

## SOUS-CHAPITRE 7.3

# L'eau

### 1 | Histoire et bilan

Les hydrologues français sont présents depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle en Afrique subsaharienne francophone avec des objectifs et des méthodes qui se sont adaptés aux questions qui se posaient et à l'évolution de l'organisation politique<sup>1</sup>. Deux colloques internationaux en 1995 à Paris<sup>2</sup> et en 1998 à Abidjan<sup>3</sup> ont permis de faire un bilan des actions conduites en particulier depuis l'indépendance des pays d'Afrique noire francophone. À ces deux colloques, il faut ajouter l'évaluation hydrologique très complète réalisée pour la Banque mondiale en 1992<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup>Dubreuil P. (2003). *La science hydrologique. Du service des colonies à l'aide au développement*. L'Harmattan, Paris, 333 pp.

<sup>2</sup>Chevallier P. et Pouyaud B. (Ed.) (1996). *Tropical hydrology : a geoscience and a tool for sustainability. Dedicated to the memory of Jean Rodier (1914-1994)*. IAHS Publ. 238. IAHS, Wallingford (UK), 436 pp.

<sup>3</sup>Servat E., Hughes D., Fritsch J.M. et Hulme M. (Ed.), 1998. *Water resources variability in Africa during the XXth Century*. IAHS Publ 252. IAHS, Wallingford (UK), 462 pp.

<sup>4</sup>Mott Mac Donald, BCEOM, Sogreah, ORSTOM, 1992. *Évaluation hydrologique de l'Afrique Subsaharienne. Pays de l'Afrique de l'Ouest. Rapport Régional*. Décembre 1992. Banque Mondiale, Programme des Nations Unies pour le Développement, Banque Africaine de Développement, Ministère Français de la Coopération. À ce rapport synthétique, il faut ajouter un rapport par pays, soit 23 volumes (en français, anglais ou portugais).

Depuis la Deuxième Guerre mondiale, les actions des scientifiques français dans le domaine des sciences de l'eau se sont principalement déroulées dans le cadre de l'Orstom (devenu IRD en 1998), mais d'autres institutions françaises sont aussi intervenues. Durant les deux décennies 1970 et 1980, les travaux de recherches ont été dominés par deux fils conducteurs : la description des grands systèmes hydrographiques et des caractéristiques de leur régimes (Sénégal, Niger, Volta, rivières du Cameroun ou de Côte-d'Ivoire, etc.) et l'étude des processus de l'écoulement se basant le plus souvent sur des dispositifs de terrain, les petits bassins versants de recherche<sup>5</sup>. Ces travaux se justifiaient par la préoccupation de mieux utiliser les ressources en eau en particulier pour l'agriculture, d'une part, et de mieux calibrer les ouvrages hydrauliques de stockage, de transport et d'assainissement, d'autre part.

À partir du début des années 1990, plusieurs changements ont modifié ce cadre et ont conduit aux modes d'actions que nous connaissons aujourd'hui. De manière générale, cela concerne une évolution des missions de l'IRD/Orstom, le recadrage des politiques de coopération du ministère français des Affaires étrangères, ainsi que l'émergence d'équipes de recherche en Afrique, avec des missions distinctes de celles des services nationaux d'observation. Dans le domaine plus particulier des sciences de l'eau, deux grandes opérations avec des modes de fonctionnement et de partenariat très différents ont profondément changé les cadres d'action : le projet Hapex-Sahel et la constitution du réseau de chercheurs Unesco-Friend. On y reviendra plus loin.

Dans les paragraphes qui suivent, nous allons tenter de présenter la situation actuelle, les perspectives déjà engagées et les grandes questions qui méritent l'attention de la recherche française en Afrique subsaharienne francophone.

## 2 | Les acteurs

Les équipes de recherche africaines rencontrent les mêmes difficultés dans le domaine des sciences de l'eau que celles, largement décrites dans ce rapport, d'autres disciplines. Sans être exhaustif, on identifie toutefois aujourd'hui un certain nombre d'équipes motivées dont il est utile de rappeler l'appartenance et la localisation, les deux premières étant des institutions régionales : le Centre Agrhymet de Niamey au Niger ; l'École Inter-États des ingénieurs de l'équipement rural à Ouagadougou au Burkina-Faso ; l'Université Cheikh Anta

---

<sup>5</sup>Parmi les études les moins anciennes et les plus connues, on peut citer les bassins de la Mare d'Oursi au Burkina-Faso, le projet Hyperbav dans le Nord-Ouest de la Côte-d'Ivoire, les bassins du Sine Saloum au Sénégal, ainsi que l'utilisation de deux types de simulateurs de pluies pour établir de manière quasi exhaustive les caractéristiques hydrophysiques des sols d'Afrique de l'Ouest.

Diop de Dakar au Sénégal ; le Centre de recherche hydrologique de Yaoundé au Cameroun ; l'Institut polytechnique rural de Katibougou au Mali ; l'Institut d'économie rurale de Bamako au Mali ; l'université d'Abomey Calavi au Bénin ; l'Institut de géographie tropicale de Cocody en Côte-d'Ivoire.

Du côté français, la plupart des travaux conduits en Afrique francophone subsaharienne dans le domaine des sciences de l'eau reste coordonnée par l'IRD et dans certains cas par le Cirad. Toutefois, ces organismes dont l'expérience africaine est ancienne servent, de plus en plus souvent, d'ensembliers pour des interventions mutualisées faisant intervenir d'autres établissements, comme le CNRS, Météo France, le Cnes, pour citer les principaux, ainsi que des laboratoires universitaires. Il faut remarquer de plus la très importante implication depuis quelques années des Services de coopération et d'action culturelle (SCAC) liés aux ambassades de France. Ces services décentralisés du ministère des Affaires étrangères apportent des moyens significatifs aux projets impliquant des partenaires français et africains, avec un intérêt particulier pour le domaine des sciences de l'eau.

Les partenaires africains ont aussi des accords et des financements non français, principalement des pays européens (incluant la Suisse) ou nord-américains (États-Unis et Canada), ainsi que d'organisations internationales comme la Communauté européenne, les organisations de la famille des Nations unies, les grands bailleurs (Banque mondiale et établissements assimilés), grandes ONG, etc., ou du secteur privé (entreprises de travaux publics, le plus souvent). Ces accords portent généralement sur des contrats de consultance de type bureau d'étude, mais les équipes africaines peuvent en profiter pour le financement d'acquisition ou de renouvellement d'équipements de terrain, ainsi que la pérennisation des moyens de gestion des données. Ils permettent aussi l'accueil de chercheurs africains qui sont de plus en plus nombreux à suivre des formations doctorales ou des perfectionnements professionnels à l'étranger.

En 1994, dans le contexte du *Programme Hydrologique International* de l'Unesco<sup>6</sup>, une composante « Afrique de l'Ouest et Centrale » du réseau Friend<sup>7</sup> s'est constituée, rassemblant toutes les équipes de recherche en science de l'eau présentes dans la région. L'IRD s'est beaucoup impliqué dans la mise en place de ce réseau coordonné pour la période 2004-2007 par le CRH du Cameroun. Cinq thèmes de travail ont été choisis dont l'animation a été confiée à l'une des équipes engagées : (1) étiages (coordination : UCAD, Dakar) ; (2) dynamique des flux de matières (coordination : CRH Yaoundé) ; (3) variabilité des

<sup>6</sup>Voir : <http://www.unesco.org/water/ihp/index.shtml>

<sup>7</sup>*Flow Regimes from International Experimental and Network Data*. Voir : <http://www.nwl.ac.uk/ih/research/bfriend.html>. Ce réseau comporte aujourd'hui huit composantes : Europe du Nord, Alpes et Méditerranée, Afrique australe, Asie Pacifique, Hindu Kush Himalaya, Afrique de l'Ouest et Centrale, Nil, Caraïbe.

ressources en eau (coordination : IRD/EIER Ouagadougou); (4) modélisation (coordination : université d'Abomey Calavi); (5) base de données (coordination : Agrhymet). Un nouveau thème a émergé récemment, l'*écohydrologie*, qui reflète une préoccupation très nouvelle dans le contexte africain s'inquiétant de qualité environnementale. Les chercheurs de ce réseau se réunissent régulièrement et commencent à être reconnus à l'échelon international. Pour illustrer leur motivation scientifique, on peut mentionner qu'ils ont soumis une dizaine de communications à l'assemblée générale de l'Association des sciences hydrologiques en avril 2005 à Foz do Iguaçu (Brésil).

### 3 | Deux projets mobilisateurs

En 2004, deux grands projets, Amma<sup>8</sup> et Echel'Eau/Niger, concernent les communautés scientifiques françaises et leurs partenaires africains dans le domaine des sciences de l'eau. Ils sont en phase de mise en place et on peut penser qu'ils domineront le paysage des recherches sur l'eau en Afrique subsaharienne francophone au cours des cinq, voire dix, prochaines années, à la fois pour le nombre des chercheurs engagés, pour les moyens qui leur seront attribués et pour les résultats qui en sont attendus. Ces deux projets relèvent d'une dynamique très différente.

#### 3.1 Amma

Dans les années 1990, le projet Hapex Sahel avait concentré les efforts de la communauté scientifique française et internationale sur le « degré-carré » de Niamey afin de mieux comprendre le couplage entre la dynamique atmosphérique et la dynamique superficielle des échanges hydriques lors de la période de mousson. La communauté africaine avait modestement, mais significativement, participé à ce projet. Un numéro spécial de la revue *Journal of Hydrology* en rassemblait en 1997 les principaux résultats<sup>9</sup>.

Le projet Amma<sup>10</sup> s'inscrit dans une suite plus ambitieuse et plus complète de ce premier projet. L'idée générale est d'entreprendre une étude fine des mécanismes de la mousson en Afrique pour mettre en place une prévision saisonnière et même interannuelle pour le bénéfice de l'agriculture, de la gestion des

<sup>8</sup>Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine.

<sup>9</sup>Special Issue Hapex-Sahel, *Journal of Hydrology*, 1997, 188-189(1-4); guest editors : J.P. Goutorbe, A.J. Dolman, J.H.C. Gash, Y.H. Kerr, T. Lebel, S.D. Prince, J.N.M. Stricker. 1080 pp.

<sup>10</sup>Voir : <http://medias.obs-mip.fr/amma/>

ressources en eau et de l'amélioration des conditions sanitaires. Le projet est structuré en différents volets mettant en regard :

- une approche visant à l'amélioration de la connaissance de la dynamique de la mousson au travers de l'étude des couplages entre l'atmosphère, l'océan et les surfaces continentales ;
- l'étude des impacts de la mousson sur les besoins, les usages et les conditions de vie des sociétés humaines ;
- la mise au point d'outils de prévision destinés aux acteurs du développement.

Le projet Amma est organisé dans l'espace sur un certain nombre de sites couvrant l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest subsaharienne (fenêtre 0-25° nord / 15° est -20° ouest) de part et d'autre d'un axe principal Cotonou / Niamey. Il est prévu que des observations renforcées soit conduites sur ces sites entre 2004 et 2007 avec des campagnes d'observations intensives en 2005 et 2006.

Ce projet mobilise de nombreux partenaires africains, dont la plupart des équipes du réseau Friend AOC, autour d'un important dispositif de la communauté française coordonné par l'Insu. Dans le domaine plus particulier des sciences de l'eau, les grandes unités mixtes de recherche associant le CNRS, l'IRD et les universités y sont partenaires (Grenoble, Montpellier, Paris et Toulouse, principalement). D'autres équipes de recherches européennes et nord-américains doivent apporter leurs compétences et leurs moyens.

### 3.2 Echel'Eau/Niger

Les hydrologues de l'IRD et du Cirad ont acquis avec leurs partenaires africains au cours des dernières décennies une très bonne connaissance de la ressource en eau, de sa variabilité et de ses usages soit sur les grands bassins africains, soit au travers d'études ciblées de grands périmètres irrigués<sup>11</sup> ou d'études d'impacts liées à la construction d'ouvrages hydrauliques<sup>12</sup>. Or, depuis une dizaine d'années, la notion de *Gestion intégrée des ressources en eau* domine le débat international autour des usages de l'eau. Il s'agit de mettre au point des outils permettant de répondre aux demandes des populations pour

---

<sup>11</sup> Par exemple, le réaménagement de 60 000 ha de terres irriguées à l'Office du Niger (Mali) qui a permis une amélioration sensible de la production de paddy.

<sup>12</sup> Par exemples l'étude d'impact de l'aménagement de Garafiri sur le Konkouré en Guinée ou l'ensemble des outils d'aide à la décision développés pour l'Office de Mise en Valeur du Sénégal.

les trois grandes catégories d'usages de l'eau : l'agriculture, l'approvisionnement domestique et les usages industriels, ces derniers incluant la production énergétique.

Cette approche est devenue l'élément central de la stratégie des bailleurs de fonds ou des organisations internationales s'intéressant à la gestion des ressources en eau. Il faut donc entreprendre des recherches qui s'inscrivent dans cette stratégie. En Afrique de l'Ouest, cette opportunité est offerte par la mise en place d'un financement incitatif<sup>13</sup> qui s'inscrit dans le cadre de la participation du gouvernement français au Challenge Programme Water and Food<sup>14</sup> initié et coordonné par l'International Water Management Institute<sup>15</sup>.

Ce projet vise à développer et à tester des outils d'aide à la décision contribuant à une gestion intégrée, efficace et transparente des ressources en eau et permettant d'améliorer la productivité de l'eau agricole et de garantir la pérennité des ressources en eau. Dans le bassin du Niger, il devrait concerner tous les acteurs de l'eau de neuf pays (Guinée, Mali, Niger, Nigeria, Côte-d'Ivoire, Burkina-Faso, Cameroun, Bénin, Tchad) et, au moins dans le cas des quatre premiers pays cités, il y constitue un enjeu majeur de développement économique et social.

Le projet Echel'Eau est aujourd'hui moins avancé que le projet Amma et les appels à projets sont encore dans une phase d'implémentation. Les équipes françaises de l'IRD et du Cirad, mais aussi du Cemagref, du CNRS et des universités devraient s'y impliquer significativement avec les partenaires africains.

À l'inverse de l'approche physique proposée par Amma, l'approche Echel'Eau part de la demande économique et sociale en l'inscrivant dans la réalité de l'objet hydrologique à toutes les échelles d'espace et de temps. Ces deux approches sont évidemment complémentaires et plusieurs équipes de recherches françaises et africaines sont engagées dans les deux projets.

## 4 | Des projets périphériques

À côté de ces grands projets, on trouve un certain nombre d'actions de moindre envergure par la taille, mais dont l'intérêt n'en est pas moindre. Sans être exhaustif, on peut en retenir quelques-unes :

<sup>13</sup>Fond de Solidarité Prioritaire Echel'Eau du ministère des Affaires étrangères.

<sup>14</sup>Voir <http://www.waterforfood.org/>

<sup>15</sup>Voir <http://www.iwmi.cgiar.org>

- **OMM-Whycos.** L'Organisation météorologique mondiale développe depuis une dizaine d'année le concept Whycos<sup>16</sup> dans lequel l'IRD s'est fortement impliqué. Il s'agit de rénover les réseaux d'observations hydrologiques nationaux en proposant l'installation de stations hydrologiques télétransmises dont les données sont mises en ligne en temps réel sur l'Internet. Ce réseau d'observation est distribué en secteurs régionaux. Sur la zone qui nous intéresse, l'aménagement du bassin des Voltas et du bassin du Niger est en cours de déploiement ;
- **Roselt.** Le Réseau d'observatoires sur l'environnement à long terme<sup>17</sup> a été mis en place par l'Observatoire du Sahara et du Sahel avec la participation de bailleurs de fonds français et européens. Il s'agit, sur un certain nombre de sites identifiés, de suivre la dynamique environnementale à long terme sur la base d'indicateurs d'observation sur le terrain et de suivis satellitaires. L'IRD et le Cirad y sont engagés ; les suivis locaux sont faits par le partenaire africain ;
- **Bassin du lac Tchad.** Le lac Tchad est un objet hydrologique particulièrement intéressant puisqu'il constitue un intégrateur dans un bassin endoréique. Le projet actuel est labellisé (et soutenu financièrement) par le Programme national de recherche en hydrologie. Il s'intéresse au fonctionnement de l'aquifère, associé à la dynamique des surfaces, en utilisant des indicateurs hydrochimiques et la télédétection satellitaire. Une approche paléo-hydrologique et une analyse des écoulements superficiels et internes actuels doivent conduire à la construction de scénarios de fonctionnement pertinents ;
- **Eau et santé en Afrique.** Plusieurs projets scientifiques animés par l'IRD, le Cirad, l'Institut Pasteur et d'autres intervenants français, s'intéressent aux questions posées sur la santé des populations par les aménagements qui favorisent le stockage de l'eau et le développement de maladies tropicales parasitaires, d'une part, et par l'impact du changement climatique sur la physiologie de certains vecteurs pathogènes d'autre part. Cette question a fait l'objet d'un colloque en 2000 à Ouagadougou<sup>18</sup> ;
- **L'Observatoire de recherche en environnement « Bassins versants expérimentaux tropicaux » (ORE BVET)**<sup>19</sup>. Cet ORE<sup>20</sup> labellisé par le ministère

<sup>16</sup> *World Hydrological Cycle Observing System*. Voir : <http://www.wmo.ch/web/homs/projects/whycos.html>

<sup>17</sup> Voir : <http://www.roselt-oss.org>

<sup>18</sup> Voir : <http://ouaga.ird.bf/eau-sante/>

<sup>19</sup> Voir :

[http://www.lmtg.obs-mip.fr/index.php?option=com\\_lmtg\\_myhomepage&lmtg\\_subject=admin&lmtg\\_item=10&ltemid=55](http://www.lmtg.obs-mip.fr/index.php?option=com_lmtg_myhomepage&lmtg_subject=admin&lmtg_item=10&ltemid=55)

<sup>20</sup> Pour une description précise du concept d'ORE, voir : <http://www.insu.cnrs.fr/web/article/institut.php?art=751>

de la Recherche compare les caractéristiques hydrologique et hydrogéo-chimique de petits bassins versants situés, d'une part, au Cameroun et, d'autre part, dans le sud de l'Inde. Il s'agit non seulement d'améliorer les connaissances sur les cycles hydrique et biogéochimique, mais aussi de préciser les lois d'altération et d'érosion des sols et d'évaluer l'impact anthropique.

## 5 | Que faut-il retenir de ce rapide panorama ?

Au travers des projets décrits plus haut, on s'aperçoit qu'une tendance générale se dessine, celle de l'approche régionale qui se démarque de ce qui se faisait dans la période 1960-1990, pendant laquelle les actions de recherche étaient souvent conduites sur des systèmes géographiques de petite taille (les *bassins représentatifs et expérimentaux*). Cette tendance se décline à la fois sous l'angle de l'approche physique (Amma en est un exemple) et sous l'angle de la *gestion intégrée* qui donne un rôle central aux activités humaines (Echel'Eau est un exemple). Il est intéressant de noter que ce sont souvent les mêmes partenaires scientifiques locaux qui interviennent et parfois les mêmes équipes de recherche françaises. Parmi ces dernières, c'est surtout l'IRD qui est présent en jouant le rôle d'ensemblier, mais sans exclusive ; le Cirad est souvent impliqué, mais aussi le CNRS, Météo-France, le Cnes, les laboratoires universitaires, etc.

Si l'on devait retenir quelques grandes questions pour les priorités de recherche en Afrique subsaharienne francophone pour les prochaines années dans le domaine des sciences de l'eau, les tendances majeures suivantes se dégagent :

- une amélioration des connaissances sur la ressource et sa variabilité contrainte par les changements globaux (dont le changement climatique) ;
- le développement de scénarios et de modèles de prévision à moyen (saison) et long (année) termes ;
- une participation à la réflexion sur la mise en œuvre de politique de *gestion intégrée des ressources en eau* dans le cadre des principaux usages agricole, domestique et industriel ;
- une amélioration de l'efficacité de l'agriculture irriguée et de la productivité de l'agriculture pluviale, nécessaire pour préserver la sécurité alimentaire ;
- une prise en compte des questions de qualité des eaux (superficielles ou souterraines) dans un objectif à la fois sanitaire et environnemental.



2006

ACADÉMIE DES SCIENCES

**SCIENCES ET PAYS  
EN DÉVELOPPEMENT  
AFRIQUE SUBSAHARIENNE  
FRANCOPHONE**

Sous la direction de  
FRANÇOIS GROS



INSTITUT DE FRANCE  
Académie des sciences

# Sciences et pays en développement

## Afrique subsaharienne francophone

RAPPORT SUR LA SCIENCES ET LA TECHNOLOGIE N° 21

Animateur : François Gros

ACADÉMIE DES SCIENCES



17, avenue du Hoggar  
Parc d'activités de Courtabœuf, BP 112  
91944 Les Ulis Cedex A, France

Conception de la maquette intérieure : Béatrice Couëdel

© 2006, EDP Sciences, 17, avenue du Hoggar, BP 112, Parc d'activités de Courtabœuf,  
91944 Les Ulis Cedex A

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés réservés pour tous pays. Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et d'autre part, les courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (art. L. 122-4, L. 122-5 et L. 335-2 du Code de la propriété intellectuelle). Des photocopies payantes peuvent être réalisées avec l'accord de l'éditeur. S'adresser au : Centre français d'exploitation du droit de copie, 3, rue Hautefeuille, 75006 Paris. Tél. : 01 43 26 95 35.

ISBN 2-86883-819-7

Jean-Pierre KAHANE	Membre de l'Académie des sciences — Professeur émérite à l'université Paris-Sud Orsay
Claude LOBRY	Professeur à l'université de Nice — Projet Mere Inra/Inria
Dominique MEYER	Déléguée à l'information scientifique et à la communication de l'Académie des sciences — Professeur à la faculté de médecine de l'université Paris-Sud Orsay
Georges PÉDRO	Correspondant de l'Académie des sciences — Secrétaire perpétuel honoraire de l'Académie d'agriculture de France
Charles PILET	Correspondant de l'Académie des sciences — Professeur émérite et directeur honoraire de l'École nationale vétérinaire d'Alfort
Hervé de TRICORNOT	Directeur du département Soutien et forma- tion des communautés scientifiques du Sud à l'IRD
Annick SUZOR-WEINER	Vice-présidente en charge des Relations in- ternationales de l'université Paris-Sud Orsay

### **Coordonnateur :**

Jean DERCOURT	Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences — Professeur émérite à l'université Pierre-et-Marie-Curie
---------------	---

### **Ont également participé à la rédaction du rapport**

#### *Chapitre 3*

Roland WAAST	Sociologue — Directeur de recherche — Unité de recherche Savoirs et développement de l'IRD
--------------	--

*Chapitre 4.2*

Bernard PHILIPPE

Directeur de recherche Inria — Irisa —  
Rennes

Maurice TCHUENTE

Professeur d'informatique à l'université  
de Yaoundé 1 — Ancien ministre  
de l'Enseignement supérieur du Cameroun*Chapitre 5.3*

Arnaud FONTANET

Unité d'épidémiologie des maladies  
émergentes, Institut Pasteur*Chapitre 5.4*

Guy BLAUDIN de THÉ

Correspondant de l'Académie des sciences  
— Directeur de recherche émérite au CNRS  
et professeur honoraire à l'Institut Pasteur*Chapitre 5.5*

Michel DETILLEUX

Professeur des universités —  
Praticien hospitalier, Hôpital Cochin*Chapitre 6.1*

Marion GUILLOU

Présidente-directrice générale de l'Inra

*Chapitre 6.2*

Christian FELLER

Directeur de recherche à l'IRD – Laboratoire  
Matière organique des sols tropicaux,  
Montpellier

Florent MARAUX

Chercheur au Cirad/FAO

*Chapitre 6.4*

Francis DELPEUCH

Directeur de recherche à l'IRD, Montpellier

Nicolas BRICAS

Chercheur au Cirad, Montpellier

Bernard MAIRE

Directeur de recherche à l'IRD

*Chapitre 6.5*

Benoît LESAFFRE

Directeur général du Cirad

*Chapitre 7.1*

Ionel SOLOMON

Directeur de recherche émérite au CNRS,  
École polytechnique*Chapitre 7.2*

Patrick LEDRU

Chargé de mission à la direction Recherche  
du BRGM

Jean-Pierre MILÉSI

Adjoint au chef de service Ressources  
minérales du BRGM*Chapitre 7.3*

Pierre CHEVALLIER

Directeur de l'Institut languedocien  
de recherche sur l'eau et l'environnement  
(IFR 123) — Directeur de la Maison des  
sciences de l'eau de Montpellier*Chapitre 8.1*

Marie-Thérèse LOCOH

Directrice de recherche à l'Ined

*Chapitre 8.2*

Jacques CHARMES

Directeur du département Sciences sociales  
de l'IRD*Chapitre 15*

Jean-Michel GAILLARD

Directeur de recherche au CNRS, départe-  
ment Écologie évolutive