ensemble des pays du pourtour méditerranéen subit une urbanisation croissante dans les zones littorales. Si les arrière-pays de la frange littorale nord sont l'objet d'un exode rural, ceux de la frange littorale sud restent très fortement peuplés malgré des flux migratoires importants vers les zones urbaines.

L'exploitation intense des ressources et les évolutions prévisibles font apparaître des tensions fortes sur les cycles hydrologiques et biogéochimiques (C, sels, éléments traces, xénobiotiques) des éco-anthroposystèmes méditerranéens et provoquent ou accentuent des dégradations de ces milieux. La recherche de modes de développement durable pour cette région du monde passe par une connaissance plus approfondie des facteurs de dégradation, de résilience et de flexibilité de ses éco-anthroposystèmes sous l'influence des changements en cours.

VI.2 - Objectifs généraux

Dans ce contexte, le programme SICMED a pour vocation d'étudier et de modéliser le fonctionnement et les potentielles évolutions des éco-anthroposystèmes méditerranéens ruraux et périurbains sous les pressions, actuelles et à venir, d'origines climatique et humaine. Il porte plus particulièrement sur les mécanismes biophysiques régissant les bilans et cycles biogéochimiques et hydrologiques, ainsi que sur les conséquences de la variabilité actuelle et de l'évolution du climat et des activités humaines. Mais il vise aussi à étudier les mécanismes sociaux, économiques et biotechniques (e.g. agronomie, gestion de l'eau, systèmes d'élevage) qui régissent les activités humaines à impacts sur les cycles, afin de pouvoir évaluer et rechercher des modes de gestion innovants des éco-anthroposystèmes méditerranéens. En effet, les résultats attendus du projet ne sont pas seulement d'ordre cognitif, mais aussi d'ordre opérationnel au travers de l'élaboration d'outils et de méthodologies d'aide à la gestion des ressources naturelles et des territoires. Enfin, on notera aussi l'objectif de formation et d'échange de technologies et de concepts que recouvre le programme SICMED. Cet aspect, bien que cité en dernier, est un objectif majeur dans le cadre d'une coopération interméditerranéenne.

VI.3 - Stratégie générale

VI.3.1 - Structuration scientifique

Une caractéristique particulière des éco-anthroposystèmes méditerranéens est la grande diversité des conditions de milieu et d'exploitation des terres. Même si les pays méditerranéens partagent certaines dominantes climatiques et géographiques, la variabilité des milieux est grande comme l'est celle des sociétés humaines qui s'y trouvent. La diversité se retrouve notamment dans l'existence fréquente, sur le pourtour méditerranéen, d'un arrière-pays montagneux présentant des conditions agronomiques contraintes mais producteur de ressources en eau avec des zones littorales à plaines fertiles et urbanisées, utilisatrices des ressources hydriques amont. Il en ressort une grande diversité de sols, d'écosystèmes, de ressources en eau et de modes d'exploitation, allant des

zones forestières, aux parcours et aux productions céréalières ou maraîchères, ainsi qu'une diversité d'organisations sociales. Ces diversités sont une richesse pour l'étude des mécanismes d'évolution des écosystèmes sous influence anthropique et climatique, car elles peuvent permettre, par la comparaison de situations différentes, de dégager des mécanismes génériques. Elles peuvent toutefois être aussi un handicap, si les travaux spécifiques entrepris pour chaque type d'écosystème ne parviennent pas à dépasser l'étude de cas. Dans ce contexte, la généralité escomptée des travaux nécessite une démarche adaptée. Celle-ci consiste à structurer et organiser les activités suivant deux axes :

- Les mécanismes biophysiques, biotechniques et socio-économiques ayant vocation à être étudiés
On y distingue les thématiques suivantes : fonctionnement et gestion des couverts végétaux, cycle hydrologique et gestion quantitative de la ressource, cycles biogéochimiques et gestion de la qualité des eaux et des sols, évaluation des ressources et méthodologies de régionalisation, processus socio-économiques et approches territorialisées des usages, modélisations intégrées des éco-anthroposystèmes.
- Les éco-anthroposystèmes pris en compte
On souhaite que cet axe aborde les principales situations rencontrées sur le pourtour méditerranéen, tant au plan des types d'écosystème que des types de problèmes d'évolution et de gestion existants ou prévus. Du fait de leur importance, on distingue les types d'éco-anthroposystèmes suivants : agriculture pluviale, agriculture irriguée, forêts et espaces faiblement anthropisés, parcours et espaces périurbains.

VI.3.2 - Stratégie expérimentale

La stratégie de SICMED s'appuie sur un ensemble de sites représentatifs des principaux éco-anthroposystèmes méditerranéens et répartis sur le pourtour méditerranéen. Ces sites, dont le choix est en cours de réflexion, seront partagés entre les laboratoires participants à SICMED. Ils seront organisés suivant trois principes :

- permettre des approches multiéchelles spatiales, allant des approches locales d'étude de mécanismes (échelle de la plante ou du couvert) aux approches territoriales d'étude des mécanismes de gouvernance des éco-anthroposystèmes et d'évaluation des ressources ;
- constituer des gradients d'écosystèmes afin d'analyser les échanges de flux, mais aussi les mécanismes d'évolution de frontières entre éco-anthroposystèmes ;
- contribuer aux réseaux thématiques d'étude cités au-dessus.

VI.4 - Organisation

Une trentaine de laboratoires ou équipes de recherche contribue à SICMED.

Trois étapes marquent la préparation du programme :

- *la première étape*, qui a démarré en avril 2008 et doit se terminer au premier semestre 2009, correspond à l'organisation de la contribution française à SICMED ; elle aboutira à la constitution de groupes de travail et à la rédaction prochaine d'un document cadre fixant les objectifs spécifiques, les démarches scientifiques ainsi que les dispositifs expérimentaux, de modélisation et de gestion de l'information et des données à développer ;
- *la seconde étape*, menée depuis début 2009, concerne l'intégration des partenariats méditerranéens et européens dans SICMED ; la plupart des équipes ont déjà des collaborations bilatérales que cette étape a pour vocation d'intégrer dans un cadre multilatéral ; à cet effet, une réunion avec les partenaires du Sud et de l'Est méditerranéen, 9 pays prévus, aura lieu au cours du second trimestre 2009 ;
- *la troisième étape* correspond à l'établissement du plan d'implémentation scientifique de SICMED, en concertation avec l'ensemble des partenaires précédemment définis et en fonction des orientations scientifiques retenues ; cette étape sera menée *via* des groupes de travail internationaux, jusqu'en juin 2010.

VI.5 - Axes transverses de recherche

Concernant les questions transverses identifiées lors des Journées d'Aix-en-Provence, SICMED se positionne sur :

- Les interactions Homme – Climat – Environnement et l'évolution du milieu méditerranéen
La problématique de SICMED répond à cette question pour les éco-anthroposystèmes ruraux et périurbains.
- Les pressions anthropiques et leurs impacts sur le milieu méditerranéen

- Le positionnement est similaire à celui indiqué pour la question transverse précédente.
- Le devenir de la biodiversité méditerranéenne
L'étude et la gestion de la biodiversité dans le cadre d'un objectif productif fait partie du champ d'analyse de SICMED. Il s'agit notamment de l'exploitation de la diversité génomique pour l'amélioration de la résistance des systèmes de cultures aux conditions environnementales (sécheresse par exemple).
 - Les zones côtières : lieu d'échanges et de vie
Elles ne sont pas étudiées en tant que telles, mais de nombreux sites d'étude de SICMED les concerneront en fonction toutefois des limites amont que l'on fixe à la notion de zones côtières. Dans tous les cas, les flux d'eau et de matières étudiés dans SICMED constituent des conditions aux limites amont des zones côtières méditerranéennes.
 - Les risques naturels en Méditerranée dans un contexte de changement global et de pression anthropique croissante
SICMED étudiera notamment les risques liés à la sécheresse et leurs impacts sur le fonctionnement des écosystèmes, la dégradation des sols et des eaux, la réduction de stockage du carbone par les écosystèmes, la sécurité de production alimentaire et la déforestation.
 - La Méditerranée : son rôle sur le climat dans les régions du Nord et du Sud du bassin
SICMED pourra contribuer à ce thème par la production de cartes d'échanges de CO₂, d'eau et d'énergie, à basse résolution sur l'ensemble du bassin et à plus haute résolution sur quelques régions pilotes.
 - L'évaluation et la gestion raisonnée des ressources dans le bassin méditerranéen
Il s'agit là, pour SICMED, d'une question centrale pour la gestion des ressources en eau, en sols et de biomasse en relation avec les activités agricoles, forestières et pastorales.

VII - BioDivMeX

Contact : M. Troussellier (troussel@univ-montp2.fr)

BioDivMex s'attache à la région méditerranéenne comme un des hauts lieux de la biodiversité de la planète fortement vulnérable aux pressions anthropiques et climatiques. BioDivMex étant le programme spécifique ayant démarré le plus tardivement, la fiche détaillant son contenu précis n'est pas encore disponible.

La zone littorale méditerranéenne a concentré au fil du temps une population grandissante exerçant des pressions croissantes sur les systèmes naturels environnants (modification de l'usage des terres, prélèvements accrus sur les ressources en eau, modification, destruction et fragmentation d'habitats, exploitation et/ou remplacement des ressources vivantes, intensification des échanges biotiques, rejets urbains, industriels, agricoles...). Ces pressions anthropiques exercent des impacts multiples et pour la plupart néfastes sur les habitats caractéristiques de la Méditerranée et *in fine* sur la diversité des communautés animales, végétales et microbiennes. Par ailleurs, les changements climatiques qui sont à l'œuvre, ont déjà des répercussions sur les systèmes naturels et humains méditerranéens. Dans ce contexte, le rôle de la multiplication diverse d'Aires Spécialement Protégées est à analyser en termes d'efficacité pour préserver les espèces. Inversement, l'étude des conséquences de l'érosion de la biodiversité sur les populations humaines doit être approfondie pour comprendre et élaborer les scénarii du futur.

ANNEXE 3

Liste des principaux acronymes

| | |
|---------|---|
| AMMA | Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine |
| ANR | Agence Nationale de la Recherche |
| AO | Appel d'Offre |
| API | Action Programmée Inter- organismes |
| AQUAREF | Laboratoire national de référence de l'eau et des milieux aquatiques |
| AUV | Autonomous Underwater Vehicule |
| CESTM | Centre d'Etudes et de Soins des Tortues Marines (Ifremer) |
| CIO | Comité Inter Organismes |
| CIO-E | Comité Inter Organismes - Environnement |
| CIRCE | Climate Change and Impact Research - the Mediterranean Environment |
| DRAIX | Observatoire d'un basin versant fortement érosive (ORE) |
| DT | Division Technique (INSU) |
| EDD | Environnement et Développement Durable |
| EOP | Enhanced Observation Period |
| ETM | Eléments Trace Métalliques |
| GMES | Global Monitoring for Environment and Security |
| GPS | Global Positioning System |
| IMBER | Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystems Research |
| INDOEX | Indian Ocean Experiment |
| InEE | Institut Ecologie, Environnement |
| INSU | Institut National des Sciences de l'Univers |
| IODP | Integrated Ocean Drilling Program |
| IRI | Instituts de Recherche et Innovation |
| LIA | Laboratoires Internationaux Associés |
| LMI | Laboratoires Mixtes Internationaux |
| LOICZ | Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone |
| LOP | Long term Observation Period |
| MMSH | Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme |
| MNT | Modèle numérique de terrain |
| MOOSE | Mediterranean Ocean Observation multiSites on Environment |
| MWP | Medieval Warm Period |
| NAO | North Atlantic Oscillation |
| OA | Océan et Atmosphère |
| OHM-CV | Observatoire Hydrométéorologique Méditerranéen Cévennes -Vivarais (SO) |
| OMERE | Observatoire Méditerranéen de l'Environnement Rural et de l'Eau (ORE) |
| ORME | Observatoire Regional MEDiterannéen (ZA) |
| OSR | Observatoire Spatial Régional (SO) |
| PCB | Poly Chloro Biphényle |
| PI | Principal Investigator |
| POP | Produits Organiques Persistants |
| RESYST | Réponses d'un système deltaïque aux forçages externes (ORE) |
| SAFIRE | Service des Avions Français Instrumentés pour la Recherche en Environnement |
| SETEL | Stockage, Etudes, Terrain, Equipement et Logistique |
| SHS | Sciences de l'Homme et de la Société |
| SIC | Surfaces et Interfaces Continentales |
| SIE | Système d'Informations Environnementales |
| SIG | Système d'Informations Géographiques |

Le Chantier Méditerranée

| | |
|-------|--|
| SMOS | Soil Moisture and Ocean Salinity |
| SOLAS | Surface Ocean Lower Atmosphere Study |
| SOP | Short term Observation Period |
| SPU | Sciences de la Planète et de l'Univers |
| SST | Sea Surface Temperature |
| ST2I | Sciences et Technologies de l'Information et de l'Ingénierie |
| ZA | Zone Atelier |
| ZA BR | Zone Atelier Bassin du Rhône |

ANNEXE 4

Liste des participants invités

| | | | | |
|----------------|---------------|------------------|--|--|
| ATTIE | Jean-Luc | CHARMEX | Laboratoire d'Aérodologie | jean-luc.attie@aero.obs-mip.fr |
| BARRUOL | Guilhem | TERMEX | Géosciences Montpellier | guilhem.barruol@gm.univ-montp2.fr |
| BERANGER | Karine | HYMEX | ENSTA | Karine.Beranger@ensta.fr |
| BERGAMETTI | Gilles | INSU | INSU | gilles.bergametti@lisa.univ-paris12.fr |
| BERGER | Jean-François | PALEOMEX | | berger@cepam.cnrs.fr |
| BLAIN | Stéphane | INSU/MOOSE | OOB | stephane.blain@obs-banyuls.fr |
| BLAVET | Didier | | IRD/URSEQBIO | blavet@ird.fr |
| BORBON | Agnès | CHARMEX | LISA | borbon@lisa.univ-paris12.fr |
| BOTTERO | Jean-Yves | INSU | CNRS-CEREGE | bottero@cerege.fr |
| BOULOUBASSI | Ioanna | PALEOMEX | | ioanna.bouloubassi@upmc.fr |
| BOURRIE | Guilhem | | INRA | bourrie@aix.inra.fr |
| BOZZANO | Roberto | MOOSE | Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione (CNR) | roberto.bozzano@cnr.it |
| BRAUD | Isabelle | HYMEX | CEMAGREF Lyon | isabelle.braud@cemagref.fr |
| BRUN | Eric | CIO-E | METEO France | eric.brun@meteo.fr |
| BRUNET | Christophe | MERMEX | | brunet@szn.it |
| CADIOU | Jean-François | | IFREMER | jean-francois.cadiou@ifremer.fr |
| CARLEVAN | Philippe | INSU | INSU | philippe.carlevan@cnrs-dir.fr |
| CARLOTTI | François | MERMEX | | francois.carlotti@univmed.fr |
| CAROZZA | Laurent | PALEOMEX | CNRS | carozza.laurent@wanadoo.fr |
| CHANZY | André | HYMEX | INRA-AVIGNON | andre.chanzy@avignon.inra.fr |
| CHARMASSON | Sabine | | IRSN | sabine.charmasson@irsn.fr |
| CHERY | Jean | TERMEX | Géosciences Montpellier | Jean.Chery@gm.univ-montp2.fr |
| CHEVALLIER | Pierre | INSU | IRD IFR ILEE | pierre.chevallier@msem.univ-montp2.fr |
| COCHONNAT | Pierre | TERMEX | IFREMER | pierre.cochonnat@ifremer.fr |
| COPPOLA | Laurent | MOOSE | OOV | coppola@obs-vlfr.fr |
| CORNET | François | TERMEX | INSU | francois.cornet@eost.u-strasbg.fr francois.cornet@cnrs-dir.fr |
| COSSA | Daniel | MERMEX | IFREMER | Daniel.Cossa@ifremer.fr |
| COURJAULT RADE | Pierre | | CNRS/LMTG | pierre@lmtg.obs-mip.fr |
| COUSIN | Mariam | | OOV | mariam.cousin@obs-vlfr.fr ou mariam.cousin@upmc.fr |
| D'ORTENZIO | Fabrizio | MERMEX | OOV | dortenzio@obs-vlfr.fr |
| De GARIDEL | Thibault | PALEOMEX | CNRS/CEREGE | garidel@cerege.fr |
| DELECLUSE | Pascale | CIO-E | METEO France | pascale.delecluse@meteo.fr |
| DELRIEU | Guy | HYMEX | LTHE | guy.delrieu@hmg.inpg.fr |
| DESBOEUF | Karine | CHARMEX | LISA | desboeufs@lisa.univ-paris12.fr |
| DEZILEAU | Laurent | PALEOMEX | CNES | laurent.dezileau@gm.univ-montp2.fr |
| DI PIETRO | Liliana | SICMED | INRA | liliana.dipietro@avignon.inra.fr |
| DINET | Alain | INSU | INSU | alain.dinet@cnrs-dir.fr |
| DJELLOULI | Yamina | | | yamina.djellouli@univ-lemans.fr |
| DOERFLINGER | Nathalie | HYMEX/ TERMEX | BRGM | n.doerflinger@brgm.fr |
| DOUSSAINVILLE | | | PLAN BLEU | |
| DOUSSIN | Jean-François | CSOA | INSU | doussin@lisa.univ-paris12.fr |
| DROBINSKI | Philippe | HYMEX | IPSL/LMD | drobinski@lmd.polytechnique.fr |
| DUCLUSAUD | Jean-Louis | INSU | MAE/MEEDDAT | duclusaud@free.fr |
| DUCROCQ | Véronique | HYMEX | GAME-CNRM | veronique.ducrocq@meteo.fr |
| DULAC | François | CHARMEX | LSCE | francois.dulac@cea.fr |

Le Chantier Méditerranée

| | | | | |
|--------------------|-------------|------------------|---------------------------|---|
| DURAND | Pierre | CHARMEX | Laboratoire d'Aérodologie | pierre.durand@aero.obs-mip.fr |
| DURRIEU DE MADRON | Xavier | MERMEX | | demadron@univ-perp.fr |
| ESTOURNEL | Claude | HYMEX/ MERMEX | Laboratoire d'Aerologie | claud.e.stournel@aero.obs-mip.fr |
| FLAUD | Jean-Marie | INSU | CNRS | jean-marie.flaud@lisa.univ-paris12.fr |
| FLETCHER | William | | EPOC | w.fletcher@epoc.u-bordeaux.fr |
| FLEURY | Laurence | INSU | GAME METEO France | laurence.fleury@cnrm;meteo.fr |
| GAILL | Françoise | CIO-E | CNRS/EDD | francoise.gaill@cnrs-dir.fr |
| GANDOLFO | Robert | | POLE MER PACA | gandolfo@polemer.paca.fr |
| GARRY | Ève | | POLE MER PACA | garry@polemerpaca.com |
| GAZEL | Hervé | | SEDET | |
| GOFFE | Bruno | INSU | INSU | bruno.goffe@cnrs-dir.fr |
| GORINI | Christian | TERMEX | UPMC | christian.gorini@upmc.fr |
| GOYET | Catherine | MERMEX/ MOOSE | Université PERPIGNAN | cgoyet@univ-perp.fr |
| GRANGEON | Didier | TERMEX | IFP | didier.granjeon@ifp.fr |
| GUARINI | Jean-Marc | BIODIVMEX | OOB | jean-marc.guarini@obs-banyuls.fr |
| GUENNOC | Pol | TERMEX | BRGM | pgennoc@brgm.fr |
| GUIBAL | Frédéric | PALEOMEX | | frederic.guibal@univ-cezanne.fr |
| GUIEU | Cécile | MERMEX | | guieu@obs-vlfr.fr |
| GUIOT | Joël | PALEOMEX | CNRS/CEREGE | guiot@cerege.fr |
| HAMELIN | Bruno | TERMEX | CNRS | hamelin@cerege.fr |
| HEUSSNER | Serge | MERMEX | | heussner@univ-perp.fr |
| JOLIVET | Laurent | TERMEX | UPMC | laurent.jolivet@upmc.fr |
| KOLHER | Elisabeth | INSU | INSU | elisabeth.kolher@cnrs-dir.fr |
| KUZUCUOGLU | Catherine | PALEOMEX | CNRS | Catherine.Kuzucuoglu@cnrs-bellevue.fr |
| LE QUEAU | Dominique | INSU | INSU | dominique.lequeau@cnrs-dir.fr |
| LEBARON | Philippe | INSU | UPMC-OOB | lebaron@obs-banyuls.fr |
| LEBEL | Thierry | INSU | LTHE | thierry.lebel@hmg.inpg.fr |
| LEDUC | Christian | | UMRG-EAU | christian.leduc@ird.fr |
| LEFEVRE | Dominique | MERMEX | | dominique.lefevre@univmed.fr |
| LEGENDRE | Louis | INSU | LOV | louis.legendre@obs-vlfr.fr |
| LELLOUCHE | Jean-Michel | | MERCATOR Océan | jlellouche@mercator-ocean.fr |
| LI | Laurent | INSU | LMD | li@lmd.jussieu.fr |
| LIBOUREL | Thérèse | INSU | LIRMM | libourel@lirmm.fr |
| LIEUTAUD | Anne | CIO-E | MEEDDAT | anne.lieutaud@developpement-durable.gouv.fr |
| LOCHET | Corinne | | REGION PACA | Clochet@regionpaca.fr |
| MALLET | Marc | CHARMEX | Laboratoire d'Aérodologie | marc.mallet@aero.obs-mip.fr |
| MANTOURA | Fauzi | MOOSE | OOV | mantoura@obs-vlfr.fr |
| MEDAIL | Frédéric | BIODIVMEX | IMEP | f.medail@univ-cezanne.fr |
| MENAUT | Jean-Claude | SICMED | | jean-claude;menaut@cesbio.cnes.fr |
| MERCIER | Herlé | INSU | INSU | herle@ifremer.fr |
| MERCIER DE LEPINAY | Bernard | | GEOSCIENCES AZUR | bmercier@geoazur.unice.fr |
| MICHEL | Pierre | INSU | MESR | pierre.michel@recherche.gouv.fr |
| MONACO | André | INSU | CNRS/CEFREM | monaco@univ-perp.fr |
| MONFRAY | Patrick | INSU | INSU | patrick.monfray@cnrs-dir.fr |
| MORENO | Eva | PALEOMEX | MNHN | emoreno@mnhn.fr |
| MORHANGE | Christopher | PALEOMEX | CNRS/CEREGE | morhange@cerege.fr |
| MORTIER | Laurent | HYMEX/ MOOSE | IPSL/LOCEAN | laurent.mortier@locean-ipsl.upmc.fr |
| MOSTAJIR | Behzad | MERMEX | | Behzad.Mostajir@univ-montp2.fr |
| MOUCHE | Emmanuel | SICMED | LSCE | Emmanuel.Mouche@cea.fr |
| MOUILLOT | David | BIODIVMEX | ECOLAG | David.Mouillot@univ-montp2.fr |

Le Chantier Méditerranée

| | | | | |
|---------------------|-------------------|------------------|------------------------------|--|
| PAPINI | Florence | INSU | Région PACA | fpapini@regionpaca.fr |
| PETIT DE LA VILLEON | Loic | INSU | IFREMER | Loic.Petit.De.La.Villeon@ifremer.fr |
| PEUCH | Vincent-Henri | CHARMEX | Météo France | vincent-henry.peuch@meteo.fr |
| PEZARD | Philippe | TERMEX | INSU | philippe.pezard@gm.univ-montp2.fr |
| PRIEUR | Louis | | LOV | louis.prieur@obs-vlfr.fr |
| RABOUILLE | Christophe | MERMEX | CNRS/LSCE | Christophe.Rabouille@lsce.cnrs-gif.fr |
| RADAKOVITCH | Olivier | HYMEX/ MERMEX | CEREGE | rada@cerege.fr |
| RANGIN | Claude | | Europôle de l'Arbois | rangin@cdf.U-3mrs.fr |
| RAVETTA | François | CHARMEX | Service d'Aéronomie | francois.ravetta@aero.jussieu.fr |
| REDELSPERGER | Jean-Luc | INSU | CNRS Météo France | redels@meteo.fr |
| REVEL | Marie | PALEOMEX | UNSa | |
| RIGO | Alexis | INSU | | rigo@ntp.obs-mip.fr |
| ROURE | François | TERMEX | IFP | francois.roure@ifp.fr |
| RUELLAN | Etienne | INSU | INSU | Etienne.Ruellan@cnrs-dir.fr |
| SANCHEZ-GONI | Maria | PALEOMEX | CNRS | mf.sanchezgoni@epoc.u-bordeaux1.fr |
| SAND | Aurélié | INSU | CNES | aurelie.sand@cnes.fr |
| SARTELET | K. | CHARMEX | CEREA | sartelet@cerea.enpc.fr |
| SAVELLI | Jean-Luc | CHARMEX | QUALITAIR CORSE | jl.savelli@qualitaircorse.org |
| SCHAMING | Marc | TERMEX | EOST | marc.schaming@eost.u-strasbg.fr |
| SEMPERE | Richard | MERMEX | | richard.sempere@univmed.fr |
| SERVAT | Eric | | Hydrosiences Montpellier | eric.servat@ird.fr |
| SICRE | Marie-Alexandrine | PALEOMEX | CNRS/LSCE | marie-alexandrine.sicre@lsce.ipsl.fr |
| SIMONNEAUX | Vincent | | IRD/CESBIO | simonneaux@ird.fr |
| SOLER | Pierre | CIO-E | IRD | pierre.soler@ird.fr |
| SOMOT | Samuel | HYMEX/MF | GAME-CNRM | samuel.somot@meteo.fr |
| STENGEL | Pierre | CIO-E | INRA | pierre.stengel@inra.fr |
| STEPHAN | Jean-François | CIO-E | Ministère de la Recherche | jean-francois.stephan@recherche.gouv.fr |
| SUC | Jean-Pierre | TERMEX | CNRS | Jean-Pierre.Suc@univ-lyon1.fr |
| TANRE | Didier | INSU | CNRS-LOA | didier.tanre@univ-lille1.fr |
| TAUPIER-LETAGE | Isabelle | HYMEX | LOB | Isabelle.Taupier.Letage@ifremer.fr |
| TOMASSETTI | Martine | | IMERA | mtomassetti@msh.univ-aix.fr |
| TROUSSELLIER | Marc | BIODIVMEX | | troussel@univ-montp2.fr |
| VAUCLIN | Michel | INSU | INSU | lthe@hmg.inpg.fr |
| VINDIMIAN | Eric | CIO-E | MEEDDAT | eric.vindimian@developpement-durable.gouv.fr |
| VOLTZ | Marc | SICMED | | voltz@supagro.inra.fr |
| WEEXSTEEN | Antoine | INSU | INSU | antoine.weexsteen@cnrs-dir.fr |