

Université de Montpellier II

Mémoire de recherche présenté
en vue de l'obtention du

Diplôme d'habilitation à diriger les recherches

Interactions eau-société et emboîtement d'échelles

par

François Molle

Sommaire

Dossier Administratif

1	Curriculum Vitae	5
1.1	Diplômes.....	5
	Responsabilités et animation scientifiques.....	5
1.2	Audience internationale et responsabilités scientifiques.....	6
1.3	Relecture pour revues scientifiques.....	7
1.4	Speaker invité	7
1.5	Affiliations scientifiques	8
1.6	Relations académiques et institutionnelles.....	8
2	Activites d'enseignement	9
3	Encadrement d'etudiants	10
3.1	Etudiants de doctorat	10
3.2	Encadrement d'étudiants en master.....	10
4	Liste des publications	13
4.1	Articles de Revues.....	13
4.2	Articles soumis/en préparation.....	14
4.3	Ouvrages.....	15
4.4	Chapitres d'ouvrage	15
4.5	Rapports de recherche IWMI et CA (Comprehensive Assessment)	17
4.6	Rapports de Recherche	18
4.7	Communications à conférence avec actes	20
4.8	Autres documents	23
4.9	Documents vidéo	24
4.10	Logiciels	24
4.11	Sites Internet (voir détails dans la partie 'animation scientifique').....	25
4.12	Publications scientifiques grand public et "Policy briefs"	25

Interactions eau-société et emboîtement d'échelles

1	Introduction	26
2	bref résumé du parcours professionnel.....	28
2.1	Le "Projet Açude": Surintendance pour le Développement du Nordeste (Brésil: 1985-1991)	28
2.2	Le projet RETAIL: Recherche-développement à l'Office du Niger (Mali: 1991-1992)	28
2.3	Le projet DORAS [Development Oriented Research on Agricultural Systems] (Thaïlande: 1993-2001)	29
2.4	L'International Water Management Institute (Sri Lanka: 2001-2005)	30
2.5	Affectation à Montpellier (Septembre 2005-2008)	30
3	interactions entre société et ressources en eau	31
4	les périmètres irrigués et leur environnement.....	33
5	interactions EAU société à l'échelle des bassins versants.....	40
6	Perspectives et projets	47

1 CURRICULUM VITAE

François Molle
Né le 6/05/1958 à Montpellier (34)
IRD, Montpellier
Chargé de Recherche de 1^{ère} Classe en Hydrologie

1.1 Diplômes

- ❖ 1991 Doctorat "Hydrologie Sciences de l'Eau, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier 2, France
- ❖ 1985 Diplôme de l'Ecole Nationale du Génie Rural et Eaux et Forêts, Option "Maîtrise de l'Eau pour le Développement"
- ❖ 1982 Diplôme de l'Ecole Polytechnique – Paris
- ❖ 1976 Baccalauréat, série C (mention TB)

Langues : anglais, portugais, espagnol, thaïlandais, arabe classique, bases d'allemand.

Responsabilités et animation scientifiques

- 2008 Organisation d'une session spéciale au 13th World Water Congress de l'IWRA, Montpellier, Septembre 2008.
- 2007 Montage du projet "Improving Mekong Water Allocation" (2008-2009). Ce projet de deux ans est financé par le Challenge Program on Water and Food (CPWF).
- 2007- Coéditeur du volume: "Water, Food, and Economy" de la série en 8 volumes: "Water & Civilisation", coproduite par l'UNESCO et l'International Water History Association. En chantier sur les deux prochaines années.
- 2005-2007 : Membre du comité de direction (*steering committee*) et animation scientifique au sein du Projet Mekong Program on Water, Environment and Resilience (<http://www.mpower.net.org/>) en tant que leader du thème "Politiques de l'eau et de l'irrigation".
- 2005 Membre du comité scientifique de la conférence internationale: "Pauvreté hydraulique et crises sociales", Décembre 2005, Agadir.
- 2003 Participation et présentation. Table Ronde Interministérielle Asie du Sud Est. Congrès Mondial de l'UICN. Bangkok.
- 2002 Organisation et animation du workshop "Etudes comparative de trajectoires de bassins versants". Sri Lanka.
- 2000 Organisation scientifique et logistique de la Conférence Internationale "The Chao Phraya Delta : Historical Development, Dynamics and Challenges of Thailand's Rice Bowl", Decembre 2000, Kasetsart University, Bangkok.

- 350 participants enregistrés, dont 55 étrangers; 60 papiers ont été présentés et édités dans des actes (1000 pages en deux volumes).
- 2000 Organisation de Workshop: "Natural resource management in the Chao Phraya basin: an ecoregional approach" (16 Septembre 1998, Kasetsart University).
- 1997 Montage du Projet: "Water Management, Land Development and Economic Diversification in Southeast Asian Deltas". Ce projet préparé conjointement avec le GRET a été financé par le programme européen INCO-DC à hauteur de 520 000€ et a réuni des partenaires travaillant sur les deltas du Fleuve Rouge, Mékong et Chao Phraya.
- 1997 Montage du Projet: "Etude des systèmes rizicoles traditionnels de la plaine d'inondation du Chao Phraya. Ce projet d'un an a été financé par le NRCT (*National Research Council of Thailand*).
- 1997 Organisation du séminaire: "*Water basin management: Technical, economic and institutional aspects*"

1.2 Audience internationale et responsabilités scientifiques

- 2008 Expert workshop on "Concepts of water scarcity and water needs", invitation du Jerusalem Institute, the Palestine Hydrology Group and the Green Cross International, Genève, Mai 2008.
- 2008- Fondateur et co-éditeur en chef du journal: **Water Alternatives**: Water, Politics and Development www.water-alternatives.org



- 2007-2008 Membre de l'équipe de rédaction du 3ème *World Water Development Report* (Nations Unies), World Water Assessment Programme.
- 2004-2007 Membre de l'équipe de rédaction du *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*.
- 2007-2008 Initiateur d'un parcours et membre du Jury du diplôme de Master Mention "Territoires et sociétés, aménagements et développement"; M2 Innovation et développement des territoires ruraux.
- 2007-présent Membre du Comité éditorial de la revue *Water Policy*
- 2006-présent Membre du Comité éditorial de la revue *Irrigation and Drainage Systems*
- 2007-présent Membre du Comité Scientifique du Département "Sociétés, Environnement", CIRAD

1997: "*Chao Phraya Delta Research and Reference Site*". Ce site Internet de référence sur le delta du Chao Phraya référençait toute l'information scientifique concernant le delta du Chao Phraya. Il comportait une



rubrique sur les projets de recherche en cours, une bibliographie très complète, une sélection de publications disponibles en ligne, une liste de ressources personnes ainsi que de nombreuses informations, photos, annonces d'événements, galerie de cartes historiques et couches SIG en accès libre.

1998: "Southeast Asian Delta Research and Reference Site". Site de référence proposant les mêmes catégories d'informations pour les trois autres deltas de l'Asie du Sud-Est: les deltas du fleuve rouge et du Mékong au Vietnam, et le delta de l'Irrawaddy en Birmanie.

<http://std.cpc.ku.ac.th/delta/>



1.3 Relecture pour revues scientifiques

Revue de projets (ANR), de communications à congrès (e.g. IWA World Water Congress Septembre 7-12 2008 Vienne), de contrat de chercheurs (IRRI), de projets d'ouvrage scientifique (EarthScan) et d'articles de revues scientifiques:

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Water Policy | <input checked="" type="checkbox"/> Irrigation and Drainage Systems, |
| <input checked="" type="checkbox"/> Agricultural Water Management | <input checked="" type="checkbox"/> Journal of Environment and Development, |
| <input checked="" type="checkbox"/> Journal of Development Studies | <input checked="" type="checkbox"/> Environment Management, |
| <input checked="" type="checkbox"/> Water International | <input checked="" type="checkbox"/> Journal of Institutional Economics, |
| <input checked="" type="checkbox"/> Journal of Southeast Asian Studies | <input checked="" type="checkbox"/> Sustainability: Science, Practice, & Policy |
| <input checked="" type="checkbox"/> Economie Rurale | <input checked="" type="checkbox"/> Les Cahiers de la Recherche Développement, |
| <input checked="" type="checkbox"/> Paddy and Water Environment | <input checked="" type="checkbox"/> Cahier des Sciences Humaines |
| <input checked="" type="checkbox"/> Asian Economic Journal. | <input checked="" type="checkbox"/> Physics and Chemistry of the Earth |
| <input checked="" type="checkbox"/> Hydrology and Earth Science Systems | <input checked="" type="checkbox"/> Oxford Development Studies |
| <input checked="" type="checkbox"/> Agricultural Economics | <input checked="" type="checkbox"/> Water Resources Management |
| <input checked="" type="checkbox"/> Autrepart | |

1.4 Speaker invité

- 2008: Expert workshop on "Concepts of water scarcity and water needs", invitation du Jerusalem Institute, the Palestine Hydrology Group and the Green Cross International.
- 2008: Speaker invité à deux *pannels* de la conférence e l'Association des Géographes Américains (Boston).
- 2008: Speaker invité à la Journée Mondiale de l'Eau, Université de Wageningen. Quelle formation et quels enseignements pour les problèmes de l'eau de demain?
- 2007: Invitation à donner deux séminaires à l'Université d'Arizona (Tucson) (sur financement de l'université): Ecologie politique de la gestion des bassins versants; conflits inter-sectoriels dans le domaine de l'eau (Sep. 2007).
- 2000: Speaker invité par l'Université de Chiang Mai et un forum d'ONGs: Séminaire sur l'eau (Water policy and water pricing in Thailand) (60 participants).

- 2001: Conférence: The Chao Phraya Basin: how to raise efficiency and equity (250 participants du Royal Irrigation Department, ONGs, fonctionnaires, consultants, etc)
- 2001: Speaker invité à la "Commission Agriculture" du Sénat Thaïlandais: Le bassin du Chao Phraya: 10 points à considérer pour une réforme du secteur de l'eau.
- Speaker invité au Thailand Development Research Institute, Bangkok, sur les thèmes:
 - * 2001: Diagnostique et recommandations pour la gestion des ressources en eau dans le bassin du Chao Phraya.
 - * 2005: La GIRE (Gestion Intégrée des Ressources en Eau) (IWRM): Concept à la mode ou nécessité?

1.5 Affiliations scientifiques

1997-présent Membre de l'AFEID (Association Française pour l'Etude des Irrigations et du Drainage)

1997-présent Membre de l'AFRASE (Assoc. Française de Recherches pour l'Asie du Sud-Est)

2000-présent Membre de l'IWHA (International Water History Association)

1.6 Relations académiques et institutionnelles

- ❖ IFPRI, Washington (R. Meizen-Dick)
- ❖ International Water Management Institute (nombreux chercheurs)
- ❖ International Rice Research Institute (T. Tuong)
- ❖ ICARDA (T. Oweis)
- ❖ Université de Tucson, Arizona (C. Scott; C. Bauer)
- ❖ Universités de Chiang Mai (Mingsarn Kaosan), Chulalongkorn, Bangkok (Dr Chayuth, Pasuk Phonpaichit, Chathip Nartsupha), Kasetsart, Bangkok (Jesda Keawkulaya; Thipawal Srijantr)
- ❖ Université Fédérale de la Bahia, Brésil (Yvonilde Medeiros)
- ❖ Université de Wageningen (L. Vincent; Flip Wester; Rutgerd Boelens; et al.)
- ❖ Université de East-Anglia (B. Lankford)
- ❖ Université d'Esfahan (Iran Ghazi, Alireza Mamanpousch)
- ❖ Université de Sydney (Phil Hirsch)
- ❖ UNESCO (Alexandre Otte)
- ❖ ZEF, Bonn (P. Mollinga)
- ❖ ENGREF, Cemagref, Cirad (nombreux chercheurs)

2 ACTIVITES D'ENSEIGNEMENT

2007-2008 : *Montage d'un parcours de Master 2* : "Gestion, Institutions, et Territoires de L'eau", au sein de la spécialité "Innovations et Développement des Territoires Ruraux". Université de Montpellier 3. Démarrage à la rentrée 2007.

Conception de l'enseignement du parcours. 25 heures d'enseignement personnel. Un des trois modules est mutualisé avec le Master GERE de l'UM2.

2007-2008 : *Projet GovAgua: Contribution à l'élaboration d'un programme de formation commun sur la gestion intégrée de l'eau*, niveau Master (ENGREF, Université de Cochabamba, Bolivie; Chili; Université de Campinas, Brésil) sur la Gestion Intégrée des Ressource en Eau.

2006, 2007: *Cours du module UMBGE331 «Ethnoécologie et environnement»* organisé par le Master BGAE (Montpellier II). Introduction à une écologie politique de la gestion des bassins versants (5 heures).

2006, 2007, 2008 : *Cours au CNEARC, Montpellier*

Formation Gestion Sociale de l'Eau (gestion de bassin versants; outils économiques pour le gestion de l'eau, formation des politiques publiques) (12 h)

2004 : Formation de 40 étudiants à l'Université de Sarabagamuwa (Sri Lanka) sur l'étude des systèmes agraires (2 jours).

2004 : Professeur invité à l'Université de Chulalongkorn, Thaïlande (2 jours: Programme doctoral "Southeast Asian Landscape and Water Resources Development")

2001 : Séminaire : Méthodologie pour l'étude des systèmes agraires ; pour un groupe de chercheurs de l'Université de Chulalongkorn, Bangkok.

1996-2001: Interventions occasionnelles dans les cours de Licence et de Maitrise de la faculté d'Agriculture de Kasetsart, Thaïlande (Approches système et développement, systèmes irrigués, SIG) ; cours de 2 à 3 heures dispensés en Thaï, 3 ou 4 fois par an.

1996-1999 : *Cours de formation en SIG (Mapinfo)*; 5 sessions de formation (3 jours): "Mapinfo : Getting started" (Enseignants de Kasetsart University, ingénieurs du Royal Irrigation Department, étudiants en Master), Thaïlande.

1995: *Cours pour les étudiants Khmers en archéologie*: fondement d'hydrologie et d'agriculture irriguée, Siem Reap, Juin 1995, Cambodge.

Jury de thèse

2008 : *Philippus Wester*, étudiant Neerlandais. Directeur de thèse: Linden Vincent. Université de Wageningen, Pays-Bas. Shedding the waters: Institutional change and water control in the Lerma-Chapala Basin, Mexico.

2001 : *Dang The Phong*. Gestion de l'eau du delta du Fleuve Rouge, Vietnam: Le cas du casier de Bac Hung Hai. ENGREF/Université de Montpellier-II. Soutenance 2001.

2001 : *Ekasit Kositsakulchai*. Modélisation intégrée de l'hydrosystème du Mae Klong - Thaïlande. ENGREF/Université de Montpellier-II.

3 ENCADREMENT D'ETUDIANTS

3.1 Etudiants de doctorat

Je participe actuellement à l'encadrement de 3 thèses en tant que Directeur ou co-Directeur et j'encadre un autre doctorant inscrit à Nanterre. J'ai également co-encadré les travaux de terrains et les réflexions de trois autres thésards des pays partenaires.

1. 2010 : *Sebastien Balmisse*. Eau, développement et pauvreté: Formation et application des politiques publiques sur l'irrigation au Cambodge (SIBAGHE-UM2. Soutenance 2010) (ADR et co-direction avec Patrick Legoulven).
2. 2009 : *Rachel Cooper*. When donors and states construct hydropower: a case study of the Mekong River Commission. Université de Newcastle. Soutenance 2009). Co-directeur de thèse avec Julie Trottier.
3. 2008 : *Philippe Floch*. Water resource development and institutional change in North-East Thailand. The case of the Chi-Mun river basin. SIBAGHE-UM2. Soutenance 2009. (ADR: Autorisation à Diriger des Recherches).
4. 2008 : *Jean-Philippe Venot*. Mise en valeur des ressources en eau et changement agraire dans le bassin de la Krishna (Inde). Université de Nanterre. Directeur de thèse: Frederic Landy.
5. 2001 : *Dang The Phong*. Gestion de l'eau du delta du Fleuve Rouge, Vietnam: Le cas du casier de Bac Hung Hai. ENGREF/Université de Montpellier-II. Soutenance 2001. Directeur de thèse: Claude Millier, ENGREF.
6. 2001 : *Ekasit Kositsakulchai*. Modélisation intégrée de l'hydrosystème du Mae Klong - Thaïlande. ENGREF/Université de Montpellier-II. Directeur de thèse: Pierre Chevallier, IRD.

3.2 Encadrement d'étudiants en Master

J'ai encadré 36 travaux de Master, DEA, DESS, ou mémoires d'ingénieur.

1. 2008. *Quentin Rouveyrolles*. Le transfert des eaux du São Francisco au Nord-est du Brésil. Diplôme d'ingénieur IRC-SupAgro.
2. 2007. *Laure Miaillier*. Gestion de bassin versant au Laos: le cas du bassin de la Nam Ngum. Diplôme d'ingénieur IRC-SupAgro/ENGESS.
3. 2006. *Heather K.C. Holman*. Land and Water Management in Upper Catchment Areas. A case study on Hulanda Oya, Sri Lanka. Master degree, Wageningen University.
4. 2006. *Julie Poncet*. Avril-2005/Février 2006. Les organisations de bassin dans le nord de la Thaïlande. Diplôme d'ingénieur CNEARC.
5. 2005. *Sophie Carton*. Changement agraire et gestion de l'eau dans le Nord de la Thaïlande. Diplôme d'ingénieur INA-PG.
6. 2005. *Nilanthi P*. Evaluation of bulk water allocation in the Mahaweli system H, Sri Lanka. Master degree of the University of Peradeniya, Sri Lanka.
7. 2004. *Julien Jedrusiak* (CNEARC/INA-PG) Avril-Novembre. Changement agraire dans la zone irriguée d'Uda Walawe (Sri Lanka). Diplôme d'ingénieur CNEARC/INA-PG.

8. 2004. *Julien Sananikone*. Avril-Novembre 2004. Changement agraire dans la Vallée de Chiang Mai (Thaïlande). Diplôme d'ingénieur INA-PG.
9. 2004. *Yannick Brand*. Mai-Novembre 2004. Allocation et conflits sur l'eau dans la Vallée de Chiang Mai (Thaïlande). Diplôme d'ingénieur CNEARC/INA-PG.
10. 2004. *Nachbaur, J.W.* The Jordan River Basin in Jordan: Impacts of support for irrigation and rural development. Report to IWMI/MREA. Master degree. Université de Berkeley.
11. 2004. *Julienne Roux*. Juin-Novembre 2004. Processus des politiques de l'eau au Cambodge, et étude de cas sur la gestion participative des périmètres irrigués. Diplôme d'ingénieur de l'ENGREF.
12. 2005. *Jaime Hoogesteger*. Juillet-Novembre 2005. Making do with what we have: Understanding drought management strategies and their effects in the Zayandeh Rud Basin, Iran. MSc Thesis. Wageningen University.
13. 2003. *Caroline Desalos* (Wageningen University) Oct 2002-Jan 2003. Technical and institutional sustainability of Farmers Companies: the case of Ridi Bendi Ela, Sri Lanka.
14. 2004. *Jean-Philippe Venot*. Avril- Septembre 2004. Changement agraire et conflits sur l'eau Jordanie. Mémoire de DEA, INA-PG, Paris.
15. 2003. *Francesc Bellaubi*. Juillet-Novembre 2003. Allocation des ressources en eau dans le bassin du Walawe, Sri Lanka.
16. 2003. *Paulo Santos*. Mai – Novembre 2003. Synthèse des études agraires sur le nord de la Thaïlande. Cornell University.
17. 2004. *Ravi Peiris* (Peradeniya University, Sri Lanka) Janvier 2003-August 2004. Gestion de l'eau et bilan hydriques dans le périmètre irrigué de Uda Walawe (Sri Lanka)
18. 2001. *Sébastien Bécue* (CNEARC-GSE). Modélisation de la gestion de l'eau dans les vergers du delta du Mékong.
19. 2000. *Pascal Lienhard* (CNEARC-GSE). Intensification agricole et gestion de l'eau dans le nord du delta du Mékong.
20. 2000. *Olivier Joffre* (CNEARC-GSE). Développement historique de l'usage de l'eau dans le sud du delta du Mékong, Vietnam.
21. 2000. *Chankloed, Chanasak* (Kasetsart University). Cropping systems in the floating rice area of the Chao Phraya Delta: a case study in tambon Banluang, amphoe Don Phut, changwat Saraburi, Master of Science, Kasetsart University, 120 p.
22. 2000. *Makda, Vanessa* (INA-PG). Analyse des systèmes agraires et évaluation qualitative des aménagements parcellaires d'un village de la plaine centrale de Thaïlande, DAA, INA-PG Paris, 80 p.
23. 2000. *Chinawong, Wuttitchai* (Kasetsart University). Utilisation of water reservoirs for dry-season cropping: the case of reservoirs in the flood plain of the Chao Phraya Delta, Master of Science, Kasetsart University, 142 p.
24. 2000. *Saothongyai, Amphan* (Kasetsart University). Productivity in agricultural production: a case study of the raised bed systems in tambon Donklang, amphoe Damnoen Saduak, Changwat Ratchaburi. Master of Science, Kasetsart University, 120 p.
25. 1999. *Chinawong, Kotchakorn* (Kasetsart University). The impact of return migrants on the communities-based resources: a case study of Ban Luang sub-district, Donphut district, Saraburi Province, Master of Science, Mahidol University, 120 p.
26. 1999. *Atinut Saejew*. Salinisation problems in one area of the Kamphaengsaen Project Master of Science, Kasetsart University, pp. 86. (in Thai).
27. 1999. *Deephrom, Pisaan* (Kasetsart University). The administration of water user groups: a case study of Kamphaengsaen Project, Master of Science, Kasetsart University, pp. 86. (in Thai).

28. 1998. *Latham, Lionel* (INA-PG). Le développement de la riziculture à travers l'irrigation: étude de cas dans la province de Lop Buri. Mémoire de DEA, INA-PG, Paris. pp. 96.
29. 1998. *Sutthi, Chusak* (Kasetsart University). Water Management in areas using "Raised beds" technique in Damnoen Saduak area. , Master Thesis, Department of Irrigation Engineering, Kasetsart University, Bangkok, pp. 364.
30. 1997. *Cheyroux, B.* (INA-PG) Analyse des systèmes agraires passés et actuels de la région de Damnoen Saduak (Plaine centrale thaïlandaise): Diversification agricole et extension des zones de maraîchage et d'arboriculture sur planches surélevées, Master degree, National Institute of Agronomy, Paris, 240 p.
31. 1997. *Chompadist Chachom* (Kasetsart University). Analysis of water control at farm level in selected areas of Kamphaengsaen Project, Master Thesis, Department of Irrigation Engineering, Kasetsart University, Bangkok, 157 p.
32. 1997. *Kositsakulchai, Ekasit* (Kasetsart University). Diagnostic de l'allocation de la ressource en eau au niveau du bassin du Mae Klong, Thaïlande: analyse et modélisation, ENGREF-ORSTOM, DEA de Sciences de l'Eau dans l'Environnement Continental, 132 p.
33. 1997. *Pignon, Martin.* (ESA Angers) Le delta du Chao Phraya en Thaïlande: diagnostic de la qualité de l'eau - impact sur les activités agricoles, Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers, Mémoire de fin d'études. 117 p.
34. 1997. *Tienchai, Sombat* (Kasetsart University). Monitoring and evaluation of water allocation in the Upper Greater Chao Phraya Irrigation Project by using Geographic Information System. Master of engineering, Kasetsart University, Bangkok, 259 p.
35. 1996. *Wiel, Nicolas.* (ENGREF/UM2) Régime des crues dans la Plaine Centrale de Thaïlande, DEA des Sciences de l'Eau dans l'Environnement Continental, ENGREF, 160 p.
36. 1993. *Hamza Ghazi.* Etude de la filière maraîchère au Mali: bilan actuel et perspectives pour l'Office du Niger. Rapport de stage, Diplôme d'ingénieur ISTOM.

4 LISTE DES PUBLICATIONS

4.1 Articles de Revues

1. Molle, F. Forthcoming. Managing water scarcity: by water prices or by quotas? A review of evidence on irrigation volumetric pricing. *Irrigation and Drainage Systems*. (accepté)
2. Molle, F.; Berkoff, J. Forthcoming. Cities vs. Agriculture: A review of intersectoral water transfers. *Natural Resources Forum*. (accepté)
3. Molle, F., Wester, P.; Hirsch, P. 2008. River basin closure: Processes and implications. *Agricultural Water Management*. (accepté).
4. Molle, F. 2008. Nirvana concepts, narratives and policy models: Insights from the water sector. *Water Alternatives* (Juin 2008).
5. Venot, J.-P.; Molle, F. 2008. Groundwater depletion in Jordan highlands: Can pricing policies regulate irrigation water use? *Water Resource Management* (accepté).
6. Molle, F.; Venot, J.-P.; Hassan, Y. 2008. Irrigation in the Jordan Valley: Are water pricing policies overly optimistic? *Agricultural Water Management* 95(4): 427-438.
7. Molle, F. 2008. Why enough is never enough: The societal determinants of river basin closure. *International Journal of Water Resource Development* 24(2): 247-256.
8. Venot, J.-P.; Molle, F.; Courcier, R. 2008. Dealing with closed basins: The case of the Lower Jordan River Basin. *International Journal of Water Resource Development* 24(2).
9. Molle, F., Floch, P. 2008. Megaprojects and social and environmental changes: The case of the Thai "Water Grid". *Ambio* 37(2).
10. Molle, F.; Hoogesteger, J.; Mamanpoush, A. 2008. Macro and Micro-Level Impacts of Droughts: The case of the Zayandeh Rud River Basin, Iran. *Irrigation and Drainage* 57: 1-9.
11. Molle, F.; Maraux, F. 2008. Aura-t-on assez d'eau pour nourrir la planète ? *Pour la Science* 53: 98-102.
12. Jamin, J.-Y., Ducrot, R., Faysse, N., Garin, P., Molle, F.; Robert, V. 2007. L'eau des villes, l'eau des champs. *La Recherche* No 406, Mars 2007.
13. Molle, F. 2007. Scales and power in river basins management: The Chao Phraya River in Thailand. *The Geographical Journal* 173(4): 358-373.
14. Molle, F.; Jayakody, P.; Ariyaratne, R.; Somatilake, H.S. 2007. Irrigation vs. Hydropower: Sectoral conflicts in Southern Sri Lanka. *Water Policy* 10/1: 37-50.
15. Molle, F. 2006. Géographie de l'eau et interactions scalaires: Le delta du Chao Phraya, Thaïlande, et son bassin versant. *Hérodote*.
16. Molle, F. 2004. Defining water rights: By prescription or negotiation? *Water Policy* 6(3): 207-227.
17. Molle, F. 2004. Technical and institutional responses to basin closure in the Chao Phraya river basin, Thailand, *Water International* 29(1): 70-80.
18. Molle, F.; Mollinga, P. 2003. Water poverty indicators: Conceptual problems and policy issues. *Water Policy* 5 (5).

19. Molle, F. 2003. Social and economic patterns of landlord-tenant relationships in the Chao Phraya Delta, Thailand: an historical perspective. *The Journal of Southeast Asian Studies* 33(3): 517-543.
20. Molle, F., C. Sutthi, J. Keawkulaya, R. Korpraditskul. 1999. Water management in raised bed systems, *Agricultural Water Management* (39)1: 1-17.
21. Molle F.; Chompadist C.; Sopaphun P. 1998. Beyond the Farm-Turn-Out: on-farm development dynamics in the Kamphaengsaen Irrigation Project, Thailand, *Irrigation and Drainage Systems*, 12(4): 341-358.
22. Barker, R.; Molle, F. 2005. Irrigation management in rice-based cropping systems: Issues and challenges in Southeast Asia. Food & Fertilizer Technology Center: Taipei, Taiwan. *Extension Bulletin* 543.
23. Pieris, W.R.; Dayawansa, N.D.K.; Molle, F.; de Silva, W.P.R.P. 2004. Tertiary level irrigation water management practices at tail end: A case study from Uda Walawe Irrigation Scheme. *Tropical Agricultural Research*, 16:181-192.
24. Molle, F.; Srijantr, T. 2000. Les systèmes agraires du delta du Chao Phraya face à la crise. *Tiers Monde*.
25. Srijantr, T., Molle, F. and Chompadist, C., 1999. Profitability and yield gap of sugar cane cultivation in the Mae Klong region, *Kasetsart Journal of Agricultural Economics*, Vol.18 No.1, pp. 53-69.
26. Kositsakulchai Ekasit; Kumnuansilp, U.; Molle, F. and Chevallier, P. 1999. Analysis of water and power management of the Mae Klong River basin: a regional management analysis within a national scope, *Kasetsart Journal of Engineering*. 21 p.
27. Molle, F.; Keawkulaya, J. 1998. Water management and agricultural change: a case study in the upper Chao Phraya Delta, *Journal of Southeast Asian Studies* Vol. 36, No. 1. pp. 32-58.
28. Molle, F. 1994. Water Policy, Irrigation and Society: the case of the Northeast of Brazil, *Les Cahiers de la Recherche Développement*.
29. Molle, F.; Courcier, R.; Cadier, E. 1988. Quelques aspects de la petite irrigation dans le Nordeste brésilien, *Les Cahiers de la Recherche-Développement*, N°19, 10p.
30. Molle, F.; Cadier, E. 1986. Potencial dos açudes e dimensionamento dos perímetros irrigados. *Revista Brasileira de Irrigação e Drenagem*. ABID.

*Le journal **Water Policy** (3 articles + 2 soumissions) est le principal journal dans le domaine des politiques de l'eau. Water Policy est indexé dans la base ISI Thomson depuis début 2006. Son facteur d'impact (calculé sur les deux ans précédents) sera publié en Juin 2008.*

4.2 Articles soumis/en préparation

31. Molle, F.; Hoanh, C.T. 2008. A solution looking for a problem? River basin management in the Red River Basin, Vietnam. *Water Policy*. Soumis
32. Molle, F.; Venot, J.-P., Lannerstad, M.; Hoogesteger, J. Forthcoming. Villains or heroes? Farmers' adjustments to water scarcity. *Irrigation and Drainage*. Soumis
33. Molle, F. Forthcoming. Scales, governance and the management of river basins: A case study from Central Iran. *Ecology and Society*. Soumis
34. Molle, F. Forthcoming. River basin planning and management: The social life of a concept. *Geoforum*. Soumis

35. Venot, J.P.; Biggs, T.; Molle, F.; Turrall, H. 2008. Re-Configuration and Closure of River Basins in South India: Trajectory of the Lower Krishna Basin. *Water International*. [Soumis](#)
36. Molle, F.; Berkoff, J. Forthcoming. Revisiting water pricing policies in agriculture. To be submitted to *World Development*.
37. Molle, F. Forthcoming. Revisiting the model of financial autonomy of irrigation schemes. To be submitted to *Irrigation and Drainage Systems*.

4.3 Ouvrages



- | | | | | |
|--|--|--|--|---|
| 38. Molle F., Cadier E. 1992.

Manual of the small tank (Manual do Pequeno Açude), SUDENE/MAE/ORSTOM, Recife, 520p. (en Portugais) | 39. Molle F., Srijantr T. (eds). 2003

Thailand's Rice Bowl: Perspectives on Social and Agricultural Change in the Chao Phraya Delta, White Lotus, Bangkok, 450 p. | 40. Molle, F., Berkoff, J. (eds.) 2007.

Irrigation water pricing: The gap between theory and practice. Wallingford, UK: CABI. | 41. Molle, F., Wester, P. (eds.) 2008

River Basins: Trajectories, Societies, Environments. Wallingford, UK: CABI. Forthcoming | 42. Molle, F. ; Sokhem, P.; Foran, T.; Käkönen. 2008.

Shaping waterscapes in the Mekong region. EarthScan. Forthcoming |
|--|--|--|--|---|

4.4 Chapitres d'ouvrage

43. Molle, F.; Ghazi, I.; Mamanpoush, A. 2008. Historical Trajectory of the Zayandeh Rud River Basin in Iran. In *River Basins: Trajectories, Societies, Environments*, edited by F. Molle and Philippus Wester. Wallingford: CABI.
44. Van Aken, M.; Molle, F.; Venot, J.-P. 2008. Historical Trajectory of a River Basin in the Middle East: The Lower Jordan River Basin (in Jordan). In *River Basins: Trajectories, Societies, Environments*, edited by F. Molle and Philippus Wester. Wallingford: CABI.
45. Molle, F.; Floch, P.; Promphaking, B.; Blake, D. 2008. Greening Isaan or the "desert bloom" syndrome: Politics, ideology, and irrigation development in Northeast Thailand. In Molle, F.; Sokhem, P.; Foran, T.; Käkönen, M. (Eds), *Shaping Waterscapes in the Mekong Region*. Earthscan.
46. Molle, F., Wester, P.; Hirsch, P. 2007. River basin development and management. In *Water for food, water for life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, Chapter 16. edited by David Molden. London: EarthScan.
47. Molden, D.; Frenken, K; Barker, R.; de Fraiture, C.; Mati, B.; Svendsen, M.; Sadoff, C.; Finlayson, M; Atapattu, S; Giordano, M.; Inocencio, A.; Lannerstad, M.; Molle, F.; Smedema, B.; Vallee, D. 2007. Trends in water and agricultural development. In Molden,

- David (Ed.). *Water for food, water for life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. London, UK: Earthscan, pp.57-89.
48. Molle, F. 2007. Irrigation and water policies in the Mekong region: trends and challenges. In Lebel, Dore, Rajesh and Koma (Eds), *Water Governance in the Mekong Region*. Mekong Press-Silkworms: Chiang Mai.
 49. Molle, F., Berkoff, J. 2007. Water pricing in irrigated agriculture: The lifetime of an idea. In F. Molle and J. Berkoff (Eds.) "*Irrigation water pricing: The gap between theory and practice*". Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. IWMI/CABI.
 50. Molle, F., Berkoff, J. 2007. Water Pricing in Agriculture: Mapping the Debate in the Light of Experience. In F. Molle and J. Berkoff (Eds.) "*Irrigation water pricing: The gap between theory and practice*", Chapter 2. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. IWMI/CABI.
 51. Molle, F. 2007. Thailand's "Free Water": rationale for a water charge and policy shifts. In F. Molle and J. Berkoff (Eds.) "*Irrigation water pricing: The gap between theory and practice*". Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. IWMI/CABI.
 52. Fontenelle, J.P.; Molle, F.; Turrall, H. 2007. Who will pay for water? The Vietnamese State's dilemma of Decentralization of Water Management in the Red River Delta. In F. Molle and J. Berkoff (Eds.) "*Irrigation water pricing: The gap between theory and practice*". Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. IWMI/CABI.
 53. Venot, J.P.; Molle, F. 2007. Agricultural water use and economic incentives: The case of Jordan. In F. Molle and J. Berkoff (Eds.) "*Irrigation water pricing: The gap between theory and practice*". Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. IWMI/CABI.
 54. Molle, F. and Dao Thê Tuân. 2005 – Water control and agricultural development: Crafting deltaic environments in Southeast Asia. In: IWHA. *Water Politics and Control: Historical and Contemporary*, I B Tauris, London.
 55. Svendsen, M.; Wester, P. and Molle, F. 2005. Managing river basins: an institutional perspective. In *Irrigation and River basin Management*, edited by Mark Svendsen. CAB International. Chapter 1.
 56. Molle, F. 2004. The closure of the Chao Phraya river basin in Thailand: its causes, consequences and policy implications. In "*Asian Irrigation in Transition: Rising Challenges and Responses*", edited by G.P. Shivakoti, D. Vermillion, W.F. Lam, E. Ostrom, R. Yoder and U. Pradhan, Sage Publications, India.
 57. Molle, F. 2003. The reform of Thai irrigation sector: Is there scope for increasing water productivity? In *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement*, edited by J.W. Kijne, R. Barker and D. Molden, CABI: Wallingford, pp. 273-288.
 58. Molle, F. 2003. Knowledge in the making: Brief retrospective on rural studies in the Chao Phraya Delta along the 20th century. In *Perspectives on Social and Agricultural Change in the Chao Phraya Delta*, edited by F. Molle and T. Srijantr, Bangkok: White Lotus.
 59. Molle, F. 2003. Allocating and accessing water resources: Practise and ideology in the Chao Phraya Delta. In *Perspectives on Social and Agricultural Change in the Chao Phraya Delta*, edited by F. Molle and T. Srijantr, Bangkok: White Lotus.

60. Szuster, B., Molle, F., Mark S. Flaherty and T. Srijantr. 2003. Socio-economic and environmental implications of inland shrimp farming in the Chao Phraya Delta. In Perspectives on Social and Agricultural Change in the Chao Phraya Delta, edited by F. Molle and T. Srijantr, Bangkok: White Lotus.
61. Molle, F. and T. Srijantr. 2003. Between concentration and fragmentation: the resilience of the land system in the Chao Phraya Delta. In Perspectives on Social and Agricultural Change in the Chao Phraya Delta, edited by F. Molle and T. Srijantr, Bangkok: White Lotus.

4.5 Rapports de recherche IWMI et CA (Comprehensive Assessment)

Les rapports de recherche de l'IWMI sont soumis à revue interne et externe. Au cours de mes quatre années à l'IWMI j'ai donné priorité à ces publications en tant que chercheur attaché à cet institut mais aussi parce que leur distribution est incomparable par rapport aux articles de journaux conventionnels (en moyenne 2000 téléchargements par an).



62. Venot, J.-P.; Turrall, H.; Samad, M.; Molle, F. 2007. Shifting Waterscapes: Explaining River Basin Closure in the Lower Krishna Basin, South India. Colombo, Sri Lanka: IWMI. Research Report.
63. Molle, F.; Jayakody, P.; Ariyaratne, R.; Somatilake, H.S. 2005. Balancing irrigation and hydropower: A case study from southern Sri Lanka. IWMI Research Report No 94. Colombo, Sri Lanka: IWMI.
64. Molle, F.; Renwick, M. 2005. Economics and politics and of water resource development: the case of the Walawe river basin, Sri Lanka. IWMI Research Report No 87.
65. Molle, F. 2005. Irrigation and Water Policies in the Mekong Region: Current Discourses and Practice. IWMI Research Report No 95. Colombo, Sri Lanka: IWMI.
66. Molle, F.; Mamanpoush, A.; Miranzadeh, M. 2004. Robbing Yedullah's water to irrigate Saeid's garden: Hydrology and water rights in a village of central Iran. IWMI Research Report No 80.
67. Molle, F. 2003. Development Trajectories of River Basins: A Conceptual Framework, Research Report No 72, Colombo: IWMI.



68. Venot, J.P.; Molle, F.; Hassan, Y. 2007. Irrigated Agriculture, water pricing and water savings in the Lower Jordan River basin (in Jordan). Colombo, Sri Lanka: IWMI. Research Report No 18.
69. Molle, F. 2006. Planning and managing water resources at the river basin level: emergence and evolution of a concept. Colombo, Sri Lanka: IWMI. (Comprehensive Assessment Research Report No16).
70. Molle, F.; Berkoff, J. 2006. Cities vs. Agriculture: Revisiting intersectoral water transfers, potential gains and conflicts. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture: Research Report No 10.
71. Courcier, R.; Venot, J.P.; Molle, F. 2005. Historical Transformations of the Lower Jordan River Basin: Changes in water use and projections (1950 – 2025). CA Research report No 9.
72. Barker, R. and Molle, F. 2004. Evolution of Irrigation in South and Southeast Asia. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, Research Report No 5. Colombo: IWMI.

4.6 Rapports de Recherche

73. Floch, P.; Molle, F. 2007. Marshalling water resources: A Chronology of irrigation development in the Chi-Mun river basin, Northeast Thailand. Mekong Program on Water, Environment and Resilience, IRD/IWMI.
74. Van Aken, M.; Courcier, R.; Venot, J.-P.; Molle, F. 2007. Historical trajectory of a river basin in the Middle East: The Lower Jordan river basin (in Jordan). International Water Management Institute and French Regional Mission for Water and Agriculture, Amman. 339p.
75. Molle, F.; Floch, P. 2007. The "Desert bloom" syndrome: Irrigation development, politics, and ideology in the Northeast of Thailand. Mekong Program on Water, Environment and Resilience, IRD/IWMI.
76. Molle, F.; Floch, P. 2007. Water, Poverty and the Governance of Megaprojects: The Thai "Water Grid". Mekong Program on Water, Environment and Resilience, IRD/IWMI.
77. Somaratne, P.G.; Jayakody, P.; Molle, F.; Jinapala, K. 2005. Small tank cascade systems in Walawe River Basin. Colombo, Sri Lanka: IWMI. 46p.
78. Jayakody, P.; Molle, F.; Pieris, R.; Weragala, N.; Ariyaratne, R. 2004. Report on the study of water management in three distributary canals of Uda Walawe Irrigation Project (Yala 2003). Survey report. Colombo: International Water Management Institute. 80 p.
79. Molle, F.; Jayakody, Priyantha and Shyamalie de Silva. 2003. Anicut Systems in Sri Lanka: The Case of the Upper Walawe River Basin. Working Paper No.61, IWMI.



80. Molle, F.; Srijantr, Thippawal; Latham, Lionel and Phuengladda Thepstitsilp. 2001c. The impact of the access to irrigation water on the evolution of farming systems: a case study of 3 villages in the Chao Phraya Delta, Kasetsart University, DORAS Center, Research Report n°11, 60 p.
81. Molle, F.; Nittaya Ngernprasertsri, Sudsawasd, Savakon and Chatchom Chompadist. 2001b. Patterns of social interaction and organisation in irrigated agriculture: the case of the Chao Phraya Delta, DORAS Project, Research report n°9, Kasetsart University, Report submitted to the European Union, Bangkok, 150p.
82. Molle, F.; Chompadist, Chatchom; Srijantr, T. and Jesda Keawkulaya. 2001a. Dry season water allocation and management in the Chao Phraya basin. Research Report submitted to the European Union, Research report n°8, Bangkok, 278p.
83. Molle, F. 2001. Water Pricing in Thailand: Theory and Practice, DORAS Project, Kasetsart University, Bangkok, Research Report n°7, 78 p.
84. Kasetsart University and IRD (Principal rédacteur). 2001. Agricultural diversification: technical, environmental and socio-economic aspects of raised bed systems in the Chao Phraya Delta, Kasetsart University, DORAS Center, Research Report n°10, 220 p.
85. Can Tho University and IRD (Principal rédacteur). 2001. Change in land and water use: micro and macro perspectives from the Mekong River Delta. DELTA Project - Mekong Delta: Research Report n°1, Can Tho, Vietnam. 93 p.
86. Molle, F.; Srijantr, T. 1999. Agrarian change and land system in the Chao Phraya Delta, DORAS Project, Kasetsart University, Bangkok, Research Report n°6, 185p.
87. Molle, F., S. Durongdej, C. Chompadist, A. Joannon and Y. Limsawad. 1999. Improvement of rice cultivation and water management in the flooded area of the Central Plain of Thailand: a zoning of rice varieties by using remote sensing imagery. Kasetsart University, DORAS Center, Research Report n°5, submitted to NRCT, Bangkok, 155p.
88. Molle F.; Sutthi C.; Keawkulaya J.; Korparditskul R. 1998. Water management in poldered raised bed systems: a case study in the Chao Phraya Delta, DORAS Project, Research Report n°4, Kasetsart University, Bangkok, 70p.
89. Molle F.; Chompadist C.; Sopaphun P. 1997. Assessment of water control at the tertiary and farm levels: a case study in the Kamphaengsaen Irrigation Project, Thailand, DORAS Project, Research Report n°3, Kasetsart University, Bangkok, 58 p.
90. Kasetsart University & ORSTOM, 1996. (main author) Identification of agricultural and irrigation patterns in the Central Plain of Thailand: prospects for agricultural research and development. DORAS project, Bangkok, 220p.
91. Molle, F. 1992. Projet RETAIL (Mali): Volet Recherche-Développement. Rapport de recherche. CIRAD. 300p.
92. Molle, F. 1991. Historical benchmarks and reflections about small tanks and their utilization, Collection Mossoroense, Mossoro, 190 p. [en Portugais]
93. Molle, F. 1991. Géométrie des açudes, Récife, SUDENE-DPG-PRN, 172 p. (Brésil SUDENE, Hidrologia 29). [en Portugais]

94. Molle, F. 1990. Alguns aspectos do processo de salinização dos açudes. Recife; SUDENE, 45p. [Aspects du processus de salinisation des açudes]
95. Molle, F. 1989. Pertes par évaporation et infiltration dans les açudes, Récife, SUDENE-DPG-PRN, 180p. (Brésil SUDENE, Hidrologia 25). [en Portugais]

4.7 Communications à conférence avec actes

96. Molle, F. 2008. Can water pricing policies regulate irrigation use? Paper presented to the 13th World water Congress, 1-4 September 2008, Montpellier, France.
97. Molle, F. 2008. Repoliticizing approaches to river basin management? Paper presented to the 13th World water Congress, Special session "Challenge Programme for Water and Food," 1-4 September 2008, Montpellier, France.
98. Molle, F. 2008. The bigger picture of the new Mekong Region hydropower push. Paper presented to the 13th World water Congress, Special session "Imagining Future Waterscapes in the Mekong Region," 1-4 September 2008, Montpellier, France.
99. Molle, F. 2008. River Basins and Spatial Justice: Distributing benefits, costs and risk. Paper presented to the Conference: Justice et Injustices Spatiales, Nanterre 2008
100. Molle, F. 2008. Interactions between societies and waterscapes: a multi-scale conceptual framework. Communication proposed for the 2008 Annual Meeting of the AAG, Boston, Massachusetts.
101. Molle, F.; Berkoff, J. 2007. Cities vs. Agriculture: Revisiting the "Allocation Stress". Paper presented at the 4th USCID International Conference, Sacramento, September 2007.
102. Molle, F. 2007. Sacred cows, storylines, and nirvana concepts: Insights from the water sector. Paper prepared for the World Water Week 2007. Stockholm, August 2007: SIWI.
103. Molle, F.; Floch, P. 2007. Water Governance and Megaprojects: genesis and demise of the Thai "Water Grid". Paper presented at the workshop "Mekong at the Crossroads", Chiang Mai, 14-15 of May 2007.
104. Molle, F. 2006. Development and management of river basins: scales, power, discourses. RGS-IBG Annual International Conference 2006, London August 2006. Royal Geographical Society and Institute of British Geographers.
105. Molle, F. 2006. Why enough is never enough: the societal determinants of river basin closure. Paper prepared for the World Water Week 2006. Stockholm, August 2006: SIWI.
106. Molle, F. 2006. River basin development: a few lessons to be learned from history. Paper prepared for "Mekong Region Waters Dialogue: exploring water futures together". 6-7 July 2006, Vientiane, Lao PDR.
107. Molle, F. 2006. Water Infrastructures and Sustainable Development: Dilemma and challenges. Response to 'Water for Growth and Development'— A theme document of the 4th World Water Forum', by David Grey and Claudia Sadoff, World Bank. Mexico: 4th World Water Forum.
108. Molle, F. 2005. Elements for a political ecology of river basins development: The case of the Chao Phraya river basin, Thailand. Paper presented to the 4th Conference of the International Water History Association, December 2005, Paris.
109. Molle, F. 2004. Water reuse and third-party-impact in a closing basin: the case of the Zayandeh Rud, Iran. Paper prepared for the World Water Week, SIWI, Stockholm, August 2004.

110. Molle, F.; Turrall, H. 2004. Demand management in a basin perspective: is the potential for water saving overestimated? Paper prepared for the International Water Demand Management Conference, June 2004, Dead Sea, Jordan. Minister of Water and Irrigation and USAID.
111. Jayakody, P.; Molle, F.; Gamage, C. 2004. Growing pressure over land and water resources: Transformations in the Belihuloya catchment. Proceedings of the "Water Professionals' day", Peradeniya University, 1st of October 2004. Edited by Ranjith Premalal De Silva.
112. Barker, R.; Molle, F. 2003. Irrigation Management In Rice Based Cropping Systems: Issues and Challenges in Southeast Asia. Paper presented to the Philippine Council for Agriculture, Forestry and Natural Resources Research and Development (PCARRD).
113. Molle, F. 2003. The 'closure' of river basins: trajectories and societal responses. Paper prepared for the 3rd Conference of the International Water History Association, Alexandria, Egypt, December 11-14, 2003.
114. Molle, F.; Shah, T. and R. Barker. 2003. The groundswell of pumps: multi-level impacts of a silent revolution. Paper presented to the ICID-Asia meeting, Taiwan November 2003.
115. Molle, F. 2002. Conventional wisdom and the real world: economic tools for water demand management in Thailand. In Water policy reform: lessons from Asia and Australia. ACIAR Proceedings No. 106, Canberra: Australian Centre for International Agronomic Research, pp. 209-223.
116. Molle, F. 2002. To price or not to price? Thailand and the stigma of "free water". Paper presented at the conference on irrigation water policies: micro and macro considerations, 15-17 June 2002, Agadir, Morocco.
117. Fontenelle, J.-P. and Molle, F. 2002. The intricacies of water pricing in the Red River Delta, Vietnam. Paper presented at the conference on irrigation water policies: micro and macro considerations, 15-17 June 2002, Agadir, Morocco.
118. Barker, R. and Molle, F. 2002. Perspectives on Asian irrigation. Paper presented at the Conference "Asian Irrigation in Transition—Responding to the Challenges Ahead", Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 22-23 April 2002.
119. Molle, F. 2002. The closure of the Chao Phraya river basin in Thailand: its causes, consequences and policy implications. Paper presented at the Conference "Asian Irrigation in Transition—Responding to the Challenges Ahead", Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 22-23 April 2002.
120. Molle, F.; N. Ngernprasertsri, S. Sudsawasd (2002) Are water user organisations crucial for water management? A post-mortem analysis of water user groups in Thailand and the prospect for reincarnation. Paper prepared for the 6th Conference on Participatory Irrigation Management, Beijing, 20-26 April 2002.
121. Molle, F.; T. Srijantr and L. Latham. 2002. Balance and imbalances in village economy: a three village study in the Chao Phraya Delta, Paper presented at the 8th Thai Studies International Conference, Ubon Ratchasima.
122. Molle, F. 2001. The reform of Thai irrigation sector: Is there scope for increasing water productivity? Paper presented at the "Workshop on Water Productivity", IWMI, Colombo.
123. Molle, F. and Dao The Tuan. 2001. Water control and agricultural development: crafting deltaic environments in Southeast-Asia, paper presented at the IWHA 2nd conference: "The Role of Water in History and Development", Bergen, Norway.

124. Dao The Tuan and F. Molle. 2000. The Chao Phraya Delta in perspective: a comparison with the Red River and Mekong deltas, Vietnam. Proceedings of the International Conference "The Chao Phraya Delta: Historical Development, Dynamics and Challenges of Thailand's Rice Bowl", Kasetsart University, Bangkok, 35 p.
125. Kositsakulchai, Ekasit ; Chevallier, P.; Molle, F., Le Goulven P., Valette F., Cadier, E. and Alain Dezetter. 2000. Application des méthodes de la Dynamique des Systèmes à la gestion intégrée des ressources en eau : exemple du bassin versant du Mae Klong, Thaïlande. Gestion Intégrée des Ressources Naturelles en Zones Inondables Tropicales, Bamako 20-23 juin 2000.
126. Molle, F. and T. Srijantr. 2000. The Central Plain of Thailand: land issues revisited. Proceedings of the International Conference "The Chao Phraya Delta: Historical Development, Dynamics and Challenges of Thailand's Rice Bowl", December 2000, Kasetsart University, Bangkok, 35 p.
127. Molle, F.; Chompadist, Chatchom. 2000. Factors and constraints of the adoption of wet broadcasting in the Chao Phraya Delta, Thailand , paper presented at the International Workshop on "Direct seeding in Asian rice systems : strategic research issues and opportunities", IRRI, Bangkok, 25-28 January, 2000, 14 p.
128. Molle, F.; Chompadist, Chatchom and J. Keawkulaya. 2000. Dry-season water allocation in the Chao Phraya basin: what is at stake and how to gain in efficiency and equity. Proceedings of the International Conference "The Chao Phraya Delta: Historical Development, Dynamics and Challenges of Thailand's Rice Bowl", December 2000, Kasetsart University, Bangkok, 35 p.
129. Molle F. and Chompadist C. 1999. Scale issues in irrigation schemes: the gap between theoretical and real management, Proceedings of the Workshop on Scaling Methodologies in Eco-regional approaches for Natural Resource Management, Ho Chi Minh City, Vietnam, IRRI, 1998, pp. 10.
130. Molle, F.; Keawkulaya, J., Glunbud, S.; Wiel, N. 1997. Drainage Management and Agricultural Change in Deltaic Areas: the case of the Chao Phraya Delta, Thailand. Paper presented at the 7th ICID International Drainage Workshop, 17-21 November 1997, Penang, Malaysia, pp. 15.
131. Pongput K., Sopaphun P., Molle F., 1996. Water scheduling in Thailand's Irrigation Projects: the case of the WASAM programme in the Maeklong Project; ITIS Workshop, Malaysia.
132. Molle, F.; Durongdej, S.; et al. 1996. A spatial approach for the assessment of the possibility of agricultural change, in Proceedings of the International Conference on Geography and the development of Southeast Asia Region, Chiang Mai, Thailand, 15 p.
133. Molle F. 1995. "NAGA : Management of Information System for irrigation Projects in Thailand : interfacing with GIS", Workshop on Water Resources Management in Thailand, Bangkok, December 1995
134. Molle, F.; Ruf T. 1994. Eléments pour une approche systémique du fonctionnement des périmètres irrigués, International Symposium on System-oriented Research in Agriculture and Rural Development, Montpellier 1994.
135. Molle F.; Valette F. 1994. Quelques réflexions sur l'apport de la modélisation dans les recherches-système. International Symposium on System-oriented Research in Agriculture and Rural Development, Montpellier 1994.
136. Molle, F. 1992. Quelques aspects de la problématique de l'eau dans le Nordeste Brésilien, Actes des rencontres de Montpellier, CIRAD/SAR, sept. 1992, p.15- p.20.

137. Cadier, E.; Molle, F. 1990. Dimensionnement de petits barrages dans le Nordeste brésilien semi-aride, journées hydrologiques de l'ORSTOM, Montpellier, 1990, 27 p.
138. Molle, F. 1990. Alguns aspectos da pequena açudagem do Nordeste Brasileiro. Seminaire Franco-Brésilien sur la petite irrigation. Recife, 17 p.
139. Molle, F.; Medeiros, R.D.; Doherty, R. et al. 1989a. Perdas por infiltração nos pequenos açudes. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, VIII. ABID, Foz do Iguaçu, Anais do..., Sao Paulo, 1989.
140. Molle, F. 1989b. Evapotranspiração - Evaporação do tanque classe A - Evaporação nos pequenos açudes: Variações e correlações. Recife, Communication au VIII Simpósio Brasileiro de Irrigação, Foz do Iguaçu. 1989, 15p.
141. Molle, F; Barreto, R; Medeiros, D; & Doherty, R. 1988. Alguns aspectos da pequena irrigação com base em açudes. Communication au III Congresso da ABID (Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem) - Florianópolis, out. 15p.
142. Molle, F; Medeiros, D; & Doherty, R. 1988. Calculo para sistemas de tubos janelados acoplados a sifoes. Communication au III Congresso da ABID (Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem) - Florianópolis, out. 15p.
143. Molle, F.; Cadier, E. 1987. Otimização do dimensionamento e do manejo dos pequenos perímetros irrigados a partir de açudes. Communication au VI Simpósio Brasileiro da ABRH - Salvador, 11p.
144. Cadier, E; Doherty, R; Molle, F. 1987. Alterações dos regimes hidrológicos provocados por represas de diversos tamanhos no Nordeste Brasileiro. Communication au VII Simpósio Brasileiro da ABRH.
145. Nascimento, S. R. ; Cadier, E.; Molle, F. et Doherty. 1987. POMAC: Um sistema automatizado de simulação de pequeno perímetro de irrigação alimentado por açude. In: Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, VII. Anais do... ABID, Salvador, V. 1, p. 382-394.
146. Cadier, E.; Dubreuil, P.L.; Molle, F. 1986. "Influence de différents types d'aménagement hydrauliques emboîtés sur les régimes hydrologiques et les potentialités d'irrigation" UNESCO/PNUD, Colloque international sur l'impact des grands projets hydrauliques sur l'environnement, Paris, 13 p.
147. Molle, F.; Cadier, E; Campello, S. 1986. Modélisation du fonctionnement de retenues d'eau utilisées pour l'irrigation, Société hydro-technique de France, XIX journées de l'hydraulique. Paris, sept. 1986.
148. Molle, F. 1985. Modelização do funcionamento de pequenos reservatorios com usos multiplos. VI Simposio brasileiro de hidrologia e de recursos hidricos. Tomo 2. Sao Paulo. p.343-355.

4.8 Autres documents

149. Molle, F.; Wester, P.; Carringer, S. 2008. Developing and managing river basins: The need for adaptive, multilevel, collaborative institutional arrangements (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Issue Brief 12; financé par le Global Water Partnership)
150. Molle, F. 2008. Gestion stratégique des écosystèmes du fleuve Sénégal. Maya Leroy (L'Harmattan). Relecture pour la revue *Natures, Sciences, Sociétés*.

151. Molle, F.; Hoanh, C.T. 2007. Establishing River Basin Organizations in practice: the case of the Red River, Vietnam. Working Paper. Mekong Program on Water, Environment and Resilience, IRD/IWMI.
152. Molle, F.; Wester, P. 2006. Opening up options in closing river basins. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Issue Brief 4.
153. Pieris, R.; Molle, F. Ariyaratne, R.; K.P.G.H. Kumararatna. 2004. Study of the water balance of Uda Walawe Right Bank Main canal (1984-2003). Technical report. Colombo: International Water Management Institute. 30p.
154. Molle, F. 2004. Book Review: "Thirsty Planet: Strategies for Sustainable Water Management" (Constance Elizabeth Hunt, Zed 2004), for *Development in Practice*.
155. Molle, F. 2002. River basin development: A framework for case studies. International Water Management Institute. 23p. Note.
156. Molle, F. 2000. (Formatage et publication des) Proceedings of the International Conference "The Chao Phraya Delta: Historical Development, Dynamics and Challenges of Thailand's Rice Bowl", December 2000, Kasetsart University, Bangkok. 2 volumes (total de 1010 pages).
157. Molle, F.; Chatchom Chompadist. 2000. "Kaem ling" Project and flood prone areas: how to double the monkey's cheeks, Contribution to the Kaem Ling Project, in honour of His Majesty King Bhumibol Adulyadej, Kasetsart University, Bangkok, 23 p.
158. Molle, F.; 1997. NAGA: A GIS based software for the monitoring and diagnoses of Irrigation Projects, Information Technology for Irrigated Systems, ITIS Network N°4.
159. Molle, F.; Pongput K. 1997. NAGA version 1.0: Documentation. DORAS Project, Kasetsart University, Bangkok, 40 p.
160. Coudray, J.; Chompadit, C.; Molle F.; Maungklai T. 1997. MAPINFO Training Handbook / English/Thai version. DORAS Project, Kasetsart University, Bangkok, 112 p.
161. Molle, F.; 1995. Rationality, computer and water management, Information Technology for Irrigated Systems, Newsletter N°2, 1995.

4.9 Documents vidéo

Pour diffuser les résultats de nos travaux menés sur les Açudes dans le Nordeste Brésilien, Eric Cadier, Remi Courcier et moi-même avons réalisé un documentaire vidéo d'une durée de 16 minutes intitulé « Le Petit Açude ». Ce document a donné lieu à deux émissions télévisées sur les açudes.

4.10 Logiciels

POMAC: POtential et Manejo de Açudes. Ce logiciel FORTRAN développé au Brésil a permis de mettre au point des méthodes de dimensionnement de réservoir, de périmètre irrigué et des abaques de calcul de risque de salinisation (voir section précédente).

NAGA: Système de gestion de l'information pour les projets d'irrigation en Thaïlande
NAGA: Elaboration du Logiciel NAGA (sous SIG/MapInfo®) qui permet la gestion des données d'un réseau d'irrigation (cartes, entretien, gestion de l'eau), et en particulier le suivi visuel des niveaux d'eau dans les canaux principaux, et des apports d'eau dans les unités hydrauliques. Une version générique de ce logiciel a été adoptée par l'*Irrigation College*, qui forme les cadres du Royal Irrigation Department.

4.11 Sites Internet (voir détails dans la partie 'animation scientifique')

1997: "Chao Phraya Delta Research and Reference Site".

1998: "Southeast Asian Delta Research and Reference Site".

2008: Lancement du site de la revue électronique *Water Alternatives*

4.12 Publications scientifiques grand public et "Policy briefs"

Molle, F.; Maraux, F. 2008. Aura-t-on assez d'eau pour nourrir la planète ? *Pour la Science*.

Jamin, J.-Y., Ducrot, R., Faysse, N., Garin, P., Molle, F.; Robert, V. 2007. L'eau des villes, l'eau des champs. *La Recherche* No 406, Mars 2007.

Résumé pour les décideurs ("Policy briefs"): Opening up options in closing river basins (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Issue Brief 4)

Résumé pour les décideurs ("Policy briefs"): Developing and managing river basins: The need for adaptive, multilevel, collaborative institutional arrangements (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Issue Brief 12; financé par le Global Water Partnership)

Interactions eau-société et emboîtement d'échelles

Phenomena whose causes are multiple, diverse and dispersed cannot be understood, let alone managed or controlled, through scientific activity organized on traditional disciplinary lines (Jasanoff et al., 1997)

1 INTRODUCTION

Mon parcours professionnel depuis 1985 a été influencé par ma formation scientifique (Ecole Polytechnique, ENGREF), caractérisée par sa nature généraliste, et mon désir de travailler sur les questions de l'eau dans un contexte de développement. Travaillant principalement dans les pays du Sud ma trajectoire scientifique a été fortement structurée par mes affectations successives, d'abord parce qu'elles se sont faites dans des contextes et des continents très différents (Amérique du Sud, Afrique, Asie du Sud-Est, Asie du Sud et France), ensuite parce que les projets de recherche correspondants ont induit ce "glissement d'échelle" depuis l'agriculteur individuel (Brésil), vers le périmètre irrigué (Mali), la sous-région irriguée (deltas d'Asie du Sud-Est), les grands bassins hydrographiques (Thaïlande, Jordanie, Iran, etc) et, enfin, les politiques publiques et les environnements institutionnels dans lesquels ces échelles emboîtées s'inscrivent.

Ma formation scientifique première, dont ma thèse en hydrologie à l'Université de Montpellier 2, m'a permis d'aborder ces différentes échelles ainsi que l'incorporation progressive des dimensions socio-institutionnelles avec un regard critique: une expertise sur ce qui est "techniquement possible" et sur les contraintes physiques des systèmes d'irrigation ou du cycle hydrologique est en effet essentielle pour juger de la pertinence de certain modes de gestions ou des politiques proposées par les pouvoirs publics.

Le projet scientifique présenté ici couvre une bonne partie mais pas l'ensemble de mes activités scientifiques passées. Il est centré sur la conceptualisation et la compréhension des rapports entre les sociétés et leurs ressources en eau. Contrairement à une spécialisation disciplinaire, où le chercheur approfondit progressivement un domaine relativement circonscrit voire pointu, mon exploration des hydrosystèmes irrigués et des bassins versants s'est nourrie à la fois de recherche multiples et diverses sur les composants de ces systèmes et de recherches intégratrices ou systémiques sur ces deux objets : c'est cette dualité d'approches sur des objets à la fois sociaux et techniques qui constitue la spécificité de ma recherche. Mon exposé met donc en relief à la fois mes réflexions systémiques et les recherches thématiques qui les ont nourries.

Le mémoire est divisé en quatre parties. La première partie introduit les questions scientifiques actuelles concernant les rapports société-environnement et propose une conceptualisation schématique simple. La deuxième partie applique ces réflexions au cas du périmètre irrigué et la troisième à celui du bassin versant. La quatrième partie, plus

prospective, ébauche une conceptualisation des interactions inter-scalaires et énonce mon projet futur de recherche, ses questions scientifiques et les projets de thèse de doctorat qui peuvent s'y articuler. Ce mémoire est donc intitulé "**Interactions eau-société et emboîtement d'échelles**".

Afin de mieux cerner la nature des différentes recherches qui seront évoquées dans ce mémoire, il m'a semblé utile de résumer brièvement mon parcours professionnel en introduction. Ce résumé présente le contexte institutionnel et scientifique des affectations successives qui ont structuré mon parcours de chercheur et permet de mieux comprendre dans quel cadre et avec quels objectifs les recherches ont été menées.

2 BREF RESUME DU PARCOURS PROFESSIONNEL

2.1 Le "Projet Açude": Surintendance pour le Développement du Nordeste (Brésil: 1985-1991)

J'ai effectué mon stage de fin d'études au sein d'un projet de développement (Programme d'appui au développement de la petite irrigation dans le nord-est du Brésil) piloté par le Ministère des Affaires Etrangères. Ce projet était hébergé à la Surintendance pour le Développement du Nordeste (SUDENE) où se trouvait également un projet de recherche sur l'hydrologie des petits bassins versants mené par l'ORSTOM. Mon stage sur la caractérisation hydrologique et la mise en valeur des petits réservoirs collinaires du Nordeste (*açudes*), s'est poursuivi par mon incorporation au projet ORSTOM sur un poste d'assistant technique financé par l'ambassade de France à Brasília.

Le contexte de ma recherche était celui du Nordeste semi aride du Brésil, où l'on trouve près de 70 000 petits açudes. Les açudes constituent des réserves d'eau pour l'élevage extensif qui est la première activité agricole de la région. Dans un contexte de pauvreté et de population croissante, il s'agissait d'étudier le potentiel de ces retenues pour une intensification de l'agriculture et une valorisation économique accrue. L'enjeu était de mettre au point des modes de valorisation des açudes adaptés aux petits producteurs de la région, notamment l'irrigation mais aussi les cultures de décrue et la pisciculture.

Les questions scientifiques posées par le projet pouvaient se répartir en deux catégories: en amont il s'agissait de proposer des règles de dimensionnement des retenues et des déversoirs (en fonction de la nature du régime pluviométrique et du bassin versant) et des périmètres irrigués (en prenant en compte les contraintes posées par les pertes par évaporation et infiltration dans ces retenues, ainsi que par les risques de salinisation). En aval, il fallait trouver des modes d'exploitation peu chers et adaptés aux petits paysans, et contribuer à la diffusion de l'irrigation comme base de production de cultures commerciales ou, dans certains cas, de sécurisation des cultures vivrières.

Tous les résultats de ces recherches et de ces projets pilotes ont été transcrits dans un manuel de 520 pages destiné à fournir des méthodologies d'élaboration de projet aux vulgarisateurs de la région [38]. Ce manuel, édité à 4.000 exemplaires, a connu un grand succès et sa troisième ré-édition a eu lieu en 2004 sous forme d'un CD. Ce fut le point de départ de projets d'appui au développement rural de la coopération française pendant plus de 10 ans. En 1999, plus de 2000 açudes avait été construits et mis en valeur sur la base de nos méthodologies. Le Projet Açude fut également le point de départ de plusieurs projets de recherche ultérieurs de l'ORSTOM sur les açudes du Sertão, notamment en halieutique et en sociologie rurale.

2.2 Le projet RETAIL: Recherche-développement à l'Office du Niger (Mali: 1991-1992)

Contexte: L'office du Niger est un périmètre irrigué de 50 000 ha situé au Mali et alimenté par le fleuve Niger. Il s'agit d'un système gravitaire colonial très dégradé qui a fait l'objet de nombreux projets de réhabilitation à partir des années 80. J'étais responsable de la cellule

Recherche-Développement qui comportait une équipe d'une dizaine de techniciens maliens ; ce poste m'a permis d'aborder un large éventail de questions de développement associées aux grands périmètres irrigués publics. Il m'a permis en particulier de me familiariser avec la riziculture irriguée, les essais agronomiques, le maraîchage, les filières de commercialisation, les problèmes de salinité et de gestion de l'eau. Les activités de l'année 1992 ont été résumées dans un rapport de 300 pages [91].

Les questions scientifiques et techniques posées par un grand périmètre gravitaire Sahélien sont nombreuses. Elles portent notamment sur la maîtrise technique et sociale de la gestion de l'eau, sur les techniques culturales et la maîtrise de la chaîne de transformation du riz et de la commercialisation.

La proximité du terrain et la diversité des thèmes que j'ai eu à aborder m'ont permis en l'espace d'un an et demi de me familiariser avec de nombreux aspects de l'agriculture, des systèmes d'exploitations agricoles, et de la problématique des grands périmètres irrigués. J'ai pu ainsi contribuer au succès du projet RETAIL qui a joué un rôle important dans ce qui est maintenant considéré par les bailleurs de fond comme une histoire à succès. Cette expérience m'a aussi et surtout permis d'effectuer un premier saut d'échelle, depuis les systèmes techniques individuels vers les grands systèmes irrigués collectifs.

2.3 Le projet DORAS [Development Oriented Research on Agricultural Systems] (Thaïlande: 1993-2001)

Contexte. Après avoir intégré l'ORSTOM en 1993, j'ai rejoint l'Université de Kasetsart en Thaïlande sur un projet qui se proposait de développer des recherches systémiques sur les zones irriguées du delta du Chao Phraya, en étudiant tout particulièrement la gestion de l'eau ainsi que la diversification agricole et les dynamiques agraires. Les deltas de l'Asie du Sud-Est, ceux du Fleuve Rouge et du Mékong au Vietnam, du Chao Phraya en Thaïlande, et de l'Irrawaddy en Birmanie, sont les bols de riz de la région. Ils constituent les zones les plus fertiles et potentiellement les mieux irriguées, si tant est que l'on puisse assurer une maîtrise de l'eau. Ces deltas sont également en interaction forte avec des grandes villes (Hanoï, Ho Chi Minh, Bangkok, Rangoon); ils bénéficient donc de la proximité de marchés urbains, avec une demande diversifiée en produits agricoles (notamment en fruits et légumes), mais sont en contrepartie en compétition pour ce qui concerne l'eau, l'espace, la main-d'œuvre, et le contrôle de l'inondation.

Quels sont les grands problèmes auxquels sont confrontés ces deltas, et quels sont les principales questions scientifiques qui en découlent ? Les questions peuvent se répartir en deux grands thèmes, qui formaient l'ossature du projet : le premier thème est celui de la gestion de l'eau, qui se décline en plusieurs échelles emboîtées : 1) l'échelle de l'exploitant, et de ses pratiques ; 2) l'échelle du canal tertiaire et/ou secondaire; 3) l'échelle du périmètre irrigué (ou "projet"); 4) l'échelle du delta, lui-même; 5) l'échelle du bassin de l'ensemble du Chao Phraya; et enfin 6) l'échelon national où se prennent un certain nombre de décisions affectant le secteur de l'eau dans son ensemble. Le deuxième thème est celui du changement agraire. Si l'essentiel de mon activité a porté sur le premier axe, j'ai aussi contribué aux recherches concernant le deuxième axe.

Le projet a comporté deux phases de trois ans et demi chacune. La première a été consacrée au delta du Chao Phraya lui-même. La deuxième a permis d'établir des liens avec des équipes travaillant sur les deltas du Fleuve Rouge et du Mékong au Vietnam, et de conduire en

partenariat un projet INCO-DC (financements européen) intitulé: *Water Management, Land Development and Economic Diversification in Southeast-Asian Deltas*.

2.4 L'International Water Management Institute (Sri Lanka: 2001-2005)

Lors de mon séjour en Thaïlande j'avais eu l'opportunité de collaborer avec l'IWMI. Cet institut –dont le siège est à Colombo, au Sri Lanka- est la seule organisation internationale de recherche dans le domaine de la gestion de l'eau. De plus, depuis sa création en 1986 l'IWMI a centré ses recherches sur les aspects de gestion et d'organisation, sans toutefois négliger les dimensions techniques, ce qui correspondait bien au type de recherche que je menais. Je suis arrivé à Colombo à une période très favorable où de multiples initiatives étaient lancées. J'ai pu ainsi participer aux deux initiatives majeures pilotées par l'IWMI: le *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture (CA)*, et le *Challenge Programmes for Water and Food (CP)*.

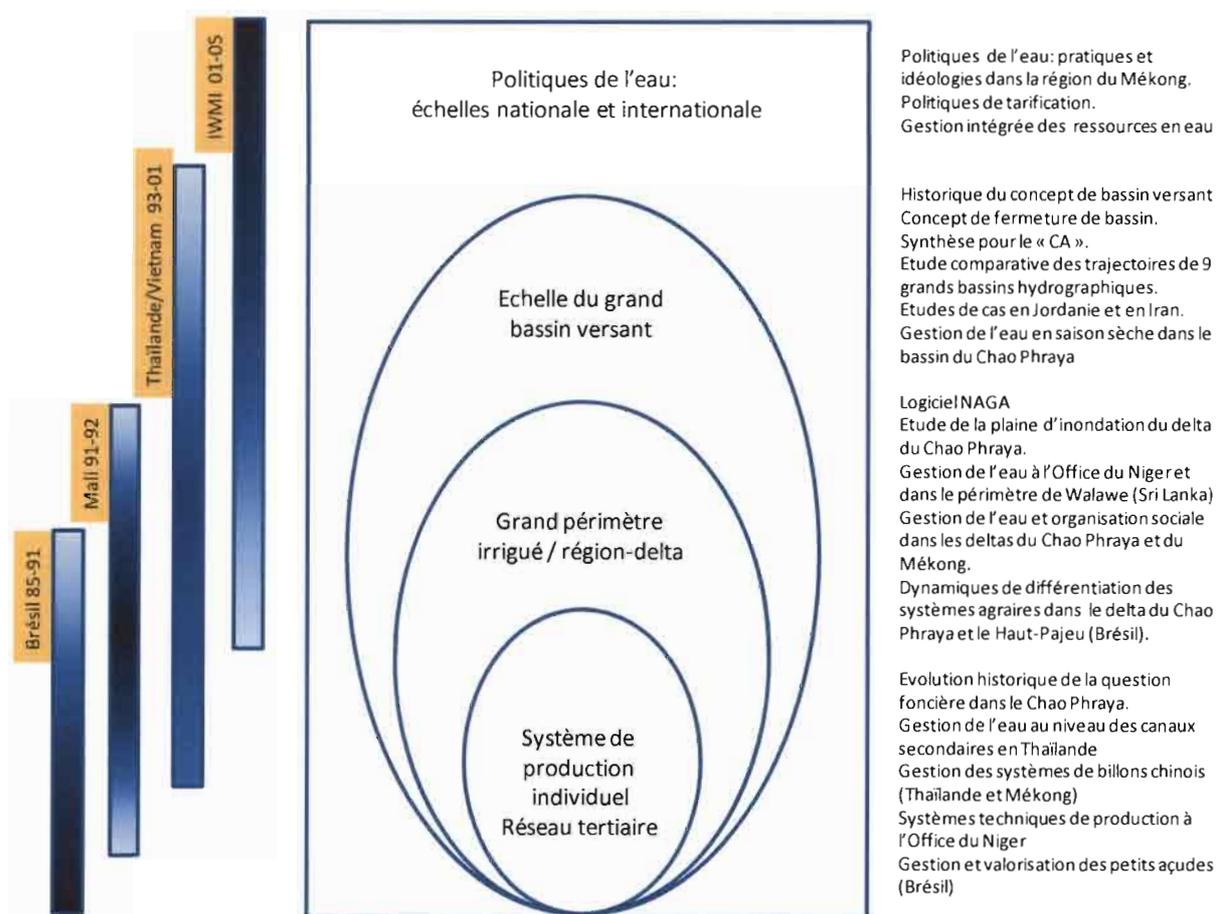
- Le CA était un exercice de bilan –inspiré du "*Millenium Ecosystem Assessment*"- sur la gestion de l'eau en général et dans le secteur agricole en particulier. Le CA devait faire le point sur ces questions, tirer les leçons du passé, identifier les "*knowledge gaps*" et les expériences prometteuses, et travailler sur des scénarios prospectifs. Le CA a associé 700 personnes de 150 agences, ONGs, et instituts de recherche nationaux (du Nord et du Sud) et internationaux entre 2002 et 2006.
- Le CP est un projet de recherche finalisée centré sur des objectifs de réduction de la pauvreté qui associe des organisations de recherches nationales et internationales dans quelques grands bassins du monde (le Fleuve Jaune, le Mékong, le Limpopo, le São Francisco, le Gange, le Nil, etc). Je participe à un des projets de recherche financés par le CP dans la région du Mékong: *Mekong Program on Water, Environment and Resilience (M-POWER)*.

Mes deux principales activités ont été des contributions au CA : la plus importante est la coordination d'une étude comparative de 9 bassins versants dans le monde, avec des synthèses par bassin sur les évolutions eau-société, ainsi qu'une synthèse globale sur la problématique des bassins versants (développement, gestion, gouvernance, etc). Mon autre activité était un ouvrage de synthèse sur la question des instruments économiques incitatifs et de leur rôle dans la gestion de la demande en eau (pour l'agriculture).

2.5 Affectation à Montpellier (Septembre 2005-2008)

Depuis mon retour à Montpellier, outre le temps consacré à la valorisation, mes recherches de terrain sont limitées à la région du Mékong. Le réseau MPOWER dont je fais partie regroupe 25 institutions des six pays du Mékong et mêle de manière unique organismes de recherches, ONGs, organisations internationales, universités. Il reçoit des financements de diverses origines pour financer ses activités.

La figure ci-dessous illustre mon changement progressif de perspective –glissement d'échelle et élargissement thématique- et indique un certain nombre d'exemples de recherches que j'ai menées aux différentes échelles.



3 INTERACTIONS ENTRE SOCIÉTÉ ET RESSOURCES EN EAU

La réflexion sur les relations entre les sociétés et l'environnement est très ancienne. Discredité sous sa forme la plus simpliste, le déterminisme géographique garde un fort pouvoir d'attraction, comme le montre le champ de l'histoire environnementale. L'écologie culturelle des années 70 considérait que la nature de la société et un certain nombre de traits culturels reflètent la manière dont les humains utilisent leur environnement et interagissent avec lui. Les institutions et les attitudes culturelles étaient vues comme des avantages sélectifs permettant d'assurer la survie matérielle (Netting). Les débats sur les liens entre population, agriculture et environnement ont, de longue date, confronté les points de vue malthusiens, populationnistes, ou boserupiens. Les controverses sur les causes de la dégradation des sols en constituent un bon exemple (Blaikie; Fairhead et Leach; Tiffen et al.). D'autres débats, connexes, portent sur les relations entre nature, société et technologie (Bark et Svedin).

Dans le domaine de la gestion des ressources naturelles, on peut distinguer trois écoles influentes. La première, héritée de l'écologie, a étendu les concepts d'analyse écosystémique et d'équilibre homéostatique à l'étude des systèmes couplés socio-écologiques (elle est en partie organisée autour de la *Resilience Alliance* et de la revue *Ecology and Society*). L'école de l'Université de l'Indiana, elle, s'intéresse plus particulièrement à la gestion des communs

(pâturages, forêts, eau, pêcheries, biodiversité, etc.) par ces sociétés rurales. Elinor Ostrom s'est particulièrement intéressée à l'irrigation communautaire et à tenté de définir un certain nombre de critères de base dont la satisfaction serait fortement corrélée à la durabilité et au succès de ces systèmes. Un troisième courant est celui de l'écologie politique, qui examine les causes politiques et les conséquences socio-économiques des changements environnementaux. Nous reviendrons plus loin sur ce courant.

Plus récemment un rapprochement entre la *Resilience Alliance* et les chercheurs travaillant sur la gestion des communs a permis une formalisation plus précise des systèmes sociaux et écologiques (SES). Les SESs sont définis par six variables de premier niveau (système de ressources, unité de ressources, usagers, système de gouvernance, interactions, *outcomes*) et les caractéristiques de leur environnement social, économique, et politique (Ostrom; Meinzen-Dick).

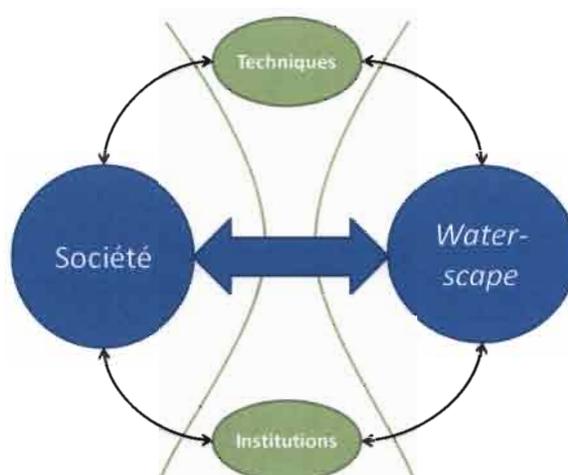
Les interactions entre sociétés et ressources en eau sont caractérisées par un degré supplémentaire de complexité. En effet, les acteurs concernés par la ressource en eau se trouvent interconnectés à travers un cycle hydrologique en constante fluctuation, largement imprévisible, partiellement invisible, soumis aux contraintes de la gravité, et vecteur de propagation d'externalités, sous forme de variations dans la quantité, la qualité, la charge en sédiments, ou le *timing* du régime hydrologique.

De manière générale je considère les interactions entre un groupe humain, nommé ici "société", et une unité du paysage que j'appellerai *waterscape* (j'utilise le terme anglais par manque d'un équivalent français) que je définis comme l'ensemble des ressources en eau superficielles et souterraines d'une unité spatiale, et de leurs relations avec d'une part les autres éléments physiques, climatiques, et biotiques de cette unité et, d'autre part, les activités humaines qui y sont associées. Chaque unité sociale interagit avec son *waterscape* à travers des techniques (de travail, de gestion ou d'artificialisation du milieu) et des institutions¹. Les lignées techniques comme les institutions reflètent à la fois la nature de la société et celle de l'environnement dans lequel elle évolue.

Mais ni la "société" ni le *waterscape* n'existent indépendamment de leur environnement, quelle que soit l'échelle d'analyse. L'hydrosystème peut, par exemple, être un système irrigué, un réseau de distribution, un petit bassin versant, ou un grand bassin hydrographique, national ou transnational. La "société", correspondant à ces différentes échelles, comprend les personnes concernées d'une manière ou d'une autre par les ressources en eau de l'hydrosystème, en premier lieu, bien sûr, les usagers et les gestionnaires: comme dans toute analyse de système il faut dans chaque cas définir les frontières de l'unité physique et du groupe humain correspondant et considérer ce qui n'a pas été inclus comme un "environnement", avec lequel le système sera en interaction.

Les deux sections suivantes prennent les périmètres irrigués et les bassins hydrographiques comme exemples d'hydrosystème.

¹ Entendues ici au sens de l'économie institutionnelle comme l'ensemble des "règles du jeu" (règles sociales formelles ou informelles qui régulent les relations sociales et l'accès aux ressources et leur usage).

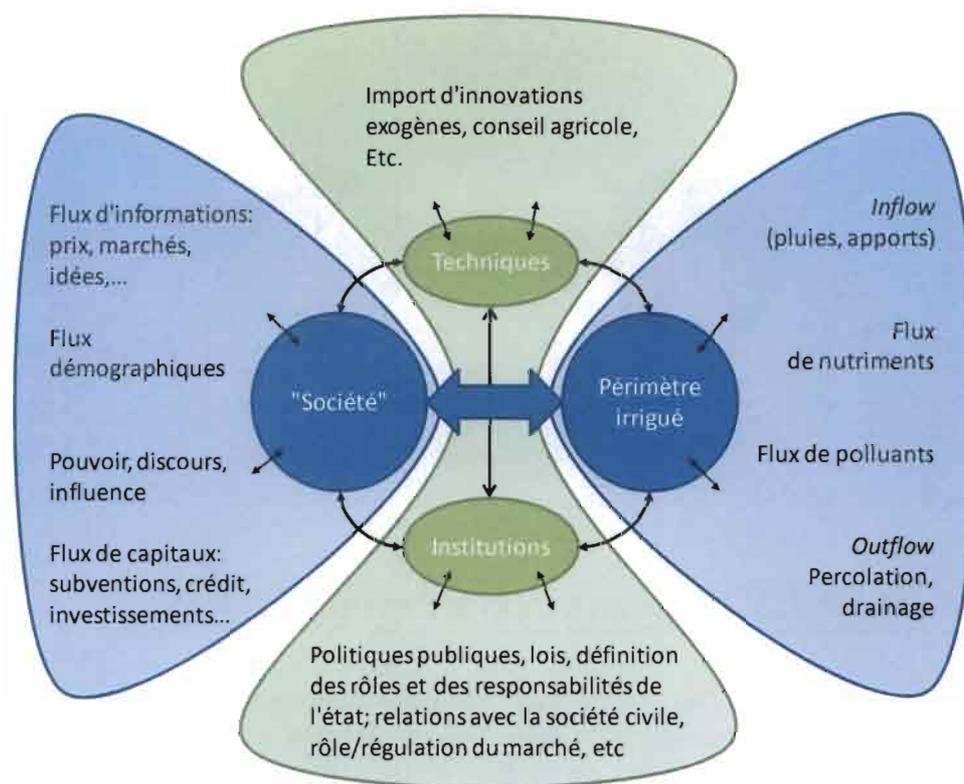


4 LES PERIMETRES IRRIGUES ET LEUR ENVIRONNEMENT

Les périmètres irrigués sont des waterscapes relativement circonscrits² dans l'espace, où les exigences de gestion et de maintenance collective des réseaux de distribution, qu'ils soient gravitaires ou pressurisés, accroissent de manière considérable les interactions entre acteurs. Le périmètre irrigué est défini par les caractéristiques de son sol (fertilité, capacité de rétention, planage, etc.), de son réseau hydraulique (ses ouvrages, ses spécificités techniques, son état, etc.), les cultures qui y sont cultivées, les ressources en eau dont il dispose (celle du réseau, mais aussi les ressources secondaires mobilisées par les paysans comme les puits ou les mares individuelles), son réseau de drainage, etc. La société correspondant au périmètre irrigué comprend bien sûr ses usagers directs (les irrigants) et les gestionnaires du réseau, mais aussi d'autres porteurs d'intérêts (les *stakeholders*) qui peuvent avoir un intérêt particulier dans la gestion de l'eau (pêcheurs, éleveurs, etc.). Les institutions et les règles qui gouvernent ce système anthropisé comprennent les règles d'allocation de l'eau, la définition du calendrier de distribution de l'eau (*scheduling*), les règles de financement de la gestion et de la maintenance du système, les règles d'accès au foncier, etc. Les techniques comprennent, par exemple, les modes d'irrigation à la parcelle, pour chacune des différentes cultures, les calendriers et les pratiques culturales, les équipements ou infrastructures qui peuvent être mobilisés ou construits; toutes ces caractéristiques constituent des variables de second ordre de l'hydrosystème ainsi constitué.

Mais chaque élément de premier ordre (société, institutions/techniques, waterscape) est lui-même un élément emboîté d'un système plus large. Le périmètre irrigué échange ainsi avec son environnement physique des flux hydriques (apports par le réseau, drainage, pluviométrie, évapotranspiration, percolation profonde) mais aussi des flux de nutriments (importations d'engrais chimiques ou apports organiques par l'élevage transhumant), des pollutions, des déplacements de la faune, etc.

² On peut selon les cas choisir des unités d'analyse plus larges, comprenant par exemple également les terres pluviales des communautés considérées, ou les parcours de leur troupeaux.



La communauté ("société") est elle aussi intégrée dans des sphères sociales, économiques et politiques plus larges. Elle peut être l'objet de flux démographiques, par exemple sous forme de main-d'œuvre ou de migrants, de flux de capitaux (e.g. le système de crédit, les versements de membres émigrés de la famille, ou pour la réhabilitation du système), ou des informations (e.g. sur la variation des prix et les marchés). Les institutions et les techniques, parfois endogènes, sont en pratique souvent influencées, voire importées, de l'extérieur : il en va ainsi des innovations techniques (comme les packages de la révolution verte) ou des politiques publiques qui influencent ou définissent, par exemple, les droits d'eau, les règles foncières, l'octroi de subventions, ou les rôles et les responsabilités de la communauté vis-à-vis de l'État ou de ses représentations bureaucratiques.

En mode statique, cette décomposition est utile pour identifier les caractéristiques et les particularités du périmètre irrigué dans son environnement physique, économique et sociopolitique. Mais l'analyse peut être également dynamique: le périmètre peut, typiquement, accuser une baisse de fertilité, un changement qualitatif ou quantitatif de la ressource en eau, une dégradation du réseau, un engorgement des canaux, une salinisation des terres, ou encore une réhabilitation. La société peut être soumise à des changements démographiques ou sociaux, à une diminution des superficies cultivées par famille, une émigration forte, ou un transfert de gestion aux usagers. L'environnement du système est aussi l'objet de changements (évolution des prix relatifs des facteurs de production, évolution des politiques publiques dans le secteur de l'eau, ou de l'agriculture), ou en ce qui s'y concerne les modes de gouvernance (désengagement de l'État, décentralisation, etc.)

L'analyse doit toujours partir d'une question précise (par exemple: quels est, ou sera, l'évolution du système si l'eau est rationnée de 40 %, si le prix de l'eau double, si les subventions de la canne à sucre sont éliminées, ou si l'on transfère la gestion aux usagers).

L'analyse dynamique doit identifier quelles sont les variables d'ordre 2 qui influencent soit les interactions, soit la performance du système, et en explorer les sous-variables (ordre trois ou quatre) constitutives.

Une telle représentation évite aussi de considérer la gestion des périmètres irrigués comme une question purement technique. Elle met l'accent sur les relations entre l'évolution de la ressource, la société qui la gère, et les règles et institutions qu'elle se donne pour cela. Mais le schéma met également l'accent sur la multiplicité des interactions scalaires dans chacun de ces domaines.

Mes recherches se sont portées successivement sur les différents éléments des hydrosystèmes irrigués, puis sur leurs interrelations, et sur leur évolution dans le temps long. Elles m'ont permis d'acquérir une compétence technique sur les différentes composantes mais aussi – progressivement – une capacité d'analyse des problèmes systémiques, comme indiqué dans ce qui suit.

Le périmètre irrigué

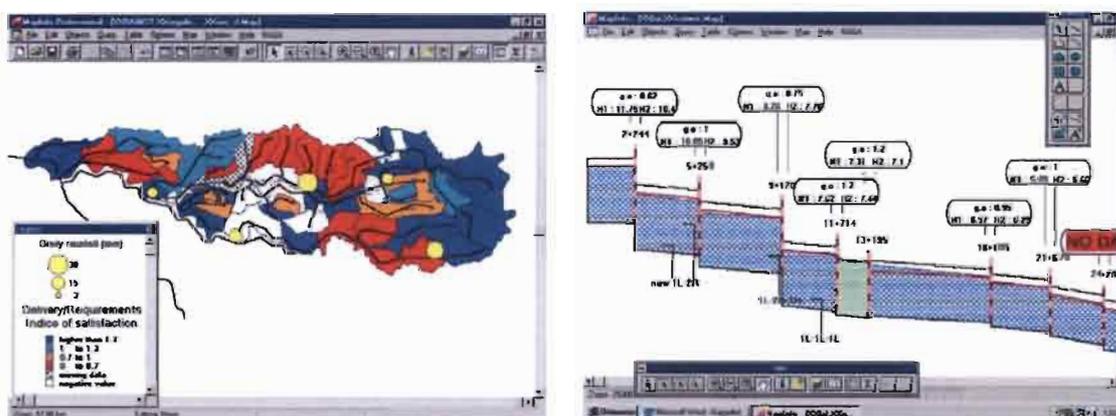
A l'office du Niger, j'ai étudié les relations entre niveaux d'aménagement et productivité agricole. La question centrale posée par les bailleurs de fond portait sur le niveau de réhabilitation nécessaire et suffisant pour induire l'intensification et une hausse sensible des rendements. Ce débat opposait les Néerlandais, partisans d'un investissement modéré, et les Français, partisans d'un réaménagement complet. J'ai mené une étude comparative entre les coûts et bénéfices, avantages et inconvénients des différentes options de réaménagement qui a tout particulièrement intéressé la Caisse Française de Développement [91]. Il n'était toutefois pas possible de donner une réponse définitive aux questions suscitées par ce débat, en particulier à cause du manque de recul sur la durée de vie des investissements.

Un des aspects de la durabilité des périmètres irrigués est la lutte contre les problèmes de salinité: A l'Office du Niger, j'ai organisé le suivi de parcelles témoins en prenant des échantillons de sol à intervalles réguliers et à plusieurs profondeurs afin d'étudier l'évolution du profil salin du sol [91]. En Thaïlande; la salinisation affectait les zones sucrières et de diversification. Avec mes collègues et une étudiante en Master [Atinut Saejew] j'ai cherché quelle conjonction de facteurs (sol, hydrogéologie, usage de l'eau, type de culture, drainage, etc..) conduisait à l'apparition du phénomène. Nous avons pu montrer que ces phénomènes, encore localisés et récents, étaient liés à l'usage de l'eau en contre-saison qui maintient la nappe à un niveau élevé; et que l'influence de la micro-topographie est également essentiel (ce qui rend difficiles les prédictions).

Gestion, techniques

A l'office du Niger j'ai travaillé sur l'intensification de la riziculture ainsi que sur la diversification agricole. J'ai organisé et mené un certain nombre d'essais variétaux sur le riz, croisant variétés, densités de repiquage, et doses d'engrais. Avec la cellule recherche-développement nous avons testé un certain nombre de machines agricoles pour les opérations de labour, de puddling, et de nivellement, puis étudié les économies que les paysans pouvaient faire grâce à une meilleure maîtrise de la commercialisation du riz et de son décortilage. Nous nous sommes ainsi intéressés aux aspects techniques et socio-économiques des petites rizeries individuelles ou de groupement. Enfin nous avons testé et diffusé une innovation prometteuse: l'utilisation d'engrais vert, l'azolla. Un ensemencement des champs à une date donnée (nous avons déterminé le moment et la quantité optimum) permet une bonne couverture d'engrais vert qui sera incorporé au prochain labour [91].

Système de gestion de l'information pour les Projets d'irrigation en Thaïlande: Une gestion de l'eau ne peut exister sans assurer, *a minima*, le suivi des apports aux différentes unités hydrauliques et le suivi des niveaux d'eau dans les adducteurs principaux. J'ai observé que si ces données étaient bien relevées dans les projets du Royal Irrigation Department, elles étaient en revanche confinées dans des archives et peu ou pas utilisées pour le pilotage de l'irrigation. J'ai donc développé un logiciel original sous SIG (MapInfo®), intitulé NAGA, qui a été mis au point dans le projet de Kamphaengsaen [133;158]. Il permet une gestion des données quotidiennes, leur représentation sous forme visuelle (coupe en travers des régulateurs, profil en long des lignes d'eau, cartographie des distributions d'eau comparées aux valeurs objectif, etc), et la mobilisation de séries temporelles pour des analyses en cours de saison ou post-saison. Ce logiciel a été ensuite adopté par l'*Irrigation College* qui forme les ingénieurs du RID (j'y ai également donné plusieurs sessions de formation).



Niveaux de maîtrise de l'eau: Le niveau de maîtrise de l'eau au niveau de l'exploitation agricole est fréquemment extrêmement hétérogène. Cela pose de manière récurrente la relation entre niveaux d'aménagement parcellaire et productivité. Avec un étudiant en Master [**Chatchom Chompadist**] j'ai décrit les modes de gestion de l'eau, en particulier les usages de sources multiples (canal, drain, mares, puits), sur une zone de 1,000 ha de l'un des projets du delta du Chao Phraya, et démontré les relations entre situation topographique, niveau de maîtrise de l'eau, et choix des cultures. Ceci nous a permis de critiquer la rentabilité des projets d'investissement dans des aménagements parcellaires qui viendraient se superposer à une situation où les paysans ont déjà restauré une maîtrise de l'eau correcte grâce aux pompes individuelles et à la multiplication des sources en eau [19;89]. Nous avons également pu montrer que les projets de station de pompage alimentant des réseaux de distribution en pleine zone de canne à sucre irriguée étaient un non-sens vu que les bas rendements n'étaient pas dus à un manque d'eau mais à un mauvais planage des parcelles, et donc à une mauvaise uniformité de la lame d'eau [23].

En Thaïlande, j'ai étudié un autre système technique, celui des 300.000 ha des zones de la plaine centrale cultivés en riz traditionnel (*deep water rice* et riz flottant): notre étude a permis une description précise de la relation entre le milieu naturel, physique et climatique (principalement topographie, hydrologie et pluviométrie), l'artificialisation du milieu (digues, canaux, drains, régulateurs, etc), la gestion de l'eau, et les types de riziculture, caractérisés par le choix variétal, les techniques culturales et le calendrier agricole [25;87;132]. Aucune étude n'existait sur ces systèmes rizicoles, en dehors des aspects agronomiques. Notre travail, auquel était associé un étudiant en Master [**Chankoeed Chanasak**], a permis pour la première

fois de quantifier les quantités d'eau retenues dans la plaine d'inondation et les marges de manœuvre en cas de crue (notre rapport a récemment été utilisé quand le gouvernement a promu l'utilisation des zones d'épandage de crue comme moyen de lutte contre les inondations) [157].

L'essentiel de la diversification agricole dans le delta, tout particulièrement les cultures fruitières, a nécessité une transformation du milieu physique, avec la construction de polders et de billons larges et hauts ("*raised beds*" ou *chinese beds*). J'ai étudié ce mode de mise en valeur très particulier à trois niveaux: a) au niveau d'une exploitation, avec l'étude de la gestion de l'eau et de sa qualité. Les échanges d'eau entre le polder et le canal ont été suivis au niveau horaire par une centrale d'acquisition de données, permettant un premier bilan hydrologique précis des consommations en eau dans ces systèmes. Les pratiques paysannes (irrigation, traitements sanitaires, entretien des billons, etc) ont aussi été suivies de manière détaillée par un de mes étudiants en Master [**Chusak Sutthi**], permettant également un bilan économique [18;88]; b) sur la zone de Damnoen Saduak (qui compte près de 10.000 ha de billons chinois), avec une étude qui a mis en relief l'historique de la colonisation et de la transformation du milieu ainsi que la gestion de l'eau actuelle dans la zone (thèse de **Blandine Cheyroux**); c) une étude régionale qui visait à définir les contraintes et les conditions d'expansion de cette technique, et à comprendre comment elle a été adaptée aux différentes situations de sol et d'eau [84]. Enfin, un travail similaire a été réalisé dans le delta du Mékong, où j'ai travaillé avec deux étudiants en Master et des collègues de l'Université de Cantho [85].

Les activités au Vietnam dans le cadre du projet INCO m'ont permis de développer des liens scientifiques avec des partenaires vietnamiens du nord et du sud, d'enrichir mon expertise sur les deltas, et de contribuer à l'encadrement d'étudiants et de thésards. J'ai notamment encadré le travail de terrain de la **thèse de Dang The Phong** sur la gestion de l'eau dans le casier de Bac Hung Hai, dans le delta du Fleuve Rouge. Cette thèse a permis d'infirmer l'idée d'un manque d'eau dans le casier et à montré que les dysfonctionnements étaient dus à la conductivité des canaux et au manque de coordination des pompages menés à la fois par les compagnies publiques et par les unités de pompage indépendantes des villages.

Au Sri Lanka, enfin, j'ai mené une analyse technique de la gestion de l'eau dans le périmètre de Walawe au cours de laquelle j'ai encadré deux étudiants en Master [**Francesc Bellaubi, Ravi Peiris**; 18;153].

Changements institutionnels

Un manque d'eau et une compétition accrue en saison sèche engendrent des changements institutionnels. Contrairement à l'idée reçue que la culture du delta du Chao Phraya est individualiste nous avons montré comment les paysans s'étaient spontanément organisés en petits groupes de pompage pour répondre à des conditions de niveau d'eau dans les canaux principaux trop bas pour permettre une alimentation gravitaire des secondaires ("*Patterns of social interaction and organisation in the Chao Phraya Delta*" [81]). J'ai également réalisé une analyse des tentatives (avortées) du RID de mettre sur pied des associations d'usagers [121], en expliquant les causes de cet échec, et encadré une étudiante en Master [**Caroline Desalos**] sur l'étude de la gestion d'un périmètre de 2000 ha par une *farmer company* au Sri Lanka.

J'ai publié une synthèse historique de 190 pages (et un article) sur la *question du foncier* dans le delta du Chao Phraya [17;61;86;126]. La mobilisation de statistiques anciennes, notamment un recensement datant de 1950 jamais utilisé, m'a permis en particulier d'infirmer les théories faisant état d'une augmentation du nombre de paysans sans-terre en montrant, sur le temps

long, une certaine stabilité des relations de tenure. Plus généralement j'ai déjà rédigé 150 pages d'une synthèse historique de l'histoire agraire du bassin qui doit donner lieu ultérieurement à un livre [22;39].

J'ai réalisé plusieurs études sur l'évolution des systèmes de production irrigués, au Brésil, et - à travers l'encadrement d'étudiants en Master- en Thaïlande [**Julien Sananikone, Vanessa Makda**], en Iran [**Jaime Hoogesteger**], en Jordanie [**Venot**] et au Sri Lanka [**Heather Holman; Julien Jedrusiak**].

Approches systémiques

Politiques de tarification de l'eau d'irrigation: A la fin des années 90 la Banque Mondiale et la Banque Asiatique de Développement (BAD) ont activement promu un certain nombre de politiques de l'eau standardisées: instauration de comités interministériels, organisations de bassin, gestion participative, politiques tarifaires, etc. Je me suis attaché à montrer le côté illusoire des politiques tarifaires dans le cas particulier de la Thaïlande (qui n'ont d'ailleurs jamais vu le jour) et les limites des propositions de la BAD [51;57;116;83]. Cette réflexion a été poursuivie au cours des années suivantes et a mené à la publication d'un livre de synthèse sur la question ("*Water Pricing Policies: The gap between Theory and Practice*") [40]. L'ouvrage comprend diverses études de cas mais aussi une synthèse de 70 pages sur le débat et les leçons tirées de la littérature. Cette recherche m'a convaincu de l'intérêt d'associer une compréhension technique de l'hydrologie et de la gestion de l'eau à une réflexion sur les dimensions économiques ou institutionnelles.

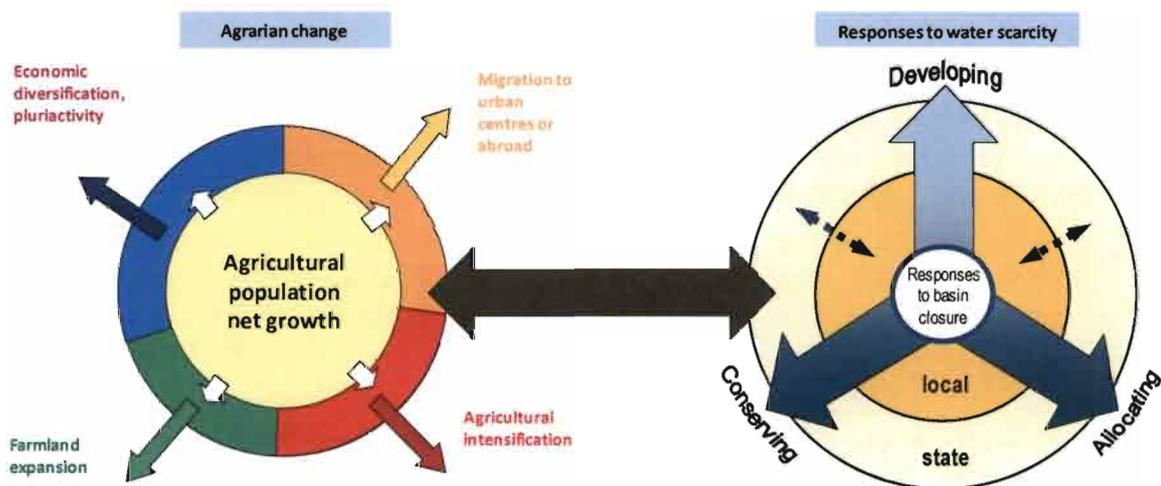


Au Sri Lanka j'ai mené une étude sur le périmètre du Mahaweli/System H avec une étudiante en Master [**P. Nilanthi**]: il s'agissait d'étudier l'instauration d'un nouveau mode de cogestion entre l'agence du Mahaweli et les irrigants. Ce système de *bulk allocation* définissait un partage des tâches claires et devait permettre une meilleure efficacité de la gestion et un meilleur contrôle par les paysans. Dans ce genre d'étude il faut croiser une compréhension de l'usage de l'eau au niveau parcellaire et tertiaire, des contraintes et des stratégies des paysans, et des dimensions institutionnelles et politiques de l'agence du Mahaweli pour pouvoir établir un diagnostic, dans le cas présent celui de la non-durabilité du système mis en place.

Une autre recherche systémique a porté sur la compréhension de l'importance de la maîtrise de l'eau dans l'évolution des systèmes de production de la plaine centrale de Thaïlande. J'ai choisi trois villages du delta avec des niveaux de maîtrise de l'eau très contrastés et un nombre de cultures moyen par an de 1, 1.5 et 2.5. Il s'agissait de montrer comment les capacités de production déterminaient les stratégies familiales, l'évolution des systèmes de production techniques et la diversification économique. On a ainsi pu mettre en évidence des phénomènes de compensation qui réduisent les disparités économiques que l'on pouvait attendre des différences d'intensité culturale, et clairement identifier les seuils limites de division des terres au sein d'une famille en fonction de leur productivité [80;121].

Avec un collègue de l'Université d'Ispahan j'ai également mené une étude sur l'évolution de l'irrigation et de l'agriculture dans un village du centre de l'Iran. Nous avons décrit les interactions entre sociétés et ressources en eau au cours du siècle passé, en montrant le rôle des crises dans l'innovation technique et institutionnelle [32;66].

J'ai également entrepris une analyse de l'histoire du Chao Phraya (en cours). Dans le cas des systèmes agraires irrigués du bassin, il s'agit bien de comprendre les couplages entre d'une part les évolutions agraires et, d'autre part, la gestion des ressources en eau. Un système agraire, notamment sous l'effet de l'augmentation des populations résidentes et d'une pression sur les ressources, peut évoluer dans quatre grandes directions : il peut 1) s'étendre horizontalement, si des terres restent disponibles; il peut tendre vers 2) une intensification (croissance verticale) ou vers 3) une diversification économique (les familles se tournent alors vers une pluriactivité locale, couvrant les différents secteurs économiques); il peut aussi – à saturation- 4) connaître des migrations vers d'autres régions, les centres urbains ou des pays étrangers. Pour sa part, un hydrosystème confronté à une pénurie (par exemple un système irrigué ou un bassin qui se ferme) peut s'orienter vers 1) une politique d'accroissement de l'offre, par une mobilisation accrue des ressources; 2) vers des politiques d'économie de l'eau; ou 3) vers des politiques de réallocation des ressources disponibles. Il y a un lien entre les évolutions agraires, les politiques économiques, et les décisions sur l'eau qui sont toutes parties constituantes de la trajectoire du bassin.



Mes recherches dans les trois deltas du Fleuve Rouge, du Mékong, du Chao Phraya, m'ont mené à une réflexion de synthèse sur la relation entre les types d'aménagement du milieu, le régime hydrique, et les configurations démographiques, historique et politiques (publication d'un article comparatif entre les 3 deltas [54;123;124]): un des moments de valorisation de toutes ces activités a été l'organisation à Bangkok d'une **conférence internationale** sur les agricultures deltaïques (60 communications, 350 participants; publication des actes – 1000 pages en 2 volumes [156]), et la publication d'un livre [39].

Pour comprendre l'évolution sur le temps long des hydrosystèmes il faut naturellement explorer leurs trajectoires historiques: je me suis, par exemple, intéressé à l'histoire, à la politique et à la structure foncière de la région du Nordeste brésilien. J'en ai tiré une étude historique de la mise en valeur des ressources en eau dans la région, des açudes et de l'irrigation [92] (éditée sous forme d'un petit livre par la Fondation Mossoroense de l'État du Rio Grande do Norte). J'ai également mené une réflexion sur l'évolution historique de l'irrigation en Asie [72;112;114;118].

Mon intérêt élargi pour l'irrigation, son histoire et ses différentes dimensions, s'exprime dans mon travail de coéditeur scientifique du volume *L'histoire de l'eau en agriculture* qui fera partie d'une collection de huit volumes publiés par l'Unesco sur l'histoire de l'eau.

5 INTERACTIONS EAU-SOCIÉTÉ À L'ÉCHELLE DES BASSINS VERSANTS

On peut adapter le schéma conceptuel précédent à l'échelle du bassin versant. Le waterscape est maintenant le bassin lui-même et la société, beaucoup plus complexe, comprend ses différents *stakeholders*, c'est-à-dire les personnes concernées par les multiples usages de l'eau (usages industriel, domestique, agricole, récréatif, pour le transport, la production d'électricité, etc.), par ses fonctions environnementales (conservation et productivité des écosystèmes), les personnes potentiellement affectées par les crues, par les ouvrages hydrauliques comme les barrages, ou les gestionnaires et administrations concernés par l'eau.

Le waterscape est maintenant défini par la distribution spatiale de la production de la ressource (lié au climat, à la géomorphologie, la couverture végétale, etc) des différents usages, mais aussi des infrastructures hydrauliques.

On ne s'intéresse plus ici aux détails du fonctionnement des différents sous systèmes, comme les périmètres irrigués, mais plutôt aux règles de niveau supérieur qui définissent l'allocation de l'eau au niveau du bassin et, plus généralement, à la gouvernance et aux prises de décision concernant à la fois la gestion et la mise en valeur des ressources.

Ce système est bien sûr très fortement en interaction avec son environnement, tant sur le plan physique (transferts d'eau entre bassins, échange avec des aquifères non superposables au bassin) que sur le plan humain (migrations) ou politique (nouvelles règles édictées par les politiques publiques mais aussi influence d'acteurs nationaux ou supranationaux, de leur discours et de leurs intérêts).

J'ai travaillé sur le concept de *trajectoire de bassin hydrographique*, entendu comme l'évolution sur le temps long des interactions société-waterscape, tout particulièrement les conceptions et les modes de gouvernance, de mise en valeur et de gestion de l'environnement, ainsi que les conséquences sociales et écologiques des changements environnementaux [67; 41]. Les questions fondamentales concernent, entre autres, le rôle de facteurs clés (comme le contexte physique et climatique, les événements extrêmes (sécheresse, inondations), le type de gouvernance, le degré de saturation foncière, etc) et la question du processus de décision dans le choix des réponses apportées aux déséquilibres du système et aux conflits (voir plus loin).

Un des concepts fondamentaux des trajectoires de bassin est celui de *fermeture*. Un bassin est dit fermé (*closed*) quand le débit à son exutoire est inférieur aux débits nécessaires pour assurer les usages (éventuels) en aval, la durabilité des écosystèmes estuariens, le contrôle des intrusions salines, le contrôle de la pollution, ou encore l'évacuation des sédiments. Quand le débit est trop faible pendant seulement quelques mois de l'année, en général en saison sèche, le bassin est dit en cours de fermeture (*closing*).

Gestion, technique

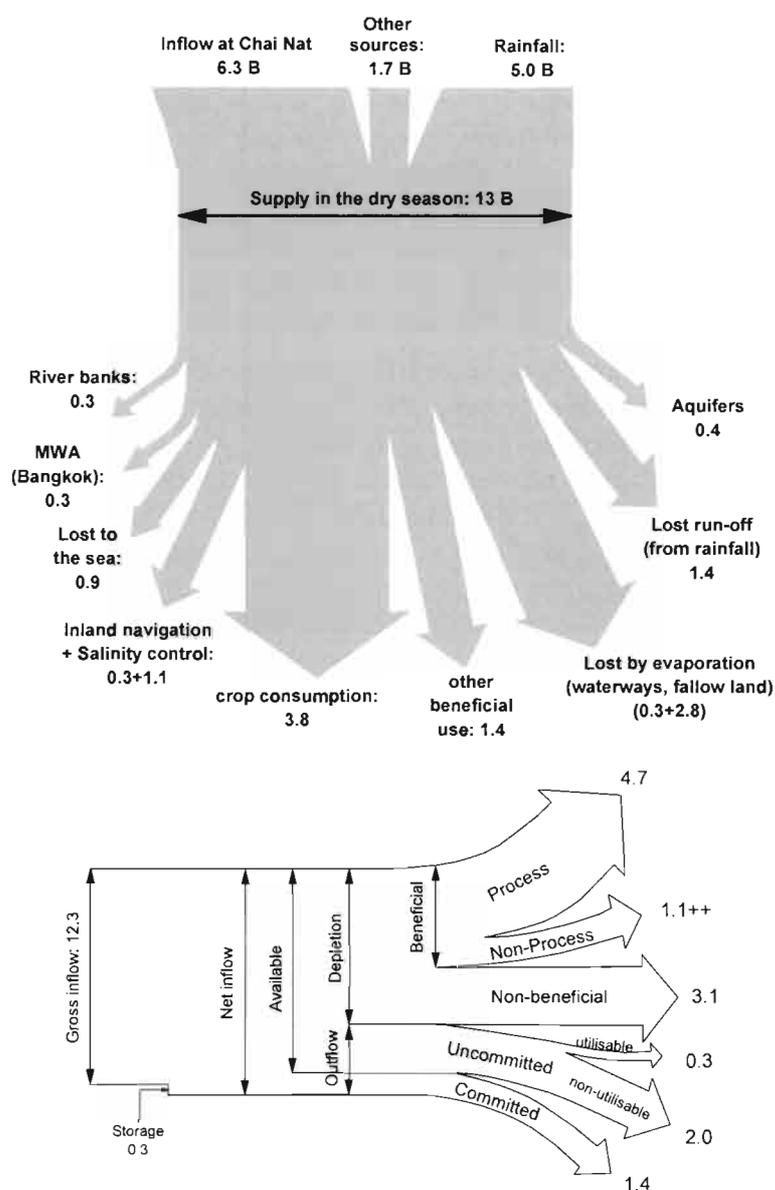
La compréhension des évolutions du régime hydrique dans un bassin en cours de fermeture est un enjeu majeur de la régulation. Plus les usages augmentent et plus le bassin se ferme, plus les

chemins de l'eau sont complexes et imprévisibles : dans un tel contexte, en effet, les interactions entre usages et usagers s'accroissent de manière considérable. Les impacts sur les tiers (*third-party impacts*) augmentent et rendent très difficile la gestion des droits d'eau. Les techniques de bilan hydrique permettent dans un premier temps d'afficher une image moyennée au niveau de la saison ou de l'année et de mettre en évidence les évolutions du bassin sur une longue période. L'évolution de ces bilans en période de grande irrégularité des apports est très rarement maîtrisée et les modèles d'allocations comme WEAP, Mike-basin, ou HyD décrivent surtout les eaux superficielles et adoptent en général des représentations très simplifiées de l'évolution des règles et des comportements des acteurs en période de pénurie.

Les techniques de bilan hydrique se sont révélées très efficaces dans les travaux que j'ai menés en Thaïlande et en Jordanie. Dans le bassin *du Chao Phraya* en saison-sèche, l'eau provient principalement de deux grands barrages régulateurs et n'est pas suffisante pour irriguer l'ensemble des terres irrigables et satisfaire les autres usagers. Il s'agissait donc de mettre à plat les modes de gestion des barrages, d'allocation et de distribution de l'eau à différentes échelles, et de coordination entre agences étatiques et usagers. Cette étude a combiné séries de données hydrologiques et agronomiques, photos satellites, de nombreuses études de cas sur le terrain, et a donné lieu à un rapport de synthèse "*Dry season water allocation and management in the Chao Phraya basin*" [82] ; des communications et articles [15;56;59;120;128]).

Pour comprendre la gestion globale de l'eau dans le delta il fallait également s'intéresser au bassin du Mae Klong dont la rivière forme la partie ouest du delta du Chao Phraya. Ce bassin fait actuellement l'objet de transferts d'eau croissants vers Bangkok. Il s'agissait de mieux estimer le potentiel du bassin et les limites de sa capacité à suppléer le bassin du Chao Phraya: ce fut l'objet de la **thèse d'Ekasit Kositsakulchai** (UM2) sur la modélisation intégrée de l'hydrosystème du Mae Klong que j'ai co-encadrée [24;125]. Ce travail a montré que ce bassin pouvait fournir en moyenne 30 % de ses écoulements au Chao Phraya sans impact majeur sur les écosystèmes des zones estuariennes et sur les usages existants. Il a montré que la sécurité de la satisfaction de ses usages est néanmoins conditionnée par une gestion plus stricte des deux barrages hydroélectriques amont (dont la gestion imprudente explique les deux ou trois années de crise observées par le passé).

Le bilan hydrique sur le delta, en saison sèche, résumé ci-dessous, a pu montrer que contrairement aux idées établies, qui veulent que l'irrigation engendre de grands gaspillages d'eau, l'efficacité globale du delta en saison sèche était de 86 %, avec un haut taux de recyclage de l'eau. Cela signifie que seulement 14 % des apports, principalement des pluies locales incontrôlables en fin de saison sèche, s'écoulent vers la mer en quantité excédant les débits réservés considérés pour les estuaires de chacune des rivières formant le delta.



Le bilan hydrique du bassin du bas-Jourdain à un pas de temps de 25 ans a également permis de mettre en évidence l'impressionnante fermeture de ce bassin. Il était essentiel de prendre en compte les relations entre eaux de surface et eau souterraines et de réaliser des bilans par sous bassin afin d'obtenir les cartes présentées ci-dessous. Des graphiques historiques de l'évolution des différents termes du bilan (voir rapports pour plus de détails) ont permis de mettre en évidence l'étroitesse des marges de manœuvre des politiques de gestion par la demande prônées ces 15 dernières années. Dans un bassin fermé de ce type, ou moins de 8 % des apports se retrouvent à l'exutoire du bassin (la Mer Morte), les économies d'eau possibles sont en effet forcément minimales et la réallocation des ressources est bien le problème central [3;4;6;44;53; 68;71;74;110]. Le document de synthèse sur les recherches sur le Jourdain [74], mené en collaboration avec la coopération française, compte plus de 350 pages et sera transformé en livre en vue d'une publication régionale (Jordanie/Liban).

Les techniques de bilan hydrique ont été également très fructueuses dans le cas du bassin du Zayandeh Rud, en Iran. Dans ce bassin également très fermé, on a pu montrer le haut degré de recyclage de l'eau, les évolutions des flux hydriques entre la vallée centrale et les vallées latérales, la situation de sur-allocation de l'eau et de surexploitation des nappes, ainsi que les effets pervers d'une politique de l'offre [43;109].

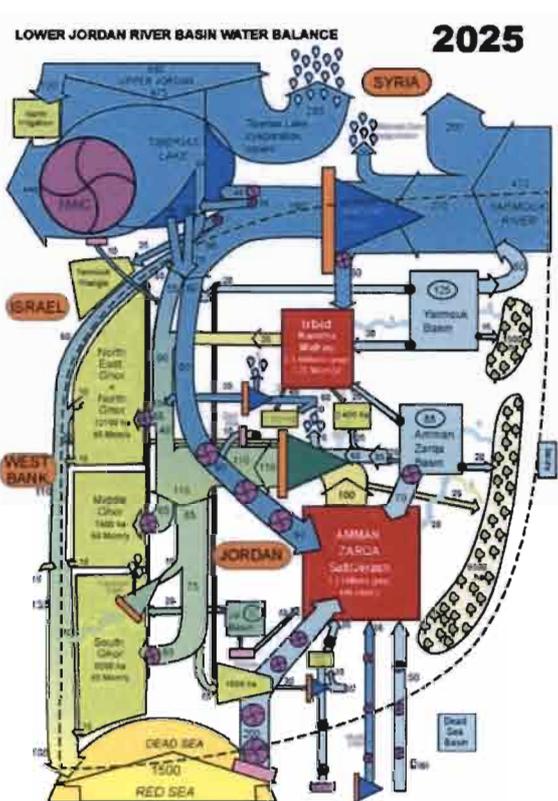
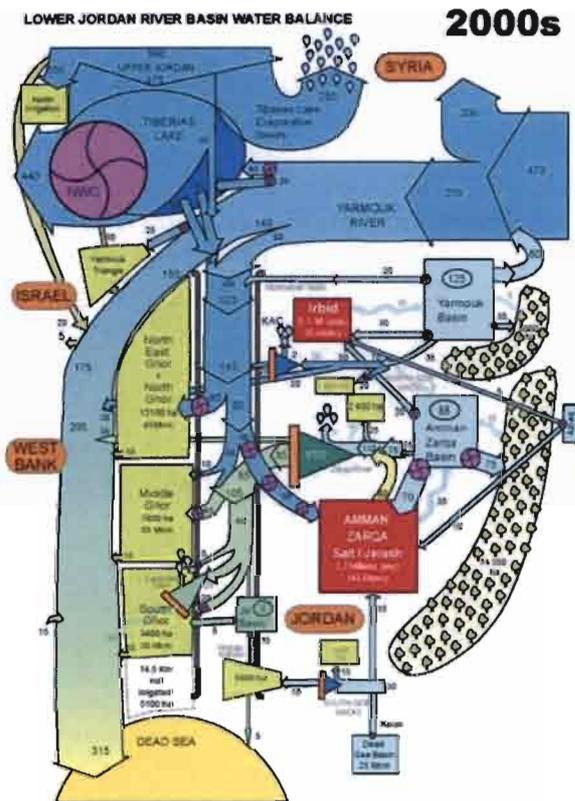
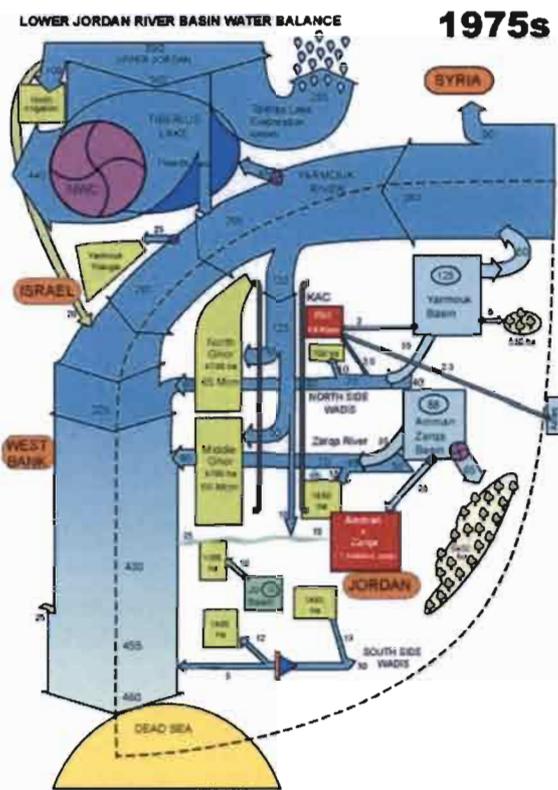
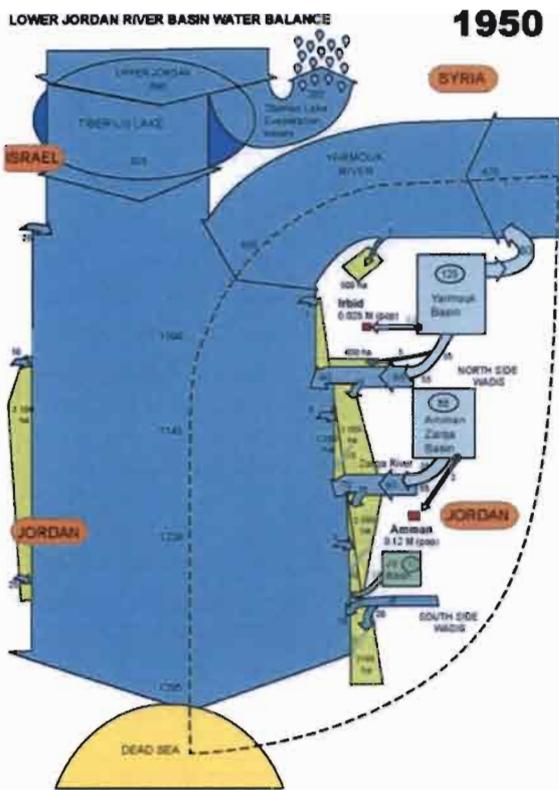
Institutions

Les questions institutionnelles portent souvent sur la définition des niveaux emboîtés de gouvernance, et des articulations entre les rôles de l'État et ceux dévolus aux collectivités locales ou aux usagers: les organisations de bassin sont ainsi devenues une réponse obligée à ces questions. En Asie la création d'organisations de bassin est fortement soutenue par la Banque Asiatique de Développement (BAD). J'ai étudié la mise en place d'un organisme de gestion de bassin pour le fleuve Rouge; au Vietnam, et j'en ai tiré un rapport critique sur le fossé qui existe entre, d'une part, les politiques préétablies de la BAD et, d'autre part, la réalité sur le terrain [29;151]. Une étude similaire est en cours sur la Thaïlande.

Au Laos j'ai encadré une étudiante en Master [**Laure Miaillier**] sur le projet Nam Ngum, financé par la BAD et la Caisse Française de Développement. Ici encore on a pu mettre en évidence le fossé existant entre la rhétorique de la gestion intégrée par bassin, les velléités d'établir un organisme de bassin, et un projet dont les objectifs principaux sont la construction d'une cascade de barrages et des investissements conventionnels en infrastructures rurales.

Une autre prescription courante concernant la gestion des bassins consiste en la mise en place de droits d'eau ou de permis. J'ai montré comment ces recommandations étaient souvent basées sur une sous-estimation de la complexité hydrologique des bassins et une surestimation de la capacité administrative des agences publiques. En prenant pour exemple la politique de l'eau au Sri Lanka, j'ai discuté les conditions nécessaires à la définition de droits d'eau [14].

Le problème central de la gestion de bassin et celui de la location de l'eau entre secteurs économiques et entre usagers. Je me suis plus particulièrement penché (avec Jeremy Berkoff) sur la question des conflits ville-agriculture, en réalisant une revue mondiale des conflits entre ces deux secteurs et des types de régulation [33;70;101]. Nous avons été amenés à remettre en cause l'association classique entre les pénuries d'eau observées dans certaines villes et les surconsommations supposées de l'agriculture. Si le surdéveloppement de l'irrigation est bien responsable de la fermeture de nombreux bassins, les conditions précaires d'alimentation dans de nombreuses villes sont surtout dues à des questions financières et de priorités politiques.



Approches et recherches systémiques

Durant mes quatre années à IWMI j'ai été responsable d'une étude comparative de neuf bassins hydrographiques dans le monde: il s'agissait, par une approche holistique, de documenter les trajectoires de ces bassins en comprenant comment les différentes sociétés, dans leur contexte physique et historique propre, avait abordé les problèmes de mise en valeur et de gestion de l'eau. J'ai contribué directement aux recherches menées sur quatre des neufs bassins: Chao Phraya (Thaïlande: 11;13), Walawe (Sri Lanka: 12;21;64;77-79;111;153), Zayandeh Rud (Iran: 8;32;43;66;109) et Jourdain (3;4;6;44;53; 68;71;74;110). Ces activités ont donné lieu à de nombreux rapports de recherche, articles de revues, et encadrements d'étudiants.

Dans le cadre de cette étude de synthèse j'ai pu mener diverses réflexions sur la conceptualisation des relations eau-société à l'échelle de bassin hydrographique. Une des études a porté sur le concept de bassin versant lui-même. J'ai ainsi retracé l'émergence de ce concept, son usage technique mais aussi éminemment politique dans des pays comme l'Espagne la France ou les Etats-Unis, les différents paradigmes qu'il avait sous-tendus au cours du temps, et son lien avec l'émergence du concept de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) [34;67].

Cette étude comparative m'a également amené à développer le concept de sur-exploitation des bassins versants (*overbuidling*): au-delà d'une vision techniciste des bassins, où l'offre est supposée être continuellement mise en adéquation avec une demande croissante, les études ont mis en évidence un phénomène systématique de sur-exploitation et de surallocation (*overcommittment*) des ressources en eau. A la base de ce phénomène se trouve la grande difficulté, voire l'impossibilité politique, de réallouer les ressources au sein d'un bassin. Les exemples du Mexique, de l'Afrique du Sud, du Colorado, du Chao Phraya ou du Zayandeh Rud montrent que les problèmes sont finalement le plus souvent résolus par une augmentation de l'offre, qui appelle de nouveaux développements et perpétue ainsi le cercle vicieux. Mais en parallèle à cette difficulté, c'est aussi une conjonction particulière de puissants intérêts qui préside à la sur-exploitation des bassins : le développement de grandes infrastructures hydrauliques est favorisé par des incitations positives pour les politiciens (ouvrages iconiques de légitimation pour l'État et symbole de leur intervention en faveur des populations pour les politiciens locaux), les agences techniques de l'État (maximisation ou maintien de budgets, gratification professionnelle) les entreprises privées (à l'affût d'opportunités de business), et – pour les pays du Sud – des banques de développement cherchant à développer leur portfolio de prêts.

Ces réflexions, ainsi que le développement d'un cadre d'analyse hérité de l'écologie politique qu'elles ont inspiré (voir partie suivante), ont fait l'objet de différents rapports et articles [1;5;34;55;67;69;97;99;105;106;113] et de la rédaction du chapitre '*River basin development and management*' [46] du livre de synthèse final du Comprehensive Assessment. Un ouvrage de synthèse sur le concept de trajectoire de bassin versant, comportant notamment des études de cas sur 11 bassins (dont six proviennent de l'étude du CA) sera également publié en 2008 chez CABI.

Ces études de trajectoires de bassin ont permis d'initier une accumulation d'études de cas et de connaissances sur les trajectoires de bassin. Ce type de recherche systémique sur la manière

dont les sociétés gèrent leurs ressources à suscité d'autres initiatives basées sur la même approche. L'objectif est de multiplier les études de cas afin de renforcer et de parfaire nos représentations théoriques. Cette accumulation de connaissances et cet effort de synthèse sont très importants dans un contexte mondial où de nombreux bassins se ferment et sont soumis à des tensions de même nature. J'ai ainsi proposé et accompagné le lancement de deux thèses destinées à élargir notre référentiel.

La première de ces thèses, menée à bien par **Jean-Philippe Venot**, porte sur le bassin de la Krishna, en Inde. La Krishna est représentative des rivières du sud de l'Inde qui sont à un stade avancé de fermeture et dont les problèmes de gestion sont rendus plus épineux du fait du partage de ces bassins entre plusieurs états. Cette thèse examine comment le changement agraire est associé à l'évolution du régime hydrique, et les tensions politiques sur la définition des règles de gestion et d'allocation.

Une autre thèse (**Philippe Floch**) porte sur le bassin de la Chi-Mun, qui constitue 75% du Nord-est de la Thaïlande. Des bilans hydriques, une étude historique de la mise en valeur du bassin, de ses usages, et de sa couverture végétale permettent de reconstituer l'artificialisation progressive du régime hydrique et de déterminer les marges de manœuvre. Mais là encore c'est la dimension politique de la mise en valeur qui domine et le développement du bassin se trouve intimement lié à la fois aux dynamiques politiques nationales et à la géopolitique de la région du Mékong.

Dans le cadre de ma participation au CP, je m'intéresse plus généralement à l'histoire de la mise en valeur du bassin du Mékong. Une première activité a consisté à documenter la genèse du méga-projet de "*water grid*" Thaïlandais, d'en montrer les incohérences techniques, économiques et environnementales et les dimensions politiques [7;76;103]; et à retracer l'histoire des politiques de l'eau dans la partie Thaïlandaise du bassin du Mékong [73;75], puis dans l'ensemble du bassin (en cours).

La question du développement de l'hydro-électricité dans le bassin du Mékong, et des ses impacts sur les pêcheries, est l'objet de la **thèse de Rachel Cooper** (University of Newcastle), qui vient de commencer et que je co-dirige. Dans le cadre de ce projet, je suis également l'éditeur principal d'un volume portant sur le développement du bassin du Mékong qui sera publié en 2008 par EarthScan [42], alors que les débats sur la construction de barrages dans ce bassin sont récemment revenus sur le devant de la scène.

Politique de l'eau

Les politiques de l'eau forment bien sûr le cadre formel dans lequel s'inscrivent les trajectoires de bassin. Bien que de nombreux phénomènes locaux influençant cette trajectoire soient largement indépendants des politiques officielles, il faut non seulement les prendre en compte mais aussi utiliser les connaissances acquises sur chaque bassin particulier pour discuter, critiquer, les propositions de politique de l'eau qui sont faites. Mon intérêt s'est porté sur la formulation des politiques dans les pays du Mékong, sur l'influence et la vie sociale et politique des idées qui les sous-tendent. Comme indiqué plus haut, les études de cas portent sur l'introduction de la GIRE et de la gestion par bassin au Vietnam, au Laos, et en Thaïlande, sous très forte influence extérieure. Au Cambodge, la question de la mise en valeur des ressources en eau, notamment du développement de l'irrigation, est au centre des préoccupations du gouvernement. La définition des ces politiques et l'étude du cas de la gestion participative des périmètres irrigués est l'objet, après le travail exploratoire de Master

de **Julienne Roux**, de la thèse initiée par **Sébastien Balmisse** et que je co-dirige (ADR Sibaghe).

6 PERSPECTIVES ET PROJETS

Mon projet scientifique pour les années à venir est en ligne directe des activités décrites ci-dessus. Il consistera, d'une part, à mobiliser mes connaissances sur le fonctionnement physique des hydrosystèmes 'systèmes irrigués' et 'bassins hydrographiques' pour mieux évaluer les modes de gestion et les politiques de l'eau proposées; et, d'autre part, à travailler sur la définition des modes de gouvernance appropriés à chaque hydrosystème et à chaque contexte.

Une autre composante, plus théorique, de ma réflexion s'inscrira dans le courant de géographie de la *political ecology*³, qui désigne un courant de pensée –largement anglo-saxon et scandinave- qui est né de la convergence de l'écologie culturelle des années 70, de l'économie politique, et des courants environnementalistes et de justice sociale.

En bref l'écologie politique étudie comment les relations de pouvoir et les modes de gouvernance qui en résultent produisent certaines configurations d'accès aux ressources et certaines dynamiques environnementales; comment les coûts, les bénéfices, et les risques associés à ces dynamiques se distribuent spatialement et socialement; et comment, en retour, les impacts environnementaux influent sur la société, ses perceptions, ses valeurs, et sa structure sociale. La problématique de la gestion de l'eau, et plus particulièrement celle de la gestion par bassin, se prête tout particulièrement à une approche d'écologie politique de par la nature du cycle hydrologique. En effet, ce qui caractérise les problèmes de gestion des ressources en eau est l'interdépendance entre les usagers d'une même ressource ou d'un même bassin. Comme noté plus haut, contrairement à d'autres ressources, par exemple la terre ou les forêts, qui sont relativement statiques et qui induisent moins d'interdépendance entre acteurs, l'eau est un fluide capricieux, parfois invisible, souvent imprévisible, et toujours fluctuant qui met en relation les usagers: plus la pression sur la ressource est grande, c'est-à-dire plus le taux de prélèvement du volume d'eau renouvelable est élevé, plus les interconnexions et l'interdépendance entre les usagers, et entre les écosystèmes, seront importantes. Concrètement, cela signifie que toute intervention en un point donné du bassin versant aura tendance à altérer le régime hydrologique - que ce soit en termes de quantité, qualité, charge en sédiment ou en polluants, ou en termes de distribution dans le temps-; cette altération représente en général une externalité imposée à d'autres usagers situés dans d'autres parties du bassin versant.

Dans cette optique la gestion de l'eau est donc d'abord définie par la distribution du pouvoir de décision au sein de la société. Ce pouvoir de décision s'exprime à deux niveaux : il s'agit tout d'abord du pouvoir de décision concernant la construction d'ouvrages (barrages, canaux, station de pompage, digue de protection, périmètres irrigués, etc.), qui vont modifier, souvent radicalement, le régime hydrologique et le waterscape. Pour un niveau d'anthropisation donné, il s'agit, d'autre part, du pouvoir de décision quant à l'allocation, la distribution ou

³ qu'on traduira ici –improprement- par "écologie politique", bien qu'en français ce terme renvoie à un courant de pensée politique qui nourrit les partis "verts" (c'est le titre de l'un des ouvrages d'Alain Lipietz).

l'épuration des ressources en eau mobilisées, notamment en cas de pénurie ou de contamination.

Une partie du courant de l'écologie politique accorde une attention particulière à l'analyse de discours, à la rhétorique de la justification, à l'articulation entre les types de savoirs mobilisés, les intérêts et les idéologies caractérisant les différents acteurs. Dans le domaine de l'eau, cette dimension est tout à fait essentielle. En effet les différents usages économiques de l'eau mais aussi ses différentes dimensions esthétiques, culturelles ou religieuses, ainsi que son lien étroit avec le fonctionnement des écosystèmes, impliquent des débats et des confrontations d'idées et d'intérêts souvent difficiles à réconcilier. Le pouvoir discursif comprend la capacité de définir les termes du débat et les options possibles, et les catégories de population (sociales, ethniques, etc) qui peuvent y participer; et la capacité de mobiliser des justifications et des catégories de savoir relevant de la science établie, discréditant ainsi les savoirs locaux jugés anecdotiques ou non scientifiques. L'analyse et la déconstruction de discours sont des outils très importants dans les phases de changement de politiques publiques (délégation de gestion, privatisation, outils économiques et tarifaires, etc.), lors des débats où sont justifiés certains types de projets (barrages, transferts entre bassins, etc.), souvent présentés comme l'unique solution possible, ou en temps de crise ou de pénurie, quand il s'agit de définir la cause des problèmes, de "répartir la pénurie", et de proposer des solutions.

Pour comprendre la gestion de l'eau à l'échelle d'un bassin, il faut donc comprendre le faisceau d'intérêts et de stratégies qui ont conduit à une anthropisation du milieu, une modification du paysage et une artificialisation du régime hydrologique particulières. Il faut pouvoir également estimer la vulnérabilité d'un bassin, définie par son régime hydrologique, la modification de ce régime en conditions de fermeture du bassin, mais aussi par le type d'artificialisation et les règles de gestion existants. Enfin, il faut pouvoir identifier la distribution sociale des bénéfiques, des coûts et des risques, les discours et la rhétorique qui justifient cette distribution, et estimer si les modes de gouvernance en place permettent (ou pas) une évolution dans le sens d'une plus grande équité et/ou d'une plus grande durabilité environnementale; et comment, le cas échéant, ceux-ci peuvent être modifiés.

Mon projet d'ouvrage en cours sur une écologie politique de la mise en valeur et de la gestion des ressources en eau dans un contexte de bassin versant, poursuit une réflexion que j'ai déjà ébauchée dans deux articles [11;13]. Quatre axes principaux pourront être explorés:

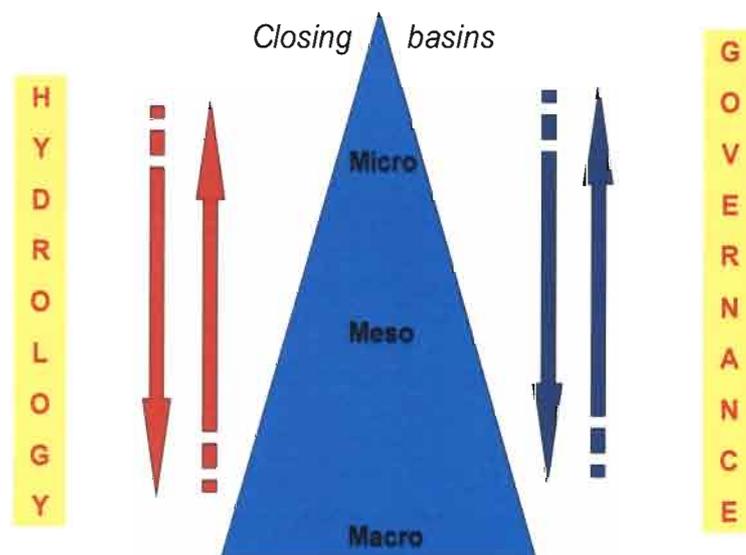
Un premier axe développera l'étude historique déjà réalisée sur l'émergence du concept de bassin versant et les différents paradigmes auxquels il a été associé au cours du temps [69]. On montre ainsi qu'au-delà de sa définition physique et "naturalisante", ce concept est aussi un construit social et qu'il a été mobilisé à différentes époques par divers groupes d'intérêt politiques ou professionnels. Cette partie abordera aussi la question de la formation des politiques publiques, en particulier celles prônant la gestion intégrée de l'eau par bassin.

Un deuxième axe se penchera sur les dynamiques d'anthropisation des bassins versants et développera en particulier les concepts de fermeture de bassin et de sur-exploitation, que j'ai déjà explorés dans de récentes publications [5;15;56;99] Il s'agit de montrer comment la convergence d'intérêts de puissants groupes d'intérêts (agences bureaucratique, politiciens locaux et nationaux, bureaux d'études et entreprises de construction, banques de développement) tend à conduire à un sur-équipement des bassins versants et à une capacité d'usage supérieur à l'offre, et donc à générer artificiellement une rareté de l'eau. Cette rareté, ponctuée par des crises récurrentes, devient le moteur et la justification d'une mobilisation

toujours accrue des ressources en eau, notamment par le recours à la surexploitation des nappes ou aux transferts entre bassins. La littérature théorique et empirique sur l'aménagement du territoire (*planning theory*), en particulier sur les mégaprojets, et sur la formation des groupes d'intérêt autour des projets de barrage ou de périmètres irrigués, constitue un apport utile.

Un troisième axe abordera la question de la gestion proprement dite d'un bassin, à un point donné de sa 'trajectoire' historique. Il s'agit de comprendre comment gérer les interdépendances spatiales croissantes entre usagers d'un même bassin, et comment contrôler les externalités générées par ces usagers, les interactions entre échelles, et les dégradations environnementales. Il s'agit également, surtout dans une situation de rareté, d'allouer l'eau entre les usagers et les secteurs économiques. La gestion des barrages montre toujours une tension entre la maximisation de l'utilisation de l'eau à court terme, souvent demandé par les politiciens locaux, et le maintien d'une marge de sécurité pour la gestion inter-annuelle du risque. Les questions d'allocation sont complexes, avec des paradigmes qui promeuvent la gestion par le haut (l'état), par le bas (les usagers), ou par le marché et annoncent des priorités souvent antagonistes (efficacité, équité et durabilité environnementale).

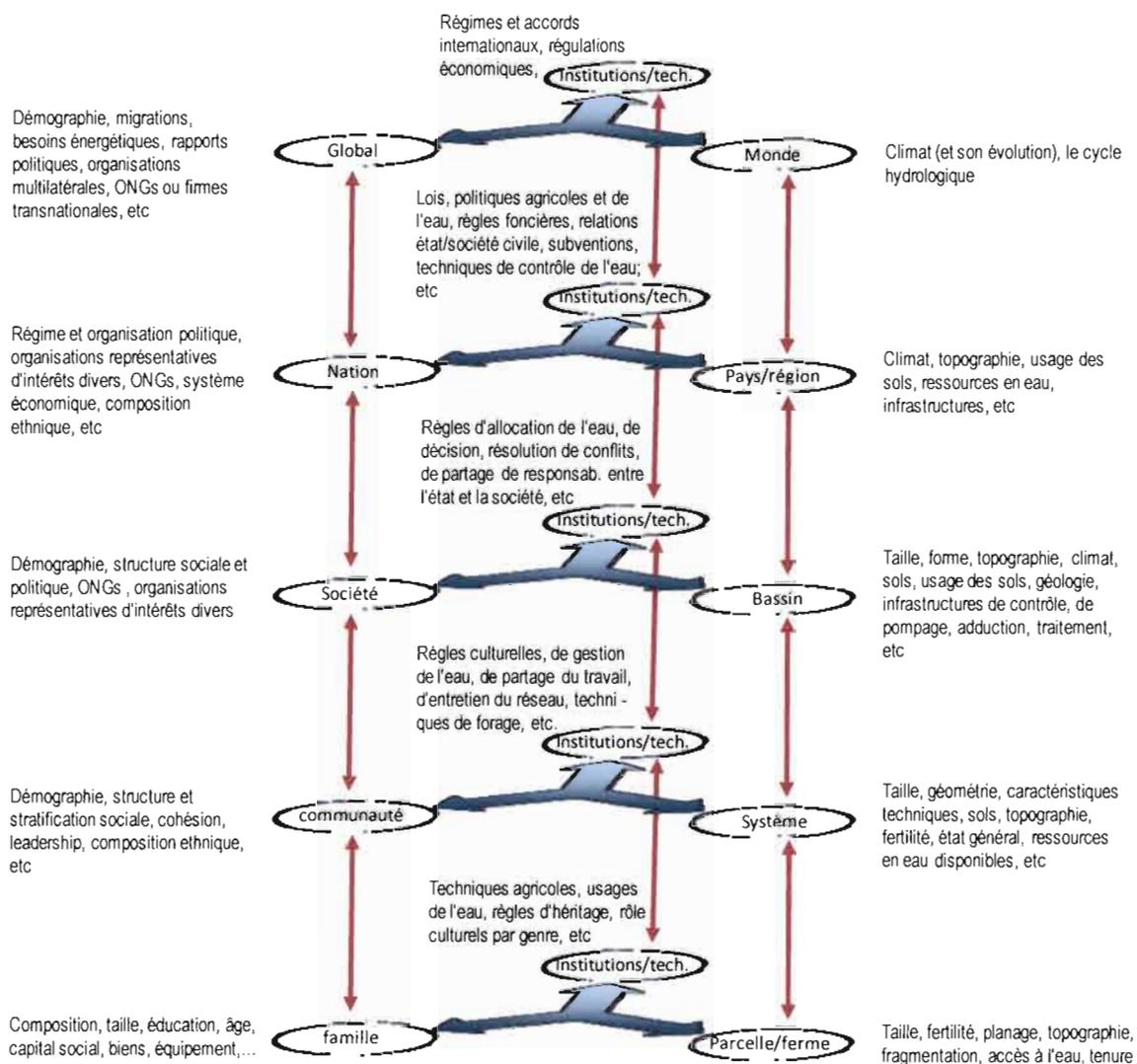
Un quatrième axe abordera enfin les questions de gouvernance de bassin versant, avec une typologie des organisations et agences de bassin que l'on trouve dans le monde. Il s'agira en particulier de montrer comment promouvoir des modes de gouvernance polycentriques, délibératifs, ou patrimoniaux, comment mettre la question environnementale au cœur de la gestion, et comment favoriser une meilleure équité dans la gestion des ressources. *Plus généralement, il s'agit de gérer les emboîtements d'échelle propres au cycle hydrologique (anthropisé) d'un bassin versant par des structures de gouvernance multi-niveaux qui puissent prendre en compte ces différentes échelles ainsi que les interactions inter-scalaires.*



La question de la gestion des interactions scalaires me semble être le principal défi à une représentation systémique des relations société/ressources en eau. C'est ce thème que je voudrais explorer plus avant, sur le long terme. On peut, dans un premier temps, distinguer cinq niveaux emboîtés associant acteurs et waterscapes: le premier niveau est celui de la famille, ou du ménage, qui poursuit un certain nombre d'activités agricoles (et autres)

centrées, dans le cas particulier qui nous intéresse, sur l'agriculture irriguée. Cet usager et ses parcelles forment une partie de l'échelon supérieur constitué du système irrigué et de la société locale associé à ce système, qui comprend tous les usagers directs ou indirects de l'eau mais aussi ceux qui dépendent de l'activité agricole du périmètre, les agences de l'eau, les autres agences étatiques concernées, les politiciens et les bureaucraties locales, les associations locales et les ONGs, etc. Ce deuxième niveau est lui-même inclus dans un troisième niveau supérieur constitué par le bassin versant. La société vivant dans le bassin (ou dépendant de celui-ci) est généralement diverse et comprend des usagers agricoles, des usagers non-agricoles, les différents organismes impliqués dans la gestion du bassin, toutes les agences et les administrations représentant les différentes unités administratives qui recoupent ce bassin, etc. Le bassin fait partie d'un quatrième niveau, plus large, celui du pays ou de la région. A ce niveau, il peut exister des transferts d'eau entre bassins et la société est forcément plus diverse et complexe. Enfin au niveau global on trouve des organisations internationales, comme la Banque Mondiale ou les grandes O.N.G. environnementales, un certain nombre d'accords, de régulations et de régimes internationaux, et un environnement global de plus en plus modifié par le changement climatique. A chaque niveau l'entité humaine interagit avec son *waterscape* à travers des techniques et des institutions. Selon les cas, on peut être amené à définir d'autres échelles intermédiaires, comme celle du sous-bassin, ou du bassin international, quand celui-ci recoupe plusieurs pays.

La relation hiérarchique entre les niveaux est relativement robuste en ce qui concerne le cycle hydrologique du bassin (un usager de l'eau dans un système est forcément étroitement dépendant du fonctionnement de ce système lui-même et de la relation de ce système avec le bassin dans lequel il se trouve). En revanche cet emboîtement de relations scalaires est beaucoup moins net pour le système social. La difficulté à décrire les interactions entre niveaux vient du fait qu'il existe de nombreuses interactions qui présentent des sauts d'échelle: la prise de décision au niveau familial, par exemple, a de nombreux déterminants qui se trouvent à des échelles éloignées : le revenu familial peut dépendre de l'activité de membres lointains ; le système de prix des intrants et des produits agricoles est également souvent déterminé à des échelles nationales ou internationales ; les politiques publiques définies au niveau de l'État (tarification de l'eau ou droits d'eau) ont un impact local direct ; des flux immatériels en termes d'idées ou d'idéologies (e.g. influence d'ONGs environnementalistes, nationales ou internationales) peuvent aussi avoir une grande importance.



Les "sociétés" concernées par, ou influençant, un niveau donné comprennent souvent des coalitions, des réseaux, des communautés épistémiques, etc, qui sont très clairement trans-scalaires. Comme indiqué plus haut, un projet d'infrastructures peut –par exemple- mobiliser des politiciens locaux, des bureaucrates au niveau central, des entreprises ou des ONGs étrangères, et des organismes multilatéraux comme la Banque Mondiale.

Il s'agit donc, dans ce projet scientifique, de combiner la compréhension hydrologique du fonctionnement des bassins versants et des interactions induites entre usages et usagers, d'une part, avec les théories de la planification et de l'aménagement du territoire, et la littérature sur la gouvernance des ressources naturelles. Cet effort de théorisation et de présentation d'un cadre générique des 'trajectoires de bassin' sera illustré par les nombreux études de cas sur lesquels j'ai directement travaillé ou recueilli de l'information.

Ce projet, à l'image des thèses en cours sur les bassins de la Krishna et de la Chi-Mun, permettra d'associer des doctorants qui contribueront à l'accumulation de connaissances sur les trajectoires de bassin en réalisant des études de cas dans différents pays. En parallèle, je prévois d'encadrer des thèses sur la question de la formation et de la mise en œuvre des

politiques de l'eau, sur le modèle de la thèse initiée par **Sébastien Balmisse** au Cambodge, ainsi que sur la gouvernance des mégaprojets hydrauliques, notamment les projets de transfert inter-bassins à grande échelle: après mon étude sur le projet du *water grid* thaïlandais je vais encadrer un étudiant en Master sur le projet de transfert des eaux du São Francisco au Brésil [**Quentin Rouveyrolles**].

J'entends également continuer un travail sur la gestion des systèmes irrigués, notamment sur le thème de la gestion participative et du transfert de gestion aux usagers. Ces thèmes ouvrent également de larges perspectives de projets de Master ou de doctorat.

Plusieurs activités de production scientifique sont déjà programmées dans le cadre de ce projet: la publication d'un ouvrage sur les 'trajectoires' de bassin hydrographiques [*River Basins: Trajectories, Societies, Environments*], cet ouvrage en cours d'édition réunira une dizaine d'études de cas de mise en valeur de grands bassins versants dans le monde; la rédaction d'un ouvrage sur *l'écologie politique de la mise en valeur et la gestion des bassins versants*; et la rédaction d'une synthèse historique sur *l'Histoire du bassin du Chao Phraya*.

Projet de participation à la formation universitaire

Je me suis investi, en 2007, dans le montage d'un parcours de Master 2 sur l'eau au sein du nouveau Master *Innovation et Développement des Territoires Ruraux* (IDTR) commun à SupAgro, l'université de Montpellier 3 et l'IAMM. Cette initiative doit être consolidée sur les trois années restant du quadriennal. Elle implique un gros travail en termes de définition de l'architecture globale de l'enseignement, du choix des intervenants, de la préparation des cours que j'assure moi-même (25 heures pour cette première année), d'évaluation des étudiants et d'encadrement des stages.

Le module sur les politiques de l'eau est mutualisé avec un autre master de géographie (GERALD) de Montpellier 3. Un autre module sur la gestion intégrée des ressources en eau et la gestion par bassin est mutualisé avec le Master GERE de Montpellier 2. Ces mutualisations montrent l'intérêt et la nécessité d'hybrider les formations sur l'eau, en donnant aux hydrologues des notions sur les questions de société posées par l'eau, et aux géographes des notions d'hydrologie (par exemple sur le fonctionnement des nappes ou sur les conséquences, en termes de gestion, de la nature stochastique du régime hydrologique).

Au cours de l'année qui vient je participerai également au Projet GovAgua: *Contribution à l'élaboration d'un programme de formation commun sur la gestion intégrée de l'eau*, niveau Master (ENGREF, Université de Cochabamba, Bolivie; Chili; Université de Campinas, Brésil) sur la Gestion Intégrée des Ressource en Eau. Ce projet consiste à créer un contenu de cours commun à tous les établissements concernés.

Je continuerai également mes contributions aux formations suivantes:

Cours du module UMBGE331 «Ethnoécologie et environnement» organisé par le Master BGAE (Montpellier II). Introduction à une écologie politique de la gestion des bassins versants.

Cours au CNEARC, Montpellier

Formation Gestion Sociale de l'Eau (gestion de bassin versants; outils économiques pour la gestion de l'eau, formation des politiques publiques)

Cours à l'Université de Clermont-Ferrand (CERDI)

Master d'économie du développement

Autre projet de diffusion des connaissances: Mon implication depuis une quinzaine d'années dans de nombreux groupes et réseaux développant des approches alternatives et critiques et mettant en exergue la dimension politique de la gestion des ressources en eau, m'a conduit à identifier le besoin exprimé par ces groupes d'un espace où ces approches puissent s'exprimer et toucher un public large, depuis le chercheur ou l'étudiant jusqu'aux décideurs. En m'associant à deux collègues (Ruth Meinzen-Dick, de l'International Food Policy Research Institute, et Peter Mollinga, ZEF et Université de Wageningen) j'ai monté un projet de journal scientifique électronique, *Water Alternatives*, dont le premier numéro sortira en Juin 2008 (le site internet est déjà 'actif': www.water-alternatives.org).

Molle François

Interactions eau-société et emboîtement d'échelles

Montpellier : UM2, 2008, 53 p. multigr. Mém.

HDR.Habilitation à Diriger des Recherches, Univ. de
Montpellier 2. 2008.