

Ecole Doctorale GAIA

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Processus et gestion des transferts d'eau et de matières
du bassin versant à l'agro-écosystème :
écohydrologie et ingénierie écologique

Didier Orange

Chargé de Recherche, Institut de Recherche pour le Développement



A Jean-Yves Gac,
*chercheur ORSTOM passionné
qui m'a ouvert les voies de la recherche*

A Manon et Gabriel,
*mes deux premiers petits-enfants,
pour un futur solidaire et mutualisé*

A Chris et mes 3 enfants,
mes soutiens majeurs

Résumé

Le récent développement du concept de Services Ecosystémiques a largement contribué à améliorer notre compréhension du rôle de l'environnement naturel dans le développement des sociétés humaines. La notion de gestion intégrée des ressources naturelles (IWRM) s'est imposée et a été dépassée par le nexus Eau-Energie-Sol-Nourriture (WELF). Aussi au-delà de la notion de bassin versant de l'hydrologue, la notion d'écosystème de l'écologiste s'est imposée. Aujourd'hui il est évident pour tous que l'étude des conditions environnementales (physiques, hydrologiques, chimiques, biogéochimiques et biologiques) associée aux forçages climatiques et anthropiques constitue un axe majeur de recherche pluridisciplinaire nécessaire pour une gestion éco-responsable de nos ressources naturelles. Dans ce sens, l'objectif général de mon itinéraire scientifique a été de **comprendre, quantifier et modéliser la dynamique du transfert des flux d'eau, de nutriments et de carbone dans les agro-écosystèmes** en fonction de perturbations climatiques et anthropiques, dans un aller-retour permanent entre échelles locales et échelles régionales. Les mots clés sont : **Hydrologie, Ecohydrologie, Erosion, Biogéochimie, Agroécologie, Ingénierie écologique et Gestion de bassins versants.**

Mes travaux de recherche ont montré que les transferts d'eau et de matières dans les rivières étaient fortement impactés en quantité et qualité par un nombre important et divers de facteurs, autochtones et allochtones. La qualité du sol et de son couvert végétal, la distribution spatiale des pluies et de leur intensité au cours de l'année en fonction des calendriers culturels ont un impact majeur. Mais mes travaux montrent que la pratique agricole, voire la politique agricole, peut avoir un impact encore supérieur. Il est donc primordial d'approcher la gestion des ressources naturelles dans un ensemble d'échelles de temps et d'espace emboîtées, du local au régional, dans une approche holistique en relation directe avec les problématiques de production de l'agriculteur et d'aménagement du territoire du décideur régional. Aussi mes résultats de recherche peuvent se résumer autour de 3 axes :

- (1) Les perturbations climatiques et les usages anthropiques agricoles influencent directement les transferts d'eau et de matières en quantité et qualité, à toutes les échelles ;
- (2) La modélisation distribuée à base écohydrologique des services écosystémiques rendus au sein du bassin versant permet de dégager les principes généraux d'évolution des agro-écosystèmes les constituant ;
- (3) Il convient de placer les défis sociaux comme moteur de l'innovation et les technologies comme moyens de l'innovation, les actions incitatives (économiques ou non) pouvant être mobilisées pour apporter l'information nécessaire (i.e. de l'énergie au système) afin de connecter les parties prenantes pour une bonne gouvernance.

En effet, il n'est pas possible de dégager les principes généraux de l'évolution des écosystèmes à partir de leurs seuls constituants fonctionnels, les règles de décision des acteurs locaux et les perturbations venant de l'environnement sont des contraintes majeures qu'il faut associer. Aussi la gestion des transferts d'eau et de matières doit être multifactorielle et multi-échelle, de l'agro-écosystème au bassin versant, localisée et en réponse à un questionnement précis : quels services écosystémiques je privilégie ? Selon quelle séquence ? Inévitablement, la complexité accrue de la gestion des écosystèmes liée à la pression sur la ressource se traduira par des compromis, répondant obligatoirement à des contraintes sociales et environnementales.

Comprendre, dans le respect mutuel des acteurs, les interactions complexes entre systèmes écologiques (concernant spécifiquement l'utilisation des sols et des eaux) et systèmes socio-économiques contraignant les décisions individuelles locales et régionales reste assurément un défi majeur de l'écohydrologie.

Table des matières

Préambule & Remerciements.....	9
Ma carrière	13
A. Partie administrative.....	19
1. Curriculum vitae.....	19
2. Etapes principales, activités et responsabilités	19
3. Publications	22
3.1. Articles dans des revues à comité de lecture.....	22
3.2. Articles dans des revues non ISI.....	26
3.3. Ouvrages et chapitres d'ouvrage	26
3.4. Réponses à appels d'offre	30
3.5. Expertises et Contrats	32
4. Communications de presse, Médias audiovisuels, Vulgarisation.....	36
4.1. Grande presse	36
4.2. Produits audiovisuels	36
4.3. Forum publics.....	36
4.4. Journaux publics, Vulgarisation.....	36
4.5. Réseaux d'information	37
4.6. Brevet.....	37
5. Communications à colloques	37
5.1. Conférencier invité.....	37
5.2. Communications avec actes.....	38
5.3. Communications sans actes.....	45
5.4. Posters	49
5.5. Non peer-reviewed, non published	51
5.6. Organization of seminars, conferences and round-tables	52
6. Encadrement d'étudiants et formation.....	53
6.1. Encadrement de doctorants	53
6.2. Encadrement de stages.....	54
6.3. Enseignement	60
6.4. Ecoles de formation	61
6.5. Jurys	61
7. Animation de la recherche	63
7.1. Portage de projets.....	63
7.2. Animation d'équipes de recherche	64
7.3. Organisation de colloques.....	64
7.4. Participations à réseaux scientifiques.....	65
B. Synthèse des recherches : Processus et gestion des transferts d'eau et de matières dans les agro-écosystèmes tropicaux	67
1. Introduction	67
2. Choix des sites, échelles d'étude et projets de recherche	74
3. De l'intérêt de l'étude hydrologique des grands bassins versants	76
3.1. Hydrologie et qualité des flux : géodynamique des paysages, apports atmosphériques et flux de carbone.....	76
3.2. Hydrologie et changement climatique : changement des relations pluies/débits	77
3.3. Hydrologie et grands barrages : érosion et politiques d'aménagement.....	77
3.4. Hydrologie et politiques agricoles : question d'échelle ?	79
4. Pratiques agricoles, flux d'eau et de matières dans le petit bassin versant	81
4.1. Erosion et changements d'usage : dans le petit bassin versant.....	82

4.2.	Erosion et changement d'usage : dans la parcelle	83
4.3.	Erosion et espèces végétales	84
4.4.	Le rôle de la « forêt plantée » dans la dynamique des écoulements	84
4.5.	Modélisation hydrologique PLER : changement d'usage des sols et changement climatique en question	85
4.6.	Lessivage et flux de macronutriments	87
4.7.	Impact du ruissellement et de l'érosion sur pentes sur la qualité des eaux des lacs de bas-fonds	87
4.8.	Flux de macronutriments à l'échelle du grand bassin versant : rôle des usages anthropiques ?	88
5.	Gestion des ressources en question : entre écohydrologie et Ingénierie écologique	90
5.1.	De l'eau moteur de ressources à la gestion réglementée : un paradoxe.....	91
5.2.	GIHREX, MIDIN, CERDIN et EIDES-DIN : une recherche concrète pour une gestion réelle des ressources dans un observatoire	92
5.3.	Différents intérêts mais des attentes communes	96
5.4.	PES and incentives	97
5.5.	CLEAN-BIODIG : micro-financement et surveillance environnementale couplée	101
5.6.	Conclusion : Ecohydrologie et ingénierie écologique	101
C.	Projet de recherche : Modélisation écohydrologique des agro-écosystèmes tropicaux : du local au grand bassin versant	105
	Action 1 : Les flux d'azote et SE versus climat et topographie, dans l'agro-écosystème ?	109
	Action 2 : Les flux d'azote et SE dans le grand bassin versant ?	110
	Action 3 : Objets technologiques et gestion de la fertilité	111
	Action 4 : Objets technologiques et épuration des eaux	112
D.	Conclusion générale	115
E.	Références citées.....	119
F.	Tirés à part d'articles	131
G.	Annexes.....	133

NB pour la lecture du texte:

* Sont soulignés le nom des étudiants que j'ai encadré.

** Sont soulignées les publications dont je suis co-auteur.

Préambule & Remerciements

Enfin ! C'est fait !

J'ai l'impression d'avoir parlé de cette HDR tant de fois ! A mes collègues, mes partenaires, en famille, ... partout ! Durant ces 10 dernières années, elle aura toujours meublé mes pensées, il y avait toujours un dossier HDR à proximité. Mais toujours, j'avais cette impression de travail inachevé qui m'empêchait d'aller au bout. Une voix intérieure me soufflait que le travail n'était pas fini. Je n'étais pas prêt ! Mais je n'avais pas fini quoi ?

C'est en finissant d'écrire ce mémoire que j'ai compris. Au fond de moi, je voulais un document qui puisse résumer pas seulement ma démarche scientifique, mais qui puisse témoigner de mon engagement pris à mon retour de Centrafrique. A l'époque, hydrologue des grands bassins fluviaux, je voulais replacer les activités humaines au sein de ces grands ensembles hydrographiques. J'étais convaincu de l'intérêt des approches pluri-, multi-, inter-disciplinaires. Je m'en étais expliqué avec Jean-Marie Fritsch (que je salue ici), directeur du Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM à Montpellier. Il m'avait répondu : « *Attention Didier, ce sera un chemin difficile ! Sortir de sa discipline est compliqué.* » Mais mon choix était fait.

Bertrand Fritz (que je salue ici également), chercheur CNRS, directeur du CGS (Centre de Géochimie de la Surface) à Strasbourg, où j'ai rédigé et soutenu ma thèse, disait lors d'un discours de présentation de mes travaux que les flux de matières fluviaux mesuraient la pulsion de vie de nos continents. Je voulais aller plus loin, me confronter à la décision et stratégie humaine. Ce fut un long chemin, les chemins de vie étant rarement linéaires !

Ainsi les hommes et les femmes du Delta Intérieur du Niger, les agriculteurs du Nord Vietnam m'auront aidé à structurer ma pensée scientifique entre érosion et bilans de l'eau, flux de carbone et flux de nutriments, usages de l'eau et usages des sols, modélisation hydrologique et modélisation des usages, pour aboutir aujourd'hui à l'écohydrologie et l'ingénierie écologique dans un tout qui associe agro-écosystème et bassin versant.

Rien n'eut été possible sans eux, sans ces hommes et femmes de terrain, ces agriculteurs que j'ai eu la chance de pouvoir cotoyer si longtemps. Je les remercie du fond du cœur. Tout au long de ma vie de chercheur, passée, présente et future, ils m'accompagnent et m'accompagneront au moins en pensée. J'aime à citer ici quelques-uns, quelques-unes d'entre eux dans un ordre chronologique des rencontres, mais sans être exhaustif : au Sénégal, Lamine le laborantin des matières en suspension du centre Orstom ; en Centrafrique, Monsieur Roman exploitant de café sur les bords de l'Uélé près de Bangassou, David Debondji hydrologue Orstom sur l'Oubangui ; au Mali, Mamadou Komou le Maître des eaux de la plaine du Wallado, Abdoulaye Haïdara le Maire de Saraféré, Cheikna Diarra le préleveur d'eau et le releveur de poussières de Aka, Djidou « mon chamelier » de Tombouctou, Mme Batili Touré Présidente de l'association de la commune de Youwarou (et que tous les agents IRD du Centre IRD de Montpellier connaissent puisqu'elle trône fièrement dans la salle de réunion depuis plus de 15 ans !) ; au Vietnam, Ông Thao qui m'accueillit dans le village de Dong Cao en 2001 jusqu'à partager son lit avec moi durant des mois et des mois, Bác Phu mon frère mangeur de tortue et buveur de rượu (lire zio), Dì Bon son épouse et agricultrice toujours prête à innover, Em Thiep, et tant d'autres encore...

Bien sûr, dans ce temps des remerciements, mes pensées vont aussi vers mes seniors qui m'ont initié puis formé. Une pensée particulière pour François Lelong qui m'a enseigné l'hydrogéologie à Orléans, puis aux deux amis inconditionnels qu'étaient Jean-Yves Gac et Yves Tardy. C'est Jean-Yves Gac qui a su me transmettre sa passion de l'hydrologie des fleuves et des transformations géochimiques de

l'amont vers l'aval. Le Professeur Yves Tardy m'a fait confiance à Strasbourg pour me proposer ce sujet de thèse dont, d'une part, je ne comprenais pas la signification, et dont, d'autre part, je n'avais aucune idée du lieu géographique : *Hydroclimatologie du Fouta Djallon* !!!!! Merci à vous deux pour m'avoir ouvert les portes de la recherche...

Associé à ma thèse, je remercie avec force et affection Jean-Luc et Anne Probst. Ils ont été à Strasbourg à la fois des guides et conseillers scientifiques, mais aussi des amis pleins d'écoute et d'encouragement. Je suis heureux aujourd'hui de les retrouver à Toulouse dans certaines de mes activités de recherche.

La thèse en poche, encore faut-il être recruté ? Je remercie Jean-Claude Olivry pour m'avoir soutenu et guidé pour préparer mon concours d'entrée à l'ORSTOM. Je me souviens encore de ce jour de concours à Paris, rue La Fayette, en mai 1992, où j'ai eu l'impression de jouer ma vie à la roulette. Merci Jean-Claude pour m'avoir ouvert les portes de l'Afrique Centrale puis de l'Afrique de l'Ouest via les projets PEGI puis EQUANIS.

Je suis heureux ici de saluer mes collègues et amis qui ont partagé avec moi les passions du terrain, de l'expérimentation et des discussions sans fins sur les pourquoi et les comment de nos questionnements scientifiques. D'abord mes premiers compagnons et « frères d'armes » car étudiants ensemble, Gil Mahé et Alain Laraque. Puis, encore une fois sans être exhaustif et en m'excusant d'avance pour toutes personnes oubliées, j'aime nommer mes collègues de l'IRD que sont : Jean-Pierre Bricquet, Pierre Morand, Marcel Kuper, Yveline Poncet, Robert Arfi, Bertrand Marieu, Pascal Podwojewski, Pascal Jouquet, Jean-Louis Janeau... Et aussi mes partenaires du Sud comme on dit : Alioune Kane (le premier !), Honoré Dacosta, Luc Sigha (mon frère et exemple), Bamba Fatogoma, Clément Feizouré, Tran Duc Toan, Prof. Thai Phien, Pham Quang Ha, Pham Van Cu, Nguyen Van Bo, Trinh Anh Duc, Le Thi Phuong Quynh, Duong Thi Thuy, Tran Minh Tien, Mai Van Trinh, Tran Thi Nhu Trang... Et ces jeunes que j'ai formé et qui sont aujourd'hui des collègues, comme Cyriaque Nguimalet, Drissa Diallo, Floriane Clément, Luu Thi Nguyet Minh, Nguyen Van Thiet, Do Duy Phai, Pham Van Rinh... Vous avez tous contribué à une ou plusieurs briques de cette HDR. Merci pour ces temps passés ensemble et pour vos contributions.

Je dois faire une mention particulière pour Christian Valentin, qui m'a ouvert les portes des sciences du sol et de l'agronomie. Sans Christian, je n'aurais sûrement pas pu accomplir cette envie d'une recherche pluridisciplinaire au sein des agro-écosystèmes. Merci Christian pour avoir permis cela, m'avoir soutenu pendant les nombreuses années d'implémentation au Vietnam du projet MSEC devenu un réseau d'observation de plus de 15 ans. Une gageure quasi impossible à notre époque des temps courts ! Bravo et Merci !!!

J'ai le plaisir aussi de remercier Pascal Kosuth qui aura permis la réalisation du projet GIHREX sur le Delta Intérieur du Niger. Ce projet fut le vrai départ de ma carrière scientifique. Et enfin, je fais un clin d'œil pour Patrice Cayré avec qui je partage la passion de la peinture vietnamienne...

A côté des chercheurs, ingénieurs et techniciens, il y a aussi tout le personnel d'aide à l'accomplissement de nos actions de recherche. Tout ce « petit monde » est d'une importance capitale, souvent oublié car pas cité. Cela est d'autant plus vrai dans une carrière de chercheur à l'IRD car en expatriation nous sommes amenés à travailler avec ce que nous appelons « le personnel local ». Ce sont ces personnes sans qui l'IRD ne pourrait exister. Merci à vous tous qui avez répondu à mes questions, mes attentes et demandes, qui avez permis aussi à ma famille de se sentir en confiance dans vos pays aussi différents que sont le Sénégal, la RCA, le Mali et le Vietnam. Mille mercis chaleureux et plein d'affection.

Permettez moi de citer au premier rang d'entre eux, Kaye Koumaré, pinassier ORSTOM à Bamako. Il était Bozo, connaissait le Fleuve et le Delta comme pas un ! Décédé pendant mon séjour à Bamako, il me manque toujours !

Je pense aussi à Fil de Fer « chauffeur ORSTOM » (un métier en soit !) et traducteur de tous les dialectes d'Afrique de l'Ouest, à Lamine Sagna le jeune devenu vieux (nous avons le même âge ! Et nous nous retrouvons dans le LMI IESOL !), David Debondji hydrologue accompli et qui continue à

relever le niveau des eaux de l'Oubangui malgré les guerres incessantes depuis 20 ans, Kankan ma secrétaire GIHREX (et notre maman à tous !), Arber hydrologue exceptionnel et ami (il m'aura sauvé la vie aux portes de Taoudenit !), Tham et Van respectivement secrétaire et régisseur de la Représentation IRD à Hanoi (d'une amitié indéfectible ! Et collègues depuis plus de 10 ans !), Lien secrétaire du Master WEO à l'USTH toujours dévouée et disponible, ...

Enfin, je veux conclure ces souvenirs de vie et remerciements par mes rencontres les plus récentes. Ce sont aussi ces rencontres qui bouclent mon cheminement scientifique entrepris il y a 20 ans.

Je veux parler ici de Dominique Laffly, Professeur en Géographie sociale dans l'UMR GEODE (Toulouse). Merci Dominique pour m'avoir ouvert les portes de la Géographie en acceptant de co-cadrer avec moi une thèse mixant modélisation hydrologique de l'érosion et modélisation sociospatiale.

Je pense aussi à Magali Gérino, Professeur en Ingénierie écologique dans l'UMR ECOLAB (Toulouse). C'est Magali qui m'a contacté pour coordonner ensemble l'Unité d'Enseignement « *Ecological Engineering* » de l'USTH à Hanoi, en 2011 ! Nous avons tant fait de choses ensemble depuis. Merci Magali pour m'avoir ouvert les portes de l'ingénierie écologique, cheminement qui, assurément, m'a conduit à intégrer mon UMR actuel, Eco&Sols à Montpellier, UMR dont le titre est : « *Ecologie fonctionnelle et biogéochimie des sols et des agro-écosystèmes* ».

Enfin, je pense à mes derniers acolytes, Sabine Sauvage et José Sanchez-Pérez, tous deux chercheurs CNRS de l'UMR ECOLAB à Toulouse. Ce sont mes mentors pour mon initiation à la modélisation SWAT. Merci pour votre joie de vivre si communicative, votre passion outrancière pour la recherche, pour votre soutien moral pour la réalisation de ce manuscrit, et pour notre cheminement commun en écohydrologie.

Je ne peux finir ces remerciements sans associer à ce travail le soutien majeur de Chris, mon épouse, et de mes 3 enfants, Michaël, Eloïse et Cyrielle. Pour mon épouse, il devenait urgent que je finisse cette HDR si je voulais pouvoir rentrer à la maison sereinement. Pour mes enfants, c'est en pensant à eux (et à leurs enfants) que j'ai rédigé certains passages, persuadé que la science, et donc la recherche, peut changer le Monde !

Je rêve avec beaucoup d'autres d'un Monde solidaire et mutualisé...
Construisons-le !

Fait entre Hanoi et Montpellier, avril 2017

Didier

Ma carrière

Après des études parisiennes en classes préparatoires, je suis diplômé ingénieur géologue de l'ESEM (*Ecole Supérieure d'Énergie et Matériaux*, Orléans) et pars en 1986 comme ingénieur foreur d'eau pour le compte du BRGM au Sénégal. C'est ma première découverte de l'Afrique noire, où je rencontre ma future belle-famille et les chercheurs de l'Orstom et du Cirad. Je suis fasciné par les travaux de recherche de Jean-Yves Gac, hydrogéochimiste de l'Orstom, spécialiste du Lac Tchad puis du Fleuve Sénégal et de la géochimie des eaux de surface et des argiles. Ma passion pour la recherche est née.

Sous l'encadrement de J-Y. Gac, je reprends les études et obtiens une bourse de thèse (nouvelle) avec le Prof. Yves Tardy et Jean-Luc Probst (CNRS) à l'Université de Géologie de Strasbourg au *Centre de Géochimie de la Surface* (CGS, du CNRS), trois ans durant lesquels je découvre les travaux couplés de terrain (au Sénégal, en Guinée et au Mali) et de modélisation (au CGS). En 1990, je soutiens ma thèse « *Hydroclimatologie du Fouta Djallon et dynamique actuelle d'un vieux paysage latéritique* » montrant l'importance des épiphénomènes des actions humaines sur l'érosion en comparaison de l'érosion géologique quasi-absente de ce vieux massif montagneux guinéen, château d'eau de l'Afrique de l'Ouest (zone source entre autres des fleuves Sénégal et Niger). Une autre originalité fut de montrer l'importance des poussières atmosphériques dans les bilans géochimiques d'altération modélisés à partir des flux de matières fluviaux ([Orange et al., 1993](#)). Cette thèse fut aussi l'occasion de breveter un piège à poussières atmosphériques (le *CAPYR*, [Orange et al., 1990](#)) qui sera par la suite utilisé sur le pourtour sud du Sahara : réseau IDAF (J-P. Lacaux, Lab. d'Aérodologie, Toulouse, CNRS) et PHOTONET (D. Tanré, Lille, CNRS). La thèse est primée par deux fois (prix Adrerus et prix des Marches de l'Est), elle est éditée dans la collection des *Sciences Géologiques* de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg.

Mi-1992, je suis reçu au concours de CR de l'Orstom en hydrologie pour travailler dans l'équipe de Jean-Claude Olivry dans le programme PEGI du CNRS-Orstom-Universités sur le rôle des grands fleuves péri-atlantiques dans le bilan des apports de matières à l'océan Atlantique. Pour cela, je suis affecté à Bangui en Centrafrique de 1992 à 1995 pour « devenir hydrologue ». Je découvre les joies et défis des terrains difficiles dans les bassins hydrologiques de l'Oubangui, du Congo et de l'Uélé. A cette époque, je participe au montage du réseau CNRS-Orstom-Universités d'observation climatique IDAF avec Jean-Pierre Lacaux du *Laboratoire d'Aérodologie* de Toulouse pour étudier l'impact des feux de brousse sur les pluies acides. Dans ce cadre, je réalise les premiers lâchers de ballons sondes en Afrique Centrale pour la mesure d'ozone sur toute la strate atmosphérique ([Cros et al., 1996](#)).

En 1995, je suis rapatrié avec mon épouse et mes trois enfants dans des conditions difficiles et suis affecté au *Laboratoire d'Hydrologie* de Montpellier pour finir la publication des données hydroclimatologiques ([Orange, 1996](#) ; [Orange et al., 1997](#) ; [Laraque et al., 2001](#)). Les résultats issus des données géochimiques seront publiés quelques années plus tard : [Orange et al. \(1999\)](#), [Orange et al. \(2004\)](#) puis [Coynel et al. \(2005\)](#), [Seyler et al. \(2005\)](#). Ces travaux ont montré sur l'Oubangui ([Wesselink et al., 1996](#) ; [Orange et al., 1997](#)) puis sur le Congo ([Laraque et al., 2001](#)) l'importance de la sécheresse des années 70 qui a induit à une « cassure climatique » dans le fonctionnement hydrologique de ces grands fleuves d'Afrique Centrale. Les suivis géochimiques des eaux ont montré l'importance des apports en carbone organique dissous, liés en partie au fonctionnement biogéochimique de la litière sous la forêt équatoriale humide ([Orange, 1996](#)). Enfin, on retiendra que si globalement les grands fleuves atlantiques (Amazone, Congo, Orénoque) contribuent pour seulement 4% des apports solides à l'océan Atlantique pour une contribution d'environ 28% des apports en eau, ils contribuent pour 15 à 18% des apports en carbone organique (dont 85% sous forme dissoute), ce qui représente une importance considérable dans le bilan du carbone à l'échelle globale.

1995 et 1996 à Montpellier, c'est aussi une période où je participe activement à la construction de la Banque de Données Hydrologiques HYDROM étant avec Alain Laraque le seul détenteur de données

hydrologiques sur l'Afrique Centrale. L'ensemble des données hydrologiques et géochimiques est publié sous forme de recueils dans la base bibliographique HORIZON de l'Orstom. C'est à cette époque aussi que je m'engage dans la vie du Centre IRD de Montpellier en tant que membre nommé du CTPL (*Comité Technique Paritaire Local*).

En 1997, je pars en affectation à Bamako au *Laboratoire d'Hydrologie* du Centre Orstom pour renforcer en géochimie des eaux l'équipe de Jean-Pierre Bricquet et Gil Mahé dans le programme EQUANIS sur les flux de matières du Fleuve Niger (Picouet et al., 2000). Avec Bernard Dupré et Cécile Picouet (que je co-encadre en thèse avec J-C. Olivry), je mets en place un protocole de suivi hebdomadaire des éléments traces (métaux et terres rares) associé à un suivi du carbone organique, une première sur un grand fleuve d'Afrique (Picouet et al., 2001).

1997, c'est aussi la période de restructuration de la recherche à l'Orstom autour de ce que nous appelons les Grands Programmes. On commence à parler de pluridisciplinarité et à réfléchir sur la construction de petites équipes de recherche. Je construis et deviens responsable d'un projet de recherche sur la gestion intégrée des ressources naturelles dans le delta intérieur du Niger, le projet GIHREX (*Gestion Intégrée, Hydrologie, Ressources et Exploitation*) dans le Grand Programme « *Gestion intégrée des Grands Bassins Fluviaux* » animé par Pascal Kosuth et qui intégrera plus tard le DME (Département Milieux et Environnement) avec l'avènement de l'IRD qui remplace l'Orstom.

Ce projet GIHREX (1997-2000) est un grand tournant dans ma carrière scientifique pour trois raisons majeures. Premièrement, pour la première fois j'introduis dans mon objet d'étude l'usage par l'homme de la ressource en eau et une nouvelle variable explicative qu'est la décision humaine, deux composantes qui ne quitteront plus ma réflexion scientifique. Deuxièmement, pour la première fois je prends la responsabilité officielle d'un grand programme de recherche. Le projet GIHREX est fondamentalement pluridisciplinaire, constitué de huit chercheurs IRD de disciplines différentes : Robert Arfi (biogéochimiste), Vincent Bénech (biologiste), Marcel Kuper (agronome), Gil Mahé (hydrologue), Pierre Morand (halieuthe), Jean-Claude Olivry (hydrologue), Didier Orange (géochimiste), Yveline Poncet (géographe) et de trois ingénieurs hydrologues : Bertrand Marieux, André Mahieux et Michel Gréard, en partenariat avec une vingtaine de chercheurs maliens distribués dans une dizaine d'instituts de recherche et aidé de 5 techniciens maliens. Troisièmement, pour la première fois je suis en position de négociation avec des bailleurs de fond internationaux pour l'obtention effective du financement de nos activités de recherche (UNESCO, UICN, Ministère de la Recherche, MAE). Le projet GIHREX a pour objectif de recueillir et d'analyser les informations sur les différents systèmes de production du Delta intérieur du Niger en mettant particulièrement l'accent sur la description des processus (évolutions des ressources en eau, des ressources halieutiques, agricoles et pastorales, stratégies d'exploitation), la modélisation des dynamiques spatio-temporelles (liées notamment à la variabilité hydrologique), la définition d'indicateurs utiles à la prise de décision intégrée. Il s'agit à terme de proposer des concepts et des outils de mise à disposition d'une information environnementale efficace visant à une meilleure gestion des ressources naturelles et répondant à une volonté politique malienne de mise en place d'une Agence de Bassin du Niger (Orange et al., 2002). En trois ans, un modèle multi-agent a pu être développé (Kuper et al., 2002) avec la participation d'un groupe consultatif de recherche (CERDIN) que j'ai constitué dans le cadre du label scientifique français de *Zone Atelier* par le GIP-Hydrosystèmes (Paris) (seule zone atelier internationale à l'époque) et avec l'appui financier du sous-programme *Zones Humides* du *Programme Hydrologique International* (PHI) de l'UNESCO. Le groupe CERDIN avait pour objectif de mobiliser les potentialités maliennes (scientifiques, institutionnelles, gouvernementales) concernant la GIRN (Gestion Intégrée des Ressources Naturelles) dans le Delta Intérieur du Niger (Poncet et Orange, 1999 ; Orange, 1999 ; Poncet et al., 2001).

Cette aventure se terminera par plusieurs événements médiatiques au Mali avec notamment un séminaire international (GIRN-ZIT) publié dans la Collection *Colloques et Séminaires* de l'IRD (Orange et al., 2002) et le démarrage d'une expertise collégiale sur « *L'Avenir du Fleuve Niger* » (Orange, 2002) dont j'ai été le principal instigateur de l'obtention du financement de l'EU.

En 2000-2001, dans le cadre de la nouvelle restructuration de l'IRD en petites UR, je choisis de quitter le monde monodisciplinaire de l'hydrologie pour rejoindre le monde des sciences du sol au *Laboratoire de Géochimie Isotopique* (ex-BIOMCO) de Paris VI chez André Mariotti pour le compte de l'UR045-ECU (*Erosion et Changements rapides d'Usages des terres*) dirigée par Christian Valentin. Durant cette période, je réalise l'édition scientifique du collectif « *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales* » (collection *Colloques et Séminaires*, éd. IRD, 2002) et l'édition scientifique d'un beau livre associant belles photographies, histoires de vie et résultats scientifiques sur la gestion des ressources naturelles dans le Delta Intérieur du Niger (« *DELTA* », co-édition Donnyia au Mali et IRD en France). Ce livre, distribué par Maisonneuve Larose, obtient le prix du « Meilleur Livre » au Festival Terre d'Images (Biarritz, 2001), fait l'objet d'un Bar des Sciences au 21^e Salon du Livre de Paris et reçoit un large accueil favorable dans la presse grand public (DS magazine,...) et dans la presse télévisée (Canal Planète, documentaire 52 mn pour La Cinquième, invités à plusieurs débats publics dans toute la France).

L'apport du projet GIHREX a été d'appliquer une approche écosystémique non seulement pour l'analyse des systèmes agricoles (ce qui était déjà une démarche relativement classique) mais pour l'analyse couplée des processus physiques et des conséquences des stratégies humaines, tout cela dans un seul but de production de réponses positives/constructives aux attentes des acteurs de la société civile (Orange, 2002). Cela préfigure des nouveaux concepts de Services Ecosystémiques qui seront apportés par le *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA) publié en 2005 par la communauté scientifique internationale.

Je milite alors pour une recherche environnementale dédiée vers le développement qui puisse s'apparenter davantage aux écosystèmes étudiés, avec des fonctions multiples, des interactions complexes et des liaisons diverses entre les différents partenaires : scientifiques, pouvoirs publics, développeurs, ONG, acteurs économiques et sociaux (projet EIDES-DIN, Orange, 1999). Elle repose sur une activité systémique au travers d'une mise en réseaux dans laquelle le contenu de ce qu'il faut savoir et la nature des innovations à élaborer se déterminent par la mise en place d'un collectif qui rassemble les différents partenaires (Orange, 1999). Ces résultats annoncent l'évolution de mes recherches des 15 ans à venir.

En juillet 2002, dans le cadre de l'UR-SOLUTIONS de C. Valentin (l'UR-ECU a changé de nom), je suis affecté à Hanoi (Vietnam) pour la réalisation du programme de recherche MSEC (*Management of Soil Erosion Consortium*) de l'IWMI (*International Water Management Institute*, CGIAR), ce qui représente la création d'une nouvelle implantation de l'IRD au sein du *National Institute for Soils and Fertilizers*, institut de recherche appartenant au Ministère vietnamien de l'agriculture et du développement rural (MARD). L'objectif scientifique est la compréhension des dynamiques de l'érosion des sols de pente en fonction des pratiques agricoles. Après six mois, un deuxième chercheur de l'unité (Pascal Podwojewski) me rejoint jusqu'en 2005 compris. En 2007, nous sommes une équipe de recherche de deux chercheurs IRD (Pascal Jouquet de l'UMR-Biosol et moi-même), 6 chercheurs vietnamiens du NISF à plein temps et 7 doctorants (en co-tutelle avec des universités françaises, anglaises et néerlandaises) et un technicien IRD (Thierry Henry des Tureaux). Au cours de ces cinq années, j'ai eu pour charge de créer notre espace de recherche au sein du NISF (construction de deux laboratoires de 40 m² chacun et aménagement d'un bureau de recherche de 100 m² constituant aussi la représentation de l'IWMI au Vietnam) et de construire puis gérer le bassin versant expérimental MSEC-Vietnam de Dong Cao, 50 ha de terres agricoles et forêt sur pente. Coordinateur du projet MSEC-Vietnam avec mon collègue Tran Duc Toan, vice-Directeur du NISF, j'ai aussi été successivement coordinateur :

- d'un projet de recherche ECCO/PNRH « Mohybva » (Modélisation hydrologique de petits bassins versants agricoles) avec l'IRD, le Cemagref, le Cirad et Paris VI (2005-2006), projet qui déboucha sur une bourse de thèse AUF en co-tutelle Université des Sciences de Hanoi et Paris VI sur l'usage des flux de carbone comme traceurs des chemins de l'eau sur les pentes agricoles (Orange *et al.*, 2006 ; Phan Ha Hai An *et al.*, 2007). Les résultats de suivis hydrologiques, géochimiques et isotopiques

montrent que la séparation des écoulements de surface et de sub-surfaces est quasi impossible, les chemins de l'eau étant rapides et multiples. Ce résultat aboutira au modèle hydrologique PLER que je publierai en 2014 (Bui Tan Yen *et al.*, 2014) ;

- d'une de thèse sur les stratégies paysannes et les discours, co-encadrant avec Ian Calder et Jaime Amezaga (School of Civil Engineering and Geosciences, Faculty of Science, Agriculture and Engineering, Newcastle University) de Floriane Clément, VI IRD (Volontaire International) de 2005 à 2006 dans notre équipe à Hanoi (aujourd'hui recrutée comme chercheur à l'IWMI) ;

- d'un projet IRD-SPIRALES sur la gestion informatique décentralisée d'une banque de données intelligente avec l'IRD et l'IWMI-SEA (2005-2006) entre Bangkok (Thaïlande), Vientiane (Laos) et Hanoi (Vietnam) ayant abouti au fonctionnement d'un prototype sur serveur IWMI (Lee *et al.*, 2006) ;

- d'un projet de recherche FSP-DURAS (2006-2007) du MAE avec l'IRD, le Cirad, le NISF et le NIAH au Vietnam, l'IRD et le NAFRI au Laos (projet « CropLivestock » sur l'utilisation des connaissances paysannes pour l'intégration de l'élevage dans les systèmes de culture sur pente) (Orange *et al.*, 2008). Au Vietnam, avec P. Salgado (Cirad), le projet débouche sur l'utilisation de fourrage sur pente (Phan Ha Hai An *et al.*, 2012), la culture d'avoine sur champ de riz comme culture d'hiver pour le bétail, et une gestion différenciée de la fertilisation N-P-K sur riz irrigué et du manioc/maïs sur pente. Au Laos, les résultats concernent la promotion de la jachère améliorée et du petit élevage ovin. Le projet met aussi en évidence la difficulté de pouvoir gérer avec l'agriculteur les effluents d'élevage, généralement laissés en écoulement libre dans le réseau hydrologique.

En 2007, ces approches transverses liées aux objectifs MSEC entre connaissances sur les processus biophysiques et les stratégies paysannes ont permis de participer à un projet du CPWF (*Challenge Program for Water and Food*) sur l'utilisation de la modélisation hydrologique pour tester les possibilités de l'application des PES (*Payment for Environmental Services*) (Georges *et al.*, 2008; Orange *et al.*, 2007), projet coordonné par Olivier Planchon sur 3 pays (Thaïlande, Laos et Vietnam). Les conclusions montrent l'intérêt d'une approche écosystémique sur l'espace bassin versant, et la difficulté de trouver des acteurs prêts à payer le service écosystémique rendu. Sur cette base et à partir des résultats du projet CropLivestock concernant la difficulté du recyclage des déchets animaux, j'imagine l'utilisation du biodigester comme outil d'aide à la négociation avec l'agriculteur.

En fait, durant cette période de 5 ans, j'ai eu à réaliser plusieurs expertises hydro-agricoles pour le MARD en collaboration avec mon collègue du SFRI, Tran Duc Toan, sur l'ensemble du territoire Vietnamien (par exemple, évaluation des apports en eau et engrais sur café et poivre dans les plateaux centraux du Vietnam, évaluation de la gestion des déchets de porcherie dans la région de Saigon, évaluation de la foresterie dans la Province de Yen Bai, ...). A chaque fois, je remarquais que si l'agriculteur avait un biodigester, c'est la première chose qu'il nous faisait visiter, même si nous ne venions pas pour cela ; et il était certain que sa fierté était de nous montrer sa cuisine qui fonctionnait au gaz. Cela m'a rappelé mes travaux dans le delta intérieur du Niger, quand j'utilisais le modèle MIDIN pour capter l'attention des agriculteurs. Le futur projet CLEAN-BIODIG était né ! C'est sur cette idée que j'ai obtenu le financement TOTAL/BIOGAS en 2008 puis le financement AFD/BIOGAS en 2009.

Dans le même temps, à la demande du Département Ressources Vivantes (DRV), Patrice Cayré, j'ai développé des collaborations avec la VAST (*Vietnamese Academy of Sciences and Technology*), ce qui a débouché sur l'obtention de 2 bourses de thèse (de l'Ambassade de France au Vietnam et de l'AUF) et sur ma participation à une ANR-Blanche « Day-River » (2006-2008) coordonné par G. Vachaud (LTHE) et concernant l'impact des changements d'usages et des changements climatiques sur l'évacuation vers la mer des flux polluants liés aux usages agricoles, industriels et domestiques de la ville de Hanoi et de ses alentours (bourses de Phan Ha Hai An et de Luu Thi Nguyet Minh).

En novembre 2007, j'ai été initiateur et co-organisateur avec Eric Roose (IRD), Pham Quang Ha (SFRI) et Pham Van Cu (Univ. des Sciences du Vietnam, Hanoi) d'un séminaire international à Hanoi financé

par l'AUF avec une participation de l'IRD et de TOTAL (budget complet de 72 000 euros, sans compter l'accord obtenu pour la publication et l'édition des actes en 2008 par l'IRD et l'AUF dans une collection CD-rom) (Orange *et al.*, 2008). Ce séminaire fut un pari sur l'intérêt de la pluridisciplinarité, puisqu'il fut le premier séminaire inter-réseaux de l'AUF. Le thème générique était « *Gestion intégrée des Eaux et des Sols : Ressources, Infrastructures et Risques* ». Il a réuni un peu plus de 160 chercheurs de toutes sciences (sciences du sol, sciences de l'eau, épuration, médecine, sociologie, biochimie, biophysique, télédétection, etc.) représentant 16 pays (d'Afrique, d'Europe et d'Asie). Ces journées eurent l'originalité d'associer ensemble dans le comité d'organisation l'Université des Sciences du Vietnam, le MOST et le MARD. Les conclusions de ces Journées Scientifiques Inter-réseaux ont souligné l'importance des stratégies des acteurs locaux, le défi lancé à la recherche étant de replacer ces décisions locales (on peut parler de points singuliers) dans une perspective globale de développement durable. Il est apparu la nécessité d'une approche pragmatique : c'est non seulement par un discours positif, par exemple sur la restauration des sols ou l'épuration des eaux, mais sur la productivité des usages que d'une part, l'appropriation des résultats de la recherche peut se réaliser, et que d'autre part, la pluridisciplinarité peut être efficace. Je rejoins là les idées que nous avons développées quelques années auparavant au Mali à propos du Delta Intérieur du Niger. Le lien avec les échelles supérieures se fait en collaboration avec d'autres collectifs amenant des compétences de changement d'échelles, du local (champ, versant, terroir) vers le global (bassin versant, région voir globe), par des approches modélisatrices pluridisciplinaires fondées sur l'écologie, les sciences physiques, les sciences économiques, sociales et de gestion (sociologie de l'innovation en réseaux), thème scientifique qui fait l'objet de cette HDR.

C'est à cette époque aussi que j'envisage de changer de carrière. Représentant officiel de l'IWMI au Vietnam depuis 2004, j'apprécie cette fonction de représentation. Aussi je concoure pour être représentant IRD au Vietnam. Début 2008, je suis reçu au siège IRD à Paris pour être présenté au Département des Relations internationales comme futur Représentant de l'IRD au Vietnam (c'était un jeudi, ma lettre de nomination devait être signée avant le week-end). Le vendredi, contre-ordre, on m'annonçait que finalement Jacques Boulègue (Prof. Univ. Paris 6, UMR BIOEMCO) avait été désigné à ma place lors du CA ! Je continuerai donc la recherche. Et je dois préciser que les 4 ans passés avec Jacques Boulègue comme Représentant furent plus que difficiles, en terme d'harcèlement moral permanent vis-à-vis de l'ensemble de mon équipe de recherche. Cette représentation fut destructrice de notre activité de recherche. 4 ans de combats !

Janvier 2009, je suis finalement affecté à Bondy dans l'UMR-BIOEMCO (coordonnée par Luc Abbadie). Ayant obtenu le projet AFD/BIOGAS, j'effectue une MLD de 8 mois à Hanoi au SFRI (nouveau nom du NISF), puis je suis affecté à Hanoi pour 4 ans, de janvier 2010 à décembre 2013, pour l'exécution au Vietnam du projet AFD PAMPA/RIME coordonné par Jean-Luc Chotte (UMR Eco&Sols) et pour la continuité du projet MSEC qui devient MSEC3 (*Multi-Scale Environmental Change*) du fait du retrait de l'IWMI. Jean-Louis Janeau (ingénieur IRD hydro-pédologue) me rejoint mi-2010, j'obtiens un Volontaire International, Mathieu Laissus, de 2010 à 2011, et Emma Rochelle-Newall (chercheur IRD en biogéochimie et microbiologie) arrive en 2011 pour 2 ans. Le projet PAMPA/RIME demande un énorme investissement en temps humain sur le terrain du fait de la construction de champs paysans pour le suivi de l'érosion sous culture de maïs sur pente. On veut mesurer *in fine* l'impact de la pratique du SCV (*Système sous Couvert Végétal*) sur l'érosion. Le modèle PLER (*Predict and Localize Erosion and Runoff*) est appliqué pour montrer le rôle primordial de la forêt en bas de pente pour le contrôle de l'érosion. La pratique SCV est effectivement protectrice de l'érosion, mais il se pose le problème du contrôle des mauvaises herbes obligeant l'utilisation de glyphosate. J'obtiens 2 ans de financement pour suivre la diffusion du glyphosate et de son métabolite AMPA le long de la pente. Nous montrons que 2 ans plus tard le glyphosate et l'AMPA se retrouvent dans les 10 premiers centimètres du sol.

Durant ces 4 années, le suivi hydrologique du bassin expérimental MSEC3 est entièrement laissé au partenaire du SFRI. Et mes activités de recherche s'orientent largement sur les flux ruisselés et écoulés

de carbone et de l'azote en fonction du couvert végétal, via l'utilisation répétée de simulations de pluie (Janeau *et al.*, 2014). En 2011, j'obtiens le financement IRD pour la JEA BioGEAQ (Biogéochimie et Ecologie des écosystèmes aquatiques tropicaux, portée par Trinh Anh Duc de l'Institut de Chimie de la VAST), qui donnera lieu au financement du projet PHC HoaSen Lotus B3CO coordonné par Trinh Anh Duc et Emma, concernant l'impact des pratiques agricoles sur les flux de carbone et les cortèges microbiens dans les eaux de lacs de bas-fond (Trinh A.D. *et al.*, 2016 ; Le T.H. *et al.*, 2016). On montre que le couvert végétal a un impact majeur sur la qualité des flux dissous et que la qualité de ces flux dissous oriente les voies de production primaire. C'est à cette époque que le LMI LUSES est créé par l'IRD, coordonné par Alain Brauman (chercheur IRD Eco&Sols) entre les 3 pays investis dans MSEC3, à savoir : la Thaïlande, le Laos et le Vietnam.

Dans le même temps, je développe le concept de CLEAN-BIODIG, dans un partenariat public-privé (avec 2 ONG française et vietnamienne, une entreprise privée française et un institut de recherche vietnamien), pour la mise en application sur 4 ans de 300 biodigesteurs dans 4 provinces vietnamiennes avec un contrôle environnemental de l'utilisation des biodigestats pour éviter les pollutions en azote, à base de micro-crédits et de PES. Ce concept est nommé au Prix CONVERGENCES à Paris en septembre 2016.

2011, c'est aussi le début de l'USTH (Université des Sciences et Technologies de Hanoi), université franco-vietnamienne d'enseignement en langue anglaise. Je participe au montage du Master WEO (*Water Environment Oceanography*) avec Sylvain Ouillon, porteur du projet, et d'autres. C'est le début de mes travaux en écohydrologie avec le modèle SWAT et en ingénierie écologique avec Magali Gérino, Sabine Sauvage et José Sanchez-Pérez, tous les 3 chercheurs de l'UMR ECOLAB à Toulouse. J'obtiens le projet NUCOWS (*Nutrients and Contaminants in Surface Waters in Southeast Asia*) financé par l'USTH pour 3 ans (2013-2015). Ce projet développe une approche holistique hydrologique et écologique de la dynamique de l'azote dans différentes parties du paysage. J'y aborde aussi bien les technologies du POCIS (échantillonneur passif pour la surveillance de la qualité de l'eau) pour le suivi des pollutions organiques dans les rivières, l'étude de la bioturbation pour la biorémediation des sols, la modélisation SWAT, etc.

Rentré en France en janvier 2014 dans l'UMR BIOEMCO à Bondy, j'opte pour rejoindre l'UMR Eco&Sols à Montpellier à partir de janvier 2015 pour pouvoir y développer mes activités de recherche en écohydrologie et ingénierie écologique dans les agro-écosystèmes tropicaux...

A. Partie administrative

1. Curriculum vitae

Etat civil

Didier ORANGE

Chargé de Recherche IRD (CR1), recruté en 1992.

Né le 31 mai 1961, à Provins (77), nationalité française, marié, 3 enfants.

Objets scientifiques

Hydrologie, Géochimie des eaux de surface, Erosion, Apports atmosphériques, Flux de matières du versant/champ au petit/grand bassin versant, Biogéochimie, Ecohydrologie, GIRN, Agroécologie, Nutriments, Polluants organiques, PES.

Coordonnées

Affectation actuelle : UMR 210 – Eco&Sols - IRD/ CIRAD / INRA / Montpellier SupAgro - Montpellier
www.umr-ecosols.fr , secrétariat : 04 99 61 21 01

Adresse : Place Viala (Bt 12), F-34060 Montpellier cedex 2, France

didier.orange@ird.fr

06 27 06 60 11

www.researchgate.net/profile/Didier_Orange

Diplômes

- 1986 **Diplôme d'ingénieur** de l'ESEM (Ecole Supérieure d'Energie et Matériaux, Polytech'Orléans), option *Hydrogéologie et Ressources Matériaux (F. Lelong)*
- 1987 **Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA)**, option Hydrologie, Univ. des Sciences d'Orléans (*F. Lelong*)
- 1990 **Doctorat en Géochimie**, Univ. des Sciences de Strasbourg (ULP), (*J-Y. Gac, Y. Tardy*)
Sujet : *Hydroclimatologie du Fouta Djallon et dynamique actuelle d'un vieux paysage latéritique (Afrique de l'Ouest)*

Prix, Distinctions

- ▶ **Prix ADLERUS des Universités de l'Est** de la France, section Sciences Géologiques, pour primer la thèse de doctorat (1991).
- ▶ **Prix des Marchés de l'Est**, Association savante, section Sciences, pour primer la thèse de doctorat (1991).
- ▶ Décoration de l'**Ordre du Mérite Agricole** Vietnamien, par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Hanoi, novembre 2009.
- ▶ Nominé au **Prix CONVERGENCES** pour le projet CLEAN-BIODIG (partenariat Zebunet-IRD-Epurteck-IAE-MACDi), juin 2016, Paris.

2. Etapes principales, activités et responsabilités

Etapes principales

- 1987-1991 : Thèse doctorat sur la dynamique d'érosion du Fouta Djallon (Guinée) à partir des flux de matières exportés par le fleuve Sénégal. Affectation à Dakar (Centre IRD) dans le projet EQUASEN (CEE, TS2-0198-EDB) de J.Y. Gac (1987-1989), puis au *Centre de Géochimie de la Surface* (CNRS, Strasbourg) avec J.L. Probst (programme PIRAT, INSU). **Résultat : importance des apports atmosphériques dans les bilans érosion/altération à l'échelle du paysage.**

- 1992-1996 : Etude de l'impact de la variabilité climatique sur la dynamique des flux de matières de l'Oubangui (programme PEGI, INSU, responsable : J-C. Olivry). Affectation à Bangui (IRD Centrafrique, 1992-1994), puis au *Laboratoire d'Hydrologie* (IRD, Montpellier). **Résultat** : la variabilité climatique explique la dynamique des exportations fluviales ; les exportations fluviales sont très largement marquées par le lessivage des sols de la forêt équatoriale ; existence de pluies acides.
- 1997 : Impact de la variabilité climatique sur la dynamique des flux de matières du Niger dans le delta intérieur (projets EQUANIS et PEGI-GBF, resp. : J-C. Olivry). Affectation à Bamako (IRD-Mali). **Résultat** : du fait de la morphologie du delta, la variabilité climatique n'est pas suffisante pour expliquer la dynamique des exportations fluviales.
- 1998-2001 : Usages anthropiques et fonctionnement hydro-sédimentologique et géochimique du delta (projet GIHREX, 1998-2000, resp. : D. Orange ; Zone atelier ZADIN, 1999-2001, resp. D. Orange). Affectation Bamako (IRD-Mali) puis dans l'UR-ECU (IRD) à l'Université Paris 6 (Jussieu, resp. : C. Valentin). **Résultats**: changement du fonctionnement hydro-sédimentologique du delta suite à la sécheresse des années 80 ; l'azote est le facteur limitant de la productivité du milieu dans le delta intérieur du Niger ; modèle intégré MIDIN, Obs. de la Pêche, Séminaire Int. Girn-Zit et publication Coll&Sém (Ed. IRD), Groupe de recherche malien CERDIN, Chaire de DEA de l'Université de Bamako, Thèses, Initiative du processus d'expertise collégiale « Fleuve Niger », Banque de données web BACODIN.
- 2002-2008 : Impacts des usages agricoles dans un petit bassin versant agricole sur pente, en Asie du Sud-Est (Vietnam), affectation au SFRI (Soils and Fertilizers Research Institute, Vietnamese Academy for Agricultural Science, Hanoi) (resp. d'équipe : D. Orange) ; chantier : ORE-RBV MSEC, 1999-en cours (resp. C. Valentin). **Résultats**: modèle hydrologique distribué PLER (Predict and Localize Erosion and Runoff), projets PNRH-MOHIBVA, FSP-DURAS/CropLivestock, thèses, VI sur les stratégies paysannes, Organisation du Premier séminaire international AUF inter-disciplinaire (Hanoi, 160 participants, 15 pays) sur la Gestion de l'eau de la fertilité des Sols, publication des Actes rédigés et reviewés par les éditions AUF et IRD.
- 2009 : Recherche et expertise pour projet AFD « production de connaissances » à Hanoi entre IRD, IWMI et SFRI sur « Biogas & PES » (resp. d'équipe : D. Orange) ; MLD 8 mois au SFRI ; chantier : ORE-RBV MSEC, 1999-en cours (resp. C. Valentin). **Résultats**: modèle de gestion des effluents animaux et matrice de décision pour la bonne utilisation des biodigesteurs, projets EC2CO-SongRiver et ANR-Day-River, thèses.
- 2010-2013 : Impacts des usages agricoles et dynamique des flux de matières dans le bassin du Fleuve Rouge (Vietnam), affectation au SFRI (resp. d'équipe : D. Orange) ; chantier : SOERE-RBV MSEC, 1999-en cours (resp. C. Valentin). **Résultats**: les usages agricoles sur pente ont des conséquences directes sur la qualité biogéochimique des eaux et sédiments, nombreux projets (AFD-PAMPA/RIME, PHC-LOTUS/B3CO, BMZ-IWMI/Hypl), JEA1 BioGEOQ, Master USTH/WEO (co-porteur de 2 Unités d'Enseignement « Advanced Hydrology » et « Ecological Engineering »), thèses.
- 2014-actuel : Impacts des usages agricoles, dynamiques des flux de matières et ingénierie écologique dans un agro-écosystème tropical, affectation iEES-Paris (Bondy, 2014) puis Eco&Sols (Montpellier, depuis février 2015). **Résultats**: pratiques et couvert végétal se combinent pour expliquer la dynamique des flux, consolidation banque de données MSEC, modélisation SWAT, échydrologie, poursuite des activités d'enseignement USTH/WEO, Forum mondial CONVERGENCES pour CLEAN-BIODIG, Séminaire FRIEND-AOC, EC2CO-SWAT, début d'interventions au Sénégal et au Costa-Rica, thèses, écriture de nouveaux projets en cours concernant la modélisation des flux d'azote et des Services Ecosystémiques sur 3 typologies marquées (le Fleuve Rouge au Vietnam sur climat humide à faibles intrants, le Sine Saloum au Sénégal sur climat sec à faibles intrants, et la Reventazon au Costa Rica sur climat humide et à forte teneur d'intrants), projet SMART-CLEAN-GARDEN en discussion, thèses.

Postes successifs

1987-1989	Dakar	Doctorant au Centre Orstom/IRD de Dakar (Sénégal), avec J-Y. Gac (IRD). Missions au Sénégal, Guinée, Mali. Projet EQUÉSEN (J-Y. Gac).
1990-1991	Strasbourg	Doctorant au <i>Centre de Géochimie de la Surface</i> (CNRS, Univ. des Géologie de Strasbourg) sur Hydroclimatologie du Fouta Djallon (Guinée) et l'impact de l'érosion du plateau Mandingue sur les flux de matières exportées par le fleuve Sénégal , avec J-Y. Gac, Y. Tardy et J-L. Probst. Projet EQUÉSEN (J-Y. Gac) et projet PIRAT (Y. Tardy).
1992-1995	Bangui	<i>Laboratoire d'Hydrologie</i> du Centre IRD de Bangui (RCA) pour l'étude de Impact du changement climatique sur les flux de matières de l'Oubangui et du Congo . Missions en RCA, Congo, Cameroun (Orange, 1996 ; Orange <i>et al.</i> , 2004 ; Coynel <i>et al.</i> , 2005).
1995-1996	Montpellier	<i>Laboratoire d'Hydrologie</i> du Centre IRD de Montpellier (France). Rédaction de papiers sur l'hydroclimatologie et la géochimie des eaux de l'Oubangui et du Congo (Laraque <i>et al.</i> , 2001 ; Orange <i>et al.</i> , 1997). Projet PEGI (J-C. Olivry).
1997	Bamako	<i>Laboratoire d'Hydrologie</i> du Centre IRD de Bamako (Mali) : géochimie des eaux et flux de matières du Fleuve Niger , première mondiale sur le protocole de suivi des éléments traces dans les eaux fluviales tropicales (Picouet <i>et al.</i> , 2001). Projet EQUANIS (J-C. Olivry)
1998-2000	Bamako	Responsable du projet GIHREX (Gestion Intégrée, Hydrologie, Ressources et Exploitation dans le Delta Intérieur du Fleuve Niger, Mali) , en poste à Bamako (Mali) : 8 chercheurs IRD, 3 ingénieurs IRD, 20 chercheurs partenaires, 3 doctorants et plusieurs masters. Coordination du groupe d'échanges scientifiques interministériels sur la gestion des ressources naturelles du delta du Niger (CERDIN), Bamako, Mali. Organisation du colloque international GIRN-ZIT, Bamako, Mali.
2000-2002	Paris	<i>Laboratoire de Géochimie Isotopique</i> (Univ. Paris VI, Prof. Mariotti) pour le réseau MSEC de suivi hydrologique des impacts agricoles sur terres de pente en Asie du Sud-Est (coord.: C. Valentin, UR ECU). Mise en page et édition scientifique du livre Gestion intégrée des ressources en zones inondables tropicales (Orange <i>et al.</i> , 2002, Eds, IRD).
2002-2008	Hanoi	Affectation au <i>National Institute for Soils and Fertilizers</i> (SFRI, Hanoi, Vietnam), UR SOLUTIONS (coord.: C. Valentin) et chercheur associé IWMI, Représentant de l'IWMI au Vietnam . Organisation du chantier MSEC au Vietnam. Responsable du projet ECCO/PNRH « MOHYBVA » (IRD, Cemagref, Cirad, Paris VI), 2005-2006. Encadrant de la thèse de Floriane Clément sur les stratégies paysannes (VI IRD 2005-2006 + Bourse du British Council 2007-2008). Responsable du projet FSP-DURAS « Crop-livestock » (IRD, Cirad, NISF, NIAH), 2006-2008. Responsable au Vietnam du projet ANR « Day-River » (CNRS, LTHE, Paris VI, IRD, VAST), 2006-2008. Organisateur du Colloque international AUF-IRD inter-réseau (Orange <i>et al.</i> , 2008, Eds, IRD, AUF).
2009	Bondy	UMR211-BIOEMCO, MLD 8 mois à Hanoi au SFRI, responsable du projet AFD de «production intellectuelle» (2009): Biogas and PES for Watershed Management in Southeast Asian Mountains (IRD, IWMI, SFRI). Continuité du suivi MSEC/Vietnam (SOERE-RBV, C. Valentin). Une soutenance de thèse à l'Université de Newcastle (Angleterre).
2010-2013	Hanoi	UMR211-BIOEMCO (coord. : L. Abadi & C. Valentin), affectation au SFRI. Responsable de l'équipe BIOEMCO-Vietnam. Responsable de la JEA1-BioGÉAQ (2011-2013) coordonnée par la VAST (Vietnamese Academy for Science and Technology). Participant au projet PAMPA-GT2/Vietnam (2009-2012, financement MAE) , responsable Vietnam du programme IRD-MSEC3 (réseau SOERE-RBV, Allenvi), responsable workpackage du projet HYPI (Hydropower and Incentives) de l'IWMI (2011-2013, financement BMZ), co-responsable workpackage des projets SUSANE (2010-2013, financement Danemark Coop.) et HoaSen-LOTUS/PHC B3CO (2011-2013, financement MOST+MRES) . Porteur du projet NUCOWS (Nutrients and Contaminants in Waters of Southeast Asia) , 2013-2015, financement USTH, 6 UMR, 8 Instituts Vietnamiens. Enseignant au Master WEO (<i>Water Environment Oceanography</i>) de USTH (University of Science and Technology of Hanoi) , co-responsable des unités d'enseignement Advanced Hydrology et Ecological Engineering (80 hr/an) . co-encadrant de 3 doctorants Vietnamiens dont 2 en co-tutelle France-Vietnam.
2014	Bondy	UMR211-iEES-Paris, affectation à Bondy. Finalisation des projets HYPI, B3CO et NUCOWS. Animation de 2 unités d'enseignements du Master WEO de l'USTH + 1 unité du Bachelor USTH. Une soutenance de thèse.
2015-actuel	Montpellier	UMR210-Eco&Sols, affectation à Montpellier. Chaque année, animation de 2 unités d'enseignements du Master WEO de l'USTH + 1 unité du Bachelor USTH. Une soutenance de thèse. Animation de l'axe formation de Eco&Sols.

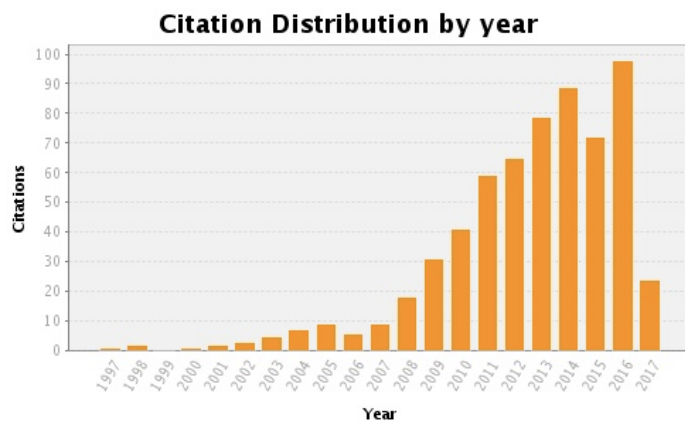
Responsabilités de gestion et coordination

- *Porteur de projets de recherche : GIHREX au Mali (3 ans, 34 chercheurs et IT), 1998-2000 (Unesco, UICN) ; PNRH-MOHYBVA (2005-2006, IRD-CIRAD-CEMAGREF, 5 chercheurs) ; DURAS-Croplivestock (2006-2008, SFRI-IRD-CIRAD-NIAH au Vietnam, NAFRI-IRD au Laos 12 chercheurs) ; AFD-BIOGAS/PES (2008-2009, IRD-IWMI-SFRI, 15 chercheurs) ; JEAI-BioGEAQ au Vietnam (2011-2013, IRD-VAST-VAAS, 12 chercheurs) ; USTH-NUCOWS (2013-2015, BIOEMCO-ECOLAB-MARBEC-IMPIC-EPOC-ENSIACET et 6 institutions vietnamiennes, 8 co-coordonateurs).*
- *Responsable du Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM en Centrafrique.*
- *Responsable du LECOM (1997-2000) : Laboratoire des Eaux Continentales au Mali.*
- *Représentant de l'IWMI au Vietnam (2004-2010).*
- *Gestion d'une équipe de recherche anglophone de 16 personnes au Vietnam (2001-2013)*
- *Organisateurs de nombreuses manifestations scientifiques (séminaires internationaux, débats publics, film, plateaux télé...) : Premières Journées Scientifiques Inter-réseaux de l'AUF à Hanoi (6-9 novembre 2007, 160 personnes, 16 pays) ; GIRN-ZIT, Bamako, Juin 2000, 150 personnes ; IWMI-MSEC, Hanoi, décembre 2010, 80 personnes.*
- *Expert scientifique de l'AUF, Secrétaire Scientifique du réseau de recherche AUF « Erosion et Gestion Conservatoire des Eaux et des Sols » (2006-2010).*
- *Expert scientifique de l'IFS, International Foundation for Science (2004-2008).*
- *Membre du CS de l'IRD (2012-2016), membre du CHSCTs (Comité d'Hygiène, Sécurité et Conditions de Travail de la Délégation IRD-Occitanie), ...*
- *Membre du Comité Scientifique du réseau FRIEND-Water de UNESCO/PHI (2017).*

3. Publications

Le nom des stagiaires ou étudiants encadrés est souligné.

Sur SCOPUS, j'ai 48 publications indexées, avec un Hindex de 17.



3.1. Articles dans des revues à comité de lecture

1. Gac J-Y., Carn M., Diallo M.I., Orange D., Tanré D., 1986. Corrélations entre brumes sèches et visibilités horizontales au sol à partir de mesures quotidiennes au Sénégal pendant trois années. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 303, Série II: 1025-1027.
2. Orange D., Gac J-Y., 1990a. Reconnaissance géochimique des eaux du Fouta Djallon (Guinée), flux de matières dissoutes et en suspension en Haute-Gambie. *Géodynamique*, Orstom, Paris, 5(1): 35-49.
3. Orange D., Gac J-Y., 1990b. Bilan géochimique des apports atmosphériques en domaines sahélien et soudano-guinéen d'Afrique de l'Ouest (bassins supérieurs du Sénégal et de la Gambie). *Géodynamique*, Orstom, Paris, 5(1): 51-65.

4. [Orange D.](#), Gac J.Y., Probst J.L., Tanré D., 1990. Mesure du dépôt au sol des aérosols désertiques, une méthode simple de prélèvement : le capteur pyramidal. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 311, Série II: 167-172.
5. [Orange D.](#), Gac J.Y., Diallo M.I., 1993. Geochemical assessment of atmospheric deposition including Harmattan dust in continental West Africa. *Red Books, IAHS Publ.*, 215: 303-312. IF= 0.135
6. Wesselink A., [Orange D.](#), Feizouré C.T., Randriamiarisoa, 1995. Les régimes hydroclimatiques et hydrologiques d'un bassin versant de type tropical humide: l'Oubangui (République Centrafricaine). *Red Books, IAHS Publ.*, 238: 179-194. IF= 0.135
7. [Orange D.](#), 1996. Transports de matières dans un bassin fluvial tropical humide en zone de forêt : l'Uélé au Zaïre. *Sciences Géologiques, Bull.*, Strasbourg, 49(1-4): 71-88.
8. [Orange D.](#), Wesselink A.J., Mahé G., Feizouré C.T., 1997. The effects of climate changes on river baseflow and aquifer storage in Central Africa. In: Sustainability of water resources under increasing uncertainty, *Red Books, IAHS Publ.*, 240: 113-123. IF= 0.135
9. Bricquet J-P., Mahé G., Bamba F., Diarra M., Mahieux A., Des Tureaux T., [Orange D.](#), Picouet C., Olivry J.C., 1997. Erosion et transport particulaire par le Niger: du bassin supérieur à l'exutoire du delta intérieur (bilan de cinq années d'observation). In: FRIEND'97 — Regional Hydrology: Concepts and Models for Sustainable Water Resource Management, *Red Books, IAHS Publ.*, 246: 335-346. IF= 0.135
10. Laraque A., [Orange D.](#), Maziezoula B., Olivry J-C., 1998. Origine des variations de débits du Congo à Brazzaville durant le XX^{me} siècle. In: Water resources variability in Africa during the XXth Century, *Red Books, IAHS Publ.*, 252: 171-179. IF= 0.135
11. Bricquet J-P., Gourcy L., Mahé G., [Orange D.](#), Picouet C., Olivry J-C., 1998. Dissolved matter fluxes in the inner delta of the Niger river. In: *Hydrology in the humid tropic, IAHS Red Books, IAHS Publ.*, 253 : 435-445. IF=0.135
12. [Laraque A.](#), [Mahé G.](#), [Orange D.](#), [Marieu B.](#), 2001. **Spatiotemporal variations in hydrological regimes within Central Africa during XXth century. *J Hydrology*, 245 : 104-117. IF= 3.882**
13. [Picouet C.](#), [Dupré B.](#), [Orange D.](#), [Vallandon M.](#), 2002. **Major and trace element geochemistry in the upper Niger rivers (Mali) – physical, chemical weathering rates and CO2 consumption. *Chemical Geology*, 185(1-2): 93-124. IF= 3.482**
14. [Diallo D.](#), Barthès B., [Orange D.](#), Roose E., 2004. Comparaison entre stabilité des agrégats ou des mottes et risques de ruissellement et d'érosion en nappe mesurés sur parcelles en zone soudanienne du Mali. *Sécheresse*, 15(1): 1-9.
15. [Coynel A.](#), [Seyler P.](#), [Etcheber H.](#), [Meybeck M.](#), [Orange D.](#), 2005. **Spatial and seasonal dynamics of total suspended sediment and organic carbon species in the Congo River. *Global Biogeochemical Cycles*, 19(4): GB4019, 17 p. IF=4.495**
16. [Jouquet P.](#), [Bernard-Reversat F.](#), [Bottinelli N.](#), [Orange D.](#), [Rouland-Lefèvre C.](#), [Tran Duc Toan](#), [Podwojewski P.](#), 2006. **Influence of land use change and earthworm activity on carbon and nitrogen dynamics in a steepland ecosystem in Northern Vietnam. *Biology & Fertility of Soils*, 44(1): 69-77. IF= 3.287**
17. [Jouquet P.](#), [Podwojewski P.](#), [Bottinelli N.](#), [Mathieu J.](#), [Ricoy Martinez M.](#), [Orange D.](#), [Tran Duc Toan](#), [Valentin C.](#), 2008. Above-ground earthworm casts affect water runoff and soil erosion in Northern Vietnam. *Catena*, 74: 13-21. IF= 2.612
18. [Podwojewski P.](#), [Orange D.](#), [Jouquet P.](#), [Valentin C.](#), [Nguyen Van T.](#), [Janeau J-L.](#), [Tran Duc T.](#), 2008. **Land-use impacts on surface runoff and soil detachment within agricultural sloping lands in Northern Vietnam. *Catena*, 74: 109-118. IF= 2.612**
19. [Valentin C.](#), [Agus F.](#), [Alamban R.](#), [Boosaner A.](#), [Bricquet J-P.](#), [Chaplot V.](#), [de Guzman T.](#), [de Rouw A.](#), [Janeau J-L.](#), [Orange D.](#), [Phai Do Duy](#), [Podwojewski P.](#), [Riboldi O.](#), [Silvera N.](#), [Subagyono K.](#), [Thiébaux J.P.](#), [Toan Tran Duc](#), 2008. **Runoff and sediment losses from 27 upland catchments in Southeast Asia: Impact of rapid land use changes and conservation practices. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 128: 225-238. IF= 4.42**

20. [Clement F., Orange D., Williams M., Mulley C., Epprecht M., 2009. Drivers of afforestation in Northern Vietnam: Assessing local variations using geographically weighted regression. *Applied Geography*, doi:10.1016/j.apgeog.2009.01.003: 1-16. IF= 2.565](#)
21. [Dang Thi Ha, Coynel A., Orange D., Blanc G., Etcheber H., Schafer J., Le Lan Anh, 2009. Erosion and impact of human disturbance on sediment transport in the Red River, Vietnam. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 73 \(13 suppl. 1\): A260. IF= 4.71](#)
22. [George A., Pierret A., Boonsaner A., Valentin C., Orange D., Planchon O., 2009. Potential and limitations of Payments for Environmental Services \(PES\) as a means to manage watershed services in mainland Southeast Asia. *Int. Journal of Commons*, 3\(1\): 16-40. IF= 1.792](#)
23. [Mahé G., Bamba F., Soumaguel A., Orange D., Olivry J-C., 2009. Water losses in the Niger river inner delta: water balance and flooded surfaces. *Hydrological Processes*, 23\(22\): 3157-3160. IF= 3.45](#)
24. [Yajima A., Jouquet P., Dung Do Trung, Thach Dang Thi Cam, Tran Cong Dai, Orange D., Montresor A., 2009. High latrine coverage is not reducing the prevalence of soil-transmitted helminthiasis in Hoa Binh province, Vietnam. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 103\(3\): 237-241. IF= 1.631](#)
25. [Dang Thi Ha, Coynel A., Orange D., Blanc G., Etcheber H., Le Lan Anh, 2010. Long-term monitoring \(1960-2008\) of the river-sediment transport in the Red River Watershed \(Vietnam\): temporal variability and dam-reservoir impact. *Sc Total Environment*, 408 \(20\): 4654-4664. IF= 4.317](#)
26. [Jouquet P., Henry-des-Tureaux T., Doan Thu Thuy, Tran Duc Toan, Orange D., 2010. Utilization of near infrared reflectance spectroscopy \(NIRS\) to quantify the impact of earthworms on soil and carbon erosion in steep slope ecosystem. A study case in Northern Vietnam. *Catena*, 81: 113-116. IF= 2.612](#)
27. [Jouquet P., Plumere T., Doan Thu Thuy, Rumpel C., Tran Duc Toan, Orange D., 2010. The rehabilitation of tropical soils using compost and vermicompost is affected by the presence of endogeic earthworms. *Applied Soil Ecology*, 46: 125-133. IF= 3.47](#)
28. [Luu Thi Nguyet Minh, Garnier J., Billen G., Orange D., Nemery J., Le Thi Phuong Quynh, Tran Hong Thai, Le Lan Anh, 2010. Hydrological regime and water budget of the Red River delta \(Northern Vietnam\). *J Asian Earth Science*, 37: 219-228. IF= 3.245](#)
29. [Jouquet P., Bloquel E., Doan Thu Thuy, Ricoy M., Orange D., Rumpel C., Tran Duc Toan, 2011. Do compost and vermicompost improve macronutrient retention and plant growth in degraded tropical soils? *Compost Science & Utilization*, 19: 15-24. IF= 0.564](#)
30. [Mahé G., Orange D., Mariko A., Bricquet J-P., 2011. Estimation of the flooded area of the Inner Delta of the River Niger in Mali by hydrological balance and satellite data. In: *Hydro-climatology: Variability and Change* \(Proceedings of symposium J-H02 held during IUGG2011 in Melbourne, Australia, July 2011\), *Red Books, IAHS Publ.*, 344: 138-143. IF= 0.135](#)
31. [Jouquet P., Janeau J-L., Tran Sy Hai, Pisano A., Orange D., Luu Thi Nguyet Minh, Valentin C., 2012. Influence of earthworms and termites on runoff and erosion in a tropical steep slope fallow in Vietnam: A rainfall simulation experiment. *Applied Soil Ecology*, 61:161-168. IF= 3.47](#)
32. [Laouali D., Galy-Lacaux C., Diop B., Delon C., Orange D., Lacaux J-P., Akpo A., Lavenu F., Gardrat E., Castera P., 2012. Long term monitoring of the chemical composition of precipitation and wet deposition fluxes over three Sahelian savannas. *Atmospheric Environment*, 50: 314-327. IF= 3.281](#)
33. [Luu Thi Nguyet Minh, Garnier J., Billen G., Le Thi Phuong Quynh, Nemery J., Orange D., Le Lan Anh, 2012. N, P, Si budgets for the Red River Delta \(northern Vietnam\): how the delta affects river nutrient delivery to the sea. *Biogeochemistry*, 107\(1-3\): 241-259. IF= 3.407](#)
34. [Phan Ha Hai An, Huon S., Henry des Tureaux T., Orange D., Jouquet P., Valentin C., De Rouwe A., Tran Duc Toan, 2012. Impact of fodder cover on runoff and soil erosion at the plot scale in a cultivated catchment of North Vietnam. *Geoderma*, 177-178: 8-17. IF= 3.78](#)

35. Mahé G., [Mariko A.](#), [Orange D.](#), 2013. Relationships between water level at hydrological stations and inundated area in the River Niger Inner Delta, Mali. In Young G. et al. (Eds.): Deltas: landforms, ecosystems and human activities, *Red Books, IAHS Pub.*, 358: 110-115. IF= 0.135
36. [Mariko A.](#), Mahé G., [Orange D.](#), 2013. Monitoring flodd propagation in the Niger River Inner Delta in Mali : prospects with the low resolution NOAA/AVHRR data. In Young G. et al. (Eds): Deltas: landforms, ecosystems and human activities, *Red Books, IAHS Pub.*, 358: 101-109. IF= 0.135
37. [Orange D.](#), [Luu T.N.M.](#), Le T.P.Q., Tran H.T., Nemery J., Le L.A., Billen G., Garnier J., Vachaud G., 2013. Water Balance and nutrient delivery in a densely populated delta for a future sustainable environment. In Gordon Young (Eds): Deltas: landforms, ecosystems and human activities, *Red Books, IAHS Pub.*, 358: 196-202. IF= 0.135
38. [Bui T.Y.](#), [Orange D.](#), [Visser S.M.](#), [Chu T.H.](#), [Laissus M.](#), [Poortinga A.](#), [Tran D.T.](#), [Stroosnijder L.](#), 2014. Lumped surface and sub-surface runoffs for erosion modeling within a small hilly watershed in northern Vietnam. *Hydrological Processes*, 28: 2961-2974. IF= 3.45
39. [Janeau J-L.](#), [Gillard L.C.](#), [Grellier S.](#), [Jouquet P.](#), [Le T.P.Q.](#), [Luu T.N.M.](#), [Ngoc Q. A.](#), [Orange D.](#), [Pham D.R.](#), [Tran D.T.](#), [Tran S.HI.](#), [Trinh A.D.](#), [Valentin C.](#), [Rochelle-Newall E.](#), 2014. Soil erosion, dissolved organic carbon and nutrient losses under different land use systems in a small catchment in northern Vietnam. *Agricultural Water Manag.*, 146: 314-323. IF= 2.603
40. [Luu T.N.M.](#), [Orange D.](#), [Tran H.T.](#), [Garnier J.](#), [Le L.A.](#), [Trinh A.D.](#), 2014. Hydrological regime of a tidal system in the Red River Delta, northern Vietnam. In Daniell T.M. (Eds.) : Hydrology in a changing world: Environmental and Human Dimensions, *Red Books, IAHS Pub.*, 363: 451-456. IF= 0.135
41. [Valentin C.](#), [Boonsaner A.](#), [Janeau J-L.](#), [Jouquet P.](#), [Henry Des Tureaux T.](#), [Huon S.](#), [Latsachack K.](#), [Le Troquer Y.](#), [Maeght J-L.](#), [Orange D.](#), [Pham D.R.](#), [Pierret A.](#), [Podwojewski P.](#), [Riboldi O.](#), [de Rouw A.](#), [Sengtaheuanghong O.](#), [Silvera N.](#), [Robain H.](#), [Soulileuth B.](#), [Thothong W.](#), [Tran D.T.](#), [Tran S.H.](#), 2014. Lessons from long-term monitoring of soil erosion in three southeast Asian agricultural catchments undergoing rapid land-use changes. In Daniell T.M. (Eds.) : Hydrology in a changing world : environmental and human dimensions, *Red Books, IAHS Pub.*, 363: 303-308. IF= 0.135
42. [Lacombe G.](#), [Riboldi O.](#), [de Rouw A.](#), [Pierret A.](#), [Latsachak K.](#), [Boonsaner A.](#), [Silvera N.](#), [Pham D.R.](#), [Orange D.](#), [Janeau J-L.](#), [Soulileuth B.](#), [Robain H.](#), [Taccoen A.](#), [Sengphaathith P.](#), [Mouche E.](#), [Sengtahevanghong O.](#), [Tran D.T.](#), [Valentin C.](#), 2015. Afforestation by natural regeneration or by tree planting: examples of opposite hydrological impacts evidenced by long-term field monitoring in the humid tropics. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 12, 12615–12648, doi:10.5194/hessd-12-12615-2015.
43. [Lacombe G.](#), [Riboldi O.](#), [de Rouw A.](#), [Pierret A.](#), [Latsachak K.](#), [Boonsaner A.](#), [Silvera N.](#), [Pham D.R.](#), [Orange D.](#), [Janeau J-L.](#), [Soulileuth B.](#), [Robain H.](#), [Taccoen A.](#), [Sengphaathith P.](#), [Mouche E.](#), [Sengtahevanghong O.](#), [Tran D.T.](#), [Valentin C.](#), 2016. Contradictory hydrological impacts of afforestation in the humid tropics evidenced by long-term field monitoring and simulation modelling. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 20: 2691-2704. IF= 3.99
44. [Le Thi Huong](#), [Ho Tu Cuong](#), [Trinh Hong Quan](#), [Trinh Anh Duc](#), [Luu Thi Nguyet Minh](#), [Tran Sy Hai](#), [Orange D.](#), [Janeau J-L.](#), [Merroune A.](#), [Rochelle-Newall E.](#), [Pommier T.](#), 2016. Responses of aquatic bacteria to terrestrial runoff: effects on community structure and key taxonomic groups. *Frontiers in microbiology*, *Frontiers Media*, 7(889): 13 p. IF= 4.165
45. [Trinh A.D.](#), [Luu T.N.M.](#), [Trinh Q.H.](#), [Tran H.S.](#), [Tran T.M.](#), [Le T.P.Q.](#), [Duong T.T.](#), [Orange D.](#), [Janeau J-L.](#), [Pommier T.](#), [Rochelle-Newall E.](#), 2016. Impact of terrestrial runoff on organic matter, trophic state, and phytoplankton in a tropical, upland reservoir. *Aquatic Sciences*, 78(2): 367-379. IF= 3.164
46. [Rousseau J-F.](#), [Orange D.](#), [Nguyen Van Thiet](#), [Habich S.](#), 2017. Socialist hydropower governances compared: dams as experienced by Dai and Thai societies living on both sides of the China-Vietnam border. *Regional Environmental Change*, on-line : doi:10.1007/s10113-017-1170-0. IF= 2.97

3.2. Articles dans des revues non ISI

47. Mahé G., Bricquet J-P., Soumaguel A., Bamba F., Diabaté M., Diarra M., Des Tureaux T., Kondé C., Leroux J-F., Mahieux A., Olivry J-C., [Orange D.](#), Picouet C., 1997. Bilan hydrologique du Niger à Koulikoro depuis le début du siècle. *Acta hydrotechnica*, Proceedings of the Postojna, Slovenia, Friend'97 Conference, october 1997; Edn Ljubljana (Slovenia), 15/18: 191-200.
48. [Poncet Y.](#), [Orange D.](#), 1999. L'eau, moteur de ressources paratagées : l'exemple du delta intérieur du Niger au Mali. *Aménagement et Nature*, 132 : 87-108.
49. [Orange D.](#), [Dardenne L.](#), [Geier P.](#), [Nguyen Duy Phuong](#), [Jouquet P.](#), [Tran Duc Toan](#), 2010. Using a biogas scheme to control soil erosion on sloping lands, North Vietnam. *Mountain Forum Bulletin*, January: 52-55.
50. [Orange D.](#), [Tran Duc Toan](#), [Nguyen Duy Phuong](#), [Nguyen Van Thiet](#), [Salgado P.](#), [Clement F.](#), [Le Hoa Binh](#), 2008. Different interests, common concerns and shared benefits. *LEISA Magazine*, 24(2): 12-13. + Chinese version
51. [Bernard-Jannin L.](#), [Orange D.](#), [Pham Dinh Rinh](#), [Henry des Tureaux T.](#), [Laissus M.](#), [Jouquet P.](#), [Tran Duc Toan](#), 2011. The contribution of erosion in a small cultivated hilly catchment of North Vietnam due to an exceptional rainfall event. *EGU*, Geophysical Research Abstract, 13: 669.
52. [Nguimalet C.R.](#), [Orange D.](#), 2014. Dynamique hydrologique récente de l'Oubangui à Bangui (Centrafrique): impacts anthropiques ou climatiques ? *Geo-Eco-Trop*, 37(1): 101-112.

3.3. Ouvrages et chapitres d'ouvrage

Ouvrages

1. [Orange D.](#), 1992. Hydroclimatologie du Fouta Djallon et dynamique actuelle d'un vieux paysage latéritique (Afrique de l'Ouest). *Mém. Sci. Géol.*, 93, Strasbourg : 206 p.
2. [Orange D.](#) (EdS), 2000. DELTA, Vivre et travailler dans le delta intérieur du Niger. Photographies : Gilles Coulon, Textes : Marie-Laure de Noray, Ed. Donniya (Mali) et Ed. IRD (Paris): 109 p.
3. [Orange D.](#), [Arfi R.](#), [Kuper M.](#), [Morand P.](#), [Poncet Y.](#) (EdS), 2002. Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales. *Colloques et séminaires*, Ed. IRD, Paris, Actes du colloque Girnzit, Bamako, 20-23 juin 2000, 59 chapitres: 970 p.
4. [Orange D.](#), [Roose E.](#), [Vermande P.](#), [Gastellu J.-P.](#), [Pham Quang Ha](#) (EdS), 2008. Gestion intégrée des eaux et des sols : ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains. *Actes des Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF*, Hanoi, 6-9 novembre 2007, cd-rom Editions AUF et IRD, Paris.
5. [Orange D.](#), [Tran Duc Toan](#), [Valentin C.](#) (EdS), 2010. MSEC outputs for conservative agriculture development in mountainous area of Southeast Asia. Proceedings of XIIth annual MSEC meeting, 5-7 January 2010, Hanoi; IWMI, IRD, SFRI, cd-rom, Hanoi, IWMI-SEA office.

Chapitres d'ouvrage

1. [Orange D.](#), 1992. Hydroclimatologie du Fouta Djallon et dynamique actuelle d'un vieux paysage latéritique. In : *Bull. Erosion*, n°12, ROOSE EdS., ORSTOM, Montpellier: 344-346.
2. [Cros B.](#), [Brou A.](#), [Orange D.](#), [Dimbélé M.](#), [Lacaux J-P.](#), 1996. Tropospheric ozone on both sides of the equator in Africa. In : *Biomass Burning and Global Change*, Ed. J.S. Levine, MIT Press, 1(31): 327-332.
3. [Sigha-Nkamdjou L.](#), [Orange D.](#), [Sighomnou D.](#), [Seyler P.](#), [Nia P.](#), [Naah E.](#), 1996. Physico-chimie des précipitations en milieu forestier sud-camerounais. In : *Le milieu forestier sud-camerounais*, Univ. Yaoundé: 11 p.
4. [Kuper M.](#), [Mullon C.](#), [Poncet Y.](#), [Morand P.](#), [Orange D.](#), [Benga E.](#), 2001. Integrated modeling of a productive ecosystem: Interior Niger delta in Mali. In [Tonneau J-P.](#), [Teyssier A.](#) (EdS.) : *Regional planning and information systems*, : 89-102.
5. [Poncet Y.](#), [Kuper M.](#), [Mullon C.](#), [Morand P.](#), [Orange D.](#), 2001. Représenter l'espace pour structurer le temps : la modélisation intégrée du delta intérieur du Niger au Mali. In [Lardon S.](#),

- Maurel P. et Piveteau V. (EdS.) : *Représentations spatiales et développement territorial*, Paris, Hermes, chapitre 7: 143-162 et IV-V, O.
6. Orange D., 2002. Projet Gihrex : ambitions et acquis d'un projet de recherche pour le développement durable du delta intérieur du Niger. *Colloques et Séminaires*, IRD ed., Paris: 953-967.
 7. Orange D., 2002. Identification des voies de recherche et d'action pour une gestion durable des zones inondables tropicales. *Colloques et Séminaires*, IRD ed., Paris: 887-890.
 8. Orange D., Arfi R., Kuper M., Morand P., Poncet Y., 2002. Développement durable et gestion intégrée des zones inondables tropicales. *Colloques et Séminaires*, IRD ed., Paris: 23-30.
 9. Orange D., Arfi R., Kuper M., Morand P., Poncet Y., 2002. Quel cadre décisionnel pour une gestion intégrée des zones inondables tropicales ? *Colloques et Séminaires*, IRD ed., Paris: 981-987.
 10. Orange D., Arfi R., Bénech V., Kuper M., Marieu B., Sidibé I., 2002. Impact de la dynamique hydrologique sur les cycles de nutriments en zone inondable tropicale sahélienne. *Colloques et Séminaires*, IRD ed., Paris: 259-277.
 11. Orange D., Mahé G., Dembélé L., Diakité C.H., Kuper M., Olivry J-C., 2002. Hydrologie, agro-écologie et superficies d'inondation dans le delta intérieur du Niger. *Colloques et Séminaires*, IRD ed., Paris: 209-229.
 12. Diarra S., Orange D., Bonté P., 2002. Fonctionnement hydrosédimentologique du lac Débo : le rôle du bourgou. *Colloques et Séminaires*, IRD ed., Paris: 315-328.
 13. Kuper M., Hassane A., Orange D., Chohin-Kuper A., Sow M., 2002. Régulation, utilisation et partage des eaux du fleuve Niger: l'impact de la gestion des aménagements hydrauliques. *Colloques et Séminaires*, IRD ed., Paris: 411-430.
 14. Kuper M., Mullon C., Poncet Y., Benga E., Morand P., Orange D., Mahé G., Arfi R., Bamba F., 2002. La modélisation intégrée d'un écosystème inondable : le cas du delta intérieur du Niger. *Colloques et Séminaires*, IRD ed., Paris: 773-798.
 15. Mahé G., Bamba F., Orange D., Fofana L., Kuper M., Marieu B., Soumaguel A., Cissé N., 2002. Dynamique hydrologique du delta intérieur du Niger (au Mali). *Colloques et Séminaires*, IRD ed., Paris: 179-195.
 16. Mariko A., Mahé G., Orange D., Royer A., Nonguierma A., Amani A., Servat E., 2002. Suivi des zones d'inondation du delta intérieur du Niger : perspectives avec les données basse résolution NOAA/AVHRR. *Colloques et Séminaires*, IRD ed., Paris: 231-244.
 17. Picouet C., Orange D., Mahé G., Olivry J-C., 2002. Rôle du delta intérieur du fleuve Niger dans la régulation des bilans de l'eau et de sédiments. *Colloques et Séminaires*, IRD ed., Paris: 245-258.
 18. Kuper M., Hassane A., Orange D., 2002. La pénurie d'eau de l'étiage de 1999. In Kuper M., Tonneau J-P. (EdS.): *L'Office du Niger, grenier à riz du Mali. Succès économiques, transitions culturelles et politiques de développement*, Cirad.
 19. Orange D., 2002. Projet Gihrex : ambitions et acquis d'un projet de recherche pour le développement durable du delta intérieur du Niger. In Marie J., Témé B. (edS.): *Des connaissances scientifiques utiles pour la décision publique : la gestion de la ressource et l'aménagement du fleuve Niger*. Document de synthèse (+ CD-rom), Editions IRD, Paris.
 20. Seyler P., Coynel A., Moreira-Turcq P., Etcheber H., Colas C., Orange D., Bricquet J-P., Laraque A., Guyot J-L., Olivry J-C., Meybeck M., 2005. Organic carbon transported by the equatorial rivers: example of Congo-Zaire and Amazon basins. In Roose E., Lal R., Feller C., Barthès B., Stewart B.A. (edS.) : *Soil erosion and carbon dynamics*. Boca Raton : Taylor et Francis Ed., *Advances in Soil Science*, 17: 255-274. Land Uses, Erosion and Carbon Sequestration : International Colloquium, Montpellier (FRA), 2002/09/23-28. ISBN 978-1-56670-688-2.
 21. Diallo D., Orange D., Roose E., 2004. Influence des pratiques culturales et du type de sols sur les stocks et pertes de carbone par érosion en zone soudanienne du Mali. *Bulletin Erosion*, BRE 22, AUF-IRD, Paris: 193-207.

22. Orange D., Arfi R., Picouet C., Etcheber H., 2004. Comportement du carbone organique dans les eaux du fleuve Niger lors de leur traversée du delta intérieur du Niger (au Mali). *Bulletin Erosion*, BRE 22, AUF-IRD, Paris: 432-445.
23. Orange D., Laraque A., Seyler P., Etcheber H., 2004. Transport fluvial du carbone organique en Afrique Centrale : de l'amont de l'Oubangui à l'embouchure du fleuve Congo. *Bulletin Erosion*, BRE 22, AUF-IRD, Paris: 467.
24. Tran Duc Toan, Orange D., Podwojewski P., Do D.P., Maugin P., Pham V.R., 2003. Soil erosion and land use in the Dong Cao catchment in Northern Vietnam. In Maglinao A.R., Valentin C., Penning de Vries F. (Eds) : *From soil research to land and water management : harmonizing people and nature*, IWMI-ADB project, IWMI, Bangkok : 165-179.
25. Luu Thi Nguyet Minh, Orange D., 2004. Evolution annuelle des flux de matières en suspension et de la qualité des eaux du fleuve rouge a l'entrée de son delta (Vietnam). *Bulletin Erosion*, BRE 22, AUF-IRD, Paris: 461-466.
26. Orange D., 2004. Présentation du fleuve Niger : les aspects physiques et climatiques. *Expertise Collégiale « Fleuve Niger »*, Groupe 1, sous question 1.1, IRD, DRV, Paris : 14 p.
27. Orange D., 2004. Impact des usages domestiques et industriels sur la qualité des eaux du Fleuve Niger. *Expertise Collégiale « Fleuve Niger »*, Groupe 1, sous question 1.2.7, IRD, DRV, Paris : 9 p.
28. Orange D., 2004. Transport solide par les eaux du Fleuve Niger et érosion. *Expertise Collégiale « Fleuve Niger »*, Groupe 3, sous question 3.3.2, IRD, DRV, Paris : 6 p.
29. Orange D., 2004. Indicateurs sur le régime du fleuve Niger et sur l'évolution de son environnement. *Expertise Collégiale « Fleuve Niger »*, Groupe 3, sous question 3.4, IRD, DRV, Paris : 18 p.
30. Orange D., Palangié A., 2006. Assessment of water pollution and risks to surface and groundwater resources in Bamako (Mali). In Xu Y. (EdS.): *Comprehensive book on Groundwater Pollution in Africa*, Univ of the Western Cape (South Africa): 139-146.
31. Do Duy Phai, Orange D., Migraine J-B., Tran Duc Toan, Nguyen Cong Vinh, 2007. Applying GIS-assisted modelling to predict soil erosion on a small agricultural watershed within sloping lands in Northern Vietnam. Sustainable watershed management in cultivated sloping lands of SEA. In Gebbie L., Glendinning A., Lefroy-Braun R., Victor M. (EdS.): *Proceedings of the 2nd Int. Conf. on Sustainable sloping lands and watershed management linking research to strengthen upland policies and practices*, NAFRI, Vientiane (Laos), December 2007: 212-228.
32. Jouquet P., Bottinelli N., Mathieu J., Orange D., Podwojewski P., Henri des Tureaux T., Tran Duc Toan, 2007. Impact of land-use change on earthworm diversity and activity: the consequences for soil fertility and soil erosion. In Gebbie L., Glendinning A., Lefroy-Braun R., Victor M. (EdS.): *Proceedings of the 2nd Int. Conf. on Sustainable sloping lands and watershed management linking research to strengthen upland policies and practices*, NAFRI, Vientiane (Laos), December 2007: 130-141.
33. Maiga H., Marie J., Morand P., N'djim H., Orange D., 2007. Présentation du fleuve Niger. In Marie J., Morand P. Ndjim H. (EdS.): *The Niger River's Future*, Coll. *Expertise Collégiale*, IRD ed., Paris, Cdrom : 3-105.
34. Diarra L., Fofana A., Givone P. Maiga H., Morand P. Orange D., Traore P.S., 2007. Connaissance du fleuve, évolution et indicateurs. In Marie J., Morand P. Ndjim H. (EdS.): *The Niger River's Future*, Coll. *Expertise Collégiale*, IRD ed., Paris, Cdrom : 193-301.
35. Orange D., Pham Dinh Rinh, Tran Duc Toan, Henri des Tureaux T., Laissus M., Nguyen Duy Phuong, Do Duy Phai, Nguyen Van Thiet, Nieullet N., Ballesteros S., Lequeux B., Phan Ha Hai An, Lamezec Y., Mitard C., Mahé M., Bernard R., Ducos H., Zemp D., Janeau J-L., Jouquet P., Podwojewski P., Valentin C., 2012. Long-term erosion measurements on sloping lands in northern Vietnam: impact of land use change on bed load output. In : *The 3rd International Conference on Conservation Agriculture in Southeast Asia - Hanoi 2012*, CIRAD-NOMAFSI-Univ. Queensland Ed.: 49-52.

Journaux et Ouvrages nationaux du Sud

1. Dembélé L., Orange D., Mahé G., Ballo A., 2000. Synthèse analytique de deux modèles d'inondation du Delta intérieur du Niger. *Revue Scientifique du CNRST*, Bamako (Mali): 12 p.
2. Hassane A., Kuper M., Orange D., 2000. Influence des aménagements hydrauliques et hydro-agricoles du Niger supérieur sur l'onde de la crue du delta intérieur du Niger au Mali. *Revue Scientifique du CNRST*, Bamako (Mali): 15 p.
3. Hassane A., Kuper M., Orange D., 2000. Influence des aménagements hydrauliques et hydro-agricoles du Niger supérieur sur l'onde de la crue du delta intérieur du Niger au Mali. *Sud Sciences et Technologies*, EIER, Ouagadougou (BF), 5: 16-31.
4. Dasylva S., Sambou S., Cosandey C., Orange D., 2003. Assèchement des « niayes » bas-fonds agricoles de la région de Dakar durant la période 1960-1990 : variabilité spatiale et rôle joué par la pluviosité. *Sud Sciences et Technologies*, EIER, Ouagadougou (BF), 11: 27-34.
5. Dasylva S., Cosandey C., Orange D., Sambou S., 2004. Rainwater infiltration and groundwater sustainable rate in the Dakar region. *Agricultural Ingeneering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*, LW04-004, October 2004: 1-11.
6. Luu T.N. Minh, Orange D., Le Lan Anh, Tran Duc Toan, Tran T.M. Lynh, 2006. Suspended matter transported by the Red River to its delta: impact of human activities. *Vietnamese Journal of Science*, VAST, Hanoi, 8 p.
7. Clément F., Amezaga J. M., Orange D., Tran Duc Toan, 2007. The impact of government policies on land use in Northern Vietnam: An institutional approach for understanding farmer decisions. *IWMI Research Report, 112, Colombo, Sri Lanka, International Water Management Institute, 27p.*
8. Mathieu J., Jouquet P., Bottinelli N., Podwojewski P., Manh Vu Quang, Binh Tran Thi Thanh, Trần Đức Toàn, Orange D., 2007. Ảnh hưởng của việc giảm thâm canh nông nghiệp đến hệ động vật trong đất ở miền bắc việt nam. *Vietnamese J. Soil Sciences*, Hanoi, 8p.
9. Nguyễn Văn Thiết, Pomel S., Phạm Quang Hà, Trần Đức Toàn, Orange D., 2008. Ứng dụng phương pháp phân tích hình Ảnh để đánh giá xói mòn đất (Optical analysing techniques for soil erosion evaluation). *Sciences and Technology Journal of Agriculture and Rural Development*, Hanoi, Vietnam.
10. Orange D., Tran Duc Toan, Nguyen Duy Phuong, Nguyen Van Thiet, Salgado, Clement F., Le Hoa Binh, 2008. Different interests, common concerns and shared benefits. *LEISA Magazine, 24(2): 12-13 (English, Spanish, Chinese).*
11. Tran Duc Toan, Orange D., Nguyen Duy Phuong, Nguyen Van Thiet, Salgado P., Pham Van Dinh, Clement F., Jouquet P., Le Hoa Binh, 2008. Những quan tâm khác nhau, liên quan chung và chia sẻ lợi ích (Mobilize local knowledge, innovation and economic development within an environment of mutual respect). *Sciences and Technology Journal of Agriculture and Rural Development*, Hanoi, Vietnam.
12. Tran Duc Toan, Pham Van Rinh, Nguyen Duy Phuong, Orange D., 2009. The influence of land-uses to erosion and nutrients leaching in sloping lands. *Research on Science and Technology*, VAAS, MARD, Hanoi, Vietnam: 433-441.
13. Tran Duc Toan, Orange D., Valentin C., Pham Van Rinh, Tran Sy Hai, Nguyen Duy Phuong, 2011. Soil losses and impact of land-use change on soil loss. Proceedings "Integrated Natural Resources Management, Environment Protection for Sustainable Development", Ed. Sc.: Vu Van Liet, Hanoi, 1 October 2010: 204-214. (in Vietnamese)
14. Luu Thi Nguyet Minh, Garnier J., Billen G., Trinh Anh Duc, Le Lan Anh, Orange D., 2012. A prospective scenario for the Red River delta at 2050 horizon. Tạp chí Hóa học, *Vietnamese Journal of Science*, VAST, Hanoi, 50(4B): 225-231.
15. Pham Dinh Rinh, Tran Duc Toan, Nguyen Duy Phai, Orange D., Janeau J-L., Valentin C., 2014. Nghiên cứu quản lý xói mòn đất trên quy mô lưu vực : kết quả nghiên cứu dài hạn ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất đến dòng chảy và xói mòn đất tại lưu vực Đông Cao = Impact of land use changes on surface runoff, soil erosion and nutrient loss at watershed level : a long term case study of Dong Cao watershed. In : *Kết quả nghiên cứu khoa học và chuyên gia công nghệ:*

Ky niem 45 nam thanh lap Vien (1969-2014) = 45 years results of scientific research and technology extension at SFRI (1969-2014), SFRI, Hanoi (Vietnam): 50-58. ISBN 9786046014027.

3.4. Réponses à appels d'offre

Les projets obtenus sont indiqués en caractères gras.

Internationaux

1. Participation auprès de Affholder F. (Cirad) à l'appel d'offre final du *Challenge Program on Water and Food (CPWF)*: « Rice landscape management for raising water productivity, conserving resources, and improving livelihoods in upper catchments of the Mekong and Red River Basins (CN# 54) », soumis en septembre 2003, classé A2.
2. **Clément F., Orange D., 2003. Developing indicators for sustainable land management in sloping areas in South East Asia. Research proposal for British Council, scholar year 2003-2004 to sustain the Clement's PhD at the Newcastle University. Success result.**
3. Orange D., 2004. Hydrological modelling for erosion control on sloping lands by GIS-assisted model. Research proposal for *IFAR grants*, year 2004 to sustain MSc of Do Duy Phai at the Agricultural Hanoi University I. *No success.*
4. **Orange D., Tran Duc Toan, Le Hoa Binh, Salgado P., Morel N., Bounthong B., Valentin C., 2004-2005. CROPLIVESTOCK: The implication of the local knowledge in the increasing integration of animal husbandry in the farming systems of disadvantaged communities. Call FSP-DURAS "Promoting Sustainable Development in Agricultural Research Systems", Theme 2: Local knowledge in natural resources management. Success, 2 years (2006-2008), 420 k€.**
5. **Phan Ha Hai An, Orange D., Benedetti M., Tran Thi My Linh, 2004. Géochimie des eaux de surface et de nappe pour contraindre la modélisation hydrologique en zone agricole sur pente en Asie du Sud-Est Appel d'offre AUF pour bourse de thèse 2005-2008, en co-tutelle Université Paris VII et Université de Hanoi (Faculté de Chimie). Succès.**
6. **Bui Tan Yen, Orange D., Chu Thai Hoanh, 2008. Maximizing farming systems to address livelihood and environmental sustainability in the uplands of Southeast Asia. Ginés-Mera Memorial CIAT Fellowship Program, 5 p. Succès (2008-2011), bourse PhD.**
7. Jouquet P., Orange D., Doan Thu Thuy, Noble A., 2009. Processing and Spatial Management of Organic Resources for Soil Rehabilitation of Sloping lands. *IFAR grant Program*, 2009, SFRI-MSEC, IWMI-SEA, Vietniane, 5 p. Failed.
8. **Giordano M., Orange D., Noble A., and Drechsel P., 2009. HYPI (Hydropower and Incentives): Opportunities for economic incentives to promote sustainable land and water management in the sloping lands of South and Southeast Asia. BMZ call (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung), Germany; with IWMI, Colombo (Sri Lanka): 64 p. Success in 2010, 3 years (2011-2013), 450 k\$.**
9. Rochelle-Newall E., Trinh Anh Duc, Luu Thi Nguyet Minh, Orange D., 2010. B3CO: Biodiversité, biogéochimie, bactéries et carbone organique dans les systèmes terrestres et aquatiques continentaux. *Call PHC HOASEN/LOTUS*, PHC franco-Vietnamien, mars 2010. Succès en 2011, 2 ans (2012-2013), 90 k\$.
10. **Orange D., Grellier S., Le Thi Phuong Quynh, 2013. NUCOWS: NUtrient cycles and COntaminants in WaterS in Southeast Asia. Call USTH (Univ. Sc. Techn. Hanoi), janvier 2013, 73 p. Projet obtenu, 5 ans (2013-2017), PI : D. Orange, 60 k\$/5ans + 300 k\$ d'équipement, projet**

régional impliquant 5 UMR (BIOEMCO, ECOLAB, EPOC, IMPMC, ECOSYM), USTH, VNU-HCMC, VAST (IET, ICH, INPC, IBT...).

11. Participation à la rédaction du projet européen NEWSOIL: Novel European approach of Water and SOIL improving cropping systems ecosystem service assessment under rapid Land use change. Soumis à EU-Research and Innovation action, call H2020-SFS-2015-2, février 2015. Projet rejeté.

Régionaux

12. Orange D., 2003. Sustainable water (or River basin) management in the Da River (Vietnam): Multiscale and integrated land and water management between lowlands and uplands in South East Asia upper catchments. First proposal to *AFD-ADB*, local call, April 2003. *No success*.
13. Orange D., Jouquet P., Tran Duc Toan, Montresor A., 2007. Innovative Practices for Environment and Human Health: A Pilot Phase in Northern Vietnam. Project proposal for *Total*, Paris, 7 p. Succès, 1 an (2007-2008), 10 k\$.
14. Orange D., Noble A., Jouquet P., Tran Duc Toan, 2008. Biogas and PES in Southeast Asian Mountains. Project proposal for *AFD*, 13 p. Succès, 1 an (2008-2009), 25 k€.
15. Orange D., Jouquet P., Tran Duc Toan, 2009. Digestate fertilizer efficiency and C sequestration, participation to the WP3. In Sven G. Sommer: *Optimizing environmentally friendly biogas production using livestock manure for the reduction green house gas emissions (SUSANE-II)*, Proposal for *Shell II*, Danish Ministry of Foreign Affairs (FFU), 26 January 2009, 3 p. Succès, 3 ans (2010-2012).
16. Laffly D., Orange D., Nguyen Van Thiet, Pham Quang Ha, Nguyen Van Cu, 2010. Rôle des politiques de barrage hydro-électrique sur le développement économique régional. In Weissberg D. (Univ. Toulouse): *Accord-cadre Province de Son La et Région Midi-Pyrénées : R&D environnement et sociétés*. Succès, 3 ans (2010-2013), partenaires au Vietnam : IAE ; Contact : D. Laffly.

Nationaux

17. Orange D., 1995. Intégration de la station météorologique de Bangui (RCA) dans le réseau international IDAF. *Call IDAF*. Accepté.
18. Laraque A., Orange D., 1995. Système de Gestion de Banques de Données du Congo et de l'Oubangui. *Call PEGI/GBF*, avec MEDIAS-France. Succès, 1 an (1996).
19. Orange D., Olivry J-C., 1996. Veille hydrochimique de l'Oubangui à Bangui. *Call PEGI/GBF*. Accepté.
20. Orange D., 1997. ZADIN, Zone atelier du delta intérieur du Niger : Crue et Décrue, Edification et partage des Ressources dans le Delta Intérieur du Niger. Proposition de projet pour une zone atelier (action GIP-Hydrosystème) dans le delta intérieur du Niger au Mali, Lab. Hydrologie, ORSTOM, Bamako (Mali), 15p. Call GIP-Hydrosystème, succès, 3 ans (1998-2000).
21. Orange D., Arfi R., Benech V., Morand P., Poncet Y., 1998. Projet GIHREX: Gestion intégrée, Hydrologie, Ressources et Exploitation. Call IRD/Grands Programmes, succès, 3 ans (1998-2000).
22. Orange D., Perrin C., Huon S., Benedetti M., Lidon B., Phan Ha Hai An, Tran Thi My Linh, Tran Duc Toan, 2004. MOHYBVA: Modélisation du fonctionnement hydrologique et géochimique de petits bassins versants agricoles: impact des chemins de l'eau et des pratiques agricoles. *Programme National ECCO, action PNRH (Hydrologie : cycle de l'eau et flux associés)*. Succès, 2 ans (2005-2006), 20 k€.

23. Orange D., Valentin C., 2004. Création d'une banque de données partagée du programme MSEC en Asie du Sud-Est. *Appel d'offre IRD-SPIRALES*, thème "Développements de produits opératoires": 8 p. Succès, 2 ans (2005-2006), 24 k€.
24. Vachaud G., Nemery J., Garnier J., Orange D., Bonnet M.P., Nguyen The Dong, Luu Thi Nguyet Minh, 2006. Influence des rejets urbains et agricoles sur l'eutrophisation dans la zone deltaïque du Fleuve Rouge, Vietnam – ANR/DayRiver. *Call ANR-Blanc*, Mai 2005. Succès, 3 ans (2006-2008), 450 k€.
25. Coynel A., Orange D., Dang Thi Ha, Etcheber H., Le Lan Anh, 2008. RIVER-SÔNG - Controlling geological, hydrological and anthropogenic processes on river-deltaic water quality and reactive transport modelling in a highly erosive watershed in SE Asia (Red-River watershed, Vietnam). Project proposal for *INSU-Sciences de la Terre*, 22 p. Succès, 2 ans (2009-2010).
26. Orange D., 2008. Impact des SCV sur le fonctionnement du système sol-plante à l'échelle du paysage : du champ au bassin versant et au terroir, *draft pour l'équipe Vietnam*. In C. Valentin: Etude des impacts écologiques des SCV à l'échelle paysage, *PAMPA Call*, AFD-MAE, November 2008, 12 p. Succès (2009-2012).
27. Orange D., 2010. Transfer of glyphosate and its degradate AMPA to surface waters through soils systems under DMC practice on Acrisols. In C. Valentin: Etude des impacts écologiques des SCV à l'échelle paysage, *PAMPA Call*, AFD-MAE, July 2010, 5 p. Succès, 2 ans (2011-2012), 15k€.
28. Trinh Anh Duc, Orange D., Rochelle-Newall E., 2010. **BIOGEOQ: Biogeochemistry and ecology of tropical aquatic ecosystems**. *Call JEAI, IRD*, mai 2010. Succès, 3 ans (2011-2013), 60 k€. **Coordinator: D. Orange (IRD)**.
29. Sauvage S., 2014. **Projet SWAT-RBVecology: Modélisation multi-échelle pour quantifier le rôle des fonctionnalités écologiques impliquées dans les régulations des transferts d'eau, de carbone et d'azote dans les bassins versants**. *Call EC2CO*, Succès, 2 ans (2015-2016), 25 k€. **Participant**.
30. Orange D., Le Thi Phuong Quynh, Luu Thi Nguyet Minh, J-L. Janeau, Pham Dinh Rinh, Tran Mnh Tien, Tran Duc Toan, Sauvage S., Sanchez-Perez J., 2014. Nutrients fluxes from a rice floodplain in Dong Cao experimental watershed (SOERE-RBV MSEC). *Call USTH*, Vietnam operation for SWAT-RBVecology, associated with NUCOWS project, PI : D. Orange, ECO&SOLS, ECOLAB, USTH, INPC, ICH, SFRI. Echec.

3.5. Expertises et Contrats

Expertises Collégiales (outil IRD)

1. **Expertise collégiale « Quel avenir pour le Fleuve Niger ? »**. Initiateur du projet répondant à la demande des Ministères maliens suivants impliqués dans la Zone Atelier ZADIN : Ministère chargé de l'Environnement, Ministère du Développement Rural, Ministère de l'Administration Territoriale et des Collectivités Locales, Ministère chargé de l'Eau. Bailleurs: UE/Bamako, MAE/Bamako, UICN/Suisse.
 - Participation à l'atelier préparatoire, Janvier 2002, Bamako (Mali).
 - Participation à la rédaction du document de synthèse (+ CR-rom) : *Des connaissances scientifiques utiles pour la décision publique: la gestion de la ressource et l'aménagement du fleuve Niger*, Ed. Sc. J. Marie (Prof. Université Nanterre) et B. Témé (DG IER, institut d'économie rurale, Bamako). Juin 2002.
 - Participation à l'atelier initial, Novembre 2002, Bamako (Mali).

Contrats de recherche

1. Gac J-Y., Orange D., 1990. Cadre naturel du haut bassin versant du fleuve Sénégal. *Document ORSTOM*, Dakar, Projet CEE/EQUESEN n°TS2-0-198-F-EDB, 150 p.
2. Gac J-Y., Cogels F-X., Appay J-L., Bouchez J-M., Duprey J-L., Labrousse B., Orange D., 1990. Reconnaissance géochimique sur les eaux de la lame de submersion de la vallée du Ferlo (Sénégal). *Document ORSTOM*, Dakar, Projet CEE/EQUESEN n°TS2-0-198-F-EDB, 85 p.
3. Gac J-Y., Carn M., Orange D., 1991. Données hydroclimatiques et géochimiques sur le bassin versant du fleuve Sénégal et sur la Guinée. *Document ORSTOM*, Dakar, Projet CEE/EQUESEN n°TS2-0-198-F-EDB, 110 p.
4. Gac J-Y., Carn M., Diallo M.I., Orange D., 1991. Le point sur les observations quotidiennes des brumes sèches au Sénégal de 1984 à 1991. *Document ORSTOM*, Dakar, Projet CEE/EQUESEN n°TS2-0-198-F-EDB, 23 p.
5. Gac J-Y., Carn M., Orange D., 1991. L'impact de la sécheresse actuelle sur le bilan hydrologique du fleuve Sénégal à Bakel. *Document ORSTOM*, Dakar, Projet CEE/EQUESEN n°TS2-0-198-F-EDB, 118 p.
6. Gac J-Y., Orange D., 1993. Flux de matières en suspension et bilan de l'érosion des sols dans le bassin versant amont du fleuve Sénégal. *Rapport de synthèse*, Projet CEE/EQUESEN, n°TS2-0-198-F-EDB, tome 3, chap. V, 35 p.
7. Gac J-Y., Orange D., 1993. Flux de matières dissoutes et bilan de l'altération chimique, Géodynamique actuelle des paysages amont, Evolution de la qualité chimique des eaux du fleuve Sénégal. *Rapport de synthèse*, Projet EQUESEN, CEE, tome 3, chap. VI, 58 p.
8. Wesselink A., Orange D., Randriamiarisoa, Feizouré C., 1994. Hydrométrie de l'Oubangui à Bangui de l'origine des observations à 1993 : mise en évidence d'un détarage. Rapport de la Direction de la Météorologie en RCA, Projet PNUD/OMM CAF/91/021 «Assistance Agrohydrométéorologique et Surveillance de l'Environnement» ; Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 34 p.
9. Wesselink A., Orange D., Randriamiarisoa, 1994. Les débits moyens mensuels de 13 stations hydrométriques du bassin de l'Oubangui (1986-1993). Rapport de la Direction de la Météorologie en RCA, Projet PNUD/OMM CAF/91/021 «Assistance Agrohydrométéorologique et Surveillance de l'Environnement» ; Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 29 p.
10. Wesselink A., Orange D., 1994. Débits de l'Oubangui à Bangui (de 1935 à 1993). Rapport interne, Projet PNUD/OMM CAF/91/021 de la Direction de la Météorologie en RCA, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 70 p.
11. Orange D., Bonnefoy A., Diallo M., 1998. Impact des intrants agricoles sur la qualité des eaux en zone cotonnière du Mali-Sud. *Rapport d'expertise commandé par la CMDT*, étude conjointe DNHE-ORSTOM, Coll. LECOM (Laboratoire des Eaux Continentales de l'Orstom au Mali), ORSTOM, Bamako, 55 p.
12. Orange D., 1998. ZA-DIN : Projet de zone atelier du Delta Intérieur du Niger. GIP-Hydrosystèmes, Paris, Document de projet, IRD, Base Horizon : 42 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.3438.2809
13. Orange D., 1999. EIDES-DIN : Etude intégrée de la dynamique des processus ecobiophysiques et socio-économiques d'une zone humide tropicale : le Delta Intérieur du Niger. Document de projet, publié par le CNRST, Ministère de l'Enseignement Supérieur et Recherche, Bamako, Mali ; IRD, Base Horizon : 115 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.2389.7044
14. Orange D., Podwojewski P., Tran Duc Toan, 2004. Activity report 2003: summary. Official Technical Report for MSEC program, IWMI-SEA, Bangkok : 90 p.
15. Noble A., Orange D., Inocencio A., Chu Thai Hoanh, 2006. Note for IWMI-VAAS collaboration on Agricultural Research for Land and Water Management in Vietnam. IWMI-SEA report, Penang (Malaysia), 9 p.
16. Tran Duc Toan, Orange D., 2008. CropLivestock **Completion Report**. DURAS programme, 2006-2008, MAE/GFAR, Paris/Montpellier, FAO, 24 p.
17. Pham Quang Ha, Orange D., 2008. Réseau E-GCES-Vietnam : Erosion et Gestion conservatoire des eaux et des sols. **Bilan d'activités 2008**, projet AUF-ISTEM, SFRI, Hanoi, Vietnam, 2 p.
18. Orange D., Jouquet P., Tran Duc Toan, Montresor A., 2008. Enhancing the health and incomes of communities in Northern Vietnam through improving household animal production and waste management for a sustainable environment. **Final Report**, Total collaborative project, MSEC team, IRD-IWMI, SFRI, Hanoi, Vietnam, 28 p.

19. Orange D., Perrin C., Lidon B., Huon S., 2008. Modélisation du fonctionnement hydrologique et géochimique de petits bassins versants agricoles : impact des chemins de l'eau et des pratiques agricoles. **Rapport final du projet** MOHYBVA, ECCO-PNRH, 2005-2007, INSU, Paris, 37 p.
20. Orange D., Jouquet P., Phan Ha Hai An, Henri des Tureaux T., Salgado P., Nguyen Duy Phuong, Nguyen Van Thiet, Clement F., Le Hoa Binh, Tran Duc Toan, 2008. Local knowledge and technical innovation for income improvement and soil fertility management in upland agricultural system within disadvantaged communities. **Rapport final du projet** CropLivestock, programme DURAS, 2006-2008, MAE/GFAR, Paris/Montpellier, FAO, 6 p.
21. Orange D., Jouquet P., Tran Duc Toan, Nguyen Duy Phuong, Noble A., 2010. Biogas and PES for Watershed Management in Southeast Asian Mountains. **Final Report**, Project BIOGAS & PES, AFD-SFRI/IRD/IWMI, Hanoi, January 2010 : 147 p.
22. Medoc J-M, Leblond N., Orange D., 2011. Simuler le recyclage des effluents d'élevage avec le modèle Magma pour la production d'énergie et la fertilisation des cultures dans les petites exploitations intégrées au Nord Vietnam. Un exemple de gestion individuelle des effluents d'élevage au niveau de la ferme. Paper in: *Book on Biodigester Methodology*, SUSANE2 project, NIAH, Hanoi, 14 p. French and Vietnamese.
23. Trinh Anh Duc, Orange D., 2012. JEAI BioGEAQ: Mid-term report for IRD review. **JEAI report**, IRD, Marseille : 16 p.
24. Orange D., Nguyen V.T., 2014. Biophysical linkages between agricultural and other livelihood activities and operational features of the hydropower reservoir. In Chu Thai Hoanh et al. (ed. sc.) : Hydropower dams and opportunities, **BMZ funding, IWMI Coll.**, 79 p.
25. Orange D., Le TP Quynh, Grellier S., Gerino M., Duong T Thuy, Tran TN Trang, 2014. NUCOWS intermediate report 2013-2014 : activities, results and auto-evaluation. Mid-term report of NUCOWS, **USTH project**, end December 2014 : 31 p.

Expertises

1. Laraque A., Orange D., 1997. Tropical regimes and climatic trends in the Congo-Zaire catchment. Coll. **FRIEND General Report**, UNESCO IHP : 96-98.
2. Orange D., Gréard M., Camara G., 1997. Note technique pour l'installation d'un CAPYR (Capteur PYRamidal pour la mesure des dépôts atmosphériques terrigènes au sol). Coll. LECOM (**Laboratoire des Eaux Continentales de l'Orstom au Mali**), ORSTOM, Bamako, 20 p.
3. Orange D., Collectif du groupe CERDIN, 1997. ZADIN : Projet de zone atelier du Delta intérieur du Niger au Mali, Document d'orientation. Coll. LECOM (**Laboratoire des Eaux Continentales de l'Orstom au Mali**), ORSTOM, Bamako, 42 p.
4. Pannier E., Clément F., Orange D., 2005. Réseaux de circulation de l'information concernant les techniques et innovations agricoles : questionnements sur le fonctionnement, les limites, les enjeux et les mutations autour d'une étude de cas dans la province de Hoa Binh. **MSEC-Vietnam Report**, IWMI-SEA, IRD, NISF, 30 p.
5. Clément F., Amezaga J.M., Orange D., Tran Duc Toan, 2007. Designing forest and forest land policies. **Policy Brief** n°1, IPSARD (Institute of Policies and Strategies for Agriculture and Rural Development), MARD, Hanoi, 2 p.
6. Clément F., Amezaga J.M., Orange D., Tran Duc Toan, 2007. Fitting upland policies to the uplands. **Policy Brief** n°2, IPSARD (Institute of Policies and Strategies for Agriculture and Rural Development), MARD, Hanoi, 2 p.
7. Clément F., Amezaga J.M., Orange D., Tran Duc Toan, 2007. Forest land allocation. **Policy Brief** n°3, IPSARD (Institute of Policies and Strategies for Agriculture and Rural Development), MARD, Hanoi, 2 p.
8. Diarra L., Fofana A., Givone P. Maiga H., Morand P. Orange D., Traore P.S., 2007. Connaissance du fleuve, évolution et indicateurs. In Marie J., Morand P. Ndjim H. (eds): The Niger River's Future, **Coll. Expertise Collégiale**, IRD, Paris, Cdrom: 193-301.
9. Maiga H., Marie J., Morand P., N'djim H., Orange D., 2007. Présentation du fleuve Niger. In Marie J., Morand P. Ndjim H. (eds): The Niger River's Future, **Coll. Expertise Collégiale**, IRD, Paris, Cdrom: 3-105.
10. Orange D., Jouquet P., Tran Duc Toan, 2007. Trip Report on Vietnamese Central Highlands for 3S's project. **Evaluation Report** of research opportunities, IWMI-MARD, Hanoi, Vietnam, 27 p.

11. Orange D., Noble A., 2007. Enhancing livelihoods through incentives for sustainable upstream land, water and fisheries development in the Central highlands of Vietnam. **Concept Note for AFD and MARD-Vietnam**, IWMI-IRD-WorldFish, Hanoi, December 2007, 6 p.
12. Noble A., Chu Thai Hoanh, Orange D., 2008. Definitions used in Strategy of Agriculture, Rural and Farmer - Vision 2020. **Note for IPSARD**, IWMI-SEA, MARD, Hanoi, 4 p.
13. Noble A., Chu Thai Hoanh, Orange D., 2008. Definitions used in Strategy of Agriculture, Rural and Farmer - Vision 2020. **Note for IPSARD**, IWMI-SEA, MARD, Hanoi, 4 p.
14. Orange D., 2008. Appropriation par les agriculteurs du Nord-Vietnam d'une meilleure gestion de la fertilité des pentes via des collaborations Nord-Sud et CIRA. Contribution pour la **Commission de la Recherche Agricole Internationale**, Février 2008, 5 p.
15. Orange D., 2010. Aims and results of a sustainable development research project in the Inner Niger Delta: the GIHREX project. (Translation of Orange D., 2002, Projet Gihrex: ambitions et acquis d'un projet de recherche pour le développement durable du delta intérieur du Niger. Colloques et séminaires, IRD, 2002, 953-967). In Des McGarry & Yuji Niino (Eds): Final synthesis report of **e-Conf. "Integrated Land and Water Resources Management in Rural Watersheds"**, 2 November- 4 December 2009, FAO Regional Office for Asia and the Pacific (UNESCAP, APWF, IWMI, GWP), 11 p.
16. Orange D., Noble A., 2010. Technical methods and tools for integrated land and water management, to deal with issues related to conservation and utilization of land and water resources and systems. **FAO e-Conference**, "Integrated Land and Water Resources Management in Rural Watersheds", 2 November- 4 December 2009, FAO Regional Office for Asia and the Pacific (UNESCAP, APWF, IWMI, GWP), 8 p.
17. Orange D., 2012. Erosion et gestion agricole des paysages : le poids partagé des contraintes technologiques, économiques et sociologiques ? Note de réflexion, **Atelier SHS du PPR-SELTAR**, IRD, 18-19 septembre 2012, Bangkok, 7 p.
18. Orange D., Durand G., Tran Sy Hai, Janeau J-L., Luu Thi Nguyet Minh, Tran Duc Toan, Cailleau A., Caprais P., 2013. Transfer of glyphosate and its degradate AMPA to surface waters through soils systems under DMC practice on Acrisols. **Rapport d'expertise AFD**, projet PAMPA/RIME, IRD-CIRAD, UMR Eco&Sols, Montpellier : 11 p.
19. Vu Duong Quynh, Orange D., 2014. Biodigestate use and water pollution risk: conclusion and recommendation. R&D project, **Expertise for ZEBUNET NGO**, IAE (VAAS) + IRD, Hanoi, Vietnam; ZEBUNET, Paris: 45 p.

Guide technique

20. Laissus M., Bui Tan Yen, Orange D., 2010. PLER model: user's manual. Report, MSEC project, IRD, IWMI, SFRI, Hanoi, 15 p.

Compilation de données

21. Gac J-Y., Carn M., Orange D., 1991. Données hydroclimatiques et géochimiques sur le bassin versant du Fleuve Sénégal et sur la Guinée. Rapport CEE, Projet EQUENSEN TS2-0198-F-EDB, ORSTOM, Base Horizon, IRD, France, 2 tomes.
22. Laraque A., Orange D., et al., 1996. Données hydroclimatiques et géochimiques sur le bassin du Congo. Rapport PEGI, ORSTOM, Base Horizon, IRD, France, 2 tomes.
23. Orange D., Laraque A., et al., 1996. Données hydroclimatiques et géochimiques sur le bassin de l'Oubangui. Rapport PEGI, ORSTOM, Base Horizon, IRD, France, 2 tomes.
24. Tran Duc Toan, Janeau J-L., Orange D., Ed Sc., 2011. MSEC programme : Collected data from Dong Cao catchment 2000-2010. MSEC, SFRI, IRD-Hanoi, CD-rom.

Rapports divers supplémentaires > 52 rapports

4. Communications de presse, Médias audiovisuels, Vulgarisation

4.1. Grande presse

1. **Animan**, Lausanne (Suisse). Errance dans les bras du fleuve Niger, par G. Coulon et M.L. de Noray (direction scientifique : D. Orange), juillet-août 2000, n°84 : 63-71.
2. **DS magazine**, Paris (France). Fleuve Niger : des crues et des hommes, par M.L. de Noray et G. Coulon (direction scientifique : D. Orange), déc. 2000, n°43 : 56-61.

4.2. Produits audiovisuels

1. **Emission Planète, Canal Forum / Arte**, Paris (France), débat télévisé 58 mn : «Tiers-monde, de l'eau pour tous ». Intervenant invité : D. Orange. Enregistrement octobre 2000. Première diffusion en novembre 2000, puis octobre 2001...
2. **Festival du film scientifique**, 24-28 avril 2001, Orsay (France). Conférencier invité (60mn) : Le delta intérieur du Niger: vivre et travailler, Bar des Sciences, 27 avril, D. Orange, M.L. de Noray.
3. **Emission GAIA, La Cinquième**, Paris (France). Documentaire télévisé 52 mn : Niger, un delta au cœur du désert. Participation (D. Orange) à la construction du synopsis, aux interviews et aux enregistrements au Mali en mars 2001. Première diffusion le 5 mai 2001 à 17h30. Rediffusion en 2002, 2003, etc.

4.3. Forum publics

1. **Bar des Sciences "Soirée Delta"**, organisée par IRD-DIC Montpellier (Catherine Plasse), animée par René Lechon (journaliste), Brasserie du Corum, Montpellier, 24 novembre 2003.
2. **Biennale de l'Environnement**, 29 sept.- 1 oct. 2000, Cités planète, Bobigny (France). Conférencier invité (D. Orange, M.L. de Noray, G. Coulon) : Le delta intérieur du Niger, Bar des Sciences, 16 mars.
3. **Science en Fête**, 21 octobre 2000, Orléans (France). Conférencier invité (Y. Poncet, D. Orange) : La modélisation intégrée au service du développement, Bar des Sciences, 21 octobre.
4. **21e Salon du Livre**, 16-21 mars 2001, Paris (France). Conférencier invité (60mn) : Delta, Bar des Sciences, 16 mars, D. Orange.
5. **Festival Terre d'Images**, 4-7 mai 2001, Biarritz (France): Livre DELTA primé « Meilleur livre ».
6. **Biennale de la photographie africaine**, 16 oct.-10 nov. 2001, Bamako (Mali). Le delta intérieur du Niger : vivre et travailler.
7. **Planet'ère 2**, forum international francophone de l'éducation à l'environnement, 18-23 novembre 2001, Angers (France). Conférencier invité (1h30 d'exposé, 30 mn de débat) : « Gestion des zones humides et conflits d'usages : le cas du delta intérieur du Niger ».
8. **Prix Convergences**, présentation orale invitée (20 mn), 23 juin 2016, Paris (France) : CLEAN-BIODIG, utilisation éco-responsable et durable de biodigesteurs individuels. Nominés.
9. **Forum Mondial Convergences**, 5-7 septembre 2016, Palais Brongniart + Hotel de Ville, Paris (France) : Réussir la transition vers des villes et territoires durables. Stand invité et bar des sciences IRD, 1 hr de débat : La science au service des solutions pour la planète : l'exemple du projet Clean-Biodig.

4.4. Journaux publics, Vulgarisation

1. Orange D., 1993. RCA n°3 : Les activités dans le domaine de l'eau en RCA. **Bulletin trimestriel Recherche Centrafrique Actualités**, publié par le Centre ORSTOM de Bangui, rédacteur de ce numéro 3, novembre 1993 : 25 p.
2. Orange D., Feizouré C., Camara G., 1998. Erosion éolienne et apports géochimiques au sol par les poussières atmosphériques en Afrique de l'Ouest et Centrale. **ORSTOM ACTUALITES**, spécial Erosion, n°56, 11-12.
3. Affholder F., Orange D., 2003. Innover pour une agriculture durable et interactive. In : Agriculture et Développement Rural : Situation, Enjeux et Programmes de Coopération, **Les Cahiers de la Coopération française au Vietnam**, Ambassade de France, Hanoi (Vietnam): 1 p.

4. de Rouw A., Orange D., 2004. Méfaits de l'érosion. *Sciences au Sud*, Le journal de l'IRD, Dossier central « Agriculture sous contraintes », 23 (janvier-février 2004), Paris : 9.
5. Orange D., Podwojewski P., 2004. MSEC program in Vietnam : Rapid land-use change in Dong Cao village. *SEAWATCH*, Journal of IWMI-SEA, issue 8 (March 2004), Bangkok : 1-2.
6. Clément F., 2006. Understanding farmers' strategies and land-use change in the Northern uplands of Vietnam. *Water Figures Asia*, issue 1-2006, IWMI, Colombo: 4-5.
7. Orange D., 2007. Nature conservation watershed project (MSEC project from IWMI-IRD joint-venture). *SUSANE Newsletter*, Sustainable, sanitary and efficient management of animal manure for plant nutrition, SFRI (Hanoi) and Univ. of Copenhagen (Denmark), issue 6: 2.
8. Orange D., Podwojewski P., Tran Duc Toan, Pham Van Rinh, Do Duy Phai, Nguyen Duy Phuong, 2007. Impact of land-use on bed load transported by rivers in the Dong Cao watershed, north Vietnam. *Water Figures Asia*, issue 1-2007, IWMI, Colombo: 4-5.
9. Orange D., Tran Duc Toan, Nguyen Duy Phuong, Nguyen Van Thiet, Salgado P., Clement F., Le Hoa Binh, 2008. Different interests, common concerns and shared benefits. *LEISA Magazine*, 24(2): 12-13. + Chinese and Spanish versions
10. Orange D., 2008. A success story. *Water Figures Asia*, issue 1-2008, IWMI, Colombo: 4-5.
11. Orange D., 2009. Une boucle vertueuse. *Sciences au Sud*, 48, IRD, janvier-mars 2009.
12. Orange D., Tran Duc Toan, Salgado P., Sengtaheuangoung Oloth, De Rouw A., Nguyen Duy Phuong, Clement F., Nguyen Van Thiet, Pham Dinh Rinh, Le Van Bon, Le Hoa Binh, Valentin C., 2010. Local-knowledge and technical innovation for income improvement and soil fertility management by husbandry integration in upland farming system in Vietnam and Laos. Connaissances paysannes et innovations techniques pour l'amélioration des revenus et la gestion de la fertilité des sols par l'intégration de l'élevage dans les systèmes d'exploitation agricole montagnards du Vietnam et Laos. Dossier Agropolis, *GFAR publication*, Montpellier (bilingue français/anglais): 20-22.
13. Collectif MSEC, 2010. Land and water resources management for upland farms in Southeast Asia: some lessons learned. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI), *IWMI Water Policy Brief*, 33, doi:10.3910/2010.200, 4 p.
14. Leciak E., Valentin C., Orange D., 2015. Des solutions à évaluer : le cas du semis sous couvert végétal. *Sciences au Sud*, IRD, 80.
15. Orange D., Costa D.T., Vu D.Q., Crevel L., 2016. CLEAN-BIODIG: Installation de biodigesteurs individuels en milieu rural à partir d'un système de Paiement pour Service Environnementaux (PSE) pour une utilisation éco-responsable et durable. *Booklet Prix Convergences* 2016, 6^{me} édition, Paris: 26-27.

4.5. Réseaux d'information

16. Dimbélé-Kombé M., Orange D., Censier C., Randriamiarisoa, Feizouré C.T. (de janvier 1992 à octobre 1994). Bulletin mensuel de la station de Météorologie et de Surveillance de l'Environnement de l'ORSTOM-Bangui.
17. Orange D., 1997. Réunion n°1 du réseau IDAF-Mali, Compte-rendu. *Bull. de liaison IDAF*, CNRST, Bamako (Mali), mars 1997, 14 p.

4.6. Brevet

Orange D., Gac J.Y. (1990). Nom de l'invention : Capteur Pyramidal. Dossier de valorisation, *Dépôt de Brevet CNRS/Mission des Relations avec les Entreprises*, Paris, 8 p.

5. Communications à colloques

5.1. Conférencier invité

1. Orange D., 2008. Hydropower management and PES. Conférence pour EVN, Hanoi, Vietnam, Conference invited by AFD: Orange D., 1 hour.

2. Orange D., Dang Thi Ha, Tran Hong Thai, Luu Thi Nguyet Minh, Noble A., Garnier J., Coynel A., Le Lan Anh, Tran Duc Toan, Valentin C., 2009. Hydropower dam needs and erosion control: The case of the Red River in Vietnam. 8th IAHS Scientific Assembly and 37th IAH Congress: Water: A vital resource under stress - How science can help, Hyderabad, India, September 6 -12, 2009. Conference invited: Orange D., 15 mn.
3. Orange D., Leblond N., Médoc J-M., Jouquet P., Nguyen Duy Phuong, Tran Duc Toan, 2009. Exploring OM management in small farming systems : field experiments, modelling and farmers. Susane 2 Conference, 23-24th September 2009, Hanoi, Vietnam (conference), NIAS. Conference invited: Orange D., 1 hour.
4. Orange D., 2010. Biogas and PES for Watershed Management in Southeast Asian Mountains. Séminaire de restitution du projet Biogas&PES, AFD, Hanoi, 20 personnes du domaine du développement agricole postées à Hanoi. 22 Avril 2010, Conference invited: Orange D., 3 hours.
5. Orange D., 2011. Water Resources Management and Climate Change in SEA: rethinking water use and enhance ecosystem services. Invited speaker, 1 hr, Water Resources University, Hanoi, 16 December 2011.
6. Orange D., 2012. Environmental impacts of the use of biodigesters. Invited speaker, 1 hr, Susane2 project, NIAS, Hanoi, 18-23 March 2012.
7. Orange D., Dang Thi Ha, Coynel A., Blanc G., Le Lan Anh, Etcheber H., 2012. Carbon transfer in the Red River Basin. Keynote for international workshop APN (Asian Project Network) on "Change in Hydrology and carbon cycles from the World Rivers: observation and modeling results", 20 mn, 17-19 December 2012, Hanoi, INPC, VAST, Hanoi.
8. Orange D., 2013. Erosion, PES, Ecologie et Biogéochimie sur un bassin versant agricole expérimental du Nord Vietnam (bassin MSEC du réseau SOERE-RBV). Invited speaker, 1 hr, UMR ECOLAB, ENSAT, Toulouse, 28 mai 2013.
9. Orange D., 2013. Environmental chemistry, Hydrology and Ecology: a paradigm for a sustainable development. Invited speaker, Opening sessions, 1 hr, 35th Anniversary of Institute of Chemistry of Hanoi (ICH), VAST, Hanoi, 16-17 September 2013.
10. Orange D., 2013. Erosion, PES, Ecologie et Biogéochimie sur un bassin versant agricole expérimental du Nord Vietnam (bassin MSEC du réseau SOERE-RBV). Invited speaker, 1 hr, UMR ECOLAB, ENSAT, Toulouse, 28 mai 2013.
11. Orange D., 2013. Environmental chemistry, Hydrology and Ecology: watershed management in question?. Invited speaker, 1 hr, IFP, Pondichery, India, 7-15 December 2013.

5.2. Communications avec actes

1. Orange D., Olivry J-C., Censier C., 1995. Variations et bilans des flux de matières particulaires et dissoutes de l'Oubangui à Bangui (de 1987 à 1992). In : «Grands Bassins Fluviaux périalantiques : Congo, Niger, Amazone», *Colloque & Séminaire*, Edn ORSTOM, Paris: 147-158.
2. Seyler P., Etcheber H., Orange D., Laraque A., Sigha-Nkamdjou L., Olivry J-C., 1995. Concentrations, fluctuations saisonnières et flux de carbone dans le bassin du Congo. In : «Grands Bassins Fluviaux périalantiques: Congo, Niger, Amazone», *Colloque & Séminaire*, Edn ORSTOM, Paris: 217-228.
3. Orange D., Feizouré C., Wesselink A., Callède J., 1995. Variabilités hydrologiques de l'Oubangui à Bangui au cours du XXIème siècle. Proceedings des Journées Scientifiques de FRIEND-AOC, Cotonou décembre 1995, Edn UNESCO, 25 p.
4. Olivry J-C., Orange D., Picouet C., Bricquet J.P., Droux J., Laraque A., Fritsch J-M., 1996. Transport particulière dans le delta central du Niger (bilan de 4 années d'observations). Proceedings des Journées Scientifiques du GIP-HydrOsystèmes, Toulouse mars 1996, 13 p.
5. Orange D., Feizouré C., Laraque A., Wesselink A., 1996. Hydroclimatological changes on the Central African continent : evidence from the Oubangui river. Proceedings of XXIe Assembly of EGS, The Hague may 1996, 15 p.
6. Orange D., Laraque A., Olivry J-C., 1996. Variations des flux de matières le long de l'Oubangui et du Congo. Proceedings of *Int. Conf. On Tropical Climatology Meteorology and Hydrology*, Bruxelles, mai 1996, 15 p.

7. Laraque A., Mahé G., Marieu B., Orange D., Olivry J.-C., 1997. The spatial and temporal variability of rainfall and hydrological regimes in Central Africa from the beginning of the century up to now. Proceedings of IIIrd International Conference on FRIEND, Slovenia, 20 p.
8. Kuper M., Mullon C., Poncet Y., Orange D., Morand P., 1999. Modélisation intégrée d'un écosystème inondé et gestion des eaux : le cas du Delta Intérieur du Niger au Mali. *Actes des journées Scientifiques FRIEND-AOC - ZTH - AAH*. (Séminaire sur les Ressources en Eau de l'Afrique Occidentale et Centrale) Yaoundé, Cameroun, 30 novembre - 2 décembre 1999. Paris, UNESCO. Oral: M. Kuper.
9. Diallo D., Orange D., Roose E., Morel A., 2000. Potentiel de production de sédiments dans le bassin versant de Djitiko (zone soudanienne du Mali Sud). In : Actes du Colloque international « L'Homme et l'Erosion », Yaoundé, 9 - 19 déc. 1999, *Bulletin Erosion*, IRD, Montpellier, 2000, 20 : 54-66.
10. Guyot J.P., Filizola N., Laraque A., Orange D., Olivry J.C., 2000. La mesure des flux sédimentaires actuels sur les grands fleuves tropicaux. In : « RST 2000 : dix-huitième réunion des sciences de la terre », Eds G. de Marsily, J. Bertaud, M. Mihailescu, G. Dolin, D. Nguyen-Thé, F. Rangin, Cité des Sciences et de l'Industrie (17-20 avril 2000), Paris : 154-158.
11. Mariko A., Mahé G., Orange D., Servat E., Amani A., 2001. Utilisation de la télédétection NOAA/AVHRR et analyse hydrologique de l'inondation du delta intérieur du Niger (Mali). 5^{ème} Colloque international « Application of remote sensing in hydrology », Montpellier, 2-5 octobre 2001, oral session by G. Mahé, Recueil de résumés : 13-14.
12. Orange D., Arfi R., Kuper M., Sidibé I., 2001. Fonctionnement biogéochimique d'une plaine d'inondation en zone sahélienne. Symposium « A la mémoire de M. Rieu », « Soil structure, water and solute transport », IRD, Bondy, 8-10 octobre 2001, poster session.
13. Poncet Y., Kuper M., Mullon C., Orange D., 2001. Un modèle spatial pour une région inondable. Séminaire « Hydrosystèmes, paysages et territoires », Lille, sept. 2001.
14. Diallo D., Roose E., Orange D., 2002. Influence des pratiques agricoles sur les pertes de carbone par ruissellement et érosion des sols en zone soudanienne du Mali. Colloque « Influences de la gestion de la biomasse sur l'érosion et la séquestration du carbone », Montpellier, 23-28 septembre 2002.
15. Diallo D., Roose E., Orange D., Morel A., 2002. Influence des pratiques agricoles sur le ruissellement et l'érosion des sols en zone soudanienne du Mali. Colloque international *Envirowater*, Ouagadougou (BF), 5-8 novembre 2002.
16. Kuper M., Hassane A., Orange D., 2002. Vers une gestion concertée de l'eau dans le bassin du fleuve Niger. Colloque international *Envirowater*, Ouagadougou (BF), 5-8 novembre 2002.
17. Mariko A., Mahé G., Orange D., Royer A., Nonguierma A., Amani A., Servat E., 2002. Suivi des zones d'inondation du delta intérieur du Niger : perspectives avec les données basse résolution NOAA/AVHRR. *International Conference on Friend'2002*, March 18-22 2002, Capetown, South Africa.
18. Orange D., Arfi R., Picouet C., Etcheber H., 2002. Comportement du carbone organique dans les eaux du fleuve Niger lors de leur traversée du delta intérieur du Niger (Mali). Colloque international « Influences de la gestion de la biomasse sur l'érosion et la séquestration du carbone », Montpellier, 23-28 septembre 2002.
19. Orange D., Laraque A., Seyler P., Etcheber H., 2002. Transport fluvial du carbone organique en Afrique centrale : de l'amont de l'Oubangui à l'embouchure du fleuve Congo. Colloque international « Influences de la gestion de la biomasse sur l'érosion et la séquestration du carbone », Montpellier, 23-28 septembre 2002.
20. Poncet Y., Kuper M., Mullon C., Morand P., Orange D., Mahé G., Benga E., 2002. Modelling a large tropical flooded area: a transdisciplinary approach. Third International Conference on *Water Resources and Environment Research (ICWRER)*, July 22-26 2002, Dresden, Germany.
21. Dasylyva S., Orange D., Sambou S., 2003. Integrated management of rainwater in the Area of Dakar: estimation of the increase of the rainwater infiltration rate in the current pluviometric context. *Envirowater Symposium*, Ouagadougou, Mai 2003: 11 p.
22. Dasylyva S., Cosandey C., Orange D., 2003. Proposition de gestion « intégrée » des eaux pluviales pour lutter contre les problèmes de l'eau dans la banlieue de Dakar. *Envirowater Symposium*, Ouagadougou, Mai 2003: 10 p.
23. Fagerström M.H.H., van Noordwijk M., Iwald J., Tran Duc Toan, Orange D., Thai Phien, Olsson D., Schwan K., La Nguyen, Do Duy Phai, Johansson L., Tran Dinh Tuan, 2003. An integrated landscape land use planning approach – A case study on the dynamics of coupled human and natural systems in northern Vietnam. International Workshop on "Reconciling Rural Poverty Reduction and Resource Conservation: Identifying Relationships and Remedies", Cornell Univ., Ithaca, New York, USA, May 2-3, 2003: 7 p.

24. Lidon B., Orange D., 2003. Water management on sloppy watersheds in SEA: constraints and challenges. *International Workshop CURE-IRRI on "Strategies for sustainable development of agricultural production systems in the highlands of the GMS countries"*, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, 12-16 September 2003, Kunming, China.
25. Orange D., Podwojewski P., Tran Duc Toan, 2003. IWMI sub-regional Office in Vietnam (Hanoi): MSEC program in Vietnam. *NISF Conference*, 15 December 2003, NISF, Hanoi.
26. Orange D., Tran Duc Toan, Do Duy Phai, Pham Van Rinh, Maugin J., Bayer A., 2003. Hydrological process in a farming watershed in the highlands of North Vietnam. *Annual MSEC workshop*, Vientiane, Laos, 30 september 2003.
27. Tran Duc Toan, Orange D., Podwojewski P., Do Duy Phai, Thai Phien, Maugin J., Pham Van Rinh, 2003. Soil Erosion and Land Use in the Dong Cao Catchment in Northern Vietnam. In Maglinao A.R., Valentin C., Penning de Vries F. (eds.): *From soil research to land and water management: Harmonizing people and nature*, Proceedings of the IWMI-ADB Project Annual Meeting and 7th Management of Soil Erosion Consortium (MSEC) Assembly, held at Vientiane, 2-7 December 2002: IWMI-Southeast Asia Regional Office, Bangkok: 165-180.
28. Tran Duc Toan, Orange D., Podwojewski P., Do Duy Phai, Thai Phien, 2003. Erosion control for sustainable agricultural production within a cultivated sloping land in North Vietnam. *Annual MSEC workshop*, Vientiane, Laos, 30 september 2003.
29. Tran Duc Toan, Orange D., Podwojewski P., Do Duy Phai, Thai Phien, 2003. Erosion control within a cultivated sloping land in North Vietnam. Oral Paper for China Symposium 2 / *Soil quality and evolution mechanism and sustainable use of soil resources*, ISSAS / Yingtan, Jiangxi Province, China, September 23-28th 2003.
30. Séminaire national FSP "ESPOIR", organisé par CNSTV-Université Paris VI (Prof. G. Vachaud), Hanoi, 25-26 février 2003: *invité*.
31. National Workshop on « Pro-poor project », organised by VIWRR and IWMI, held at Vietnamese Institute for Water Resources Research, Hanoi, 6-7 May 2003: *invited*.
32. International Workshop CURE-IRRI on "Strategies for sustainable development of agricultural production systems in the highlands of the GMS countries", Yunnan Academy of Agricultural Sciences, 12-16 September 2003, Kunming, China: *invited*.
33. International Workshop to finalize ISLAND project (*Information Systems for Local Authorities Needs to face Disasters*), organized by ISTED (Institut des Sciences et Techniques de l'Équipement et de l'Environnement pour le Développement), International call Asia IT&C Program, 28 November 2003, Hanoi: *invited*.
34. Orange D., Kuper M., Mullon C., Poncet Y., 2004. An environmental DSS for a large tropical flooded ecosystem: the inner delta Niger river. *International Environmental Modelling and Software Society, IEMSs: "Complexity and Integrated Resources Management"*, Osnabrück, 14-17 June 2004, 1 p.
35. Orange D., Podwojewski P., 2004. Comprendre et maîtriser les causes de l'érosion sur les terres agricoles. In : « *L'eau, l'environnement et l'aménagement du territoire, France Eau Vietnam : 20 projets de coopération dans le secteur de l'eau* », Festival de l'Oh, Val de Marne, Créteil, 15-16 mai 2004, poster session.
36. Tran Duc Toan, Podwojewski P., Orange D., Nguyen Duy Phuong, Do Duy Phai, Bayer A., Nguyen Van Thiet, Pham Van Rinh, Koikas J., 2004. Effect of land use and land management on water budget and soil erosion in a small catchment in northern part of Vietnam. International Conference on *Innovative Practices for Sustainable Sloping Lands and Watershed Management*, 5 – 9 September 2004, Chiang Mai, Thailand.
37. Orange D., Hoareau J., Ortiz C., Pham Van R., Perrin C., 2004. Rainfall-runoff modelling on a small agricultural watershed in North Vietnam. Second International Symposium on « *Land use change and soil and water processes in Tropical mountain environments* », Luang Phrabang, Lao PDR, 14-17 Dec 2004.
38. International Workshop on "FLOOD CONTROLS DECISION SUPPORT SYSTEMS" (FLOCODS), 10-13 February 2004, Hanoi: *invited*.
39. Rencontre des intervenants français dans le secteur agricole, « Comment mieux s'organiser ? », organisée par l'Ambassade de France à Hanoi, 20 avril 2004, Hanoi: *invited*.
40. Clément F., Calder I., Large A., Amezaga J., Orange D., 2005. Defining indicators for sustainable land management in the Northern uplands of Vietnam. IRES-May 2005, University of Newcastle, poster session.
41. Clément F., Nguyen Duy P., Orange D., Amezaga J., Large A., Calder I., 2005. Scientific narratives and policy: the need for a pragmatic approach regarding land management in Vietnam. *IV MMSEA Conference on "Sustainable use of natural resources & poverty dialogue in mainland Montane, South East Asia"*, SaPa, Vietnam, 16-19 May 2005: 13 p.

42. Orange D., Perrin C., Huon S., Benedetti M., Lidon B., Phan Ha Hai An, Tran Thi My Linh, Tran Duc Toan, 2005. Modélisation du fonctionnement hydrologique et géochimique de petits bassins versants agricoles - MOHYBVA, année 1. Poster in Séminaire ECCO/PNRH, Toulouse, Décembre 2005.
43. Clément F., Nguyen Duy P., Orange D., Amezaga J., Large A., Calder I., 2005. Scientific narratives and policy: the need for a pragmatic approach regarding land management in Vietnam. *IV MMSEA Conference on "Sustainable use of natural resources & poverty dialogue in mainland Montane, South East Asia"*, SaPa, Vietnam, 16-19 May 2005: 13 p.
44. Clement F., Amezaga J.M., Orange D., Tran Duc Toan, Large A.R.G., Calder I.R., 2006. Reforestation policies and upland allocation in Northern Vietnam: an institutional approach for understanding farmer strategies and land use change. Processing of Int. Symp. "Towards sustainable livelihoods and ecosystems in mountainous regions", 7-9 March 2006, Chiang Mai, Thailand : 20 p.
45. Clement F., Amezaga J.M., Orange D., Calder I.R., Large A.R.G., 2007. A multi-level approach to analyse the impact of forestland allocation on land management in Northern Vietnam. RECOFTC conference on "Poverty Reduction and Forests: Tenure, Market and Policy Reforms", Bangkok, Thailand, 3-7 September 2007. (poster).
46. Do Duy Phai, Orange D., Migraine J-B., Tran Duc Toan, Nguyen Cong Vinh, 2007. Applying GIS-assisted modelling to predict soil erosion for a small agricultural watershed within sloping lands in Northern Vietnam. Sustainable watershed management in cultivated sloping lands of SEA. In : Gebbie L. (ed.), Glendinning A. (ed.), Lefroy-Braun R. (ed.), Victor M. (ed.) *Special Review about the 2nd International Conference on Sustainable Sloping Lands and Watershed Management*, LuangPhrabang,: NAFRI, Vientiane, Laos. 12-15 December 2006: 212-228. Lecturer: Orange D.
47. Jouquet P., Bottinelli N., Mathieu J., Orange D., Podwojewski P., Henri des Tureaux T., Tran Duc Toan, 2007. Impact of land-use change on earthworm diversity and activity: the consequences for soil fertility and soil erosion. *Special Review about the 2nd International Conference on Sustainable Sloping Lands and Watershed Management*, LuangPhrabang, Laos. 12-15 December 2006: 127-138. Lecturer: Jouquet P.
48. Diallo D., Orange D., Roose E., 2008. Erosion et stockage du carbone sous l'effet de l'utilisation des terres en zone de savane soudanienne bassin de Djikito (sud-Mali). In Roose E., Albergel J., De Noni G., Laouina A., Sabir M. (Ed. sc.) : *Efficacité de la gestion de l'eau et de la fertilité des sols en milieux semi-arides, Actes de la session 7 organisée par le réseau E-GCES au sein de la conférence ISCO de Marrakech (Maroc)*. Montréal (CAN) ; Paris (FRA) ; (AS.Actualité Scientifique). *Proceedings Int. Conf. ISCO (Int. Soil Conservation Organization) : Session 7 : Efficacité de la Gestion de l'Eau et de la Fertilité des Sols en Milieux Semi Arides*, 14, Paris, AUF / EAC / IRD : 164-174. Lecturer: D. Diallo.
49. Jouquet P., Podwojewski P., Bottinelli N., Mathieu J., Orange D., Tran Duc Toan, Valentin C., 2008. Impact du changement d'usage des sols sur la biodiversité : Conséquences sur l'érosion des sols. In Orange D., Roose E., Vermande P., Gastellu J.-P., Pham Quang Ha (Eds) : *Gestion intégrée des eaux et des sols : ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains*, Editions AUF et IRD, Hanoi, Actes des Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF, Hanoi, 6-9 novembre 2007, cd-rom : 6p. (Communication orale).
50. Luu Thi Nguyet Minh, Orange D., Dang Thi Ha, Le Lan Anh, Garnier J., 2008. Impact des activités anthropiques sur les flux de matières en suspension et sur la qualité des eaux du fleuve Rouge à l'entrée du delta. In Orange D., Roose E., Vermande P., Gastellu J.-P., Pham Quang Ha (Eds) : *Gestion intégrée des eaux et des sols : ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains*, Editions AUF et IRD, Hanoi, Actes des Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF, Hanoi, 6-9 novembre 2007, cd-rom : 6p. (poster).
51. Orange D., Bardouin L., Nguyen Duy Phuong, Loiseau J-B., Clement F., Jouquet P., 2008. Le concept de PES pour une gestion durable des eaux et des sols : application au développement de l'élevage et au contrôle environnemental dans le Nord Vietnam. In Orange D., Roose E., Vermande P., Gastellu J.-P., Pham Quang Ha (Eds) : *Gestion intégrée des eaux et des sols : ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains*, Editions AUF et IRD, Hanoi, Actes des Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF, Hanoi, 6-9 novembre 2007, cd-rom : 8p. (Communication orale).
52. Orange D., Lequeux B., Henry des Tureaux T., Pham Van Rinh, Tran Duc Toan, 2008. Charges de fond et suspensions transportées par les eaux d'écoulement dans un petit bassin versant agricole sur pentes dans le Nord Vietnam. In Orange D., Roose E., Vermande P., Gastellu J.-P., Pham Quang Ha (Eds) : *Gestion intégrée des eaux et des sols : ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains*, Editions

- AUF et IRD, Hanoi, Actes des Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF, Hanoi, 6-9 novembre 2007, cd-rom : 6p. (Communication orale).
53. Orange D., Tran Duc Toan, Podwojewski P., Clement F., Phan Ha Hai An, Do Duy Phai, Nguyen Van Thiet, Pham Van Rinh, Nguyen Duy Phuong, Henry des Tureaux T., Huon S., Chu Thai Hoan, 2008. Management for Soil Erosion Consortium (MSEC), Vietnam team: Sustainable watershed management in cultivated sloping lands of SEA. In Orange D., Roose E., Vermande P., Gastellu J.-P., Pham Quang Ha (Eds) : Gestion intégrée des eaux et des sols : ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains, Editions AUF et IRD, Hanoi, Actes des Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF, Hanoi, 6-9 novembre 2007, cd-rom : 2p. (poster).
 54. Phan Ha Hai An, Orange D., Huon S., Henry des Tureaux T., Pham Van Rinh, Tran Thi My Linh, Podwojewski P., 2008. Evolution des teneurs en carbone organique et azote dans les matières en suspension des eaux de surface d'un petit bassin versant agricole sur pente dans le Nord Vietnam. In Orange D., Roose E., Vermande P., Gastellu J.-P., Pham Quang Ha (Eds) : Gestion intégrée des eaux et des sols : ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains, Editions AUF et IRD, Hanoi, Actes des Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF, Hanoi, 6-9 novembre 2007, cd-rom : 6p. (Communication orale).
 55. Clement F., Amezaga J.M., Orange D., Calder I.R., Large A.R.G., Tran Duc Toan, 2008. Linking reforestation with forest policies: A multi-scale and interdisciplinary methodology applied to Vietnam. Working paper prepared for the 12th Biennial Conf. of the IASC, Cheltenham, UK, 14-18/07/2008, 28 p.
 56. Planchon O., Orange D., Pierret A., Boonsanner A., Nguyen Duy Phuong, Sengtaheuanghoung O., Valentin C., 2008. Relevance and feasibility of PES to combat soil erosion and solve catchment management issues in The Mekong Region. Proceedings of CPWF IFWF2, Adis-Abeba (Ethiopia), November 2008.
 57. Diallo D., Orange D., Roose E., 2008. Erosion et stockage du carbone sous l'effet de l'utilisation des terres en zone de savane soudanienne bassin de Djikito (sud-Mali). In Roose E., Albergel J., De Noni G., Laouina A., Sabir M. (Ed. sc.) : Efficacité de la gestion de l'eau et de la fertilité des sols en milieux semi-arides, Actes de la session 7 organisée par le réseau E-GCES au sein de la conférence ISCO de Marrakech (Maroc). Montréal (CAN) ; Paris (FRA) ; Paris : AUF ; EAC ; IRD, 2008, p. 164-174. (AS.Actualité Scientifique). Proceedings Int. Conf. ISCO (Int. Soil Conservation Organization) : Session 7 : Efficacité de la Gestion de l'Eau et de la Fertilité des Sols en Milieux Semi Arides, 14.
 58. Pham Quang Ha, Pomel S., Nguyen Van Thiet, Orange D., Podwojewski P., Tran Duc Toan, 2008. Stratégies traditionnelles de gestion conservatoire et de restauration des sols au Vietnam. In Roose E., Albergel J., De Noni G., Laouina A., Sabir M. (Ed. sc.) : Efficacité de la gestion de l'eau et de la fertilité des sols en milieux semi-arides, Actes de la session 7 organisée par le réseau E-GCES au sein de la conférence ISCO de Marrakech (Maroc). Montréal (CAN) ; Paris (FRA) ; Paris : AUF ; EAC ; IRD, 2008, p. 116-125. (AS.Actualité Scientifique). Proceedings Int. Conf. ISCO (Int. Soil Conservation Organization): Session 7 : Efficacité de la Gestion de l'Eau et de la Fertilité des Sols en Milieux Semi Arides, 14. Oral: Pham Quang Ha.
 59. Rumpel C., Jouquet P., Orange D., Dignac M.-F., 2009. Réhabilitation de la fertilité des sols et stockage du carbone par gestion de matière organique. Séminaire Ingénierie Ecologique, CNRS, mars 2009, poster.
 60. Dang Thi Ha, Coynel A., Orange D., Blanc G., Etcheber H., J. Schafer J., Tran Hong Thai, Le Lan Anh, 2009. Erosion and impact of human disturbance on sediment transport in the Red River, Vietnam Goldschmidt Conference, Vienne (Autriche), June 2009, poster.
 61. Bernard-Jannin L., Orange D., Pham Dinh Rinh, Henry-des-Tureaux T., Laissus M., Jouquet P., Tran Duc Toan, 2011. The contribution of erosion in a small cultivated hilly catchment of North Vietnam due to an exceptional rainfall event. *Geophysical Research Abstracts*, EGU General Assembly 2011, Vol. 13, EGU2011-669. Oral: Bernard-Jannin L.
 62. Diallo D., Orange D., Roose E., 2011. Influence du labour, du semis direct et du type de sol sur le stock de carbone, les pertes en terre et les rendements d'une rotation intensive (coton/maïs) au Mali Sud. Proceedings International Conference AUF-IRD « Gestion Conservatoire et Erosion des Sols », Haiti 2010, CD-rom, IRD ed.
 63. Luu Thi Nguyet Minh, Garnier J., Billen G., Le Thi Phuong Quynh, Le Lan Anh, Orange D., 2011. A prospective scenario for the Red River Delta at 2050 horizon. International Symposium: Meeting the Challenges Facing Asian Agriculture and Agricultural Economics Toward a Sustainable World, 7th conference ASAE, Hanoi, 13-16 October 2011, IPSARD, Hanoi: 10p. Oral: Orange D.
 64. Nguyen Van Thiet, Orange D., Pham Van Cu, Tran Duc Toan, Hoffmann F., Pomel S., Laffly D., 2011. Impact assessment of hydropower dam on erosion risk within a hilly agricultural area: example of the Ban

- Chat dam (Northern Vietnam). International Symposium: Meeting the Challenges Facing Asian Agriculture and Agricultural Economics Toward a Sustainable World, 7th conference ASAE, Hanoi, 13-16 October 2011, IPSARD, Hanoi: 18p. Oral: Orange D.
65. Orange D., Pham Quang Ha, Tran Duc Toan, Clément F., Jouquet P., Nguyen Duy Phuong, Nguyen Van Bo, 2011. Agriculture sur pentes au Vietnam: une nécessité pour la sécurité alimentaire et un risque pour la durabilité du système agricole. Proceedings International Conference AUF-IRD « Gestion Conservatoire et Erosion des Sols », Haiti 2010, CD-rom, IRD ed.
 66. Dang Thi Ha, Coynel A., Orange D., Blanc G., Lan Anh Le, Etcheber H., Vu Van Dinh, 2011. Variabilités spatio-temporelles des transferts de matières en suspension dans le bassin versant du Fleuve Rouge (Chine/Vietnam). In : *Congrès français de sédimentologie*, 13^e, Dijon (FRA), 2011/11/14-16, Proceedings, ASF, Paris, 68: 99.
 67. Tran Duc Toan, Orange D., Valentin C., Pham Van Rinh, Tran Sy Hai, and Nguyen Duy Phuong, 2011. Soil losses and impact of land-use change on soil loss. Proceedings “*Integrated Natural Resources Management, Environment Protection for Sustainable Development*”, Ed. Sc.: Vu Van Liet, Hanoi, 1 October 2010, 204-214. (in Vietnamese).
 68. Nguimalet C.R., Orange D., 2012. Dynamique hydrologique récente de l'Oubangui à Bangui (République Centrafricaine) : impacts anthropiques ou climatiques ? In: *Les défis de l'eau et l'adaptation au changement climatique en Afrique* (DEACCA), Water challenges and climate change adaptation in Africa (WCCCAA), Proc. International Conf., Bangui (RCA), 2012/10/24-27, AUF et IRD ; Université de Bangui, 2012, p. 16-17.
 69. Nguyen Van Thiet, Orange D., Laffy D., Pham Van Cu, 2012. Consequences of large hydropower dams on erosion budget within hilly agricultural catchments in Northern Vietnam by RUSLE modeling. Hanoi. *FRIEND-Water*, IRD, 2012, International Conf. Sediment Transport Modeling in Hydrological Watersheds and Rivers, Istanbul (TUR), 2012/11/14-16, 8p.
 70. Luu T.N. Minh, Orange D. (oral presentation), Tran Hong Thai, Garnier J., Le Lan Anh, Trinh Anh Duc, 2014. Hydrological regime of a tidal system in the Red river delta, northern Vietnam. In : Daniell T.M. et al. (Ed.Sc.) *Hydrology in a changing world : environmental and human dimensions*. Wallingford : Red Book Pub., AISH, 363 : 451-456. *Friend-Water 2014 : Hydrology in a Changing World : Environmental and Human Dimensions*, Montpellier (FRA), 2014/10/7-10. ISBN 978-1-907161-41-4.
 71. Valentin C., Boonsaner A., Janeau J-L., Jouquet P., Henry Des Tureaux T., Huon S., Latsachack K., Le Troquer Y., Maeght J-L., Orange D. (oral presentation), Pham Dinh Rinh, Pierret A., Podwojewski P., Ribolzi O., de Rouw A., Sengtaheuanghoung O., Silvera N., Robain H., Soullieuth B., Thothong W., Tran Duc Toan, Tran Sy Hai, 2014. Lessons from long-term monitoring of soil erosion in three southeast Asian agricultural catchments undergoing rapid land-use changes. In Daniell T.M. (ed.Sc.) : *Hydrology in a changing world : environmental and human dimensions*. Wallingford : Red Book Pub., AISH, 363 : 303-308. *Friend-Water 2014 : Hydrology in a Changing World : Environmental and Human Dimensions*, Montpellier (FRA), 2014/10/7-10. ISBN 978-1-907161-41-4
 72. Luu Thi Nguyet Minh, Orange D., Nemery J., Le Thi Phuong Quynh, Tran Hong Thai, Trinh Anh Duc, Le Lan Anh, Garnier J., 2014. Water resources in the Red River Delta (Northern Vietnam) and prospective scenarios. Proceedings FRIEND-Water2014: 7th Global FRIEND-Water Conference: Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions, February 2014, Hanoi (Vietnam), Red Book, IAHS ed.
 73. Orange D., Nguyen Van Thiet, Nguyen Thi Hong Chien, Le Thi Phuong Quynh, Luu Thi Nguyet Minh, 2014. Impact of the hydropower dams on sediment transport in the Red River, Vietnam. Proceedings FRIEND-Water2014: 7th Global FRIEND-Water Conference: Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions, February 2014, Hanoi (Vietnam), Red Book, IAHS ed.
 74. Orange D., Pham Dinh Rinh, Henri-des-Tureaux T., Janeau J.L., Tran Sy Hai, Do Duy Phai, Nguyen Duy Phuong, Tran Duc Toan, 2014. Impact of the economic development on long term erosion of an agricultural watershed of Northern Vietnam. Proceedings FRIEND-Water2014: 7th Global FRIEND-Water Conference: Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions, February 2014, Hanoi (Vietnam), Red Book, IAHS ed.
 75. Tran Thi Nhu Trang, Truong Lam Son Hai, Orange D., Picquart C., 2014. Assessment of the environmental risk of glyphosate herbicide and its metabolite AMPA in the canals, surface water at Saigon - Dong Nai and Mekong Delta. Proceedings FRIEND-Water2014: 7th Global FRIEND-Water Conference: Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions, February 2014, Hanoi (Vietnam), Red Book, IAHS ed.

76. Orange D., Pham D. Rinh, Janeau J-L., Henri-des-Tureaux T., Nguyen V. Thiet, Luu T. N. Minh, Tran D. Toan, 2013. Balance of the erosion due to exceptional rain events and land use within agricultural hilly landscapes of the Great Mekong Region. International Conference MES (Mekong Environment Symposium), Session: 122 – 2, Topic: 06. Hazards and disaster risk reduction in the Mekong Basin, HCMC (Vietnam), March 2013, Published Proc., WISDOM project, DLR (Germany) : 55. Lecturer: D. Orange
77. Orange D., Nguyen V. Thiet, Laffly D., Nguyen D. Phuong, Tran D. Toan, Pham V. Cu, 2013. Hydropower dams as driving forces for land use change: case study in Northern Vietnam. International Conference MES (Mekong Environment Symposium), Session: 113 – 2, Topic: 02. Hydropower development and impacts on economy, HCMC (Vietnam), March 2013, Published Proc., WISDOM project, DLR (Germany) : 31.
78. Orange D., Pham Quang Ha, Tran Duc Toan, Clément F., Jouquet P., Nguyen Duy Phuong, Nguyen Van Bo, 2012. Agriculture sur pentes au Vietnam: une nécessité pour la sécurité alimentaire et un risque pour la durabilité du système agricole. In: Roose E. (ed.), Duchaufour H. (ed.), De Noni G. (ed.). *Lutte antiérosive : réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles*. Marseille : IRD, 2012, 15 p. (Colloques et Séminaires). ISBN 978-2-7099-1728-5
79. Podwojewski P., Orange D., Jouquet P., Thierry Des Tureaux H., Nguyen Van Thiet, Pham Van Rinh, Do Dui Phai, Tran Duc Toan, 2012. Modifications du ruissellement et des pertes en terres suite à l'abandon d'une culture annuelle (manioc) au profit de plantations agroforestières dans des périmètres villageois sur forte pente au Nord Vietnam. In: Roose E. (ed.), Duchaufour H. (ed.), De Noni G. (ed.). *Lutte antiérosive : réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles*. Marseille : IRD, 2012, 1 p. (Colloques et Séminaires). ISBN 978-2-7099-1728-5
80. Dang Thi Ha, Coynel A., Orange D., Blanc G., Lan Anh Le, Etcheber H., Vu Van Dinh, 2011. Variabilités spatio-temporelles des transferts de matières en suspension dans le bassin versant du Fleuve Rouge (Chine/Vietnam). In : Congrès français de sédimentologie : livre des résumés. Paris : ASF, 2011, (68), p. 99. (Publication ASF ; 68). Congrès Français de Sédimentologie, 13., Dijon (FRA), 2011/11/14-16.
81. Nguyen Van Thiet, Orange D., Pham Van Cu, Tran Duc Toan, Hoffmann F., Pomel S., Laffly D., 2011. Impact assessment of hydropower dam on erosion risk within a hilly agricultural area: example of the Ban Chat dam in Son La Province. 7th conference ASAE: "Meeting the Challenges Facing Asian Agriculture and Agricultural Economics Toward a Sustainable", Hanoi, 13-16 October 2011. Proceedings and Oral. Lecturer: D. Orange.
82. Luu Thi Nguyet Minh, Garnier J., Billen G., Le Thi Phuong Quynh, Le Lan Anh, Orange D., 2011. A prospective scenario for the Red River Delta at 2050 horizon. 7th conference ASAE: "Meeting the Challenges Facing Asian Agriculture and Agricultural Economics Toward a Sustainable", Hanoi, 13-16 October 2011. Proceedings and Poster. Lecturer: D. Orange
83. Diallo D., Orange D., Roose E., 2012. Influence du labour, du semis direct et du type de sol sur le stock de carbone, les pertes en terre et les rendements d'une rotation intensive (coton/maïs) au Mali Sud. In: Roose E. (ed.), Duchaufour H. (ed.), De Noni G. (ed.). *Lutte antiérosive : réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles*. Marseille : IRD, 2012, 11 p. (Colloques et Séminaires). ISBN 978-2-7099-1728-5
84. Nguimalet C.R., Orange D., 2012. Dynamique hydrologique récente de l'Oubangui à Bangui (République Centrafricaine) : impacts anthropiques ou climatiques ? In: Les défis de l'eau et l'adaptation au changement climatique en Afrique (DEACCA), Water challenges and climate change adaptation in Africa (WCCCAA), Proc. International Conf., Bangui (RCA), 2012/10/24-27, AUF et IRD ; Université de Bangui, 2012, p. 16-17.
85. Jouquet P., Doan Thu Thuy, Henry des Tureaux T., Orange D., Janeau J-L., Tran Duc Toan, 2012. Recovery of soil macrofauna diversity through organic fertility patches : consequences for soil erosion in the uplands of northern Vietnam. In : Hauswirth D. (ed.), Pham Thi Sen (ed.), Nicetic O. (ed.), Le Quoc Doanh (ed.), Kirchof G., Boulakia S., Chabierski S., Husson O. (ed.), Chabanne A. (ed.), Boyer J. (ed.), Auffray P. (ed.), Lienhard P. (ed.), Legoupil J.C. (ed.), Stevens M. L. (ed.) *Conservation agriculture and sustainable upland livelihoods : innovations for, with and by farmers to adapt to local and global changes : proceedings*. Montpellier : CIRAD, 2012, p. 236-237. International Conference on Conservation Agriculture in Southeast Asia, 3., Hanoi (VNM), 2012/12/10-15. ISBN 978-2-87614-687-7
86. Orange D., Pham Dinh Rinh, Tran Duc Toan, Henri des Tureaux T., Laissus M., Nguyen Duy Phuong, Do Duy Phai, Nguyen Van Thiet, Nieullet N., Ballesteros S., Lequeux B., Phan Ha Hai An, Lamezec Y., Mitard C., Mahé M., Bernard R., Ducos H., Zemp D., Janeau J-L., Jouquet P., Podwojewski P., Valentin C., 2012. Long-term erosion measurements on sloping lands in northern Vietnam : impact of land use change on bed load output. In : Hauswirth D. (ed.), Pham Thi Sen (ed.), Nicetic O. (ed.), Le Quoc Doanh (ed.), Kirchof G.,

- Boulakia S., Chabierski S., Husson O. (ed.), Chabanne A. (ed.), Boyer J. (ed.), Auffray P. (ed.), Lienhard P. (ed.), Legoupil J.C. (ed.), Stevens M. L. (ed.) *Conservation agriculture and sustainable upland livelihoods : innovations for, with and by farmers to adapt to local and global changes : proceedings*. Montpellier : CIRAD, 2012, p. 49-52. International Conference on Conservation Agriculture in Southeast Asia, 3., Hanoi (VNM), 2012/12/10-15. ISBN 978-2-87614-687-7
87. Tran Sy Hai, Orange D., Tran Duc Toan, Pham Dinh Rinh, Decraene D., Zemp D., Nguyen Duy Phuong, Janeau J-L., Jouquet P., Valentin C., 2012. No-till mulch based maize cropping on sloping lands in northern Vietnam reduces soil loss and surface runoff. In: Hauswirth D. (ed.), Pham Thi Sen (ed.), Nicetic O. (ed.), Le Quoc Doanh (ed.), Kirchof G., Boulakia S., Chabierski S., Husson O. (ed.), Chabanne A. (ed.), Boyer J. (ed.), Auffray P. (ed.), Lienhard P. (ed.), Legoupil J.C. (ed.), Stevens M. L. (ed.) *Conservation agriculture and sustainable upland livelihoods : innovations for, with and by farmers to adapt to local and global changes : proceedings*. Montpellier : CIRAD, 2012, p. 246-249. International Conference on Conservation Agriculture in Southeast Asia, 3., Hanoi (VNM), 2012/12/10-15. ISBN 978-2-87614-687-7
88. Nguyen Van Thiet, Orange D., Laffy D., Pham Van Cu, 2012. Consequences of large hydropower dams on erosion budget within hilly agricultural catchments in Northern Vietnam by RUSLE modeling. Hanoi. FRIEND-Water, IRD, 2012, International Conf. Sediment Transport Modeling in Hydrological Watersheds and Rivers, Istanbul (TUR), 2012/11/14-16, 8p.
89. Dang Thi Ha, Coynel A., Blanc G., Etcheber H., Grosbois C., Orange D., Le Lan Anh, 2014. Contamination of arsenic in the Red River watershed (China/Vietnam): Proceedings of the 5th International Congress on Arsenic in the Environment, May 11-16, 2014, Buenos Aires, Argentina.
90. Faye W., Orange D., Fall A.N., Kane A., 2016. CIRAD, 2012, p. 246-249. International Conference on Conservation Agriculture in Southeast Asia, 3., Hanoi (VNM), 2012/12/10-15. ISBN 978-2-87614-687-7

5.3. Communications sans actes

1. Orange D. (1990). Un signal d'entrée important : les poussières atmosphériques. *Proceedings du Séminaire de Wagenbourg décembre 1990*, CGS (Centre de Géochimie de la Surface, CNRS), Strasbourg, 2 p.
2. Gac J.Y., Orange D. (1991). Environnement et qualité des eaux du fleuve Sénégal (programme EQUÉSEN). *Proceedings des Journées PIRAT mars 1991*, CGS (Centre de Géochimie de la Surface, CNRS), Strasbourg, 3 p.
3. Orange D., Probst J.L., Gac J.Y., Tardy Y. (1991). Dissolved mineral matter transported by the Senegal river (W-Africa) and chemical erosion in a tropical basin. *Proceedings Wien IAHS'91 Congress*, August 1991, 1 p.
4. Orange D., Sigha-Nkamdjou L. (1994). Etude des apports atmosphériques en Afrique Centrale. *Proceedings du Séminaire international « Atmospheric Depositions in Africa »*, décembre 1994, Yamoussoukro, STAR Ed., 4 p.
5. Orange D., Gac J.Y., Carn M. (1994). Mesure des dépôts de poussières au sol : le Capteur Pyramidal ou CAPYR. *Proceedings du Séminaire international « Atmospheric Depositions in Africa »*, décembre 1994, Yamoussoukro, STAR Ed., 4 p. (sous-presse).
6. Gac J.Y., Carn M., Cogels F.X., Coly A., Niang A., Orange D. (1994). Reconnaissance chimique des eaux de pluie et importance des dépôts de lithométéores au Sénégal au cours de la période 1984-1994. *Proceedings du Séminaire international « Atmospheric Depositions in Africa »*, décembre 1994, Yamoussoukro, STAR Ed., 4 p. (sous-presse).
7. Orange D., Gac J-Y. (1990). Un signal d'entrée important : les poussières atmosphériques. *Présentation orale*, Séminaire de Wagenbourg, 7 décembre 1990, CGS (Centre de Géochimie de la Surface, CNRS), Strasbourg.
8. Orange D., Gac J-Y., Carn M., Dembélé L. (1991). Environnement et qualité des eaux du fleuve Sénégal (programme EQUÉSEN). *Présentation orale*, Journées PIRAT, 25 mars 1991, CGS (Centre de Géochimie de la Surface, CNRS), Strasbourg.
9. Orange D., Gac J-Y., Carn M., Dembélé L. (1993). Geochemical assessment of atmospheric deposition including Harmattan dust in continental West Africa. *Oral presentation*, Tracers in Hydrology, IAHS'93 Congress, July 1993, Yokohama.
10. Orange D., Dembélé M., Debondji D. (1993). Bilans et variations des flux de matières particulaires et dissoutes de l'Oubangui à Bangui. *Présentation orale*, Colloque Grands Bassins Fluviaux, PEGI, 22-24 novembre 1993, ORSTOM, Paris.

11. Orange D., Dembélé M., Debondji D. (1993). Géochimie des eaux de surface du haut-bassin de l'Oubangui. *Présentation orale*, Colloque Grands Bassins Fluviaux, PEGI, 22-24 novembre 1993, ORSTOM, Paris.
12. Orange D. (1993). Qualité des eaux de la haute vallée du Sénégal, flux de matières transportées et fonctionnement hydromécanique et hydrochimique de son bassin versant amont. *Présentation orale*, Séminaire de clôture EQUÉSEN, 8-9 décembre 1993, Centre Culturel Français, ORSTOM, Dakar.
13. Orange D., Debondji D. (1994). Le transport de matières par l'Oubangui. *Présentation orale*, Cinquantenaire ORSTOM, 12-17 décembre 1994, Centre ORSTOM, Bangui.
14. Orange D., Letroquer Y., Debondji D. (1996). Variabilités hydrologiques de l'Oubangui à Bangui au cours du XX^{ième} siècle. *Présentation orale*, Journées Scientifiques PEGI, janvier 1996, ESPCI, Paris.
15. Orange D. (1996). Hydroclimatologie récente de l'Uélé et flux de matières. *Présentation orale*, Journées Scientifiques PEGI, janvier 1996, ESPCI, Paris.
16. Orange D. (1996). Variabilités hydrologiques de l'Oubangui à Bangui au cours du XX^{ième} siècle. *Présentation orale*, Journées Scientifiques PEGI, janvier 1996, ESPCI, Paris.
17. Orange D., Mahé G. (1996). Hydrologie des fleuves et rivières d'Afrique. **Communication orale**, Session spéciale de sensibilisation des communicateurs aux problèmes d'eau et d'environnement, Ass. Malienne d'Hydrologie et ORSTOM, Bamako, novembre 1996, 30 p.
18. Orange D. (1996). Hydroclimatologie récente de l'Uélé et flux de matières. *Présentation orale*, Journées Scientifiques PEGI, janvier 1996, ESPCI, Paris.
19. Orange D. (1996). Variations des flux de matières le long de l'Oubangui et du Congo. *Présentation orale*, Int. Conf. On Tropical Climatology Meteorology and Hydrology, Bruxelles mai 1996.
20. Orange D. (1996) Hydroclimatologie récente de l'Uélé et flux de matières. *Présentation orale*, Int. Conf. Tropical Climatology Meteorology and Hydrology, Bruxelles mai 1996.
21. Orange D. (1996). Hydrologie : Fleuves et Rivières d'Afrique. *Présentation orale*, Session spéciale de sensibilisation des communicateurs aux problèmes d'eau et d'environnement, Ass. Malienne d'Hydrologie et ORSTOM, Bamako, novembre 1996.
22. Orange D. (1996). Fonctionnement hydrogéodynamique du delta intérieur. *Présentation orale*, Table-ronde GIP-Hydrosystème (Définition d'un programme de recherche pluridisciplinaire pour une meilleure gestion des ressources du Delta Intérieur du Niger), ORSTOM, Paris, janvier 1997.
23. Laraque A., Orange D., Mahé G., Marieu B., Olivry J.C. (1996). Evolution des écoulements sur le versant droit du bassin zaïrois et répercussion sur le régime hydrologique du fleuve. In : Journées Bultot, Tropical Climatology Meteorology and Hydrology,
24. Mahé G., Orange D. (1996). Climatologie de l'Afrique. Communication orale, Session spéciale de sensibilisation des communicateurs aux problèmes d'eau et d'environnement, Ass. Malienne d'Hydrologie et ORSTOM, Bamako, novembre 1996, 20 p.
25. Olivry J.C., Orange D., Picouet C., Bricquet J.P., Droux J., Laraque A., Fritsch J.M. (1996). Transport particulière dans le delta central du Niger (bilan de 4 années d'observations). Proceedings des Journées Scientifiques du GIP-HydrOsystèmes, Toulouse mars 1996, 13 p.
26. Orange D. (1997). Fonctionnement hydrogéodynamique du delta intérieur. Présentation orale, Table-ronde GIP-Hydrosystème (Définition d'un programme de recherche pluridisciplinaire pour une meilleure gestion des ressources du Delta Intérieur du Niger), ORSTOM, Paris, janvier 1997.
27. Laraque A., Orange D., Maziezoula B., Olivry J.C. (1998). Origine des variations du débit du Congo à Brazzaville durant le XXI^{ème} siècle. Int. Conf. on Water resources variability in Africa during the XXth century : Abidjan'98 Conference, Abidjan (C-I), 16 NOV 1998 – 19 NOV 1998.
28. Orange D. (1996). Hydroclimatologie récente de l'Uélé et flux de matières. *Proceedings of Int. Conf. On Tropical Climatology Meteorology and Hydrology* (May 22-24 1996, Brussels), Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, Bruxelles, 1 p.
29. Dang Thi Ha, Orange D., Le Lan Anh, Coynel A., Etcheber H., Blanc G., 2008. Origin of the Suspended Particulate Matter in the Red River System, Vietnam. International scientific conference on Chemistry for Development and Integration, 30th Anniversary of the Institute of Chemistry, VAST, Hanoi, 12-14 September 2008, *proceedings*, 7 p. Oral: Dang Thi Ha.
30. Luu Thi Nguyet Minh, Le Lan Anh, Orange D., Garnier J., Trinh Anh Duc, 2008. Hydrological regime and nutrients fluxes In the Nhue – Day River system. International scientific conference on Chemistry for Development and Integration, 30th Anniversary of the Institute of Chemistry, VAST, Hanoi, 12-14 September 2008, *proceedings*, 7 p. Oral: Luu Thi Nguyet Minh.

31. Clement F., Amezaga J.M., Orange D., Calder I. R., Large A. R. G., and Tran Duc Toan (2008) Linking reforestation with forest policies: A multi-scale and interdisciplinary methodology applied to Vietnam. Working paper prepared for the 12th Biennial Conf. of the IASC, Cheltenham, UK, 14-18/07/2008, 28 p.
32. Luu Thi Nguyet Minh, Orange D., Dang Thi Ha, Le Lan Anh, and Garnier J. (2008) Impact des activités anthropiques sur les flux de matières en suspension et sur la qualité des eaux du fleuve Rouge à l'entrée du delta. In Orange D., Roose E., Vermande P., Gastellu J.-P., Pham Quang Ha (Eds) : Gestion intégrée des eaux et des sols : ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains, Editions AUF et IRD, Hanoi, *Actes des Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF*, Hanoi, 6-9 novembre 2007, cd-rom : 6p (poster)
33. Orange D., Tran Duc Toan, Podwojewski P., Clement F., Phan Ha Hai An, Do Duy Phai, Nguyen Van Thiet, Pham Van Rinh, Nguyen Duy Phuong, Henry des Tureaux T., Huon S., and Chu Thai Hoan (2008) *Management for Soil Erosion Consortium (MSEC), Vietnam team: Sustainable watershed management in cultivated sloping lands of SEA.* In Orange D., Roose E., Vermande P., Gastellu J.-P., Pham Quang Ha (Eds) : Gestion intégrée des eaux et des sols : ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains, Editions AUF et IRD, Hanoi, *Actes des Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF*, Hanoi, 6-9 novembre 2007, cd-rom : 2p (poster)
34. Luu Nguyet Thy Minh, Garnier J., Billen G., Orange D., Le Thi Phuong Quynh, Thieu V., Le Lan Anh, 2009. Modelling the nutrient transfers in the Day river basin. *Invited Communication. Final Symposium for ANR-Day River (2006-2008)*, Institute for Environmental Technologies, MOST, 17-19 March 2009, Hanoi (Vietnam). Oral: Luu Thi Nguyet Minh.
35. Orange D., 2009. From integrated modeling to natural resources management in the inner Niger River Delta. International Workshop on cross-disciplinary approaches to the Modeling and Simulation of Complex Systems *IWMSC'09*, Hanoi, 29-30 October 2009, IFI, Oral: D. Orange.
36. Orange D., Luu Nguyet Thy Minh, Tran Hong Thai, Nemery J., Vachaud G., 2009. Day River discharge measurements and reconstitution of flow with a combination with numerical modeling. *Invited Communication. Final Symposium for ANR-Day River (2006-2008)*, Institute for Environmental Technologies, MOST, 17-19 March 2009, Hanoi (Vietnam). Oral: D. Orange.
37. Dang Thi Ha, Coynel A., Orange D., Blanc G., Etcheber H., J. Schafer J., Tran Hong Thai, and Le Lan Anh (2009) Erosion and impact of human disturbance on sediment transport in the Red River, Vietnam *Goldschmidt Conference*, Vienne (Autriche), June 2009
38. Rumpel C., Jouquet P., Orange D., and Dignac M.-F. (2009) Réhabilitation de la fertilité des sols et stockage du carbone par gestion de matière organique. Séminaire *Ingénierie Ecologique*, CNRS, mars 2009, poster.
39. Doan Thu Thuy, Jouquet P., Tran Duc Toan, and Orange D., 2010. Are vermicompost and the stimulation of endogeic earthworm activities relevant alternatives to chemical fertilizers? *Sustainable Land Use and Rural Development in Mountainous Regions of Southeast Asia*, Uplands Program, Honhenheim University, at Hanoi, 21-23 July 2010. Oral: Doan Thu Thuy.
40. Orange D., Jouquet P., Tran Duc Toan, Noble A. (2010) Biodigester and PES (Payment for Environmental Services) as a marketing tool for agricultural development of smallholder farms in Northern Vietnam, *Proceedings AGRO2010*, Montpellier, 29 Août – 3 Septembre. Proceedings and Poster.
41. Orange D., 2011. Water Resources Management and Climate Change in SEA: rethinking water use and enhance ecosystem services. National Seminar on “Climate Change and Agriculture”, invited speaker, Water Resources University, Hanoi, 16 December 2011. Oral: D. Orange.
42. Orange D., Tran Sy Hai, Decreane D., Pisano A., Pham Dinh Rinh, Janeau J.L., Tran Duc Toan, Gael D., 2011. Transfer of glyphosate and AMPA to surface waters through soils systems under DMC practice of Acrisols. Oral presentation, Montpellier, 6 septembre 2011, PAMPA/RIME workshop, Programme d'Appui Multi-Pays pour l'Agro-écologie, AFD, Paris. Lecturer: D. Orange
43. Orange D., Bernard-Jannin L., Pham Dinh Rinh, Henri-des-Tureaux T., Laissus M., Janeau J-L., Tran D. Toan, 2012. The erosion impact of exceptional rainfall events in a small cultivated hilly catchment of North Vietnam. Annual MSEC meeting, Luang Phrabang, Laos, 7-9 février 2012. Lecturer: D. Orange
44. Orange D., 2012. Erosion et gestion agricole des paysages. Oral presentation, Atelier SHS du PPR-SELTAR, Bangkok, 18-19 septembre 2012. Lecturer: D. Orange
45. Orange D., Pham D. Rinh, Janeau J-L., Henri-des-Tureaux T., Nguyen V. Thiet, Luu T. N. Minh, Tran D. Toan, 2013. Balance of the erosion due to exceptional rain events and land use within agricultural hilly landscapes of the Great Mekong Region. International Conference MES (Mekong Environment Symposium),

- Session: 122 – 2, Topic: 06. Hazards and disaster risk reduction in the Mekong Basin, HCMC (Vietnam), March 2013, Published Proc., WISDOM project, DLR (Germany) : 55. Lecturer: D. Orange
46. Orange D., Nguyen V. Thiet, Laffly D., Nguyen D. Phuong, Tran D. Toan, Pham V. Cu, 2013. Hydropower dams as driving forces for land use change: case study in Northern Vietnam. International Conference MES (Mekong Environment Symposium), Session: 113 – 2, Topic: 02. Hydropower development and impacts on economy, HCMC (Vietnam), March 2013, Published Proc., WISDOM project, DLR (Germany) : 31. Lecturer: Nguyen Van Thiet.
 47. Orange D., 2013. Ecohydrology, ecological engineering and PES? Which water for tomorrow? How to do? Communication for the Seltar Workshop *Ecosystem Service Concept in Asean*, 24th-25th October 2013, Phnom Penh (Cambodia).
 48. Orange D., Tran Duc Toan, Tran Sy Hai, Pham Dinh Rinh, Nguyen Duy Phuong, Janeau J-L., Jouquet P., Valentin C., Durand G., 2013. Direct seeding mulch based cropping (DMC) system on sloping lands in Northern Vietnam: Impacts on runoff, soil losses and mobility of glyphosate and its metabolite AMPA. Final Workshop PAMPA-RIME project, AFD, 6th-8th November 2013, Montpellier (France).
 49. Tran Duc Toan, Orange D., Tran Sy Hai, Pham Dinh Rinh, Nguyen Duy Phuong, Janeau J-L., Valentin C., 2013. Dead mulch no-tillage (DMNT) based maize cropping system on sloping lands in Northern Vietnam: comparative advantages on runoff and soil loss. Final Workshop PAMPA-RIME project, AFD, 6th-8th November 2013, Montpellier (France).
 50. Orange D., 2013. Land use management systems on sloping lands and PES experience in Vietnam. Final Workshop HYPI project, IWMI, 19-21 November 2013, Vientiane (Laos).
 51. Orange D., 2013. Vietnam catchment research: which challenging questions? Communication for the Seltar Workshop *SWUA : Sustainability of Soil and Water management in the Uplands of Asia: LUC and CC in question*, 4th-6th December 2013, Bangalore (India).
 52. Orange D., Nguyen Van Thiet, Nguyen Thi Hong Chien, Le Thi Phuong Quynh, Luu Thi Nguyet Minh, 2014. Impact of the hydropower dams on sediment transport in the Red River, Vietnam. Proceedings FRIEND-Water2014: 7th Global FRIEND-Water Conference: Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions, February 2014, Hanoi (Vietnam), Red Book, IAHS ed., poster.
 53. Tran Thi Nhu Trang, Truong Lam Son Hai, Orange D., Picquart C., 2014. Assessment of the environmental risk of glyphosate herbicide and its metabolite AMPA in the canals, surface water at Saigon - Dong Nai and Mekong Delta. Proceedings FRIEND-Water2014: 7th Global FRIEND-Water Conference: Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions, February 2014, Hanoi (Vietnam), Red Book, IAHS ed., poster.
 54. Orange D., 2014. PES and incentives. Workshop on “Challenges in benefit sharing and livelihood improvement with water storage development”, Vientiane (Laos), 20-21 March 2014, Closure seminar for HYPI project (Hydropower and Incentives), BMZ fund. Invited speaker.
 55. Nguimalet C., Orange D., 2015. Caractérisation de la baisse hydrologique de la rivière Oubangui à Bangui, République Centrafricaine. Colloque International sur l'Hydrologie des Grands bassins fluviaux de l'Afrique 26-30 Octobre 2015, Hammamet, Tunisie. 8 p.
 56. Rochelle-Newall E., Do Duy Phai, Janeau J-L., Jouquet P., Henry des Tureaux T., Maeght J-L., Nguyen Duy Phuong, Nguyen Van Thiet, Orange D., Pham Dinh Rinh, Podwojewski P., Ribolzi O., de Rouw A., Silvera N., Doan Thu Thuy, Tran Minh Tien, Tran Duc Toan, Tran Sy Hai, Valentin C., 2015. Two decades of collaborative research on soil science and land management between SFRI and IRD. Proceedings, Vietnamese Conf. for Soil Sciences, SFRI and FAO, Hanoi, Vietnam: 266-273.
 57. Mahe G., Bamba F., Bricquet J-P., Mariko A., Orange D., Zare A., Paturel J-E., Barbier B., Yacouba H., Dessouassi R., 2016. Hydrologie du delta intérieur du fleuve Niger, variabilité climatique, impact des aménagements et perspectives. Wetlands International, Bamako 7-10 juin 2016, atelier international sur *les écosystèmes des zones humides induits par « les pulsations de crue » et les méthodes pour caractériser leurs exigences de régime hydrique*.
 58. Nguimalet C., Orange D., 2016. Hydroclimatic variabilities in Tomi at Sibut, Gribingui at Kaga-Bandoro and Fafa at Bouca basins, Central-north and central-south of Central African Republic. 10th Egerton University International Conference and Agriculture Summit, 30th March to 1st April 2016, Njoro (Kenya), sub-theme 6 : Climate Change and Nature Resources. 8 p.

5.4. Posters

1. Orange D., Probst J.L., Gac J.Y., Tardy Y. (1991) - Transport de matières minérales dissoutes et bilan de l'érosion chimique sur le bassin amont du fleuve Sénégal. *Poster*, Journées PIRAT, 25 mars 1991, CGS (*Centre de Géochimie de la Surface*, CNRS), Strasbourg.
2. Amiotte-Suchet P., Nkounkou R., Orange D., Tardy Y., Probst J.L. (1991) - Flux de CO₂ atmosphérique consommé par érosion chimique des continents. *Poster*, Journées PIRAT, 25 mars 1991, CGS (*Centre de Géochimie de la Surface*, CNRS), Strasbourg.
3. Orange D., Probst J.L., Gac J.Y., Tardy Y. (1991) - Dissolved mineral matter transported by the Senegal river (W-Africa) and chemical erosion in a tropical basin. *Poster presentation*, IAHS'91 Congress, August 1991, Wien, 1 p.
4. Orange D., Gac J.Y. (1993) - Transport de matières minérales dissoutes et bilan de l'érosion chimique sur le bassin amont du fleuve Sénégal. *Posters*, Séminaire EQUESSEN, 8-9 décembre 1993, Centre Culturel Français, ORSTOM, Dakar.
5. Orange D., Gac J.Y. (1993) - Erosion et altération du Fouta Djallon. *Posters*, Séminaire EQUESSEN, 8-9 décembre 1993, Centre Culturel Français, ORSTOM, Dakar.
6. Orange D., Sigha-Nkamdjou L. (1994) - Etude des apports atmosphériques en Afrique Centrale. *Posters*, Séminaire international « Atmospheric Depositions in Africa », 5-8 décembre 1994, INSET, Yamoussoukro.
7. Orange D., Gac J.Y., Carn M. (1994) - Mesure des dépôts de poussières au sol : le Capteur Pyramidal ou CAPYR . *Posters*, Séminaire international « Atmospheric Depositions in Africa », 5-8 décembre 1994, INSET, Yamoussoukro.
8. Sigha-Nkamdjou L., Orange D. (1996) - Physico-chimie des précipitations en Afrique Centrale. *Poster*, Journées Scientifiques PEGI, janvier 1996, ESPCI, Paris.
9. Laraque A., Orange D., Marieux B., Olivry J.C. (1996) - Evolutions des écoulements sur le versant droit du bassin zaïrois et répercussion sur le régime hydrologique du fleuve. *Poster*, Int. Conf. on Tropical Climatology Meteorology and Hydrology, Bruxelles mai 1996.
10. Orange D. (1997) - Mesure des dépôts de poussières au sol : le Capteur Pyramidal ou CAPYR . *Poster*, Journée Mondiale de l'Eau, 22 mars 1997, Portes ouvertes du LECOM, ORSTOM, Bamako.
11. Sigha-Nkamdjou L., Orange D. (1997) - Physico-chimie des précipitations en Afrique Centrale. *Poster*, Journée Mondiale de l'Eau, 22 mars 1997, Portes ouvertes du LECOM, ORSTOM, Bamako.
12. Orange D., J.P. Bricquet, Mahé G. (1997) - L'Eau, agent de transport. *Poster*, Journée Mondiale de l'Eau, 22 mars 1997, Portes ouvertes du LECOM, ORSTOM, Bamako.
13. Orange D., Bricquet J.P., Mahé G. (1997) - L'Hydrologie, sciences de l'eau. *Poster*, Journée Mondiale de l'Eau, 22 mars 1997, Portes ouvertes du LECOM, ORSTOM, Bamako.
14. Orange D., Bricquet J.P., Mahé G. (1997) - Fleuves et Rivières d'Afrique. *Poster*, Journée Mondiale de l'Eau, 22 mars 1997, Portes ouvertes du LECOM, ORSTOM, Bamako.
15. Orange D., Bricquet, Mahé G. (1997) - Transport particulaire dans la cuvette lacustre. *Poster*, Journée Mondiale de l'Eau, 22 mars 1997, Portes ouvertes du LECOM, ORSTOM, Bamako.
16. Orange D. (1997). Physico-chimie des précipitations en Afrique Centrale. *Poster*, Journée Mondiale de l'Eau, 22 mars 1997, Portes ouvertes du LECOM, ORSTOM, Bamako.
17. Laraque A., Orange D. (1997) – Tropical regimes and climatic trends in the Congo-Zaïre catchment. Coll. FRIEND General Report, UNESCO IHP, 96-98.
18. Laraque A., Olivry J.C., Orange D., Marieux B. (1997) - Variações no espaço e no tempo dos regimes pluviométricos e hidrológicos na África Central desde o início do século. Actes du XII symposium ABRH (Association Brésilienne des Ressources Hydriques), Victoria (ES), 16-20 nov. 97.
19. Laraque A., Orange D., Marieux B., Mahé G., Olivry J.C. (1997) - Baisse des régimes d'écoulements en Afrique centrale au cours du XX^e siècle (cas du bassin du Congo-Zaïre). *IAHS Publ.*, coll. *Posters Proceedings* (5th scientific assembly, Rabat, may 1997), 5-8.
20. Mahé G., Bricquet J.P., Soumaguel A., Bamba F., Diabaté M., Diarra M., Des Tureaux T., Kondé C., Leroux J.F., Mahieux A., Olivry J.C., Orange D., Picouet C. (1997) - Bilan hydrologique du Niger à Koulikoro depuis le début du siècle. 3rd Int. Conf. on flows regims from international network data : FRIEND'97, Postojna – Slovénie, 30 Sep 1997 – 19 Oct 1997.
21. Orange D., Wesselink A., Mahé G., Feizouré C. (1997) - The effects of climate changes on river baseflow and aquifer storage in Central Africa. 5th Scientific Assembly of the Int. Association of Hydrological Sciences : IAHS'97, Rabat – Marocco, 23 April 1997 – 3 May 1997.

22. Bricquet J.P., Mahé G., Bamba F., Diarra M., Mahieux A., Des Tureaux T., Orange D., Picouet C., Olivry J.C. (1997) - Erosion et transport particulaire par le Niger : du bassin supérieur à l'exutoire du delta intérieur (bilan de cinq années d'observation). 3rd Int. Conf. on flows regims from international network data : FRIEND'97, Postojna – Slovénie, 30 Sep 1997 – 19 Oct 1997.
23. Laraque A., Olivry J.C., Orange D., Marieu B. (1997) - Variations spatio-temporelles des régimes pluviométriques et hydrologiques en Afrique Centrale du début du siècle à nos jours. 3rd Int. Conf. on flows regims from international network data : FRIEND'97, Postojna – Slovénie, 30 Sep 1997 – 19 Oct 1997.
24. Picouet C., Orange D., Bricquet J.P., Olivry J.C. (1998) – Conséquence de la variabilité hydrologique du Niger supérieur au Mali sur le transport particulaire. Int. Conf. on Water resources variability in Africa during the XXth century : Abidjan'98 Conference, Abidjan (C-I), 16 Nov 1998 – 19 Nov 1998.
25. Orange D., Mahé G. (1998) – Variabilité hydropluviométrique interannuelle d'un bassin tropical humide sous forêt : le cas de l'Uélé. Int. Conf. on Water resources variability in Africa during the XXth century : Abidjan'98 Conference, Abidjan (C-I), 16 Nov 1998 – 19 Nov 1998.
26. Clement F., Amezaga J.M., Orange D., Calder I.R., Large A.R.G. (2007). A multi-level approach to analyse the impact of forestland allocation on land management in Northern Vietnam. *RECOFTC conference on "Poverty Reduction and Forests: Tenure, Market and Policy Reforms"*, Bangkok, Thailand, 3-7 September 2007 (poster).
27. Luu Thi Nguyet Minh, Orange D., Dang Thi Ha, Le Lan Anh, Garnier J. (2008). Impact des activités anthropiques sur les flux de matières en suspension et sur la qualité des eaux du fleuve Rouge à l'entrée du delta. In Orange D., Roose E., Vermande P., Gastellu J.-P., Pham Quang Ha (Eds) : Gestion intégrée des eaux et des sols : ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains, Editions AUF et IRD, Hanoi, *Actes des Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF*, Hanoi, 6-9 novembre 2007, cd-rom : 6p (poster).
28. Orange D., Tran Duc Toan, Podwojewski P., Clement F., Phan Ha Hai An, Do Duy Phai, Nguyen Van Thiet, Pham Van Rinh, Nguyen Duy Phuong, Henry des Tureaux T., Huon S., Chu Thai Hoan (2008). *Management for Soil Erosion Consortium (MSEC), Vietnam team: Sustainable watershed management in cultivated sloping lands of SEA.* In Orange D., Roose E., Vermande P., Gastellu J.-P., Pham Quang Ha (Eds) : Gestion intégrée des eaux et des sols : ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains, Editions AUF et IRD, Hanoi, *Actes des Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF*, Hanoi, 6-9 novembre 2007, cd-rom : 2p (poster).
29. Dang Thi Ha, Coynel A., Orange D., Blanc G., Tran Hong Thai, Etcheber H., J. Schafer J., Le Lan Anh (2009). Estimating river-discharges in the Red River (Vietnam) using rating curves and impact of reservoirs on transport. *Biogeomon 2009*, the 6th International Symposium on Ecosystem Behaviour, June 29th - July 3rd 2009, University of Helsinki, Finland (poster).
30. Jouquet P., Orange D., Doan Thu Thuy, Rumpel C., Tran Duc Toan (2009). From soil to ecosystem engineering or how to use biological activity to rehabilitate degraded soil in Northern Vietnam. *Int. Congress ECCA, Ecological Engineering from Concepts to Applications*, ENS, 2-4 December 2009, Paris, poster.
31. Doan Thu T. Jouquet P., Tran Duc T., Orange D. (2010). Are vermicompost and the stimulation of endogeic earthworm activities relevant alternatives to chemical fertilizers? Sustainable Land Use and Rural Development in Mountainous Regions of Southeast Asia, *Uplands Program*, Honhenheim University, at Hanoi, 21-23 July 2010. Proceedings and Poster.
32. Orange D., Jouquet P., Tran Duc Toan, Noble A. (2010). Biodigester and PES (Payment for Environmental Services) as a marketing tool for agricultural development of smallholder farms in Northern Vietnam, *Proceedings AGRO2010*, Montpellier, 29 Août – 3 Septembre. Proceedings and Poster.
33. Orange D., Nguyen Van Thiet, Nguyen Thi Hong Chien, Le Thi Phuong Quynh, Luu Thi Nguyet Minh (2014). Impact of the hydropower dams on sediment transport in the Red River, Vietnam. *Proceedings FRIEND-Water2014: 7th Global FRIEND-Water Conference: Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions*, February 2014, Hanoi (Vietnam), Red Book, IAHS ed., poster.
34. Tran Thi Nhu Trang, Truong Lam Son Hai, Orange D., Picquart C. (2014). Assessment of the environmental risk of glyphosate herbicide and its metabolite AMPA in the canals, surface water at Saigon - Dong Nai and Mekong Delta. *Proceedings FRIEND-Water2014: 7th Global FRIEND-Water Conference: Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions*, February 2014, Hanoi (Vietnam), Red Book, IAHS ed., poster.

5.5. Non peer-reviewed, non published

1. Orange D., Jouquet P., Henry-des-Tureaux T., 2008. SOLUTIONS au Vietnam. Séminaire BIOEMCO, Big-Bang, Mai 2008, Paris, oral.
2. Jouquet P., Doan Thu Thuy, Orange D., 2008. From soil engineers to ecosystem engineering. A new paradigm to manage tropical soil fertility. Invited Communication. University of Vigo, Spain.
3. Luu Thi Nguyet Minh, Le Lan Anh, Orange D., Garnier J., Trinh Anh Duc, 2008. Hydrological regime and nutrients fluxes In the Nhue – Day River system. International scientific conference on Chemistry for Development and Integration, 30th Anniversary of the Institute of Chemistry, VAST, Hanoi, 12-14 September 2008, proceedings, 7 p.
4. Dang Thi Ha, Orange D., Le Lan Anh, Coynel A., Etcheber H., Blanc G., 2008. Origin of the Suspended Particulate Matter in the Red River System, Vietnam. International scientific conference on Chemistry for Development and Integration, 30th Anniversary of the Institute of Chemistry, VAST, Hanoi, 12-14 September 2008, proceedings, 7 p.
5. Orange D., Grandidier E., Nguyen Duy Phuong, 2008. Payment for Environmental Services in northern Vietnam. Annual MSEC meeting, 11-13 November 2008, NAFRI, Vientiane, Lao-PDR, oral presentation.
6. Kasdi S., Tran Duc Toan, Sucristiyonubowo, Agus F., Orange D., de Gusman T., Ribolzi O., Valentin C., 2008. Nutrients loss by erosion under different land use systems in Southeast Asia. Annual MSEC meeting, 11-13 November 2008, NAFRI, Vientiane, Lao-PDR, oral presentation by T.D. Toan.
7. Orange D., Luu Nguyet Thy Minh, Tran Hong Thai, Nemery J., Vachaud G., 2009. Day River discharge measurements and reconstitution of flow with a combination with numerical modeling. Invited Communication. Final Symposium for ANR-Day River (2006-2008), Institute for Environmental Technologies, MOST, 17-19 March 2009, Hanoi (Vietnam).
8. Luu Nguyet Thy Minh, Garnier J., Billen G., Orange D., Le Thi Phuong Quynh, Thieu V., Le Lan Anh, 2009. Modelling the nutrient transferts in the Day river basin. Invited Communication. Final Symposium for ANR-Day River (2006-2008), Institute for Environmental Technologies, MOST, 17-19 March 2009, Hanoi (Vietnam).
9. Rumpel C., Jouquet P., Orange D., Dignac M.-F., 2009. Réhabilitation de la fertilité des sols et stockage du carbone par gestion de matière organique. Séminaire **Ingénierie Ecologique**, CNRS, mars 2009, poster.
10. Orange D., Luu Nguyet Thy Minh, Tran Hong Thai, Nemery J., Vachaud G.. (2009). Day River discharge measurements and reconstitution of flow with a combination with numerical modeling. *Invited Communication. Final Symposium for ANR-Day River* (2006-2008), Institute for Environmental Technologies, MOST, 17-19 March 2009, Hanoi (Vietnam).
11. Luu Nguyet Thy Minh, Garnier J., Billen G., Orange D., Le Thi Phuong Quynh, Thieu V., Le Lan Anh.. (2009). Modelling the nutrient transferts in the Day river basin. *Invited Communication. Final Symposium for ANR-Day River* (2006-2008), Institute for Environmental Technologies, MOST, 17-19 March 2009, Hanoi (Vietnam).
12. Dang Thi Ha, Coynel A., Orange D., Blanc G., Tran Hong Thai, Etcheber H., J. Schafer J., Le Lan Anh, 2009. Estimating river-discharges in the Red River (Vietnam) using rating curves and impact of reservoirs on transport. **Biogeomon 2009**, the 6th International Symposium on Ecosystem Behaviour, June 29th - July 3rd 2009, University of Helsinki, Finland (poster).
13. Orange D., 2009. From integrated modeling to natural resources management in the inner Niger River Delta. **International Workshop on cross-disciplinary approaches to the Modeling and Simulation of Complex Systems IWMSC'09**, Hanoi, 29-30 October 2009, IFI, Proceedings: oral.
14. 6 Novembre 2009: 40^e Anniversaire du SFRI, Invitation du Représentant IRD, **Décoration de l'Ordre du Mérite Agricole Vietnamien de Didier Orange**, SFRI, Hanoi.
15. 17-18 Novembre 2009: Didier Orange, expert, invité au 8^e Forum économique et financier ADETEF « **Energie et développement durable** », HaLong (Vietnam).
16. Jouquet P., Orange D., Doan Thu Thuy, Rumpel C., Tran Duc Toan, 2009. From soil to ecosystem engineering or how to use biological activity to rehabilitate degraded soil in Northern Vietnam.

Int. Congress ECCA, Ecological Engineering from Concepts to Applications, ENS, 2-4 December 2009, Paris : poster.

17. Jouquet P., Orange D., 2010. **BIOEMCO Research seminar**. *Participants*, Bondy. Juin 2010.
18. Orange D., 2010. **SUSANE Research project: Final SUSANE1 Workshop**. *Participant*, NIAH, Hanoi, 17 June 2010.
19. Orange D., 2010. **Summer school on Agrarian Transition (atelier 1)**. In : Lagrée S., Cling J.-P., Razafindrakoto M., Roubaud F. (éds. scientifiques), *Les Journées de Tam Đảo. Stratégies de réduction de la pauvreté : approches méthodologiques et transversales*, Éditions Tri Thuc, Hanoi, juillet 2010 (624 p. version française, 620 p. version vietnamienne). Université d'été de Tam Dao, Tam Dao (Vietnam), 16-24 juillet 2010, atelier 1: Transitions Agraires. IRD, EFEO, Ambassade de France.
20. Orange D., 2010. **AFD: Brainstorming on Carbon rural**. *Participant*, F. Jullien, AFD, Hanoi, 22 Octobre 2010.
21. Orange D., 2010. **VAAS: 5th Conference of VAAS on international cooperation**. *Participant*, invité comme représentant de l'IWMI, VAAS, Hanoi, 4 Novembre 2010.
22. Janeau JL., Orange D., 2010. **Semaine française: exposition**. *Participants invités*, Amb de France, Hanoi, 25 Novembre 2010.

5.6. Organization of seminars, conferences and round-tables

- Depuis juin 2009, **organisation d'un cycle de Séminaires Scientifiques MSEC** (sur une base mensuelle): une demi journée thématique de présentation autour d'un visiteur ou de la soutenance d'un étudiant pour l'ensemble des personnels du SFRI et autres instituts du VAAS (Vietnamese Academy for Agricultural Science).

15 juin 2009: Compost and Fertilization. *Students' presentations*

27 juillet 2009: Agrarian Diagnosis. *Students' presentations*

4 septembre 2009: Soil Ecology. *Students' presentations*

8 octobre 2009: Watershed Management. *Students' presentations*

20 novembre 2009: Agricultural Practices. *Students' presentations*

26 janvier 2010: Functional Ecology and Biogeochemistry of Soils and Ecosystems.

Visiteurs: J.-L. Chotte (IRD), A. Braumann (IRD).

3 mars 2010: Soil erosion assessment in farmer's fields'.

Visiteur: G. Kirchoff (ACIAR).

30 août 2010: *Students' presentations*

Impact of the input of compost or vermicompost on nutrients leaching and microbes transfers Soil erosion assessment in farmer's fields'. Student: Joël Amosse (M2 student, ENSA Rennes).

Importance of exceptional events on soil erosion assesment in sloping and cultivated catchment: example of typhoon Koni (22 and 23 July 2003) in Dong Cao, Vietnam. Student: Léonard bernard-Janin (M2, student, Avignon)

13 octobre 2010: Biogeochemistry in Soils and Waters. Visiteurs: E. Rochelle-Newall (IRD), T. Pommier (INRA).

15 décembre 2010: Modelling and erosion. *Students' presentations*

- 22 Novembre 2009: **Organisation d'une visite du bassin versant** expérimental de Dong Cao (Projet MSEC), vulgarisation scientifique, 50 personnes du monde du développement.

- 5-7 Janvier 2010: **Organisation de l'atelier international annuel MSEC** (IWMI/IRD), séminaire scientifique, 25 participants, chercheurs de 5 pays, Hanoi.

- 14 Mai 2010: **Organisation d'une visite du bassin versant** expérimental de Dong Cao (Projet MSEC), vulgarisation scientifique, 50 élèves de 3ème du Lycée Français de Hanoi, thème: "Développement agricole et écologie fonctionnelle".

Colloques, Séminaires, Workshop

- Symposium « A la mémoire de M. Rieu », « Soil structure, water and solute transport », Bondy, 8-10 octobre 2001, poster session : Fonctionnement biogéochimique d'une plaine d'inondation en zone sahélienne.
- Workshop IDAF, Toulouse, 3-5 décembre 2001.
- Atelier de restitution Bamako, janvier 2002
- Comité Scientifique « UICN- Zones humides en Afrique de l'Ouest »: *Renforcement des capacités institutionnelles pour la gestion des ressources des zones humides en Afrique de l'Ouest*. Nouakchott, 9-12 Février 2002. Membre du comité scientifique. Rédaction des conclusions.
- International Seminar on « The Mekong Forum for Water and Food », CPWF-GGIAR ; Hanoi, 13-14 November 2012.
- International Workshop on « CHALLENGES FOR EFFECTIVE CONTROL OF NUTRIENT CYCLE AND POLLUTION IN WATER ENVIRONMENT », ICRE, University of Yamanashi, Japan ; Hanoi, 22-24 December 2012.
- Orange D., 2010. Inception meeting of Susane2 project: Optimizing environmentally friendly biogas production using livestock manure for the reduction green house gas emissions. Participant, Ed. sc. : S. Sommers (Univ Copnehen) and Vu Diu Cuong (NIAS), NIAS, Hanoi, 20 April 2010.

6. Encadrement d'étudiants et formation

6.1. Encadrement de doctorants

1. **Bamba S.Barthelemy** (1986). Le bilan de l'eau et de la matière dans le haut bassin guinéen du fleuve Gambie. *Thèse 3^{ème} cycle*, Géologie, Univ. Dakar, Directeurs de thèse: J-Y. Gac (IRD), co-encadrement : D. Orange (IRD): 147 p.
2. **Picouet Cécile** (1996). Transferts et sédimentation des métaux lourds et polluants anthropiques dans le delta intérieur du Niger / Impact des activités humaines dans les transports fluviaux de matières à l'intérieur du Delta Central du Niger (Mali). *Thèse Sciences, Univ. Montpellier*, Directeurs de thèse: J-C. Olivry (IRD), co-encadrement: D. Orange (IRD): 205 p.
3. **Diallo Drissa** (2000). Erosion des sols en zone soudanienne du Mali : transferts des matériaux érodés dans le bassin versant de Djitiko (Haut Niger). *Thèse Géographie physique*, Université Grenoble, Directeurs de thèse : A. Morel (Prof. Grenoble I) et E. Roose (IRD), co-encadrement : D. Orange (IRD) : 185 p.
4. **Feizouré Clément** (2002). Caractérisation physico-chimique des apports atmosphériques en RCA. *Thèse Sciences* (Chimie atmosphérique), Université de Toulouse, Directeur de thèse : J.P. Lacaux (CNRS), co-encadrement : B. Cros (Univ. Toulouse), D. Orange (IRD) : 145 p.
5. **Mariko Adama** (2003). Caractérisation et suivi de la dynamique de l'inondation et du couvert végétal dans le Delta Intérieur du Niger (Mali) par télédétection. *Thèse Sciences (Télédétection)*, Université Montpellier, Directeur de thèse : E. Servat (IRD), co-encadrement : D. Orange (IRD), G. Mahé (IRD), A. Amani (AGRHYMET), A. Nonguierma (AGRHYMET) : 195 p.
6. **Nguimalet Cyriaque** (2004). Hydrogéomorphologie et gestion de l'eau en milieu urbain tropical humide : l'exemple du site de la ville de Bangui (République centrafricaine). *Thèse Géographie*, Université de Lyon, Directeur de thèse : M. Bravard, co-encadrement : D. Orange (IRD) : 215 p.
7. **Clément Floriane**, 2008. A multi-level analysis of forest policies in Northern Vietnam: Uplands, people, institutions and discourses. School of Civil Engineering and Geosciences / School of

- Geography, Politics and Sociology, *Newcastle University* ; MSEC project, IRD, Hanoi, Vietnam; supervisors: Calder I., Amezaga J., Orange D., Large A.; Dissertation submitted to the Faculty of Science, Agriculture and Engineering, Newcastle University for degree of PhD, May 2008, 263 p.
8. **Phan Ha Hai An**, 2009. Transferts d'eau et de matières sur un petit bassin versant agricole du Nord Vietnam : Suivis à l'échelle pluriannuelle et à l'échelle de la crue. PNRH-Mohybva; PhD defence for Sciences, *Univ. Paris 6 UMPC*, UMR BIOEMCO, 1 December 2009, dir sc.: S. Huon, D. Orange, Tran Thi My Linh, Paris, 175 p.
 9. **Luu Thi Nguyet Minh**, 2010. Water quality and nutrient transfers in the continuum from the upstream Red River basin to the Delta: budget and modelling. ANR-DayRiver; PhD defence for Sciences, *Univ. Paris 6 UMPC*, UMR Sysiphe, 29 September 2010, dir sc.: J. Garnier, G. Billen, D. Orange, Le Lan Anh ; VAST, Hanoi, 201 p.
 10. **Dang Thi Ha**, 2011. Erosion et transferts de matières, carbone et métaux dans le bassin versant du Fleuve Rouge depuis la frontière sino-vietnamienne jusqu'à l'entrée du Delta. INSU-RELIEF/RiverSong ; PhD defence for Sciences, *Univ. Bordeaux*, UMR EPOC, 18 March 2011, dir sc.: H. Etcheber, A. Coynel, D. Orange, Le Lan Anh ; VAST, Hanoi, 344 p.
 11. **Bui Tan Yen**, 2013. Integrated modeling for erosion assessment and land-use management in highlands of North Vietnam. C.T. de Wit School for Production Ecology and Resource Conservation, Plant Production System Group, *Wageningen University*; Scholarship Wageningen + CIAT; MSEC project, IRD, Hanoi, Vietnam; supervisors: Stroosnijder L., Visser A., Orange D., Chu Thai Hoanh, Van Keulen H.
 12. **Nguyen Van Thiet**, 2015. Aménagements hydroélectriques et conséquences environnementales dans le Nord du Vietnam. UMR5602-GEODE, *Univ. Toulouse 2* ; Laboratoire IGARC, Univ. Nationale du Vietnam, Hanoi ; UMR211-BIOEMCO, MSEC project, IRD, Hanoi, Vietnam; Accord cadre Région Midi-Pyrénées, Université de Toulouse 2, AUF et Province de Son La, 2009-2011 ; Bourse Ambassade de France au Vietnam et complément de bourse IRD. Dir. Sc.: Laffly D., Pham Van Cu, Orange D.
 13. **Nguyen Duy Phuong**, 2013-2017, en cours. Biodigestate to mix with a solid material to produce a new fertilizer for sloping and flat land: digestate fertilizer efficiency within charcoal incorporation, C sequestration and soil rehabilitation. *Vietnamese Academy for Agricultural Science*, MARD, Hanoi ; SUSANE2 project, NIAS/SFRI, Hanoi, Vietnam; Scholarship from Denmark Coop.; supervisors: Tran Duc Toan., Orange D., Jensen Lars.
 14. **Hoang Trung Kien**, 2014-2017, en cours. Bioturbation effects on metals and pesticides phytoextraction for bioremediation engineering strategies. Univ. Toulouse, UMR ECOLAB; VAST, Hanoi; NUCOWS project, USTH, Hanoi, Vietnam; Bourse Ambassade de France au Vietnam. Dir. Sc.: Gérino M., Duong Thi Thuy, Orange D.

6.2. Encadrement de stages

15. **Mettin Honoré** (1994). Variations temporelles et spatiales des lames d'eau précipitées sur l'ensemble du bassin versant supérieur de l'Oubangui (1972-1992). Maitrise Géographie, Univ. Bangui (RCA), Encadrants: D. Orange, Radramisarosoa: 94 p.
16. **Feizouré Clément T.** (1994). Conséquences de la variabilité hydroclimatique sur l'érosion dans le bassin de l'Oubangui (République Centrafricaine). *DEA Univ. Dijon*, Encadrants: A. Durand, D. Orange: 50 p.
17. **Sigha-Nkamdjou Luc** (1994-1996). Apports atmosphériques depuis l'Atlantique (Cameroun) jusqu'à la République Centrafricaine. *Contrat de Formation Insertion*, en détachement au Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM à Bangui de mai 1994 à juillet 1995, puis au Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM à Montpellier de août 1995 à janvier 1996. Encadrant: D. Orange.
18. **XXXX** (mars-juin 1995). Etude de l'opportunité de l'utilisation d'un SIG : Modélisation de l'érosion en Centrafrique. *Projet ENGREF-Montpellier*, module « Eau et Spatialisation »; Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier. Encadrant: D. Orange: 10 p.

19. **XXXX** (mars-juin 1996). Critique d'un MNT pour une étude globale d'érosion hydrique d'un bassin versant tropical humide: le bassin de l'Oubangui. *Projet ENGREF-Montpellier*, module « Eau et Spatialisation »; Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier. Encadrant: D. Orange: 17 p.
20. **Ghiloufi M.** (mars-aout 1996). Etude de l'impact des feux sur l'érosion des sols à partir des transports solides des cours d'eau en milieu tropical humide (RCA). *DEA ENGEES*, Montpellier; Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier. Encadrant: D. Orange.
21. **Griés Stéphanie** (juillet-aout 1996). Typologie géochimique des eaux de surface en Afrique centrale. *Stage M1 Univ. Paris 11*; Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier. Encadrant: A. Laraque et D. Orange.
22. **Kondé Cheikna** (1997). Caractérisation et variabilité du flux de méthane produit dans le Delta Central du Niger. *Contrat de Formation Insertion*, Chercheur CNRST (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange: 23 p.
23. **Camara Guimba** (1997). Dynamique actuelle des dépôts de poussières atmosphériques en zone sahélienne. *Contrat de Formation Insertion*, enseignant ENSup (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange: 10 p.
24. **Djénépo Maissata** (juillet-aout 1997). Analyse Physico-chimique d'échantillons d'eau du Niger. Technique de filtration des eaux et utilisation scientifique des résultats. *Techn. ENI*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange, M. Gréard: 35 p.
25. **Maman M.K.** (février-juin 1997). Contribution à l'intégration des données multi-sources pour l'élaboration d'un schéma de gestion des ressources naturelles: cas du Gourma malien. *Ingénieur ENI*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: A. Diallo, G. Mahé, D. Orange: 18 p.
26. **Doulla S.** (février-juin 1997). Contribution à l'intégration des données multi-sources pour l'élaboration d'un schéma de gestion des ressources naturelles: cas du Gourma malien. *Ingénieur ENI*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: A. Diallo, G. Mahé, D. Orange: 25 p.
27. **Galmé Youssouf** (mars-novembre 1997). Etude expérimentale de l'érosion et du ruissellement dans le bassin versant du Djitiko. *Ing. Agro IPR/IFRA*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange, D. Diallo: 25 p.
28. **Keita Djibril** (mars-novembre 1997). Etude de la dégradation des sols dans le sous-bassin versant de Bélékoni. *Ing. Agro IPR/IFRA*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange, D. Diallo: 43 p.
29. **Keita Issiaka** (mars-novembre 1997). Analyse des perceptions paysannes de la dégradation des sols et de la gestion de la fertilité et de la biomasse. *Ing. Agro IPR/IFRA*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange, D. Diallo: 44 p.
30. **Sawadogo Bréhima** (mars-novembre 1997). Etude expérimentale du ruissellement et de l'érosion hydrique dans le bassin-versant de Djitiko. *Ing. Agro IPR/IFRA*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange, D. Diallo: 59 p.
31. **Sanogo Yacouba** (mars-novembre 1997). Suivi de la dynamique des surfaces hydrologiques dans le bassin versant de Bélékoni. *Ing. Agro IPR/IFRA*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange, D. Diallo: 30 p.
32. **Nicolay Thomas** (juillet-aout 1997). Variabilité de la teneur en eau du sol au cours de la première partie de la saison pluvieuse en zone soudanienne. Cas des sols bruns et jaunes du bassin versant de Djitiko au Mali. *M1 ISIM, Univ. Montpellier*; LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrants: D. Orange (IRD), D. Diallo (IPR).
33. **Bonnefoy Audrey** (avril-aout 1998). Impact des pesticides et fertilisants sur la qualité des eaux de surface en zone cotonnière du Mali Sud (bassin du Bani). *Ing. "Environnement, Technologies et Société"*, Univ. Aix-Marseille 1; LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrants: D. Orange (IRD).
34. **Sacko Aliou** (avril-novembre 1998). Etude expérimentale de l'érosion hydrique sur parcelle (bassin versant de Djitiko). *Ing. Agro IPR/IFRA*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Diallo, D. Orange: 30 p.

35. **Diarra Bakary** (avril-novembre 1998). Etude expérimentale de l'érosion hydrique sur parcelle (bassin versant de Djitiko). *Techn. Agro IPR/IFRA*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: A. Sacko, D. Diallo, D. Orange: 30 p.
36. **Diarra Bakary Sadio** (avril-novembre 1998). Etude expérimentale de l'érosion hydrique sur parcelle (bassin versant de Djitiko). *Techn. Agro IPR/IFRA*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: A. Sacko, D. Diallo, D. Orange: 30 p.
37. **Koné Bakary** (avril-novembre 1998). Etude topographique du site et implantation des parcelles expérimentales sur sol brun (bassin versant de Djitiko). *Techn. Agro IPR/IFRA*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: A. Sacko, D. Diallo, D. Orange: 30 p.
38. **Seïdou Mamadou** (avril-novembre 1998). Etude de l'écoulement dans les ravines et de l'érosion linéaire (bassin versant de Djitiko). *Ing. Agro IPR/IFRA*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Diallo, D. Orange: 30 p.
39. **Kansaye Laya** (avril-novembre 1998). Etude de la stabilité des populations d'agrégats sous goutte de pluie simulée (cas des sols des bassins versants de Djitiko et de Bélékoni). *Ing. Agro IPR/IFRA*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Diallo, D. Orange: 30 p.
40. **Kodio Amadou** (juillet-décembre 1998). Etude de la stabilité des populations d'agrégats sous goutte de pluie simulée (cas des sols des bassins versants de Djitiko et de Bélékoni). *Ing. Agro IPR/IFRA*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: V. Bénech, R. Arfi, D. Orange: 30 p.
41. **Djénépo Maissata** (janvier-juin 1998). Etude sédimentologique des eaux du bassin du Niger. *Ing. ENI*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: M. Gréard, D. Orange: 18 p.
42. **Vidal Hélène** (juin-août 1998). Etude expérimentale du ruissellement et réflexion pour la mise en place d'aménagements hydrauliques de bas-fond sur sols bruns (bassin du Djitiko, Mali-Sud). *Licence IUP "Gestion et Génie de l'Environnement", Univ. Paris 7*; LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Diallo, D. Orange: 44 p.
43. **André Eric** (juillet-août 1998). Détermination des zones à risques de pollution des nappes phréatiques par les eaux de surface à Bamako, étude bibliographique. *Maitrise EPGS, Univ. Paris 6*; LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange: 22 p.
44. **Palangié Antoine** (mars-août 1998). Origine et caractéristiques de la pollution des eaux de Bamako : première approche pour la gestion et l'épuration. *DEA Environnement et Sociétés, Univ. Orléans*; LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange, Y. Poncet: 102 p.
45. **Jolivet Antoine** (juillet-août 1998). Etude expérimentale du ruissellement et de l'érosion sur les sols rouges dans le bassin versant de Djitiko. *M1 ISIM, Univ. Montpellier*; LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange, D. Drissa: 56 p.
46. **Lecuna Sophie** (juillet-août 1998). Etude de la banque de données MES en vue d'une mise en forme de type ACCESS. *M1 Bio, Univ. Paris 6*; LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange, P. Nguyen: 45 p.
47. **Cartailler Caroline** (mars-août 1999). Diagnostic d'un projet de recherche intégré en éco-hydrologie : le cas du Delta Intérieur du Niger. *DESS, CERDI, Clermont-Ferrand*; LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange : 101 p.
48. **Doulla S.** (février-juin 1999). Influence des aménagements hydrauliques et hydro-agricoles du Niger supérieur sur l'inondation du Delta Intérieur du Niger. *Ingénieur ENI*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: A. Diarra, D. Orange, M. Kuper, B. Marieu: 76 p.
49. **Diarra R.A.** (février-juin 1999). Cycle géochimique du carbone, de l'azote et du phosphore dans un écosystème inondé : cas de la mare de Batamani (Delta Intérieur du Niger). *Maitrise ENSup*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: M.S. Maïga, D. Orange: 100 p.
50. **Dembélé Lamine** (février-juin 1999). Synthèse analytique des modèles d'inondation dans le Delta Intérieur du Niger au Mali. *Maitrise ENSup*, Bamako (Mali); LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: A. Ballo, D. Orange: 58 p.
51. **Paget Laurence** (mars-août 1999). Intervention des itinéraires techniques des systèmes d'exploitation sur les flux de nutriments dans un écosystème tropical inondé. *DEA INAPG, Paris*; LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Orange, Y. Poncet: 93 p.

52. **Mariko Adama** (mars-août 1999). Suivi des ressources pastorales du Niger avec des données spatiales basse résolution végétation / SPOT 4. *DESS CESBIO, Toulouse*; LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: Mougnot B., D. Orange: 34 p.
53. **Mariko Adama** (mars-août 1999). Evolution temporelle des visibilitées horizontales à Bamako-Sénou (Mali) : relation avec le dépôt sec des aérosols. *DEA OAB, Toulouse*; LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: J-P. Lacaux, D. Orange: 45 p.
54. **Dembélé Diarra** (avril-novembre 1999). Etude expérimentale du ruissellement et de l'érosion hydrique dans le bassin versant du Djitiko (Haut bassin du Niger). *Ing. Agro IPR/IFRA, Bamako (Mali)*; LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: D. Diallo, D. Orange: 30 p.
55. **Djoudou Mohamed** (mars-août 2000). Mise au point d'une méthode de construction d'un modèle numérique de terrain à partir d'informations indirectes : le cas du Delta Intérieur du Niger au Mali. *DEA Espaces et Sociétés, Paris XII*; LECOM, ORSTOM, Bamako. Encadrant: J. Marie, D. Orange: 81 p.
56. **Dérolez Valérie** (avril-septembre 2001). Ecohydrologie du bassin supérieur du fleuve Niger : vers un observatoire de qualité et d'alerte. *DEA ENSA Rennes*. Encadrants: N. Cissé (DNH, Mali), M. Coudéré (Ghénis, Pays-Bas), D. Orange (IRD, France) : 85 p.
57. **Maugin Julien** (avril-septembre 2002). Hydrologie et érosion sur zone de culture en pente : cas du bassin agricole de Dong Cao (province de Hoa Binh, Fleuve Rouge, Viêt-Nam). *DAA ENSA Rennes*. Encadrant: D. Orange (IRD, France), Tran DT (SFRI).
58. **Bayer Agnès** (avril-septembre 2003). Comportement hydrologique d'un petit bassin versant agricole sur fortes pentes au Nord Vietnam. *Master2, Univ. Grenoble*. Encadrant: D. Orange (IRD, France): 80 p. + Report on "Hydrological process in Dong Cao catchment", 25 p.
59. **Koikas Julien** (avril-septembre 2003). Hydrologie et érosion sur zone de culture en pente : cas du bassin agricole de Dong Cao (province de Hoa Binh, Fleuve Rouge, Viêt-Nam). *Master2, ISTOM*. Encadrant: D. Orange (IRD, France).
60. **Phan Ha Hai An** (mai-septembre 2003). Hydrologie et érosion d'un petit bassin versant agricole sur fortes pentes au Nord Vietnam. *BSc, Faculté de Chimie, Univ. Sc. du Vietnam, Hanoi*. Encadrant: D. Orange (IRD, France): 25 p.
61. **Hoareau Johan** (mars-août 2004). Test d'un modèle pluie-débit sur un petit bassin versant agricole dans le Nord Vietnam. *Magistère 2, Univ. Paris 6*. Encadrant: D. Orange (IRD, France): 41 p. + Report on "Test of a parsimonious rainfall-runoff model on a small agricultural watershed in North Vietnam", 40 p.
62. **Nieullet Nicolas** (mars-août 2004). Introduction du *Bracharia ruziziensis* dans un système de culture sur pente dans un village du Nord Vietnam (Dong Cao). Ingénieur ESITPA. Encadrant: D. Orange: 73 p.
63. **Phan Ha Hai An** (février-juin 2004). Adaptation de la méthode des électrodes spécifiques pour la mesure du nitrate et de l'ammonium : application au suivi des flux d'azote dans un terroir agricole. *Master AUF, Faculté de Chimie, Univ. Sc. du Vietnam, Hanoi*. Encadrant: D. Orange (IRD, France), Tran TML (Sc. Hanoi Univ.): 45 p.
64. **Do Duy Phai** (March-August 2004). Hydrological and erosion modeling of a small agricultural watershed in Northern Vietnam. *Master, Univ. Agriculture Hanoi I*. Encadrant: D. Orange (IRD, France): 98 p.
65. **Luu Thi Nguyet Minh** (mai-septembre 2004). Hydrologie et érosion d'un petit bassin versant agricole sur fortes pentes au Nord Vietnam. *BSc, Faculté de Chimie, Univ. Sc. du Vietnam, Hanoi*. Encadrant: D. Orange (IRD, France): 25 p.
66. **Ortiz Carina** (July-August 2004). Calibration of GenRiver with GLUE for Northern Vietnamese conditions. *Master1, SLU (Uppsala, Sweden)*. Supervisors: N. Jarvis, M. van Noordwijk, D. Orange, T. Duc Toan: 26 p.
67. **Boudart Sylvain** (mars-août 2005). Effet de la modification des données d'entrée et d'un changement de pas de temps sur la modélisation de la relation pluie-débit par GR4 et IHACRES. Ingénieur AGRO-Rennes. Encadrant: D. Orange: 52 p.

68. **Ballesteros Sébastien** (May-August 2005). Suspended matter flow in a small agricultural watershed of North Vietnam. Master1 AGRO-Paris. Supervisor: D. Orange: 45 p.
69. **Migraine Jean-Baptiste** (mars-avril 2005). La modélisation dynamique de l'érosion comme outil d'aide à la décision: réalisation du modèle PLER sur le bassin de Dong Cao (Vietnam). Master2, Univ. Grenoble. Encadrant: D. Orange: 80 p.
70. **Pannier Emmanuel** (avril-octobre 2005). Impact des connaissances locales sur le développement de pratiques agricoles anti-érosives sur les pentes cultivées dans une Commune de la Province de Hoa Binh : étude ex-ante d'un projet de développement d'un outil d'aide à la décision. DESS, Univ. Paris I. Encadrant : D. Orange : 250 p.
71. **Vottier Damien** (April-August 2005). Use of turbidity as a suspended matters (SM) measurement method: Calibration on the Red River and the Dong Cao watershed. Master1, ULCO, Univ. du Littoral. Encadrant: D. Orange: 46 p.
72. **Lee David** (June-September 2005). Database for natural resource management on agricultural steeping slopes in Northern Vietnam. Master2, Engineering Department, Cambridge Univ., Supervisor: D. Orange : 80 p.
73. **Baglan Antoine** (February-June 2006). Evolution of the suspended matter's transport and the quality of Red River water from Lao Cai (Chinese border) to Hanoi – Viet Nam. Master2, Breda Univ. (Netherlands). Supervisors: D. Orange, Le L.A. : 47 p.
74. **Lamezec Yannick** (mars-aout 2006). Impact des cultures de fourrage sur pente sur l'érosion des terres de pente dans un petit bassin versant agricole dans le Nord Vietnam. Master Pro 2, Univ. Rennes I. Encadrant: D. Orange: 90 p.
75. **Lequeux Brice** (mars-aout 2006). Impact des usages cultureux et de la pente sur les pertes en terre de fond et en suspension dans un petit bassin versant agricole sur colline dans le Nord Vietnam (Province de Hoa Binh). Master Pro 2, ENSAIA (Nancy). Encadrant: D. Orange: 43 p. + report "Land use impact on soil loss and suspended load by runoff on steep slopes within a small agricultural watershed in Northern Vietnam (Dong Cao Village, Luong Son District in Hoa Binh Province): 96 p.
76. **Mitard Chloé** (March-August 2007). Erosion processes and soil losses assessment within a small agricultural and sloping watershed of Northern Vietnam. Final report for internship, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, Univ. de Tours, Master Pro 2 "GéoHydrosystèmes Continentaux en Europe". Supervisor: D. Orange: 97 p.
77. **Mahé Marion** (April-August 2007). Gullies and suspended load transport within a small agricultural and sloping watershed of Northern Vietnam. Final report for internship, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, Master2, SupAgro, Paris. Supervisor: D. Orange: 48 p.
78. **Loiseau Jean-Baptiste** (April-August 2007). Establishment of a model predicting erosion and runoff at the outlet of a rural catchment in the North Vietnam hills. Final report for internship, CPWF-PES-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, ENSG, Nancy. Supervisor: D. Orange: 72 p.
79. **Bardouin Lucie** (April-August 2007). Payment for Environmental Services in Dong Cao watershed. Final report for internship, CPWF-PES-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, Master 1, ISTOM. Supervisor: D. Orange: 20 p.
80. **D'Aste Vincent** (March-July 2007). Hydrological modeling of an hydrological system in delta zone (Day River, Red River Basin, Vietnam): impact of lateral water inputs. Final report for internship, ANR-DayRiver project, IMHE-IRD, Hanoi, ENSG, Nancy. Supervisor: D. Orange: 58 p.
81. **Rodriguez Celia**, 2008. Animal husbandry impact on water quality by GIS survey. Final report for internship, CPWF-PES-Vietnam project, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, supervisor: D. Orange; Master 1 Science des Sociétés et de leur Environnement, Geography, Univ. Lyon 2, 35 p.
82. **Bertrand Jeremy**, 2008. Development and calibration of GIS-based model predicting erosion and runoff on small agricultural watersheds in Southeast Asia. Final report for internship, CPWF-PES-Vietnam project, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, supervisor: D. Orange; Master 2, Mastère spécialisé Hydraulique, ENSEEIHT, Toulouse, 53 p.

83. **Grandidier Estelle**, 2008. Socio-economic and environmental assessments for PES implementation in a watershed in Northern Vietnam. Final report for internship, CPWF-PES-Vietnam project, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, supervisor: D. Orange; 3ème année d'école d'ingénieurs, Spécialité Eau & Environnement, ENSIL, Univ. Limoges, 128 p.
84. **Bernard Romain**, 2008. Impact des ravines sur le processus d'érosion et sur les pertes en sol sur un petit bassin versant en pente au Nord du Vietnam. Final report for internship, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, supervisor: D. Orange; Master 2 ISIM, Sciences, Univ. Montpellier, 50 p.
85. **Chenot Lauren**, 2008. Evaluation des ressources hydrologiques du bassin versant vietnamien du Fleuve Rouge : impact des usages sur les bilans de l'eau. Final report for internship, ANR-DayRiver project, Institut de Chimie (VAST) and UR-SOLUTIONS (IRD), Hanoi, supervisor: D. Orange and Le Lan Anh; Master 2 ISIM, Sciences, Univ. Montpellier, 22 p.
86. **Levrel Adrian**, 2008. Hydrological assessment of annual balance within an agricultural small watershed in Yen Bai Province: Consequences for the PES use. Final report for internship, CPWF-PES-Vietnam project, IRRI-CIRAD-Vietnam project, SAM (CIRAD) and UR-SOLUTIONS (IRD), Hanoi, supervisor: D. Orange and D. Jourdain; Master 2 ISIM, Sciences, Univ. Montpellier, 108 p.
87. **Poortinga Ate**, 2009. Development of a GIS web interface for PromUp model, a dynamic erosion model. Final report for internship, CIAT Fellowship, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, supervisor: D. Orange and S. Visser; Soil & Water Conservation Group Master of Science in Soil Science, Wageningen University, the Netherlands. 61 p.
88. **Guillet Tiphaine**, 2009. Dead Mulch Cover impact on surface runoff and soil loss: first year. Final report for internship, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, supervisor: D. Orange; ISTOM, 48 p.
89. **Ducos Henry**, 2009. Gullies, erosion and hydrological modeling within a small agricultural watershed in Northern Vietnam. Final report for internship, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, supervisor: D. Orange; ISTOM, 58 p.
90. **Geier Pauline**, 2009. Indicators for the sustainable agricultural development of small-scale farms under a PES contract: The case of introducing a biodigester into the farming system. Final report for internship, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, supervisor: D. Orange; Master, Univ. Freiberg, 63 p.
91. **Courret Julie**, 2009. Diagnostic agricole et gestion des effluents d'élevages porcins, bovins et bubalins. Final report for internship, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, supervisor: D. Orange and M-J. Valony; Ingénieur, AgroSup Dijon, IRC Montpellier, 118 p. + English report "Agrarian diagnosis and management of effluents of pigs, cows and bubaline husbandries": 33 p.
92. **Moenne Morgane**, 2009. Diagnostic des systèmes d'élevage et intégration agriculture-élevage dans deux communes périurbaines de Hanoi. Final report for internship, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, supervisor: Le Van Nha, D. Orange and M-J. Valony; Ingénieur, ENSAIA, IRC, Montpellier, 128 p. + English report "The future of agriculture and livestock production in two suburban communes of Hanoi's province": 26 p.
93. **Dardenne Léa**, 2009. Incentive based framework for the promotion and scaling out of a biogas based scheme. Final report for internship, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, supervisor: D. Orange and P. Drechsel; License, HEC Paris, 70 p.
94. **Leblond Nelly**, 2009. Animal waste management and biodigester on small crop-livestock farming systems of northern Vietnam: adaptation and use of the simulation model MAGMA. Final report for internship, MSEC-Vietnam project, SFRI-IWMI-IRD, Hanoi, supervisor: D. Orange and J-M. Medoc; License, ENS Paris, 28 p.
95. **Luu Thi Nguyet Minh**, 2009. Hydrological modeling of an hydrological system in delta zone (Day River, Red River Basin, Vietnam): impact of lateral water inputs. Mid-term report of PhD, ANR-DayRiver project, Institut de Chimie (VAST) et UR-SOLUTIONS (IRD), Hanoi, supervisor: D. Orange and Le Lan Anh; UMR-Sisyphé, Univ. Paris 6, supervisor: J. Garnier and G. Billen, 58 p.

96. **Dang Thi Ha**, 2009. Caractérisation géochimique des eaux du Fleuve Rouge au Vietnam. First-year report of PhD, UMR-EPOC (Université Bordeaux 1), Institut de Chimie (VAST) et UMR-BIOEMCO (IRD), Hanoi, supervisor: A. Coynel, D. Orange, H. Etcheber et Le Lan Anh, 14 p.
97. **Zemp Delphine**, 2010. REVE method: A simple and rapid methodology to estimate erosion under cropping sloping lands. Final report for internship, MSEC-Vietnam, PAMPA/RIME project, IRD, SFRI, Hanoi, supervisor: D. Orange; ENSAT, 3rd year, 49 p.
98. **Carro Aude**, 2010. First evaluation of the situation of agriculture, forestry and other land use in Nam Can Commune, Lai Chau Province. Final report for internship, MSEC-Vietnam, BMZ-Hypl project, IRD, SFRI, Hanoi, supervisor: D. Orange; Agro-ParisTech, 2nd year, 89 p.
99. **Bernard-Jannin Léonard**, 2010. Erosion contribution of an exceptional rainfall event in a small cultivated catchment of North Vietnam. Final report for internship, MSEC-Vietnam, IRD, SFRI, Hanoi, supervisor: D. Orange; Master2 « Hydrogéologie, Sol et Environnement », Univ. Avignon, 35 p.
100. **Pisano Alexandro**, 2011. Surface runoff and erosion on sloping lands by erosion plot experiment within rainfall simulation and natural rainfall: impacts of soil surface, soil macrofauna and Dead Mulch Cover (DMC) practice. Final report for internship, MSEC-Vietnam, PAMPA/Rime project, IRD, SFRI, Hanoi, supervisor: D. Orange, Tran Duc Toan, C. Valentin; Agro-ParisTech, 2nd year, 24 p.
101. **Decraene Dorian**, 2011. Erosion comparison between two cropping systems in North Viêt Nam. Final report for internship, PAMPA/Rime project, IRD, SFRI, Hanoi, supervisor: D. Orange, T. Naizot; ISTOM, 96 p.
102. **Hoang Trung Kien**, 2013. Bioturbation effects on metals phytoextraction in wetland plants. Final report for internship, Master2, USTH, Hanoi; Research report with UMR-ECOLAB, CNRS, INP-ENSAT, Toulouse; supervisors: M. Gérino (INP), J. Kallerhoff (INP), D. Orange (IRD): 28 p.
103. **Pham Le Anh**, 2013. The advantages and disadvantages of SUNGO, a solar powered aerator applying in water purification of the shrimps and panga farms, and for sewage lagoons in Vietnam. Final report for internship, Master2, USTH, Hanoi; R&D report for Rech-Sub and AquaGo, Grenoble, France; supervisor : D. Orange: 39 p.
104. **Picquart Camille**, 2013. Organic pollutant assessment in a large polluted river basin: Saigon-Dong Nai River System. Final report for internship, Master2, USTH, Hanoi; R&D report for Department of Chemistry, VNU-HCMC, Saigon; supervisors: D. Orange (IRD), Tran T. Nhu Trang (VNU-HCMC): 33 p.
105. **Arnaud Marie**, 2016. Carbon river flux from small streams to the large river: study case of the Red River in Vietnam. Master2, University of Kiel (Germany); project EC2CO-SWAT, supervisor: D. Orange: 30 p.

6.3. Enseignement

1988 - Vacation de 12 heures de cours de "Géochimie des eaux de surface", *DEA de Géologie/Hydrologie* de M. COLLIN, BRGM, Univ. Dakar.

D. Orange, 2001. 3 heures sur l'utilisation de la modélisation intégrée pour la gestion de l'eau en zone tropicale, Agro de Paris, UV Milieux Intertropicaux. Titre de l'exposé : Les conflits d'usagers autour de l'eau : le cas du delta intérieur du fleuve Niger (au Mali), quelles solutions ?

2 Octobre 2009: Orange D., enseignant, 8h de cours de formation ingénieur pour nouvelles recrues du NOMAFSI, invitation Cirad-MARD: Methodologies to assess runoff and erosion ?, 18 students.

16 April 2010: Orange D., The manure management as an agricultural advantage. Lecturer, Susane2 project, NIAS, University of Agriculture Hanoi 1 (Vietnam), 3h, 22 students.

21 Octobre 2010: Organisation d'une visite du bassin versant expérimental de Dong Cao (Projet MSEC), vulgarisation scientifique, 10 élèves de Première S du Lycée Français de Hanoi, dans le cadre des TPE.

25-28 Novembre 2010: Orange D., participation à la réunion de montage de l'USTH, membre du Groupe "Eaux-Environnement-Océanographie" et membre du Groupe "Energie", VAST, Hanoi.

15 Avril 2011: Orange D., Exploring watershed management on sloping lands for small farming systems : field experiments, modelling and farmers. Lecturer, University of Thai Nguyen (Vietnam), 3h, 240 students.

2012: Orange D., responsable de l'unité d'enseignement "Advanced Hydrology", Master 1 "Water, Environment, Oceanography", USTH (Hanoi), 50h, 9 students.

- Depuis 2011/2012 : coordinateur de l'Unité d'Enseignement TU032 "Advanced Hydrology" (50 h avec TP et TD) à l'USTH pour le Master1 WEO (Water Environment Oceanography). 10 à 20 étudiants. Je deliver entre 30h et 50h par an.
- Depuis 2011/2012: co-coordonateur de l'Unité d'Enseignement TU053 "Ecological Engineering" (50 h avec TP et TD) à l'USTH pour le Master2 WEO (Water Environment Oceanography). 10 à 20 étudiants. Je delivre entre 10h et 20h par an.
- De 2011 à 2014, Organisations annuelles pour le niveau Master: "hydrological and erosion modeling: applying PC-Raster", 8 hours, co-organisators: D. Orange (IRD) and Bui Tan Yen (SFRI).
- Depuis 2015, Organisation et participation comme co-encadrant avec Sabine Sauvage (CNRS; ECOLAB) et José Sanchez-Perez (CNRS, ECOLAB) d'une école de formation SWAT (une semaine) au niveau Master pour l'USTH et chercheurs de la VAST (18 participants) : application aux flux d'eau et de matières du bassin expérimental de Dong Cao (RBV-SOERE-MSEC3) et du bassin versant du Fleuve Rouge.

6.4. Ecoles de formation

- Atelier de transfert aux utilisateurs des connaissances sur le fleuve Niger, Bamako, 14-16 janvier 2002, IRD/IER. Organisateurs : Orange D. et groupe CERDIN (de la zone atelier ZADIN).
- Organisation de Farmer Field School auprès de notre village expérimental (Dong Cao Village, in Tien Xuan Commune): 3 en 2003, 2 en 2004. Organisateurs: Orange D., Salgado P., Tran D.T.
- **One-week training on hydrological and erosion modeling (the PLER model), for 40 partners from LDD (Land Department Development), April 2014, Bangkok (Thailand). Formateur: D. Orange.**
- **Atelier de formation SWAT, pour 40 partenaires chercheurs africains, Décembre 2016, Dakar (Sénégal). Formateur: J. Sanchez-Pérez, S. Sauvage, D. Orange.**

6.5. Jurys

Doctorat

1. **Bamba S.Barthelemy** (1986). Le bilan de l'eau et de la matière dans le haut bassin guinéen du fleuve Gambie. *Thèse 3^{ème} cycle*, Géologie, Univ. Dakar, Directeurs de thèse: J-Y. Gac (IRD), co-encadrement : D. Orange (IRD): 147 p.
2. **Picouet Cécile** (1996). Transferts et sédimentation des métaux lourds et polluants anthropiques dans le delta intérieur du Niger / Impact des activités humaines dans les transports fluviaux de matières à l'intérieur du Delta Central du Niger (Mali). *Thèse Sciences, Univ. Montpellier*, Directeurs de thèse: J-C. Olivry (IRD), co-encadrement: D. Orange (IRD): 205 p.

3. **Diallo Drissa** (2000). Erosion des sols en zone soudanienne du Mali : transferts des matériaux érodés dans le bassin versant de Djitiko (Haut Niger). *Thèse Géographie physique*, Université Grenoble, Directeurs de thèse : A. Morel (Prof. Grenoble I) et E. Roose (IRD), co-encadrement : D. Orange (IRD) : 185 p.
4. **Dasyva Sylvestre** (2001). Les bas-fonds des sables dunaires de la région de Dakar. Potentialités agricoles et contraintes urbaines. Thèse Géographie, Univ. Paris I, Dir. Claude Cosandey. D. Orange (IRD).
5. **Batti Ahmed** (2001). Etude spatio-temporelle par télédétection du cycle crue-décrue dans le delta central du fleuve Niger (Mali). Université Louis Pasteur – Strasbourg I : Spécialité : Télédétection. Directeur de thèse : J.L. Mietton, Rapporteur : D. Orange (IRD).
6. **Feizouré Clément** (2002). Caractérisation physico-chimique des apports atmosphériques en RCA. *Thèse Sciences* (Chimie atmosphérique), Université de Toulouse, Directeur de thèse : J.P. Lacaux (CNRS), co-encadrement : B. Cros (Univ. Toulouse), D. Orange (IRD) : 145 p.
7. **Mariko Adama** (2003). Caractérisation et suivi de la dynamique de l'inondation et du couvert végétal dans le Delta Intérieur du Niger (Mali) par télédétection. *Thèse Sciences (Télédétection)*, Université Montpellier, Directeur de thèse : E. Servat (IRD), co-encadrement : D. Orange (IRD), G. Mahé (IRD), A. Amani (AGRHYMET), A. Nonguierma (AGRHYMET) : 195 p.
8. **Nguimalet Cyriaque** (2004). Hydrogéomorphologie et gestion de l'eau en milieu urbain tropical humide : l'exemple du site de la ville de Bangui (République centrafricaine). *Thèse Géographie*, Université de Lyon, Directeur de thèse : M. Bravard, co-encadrement : D. Orange (IRD) : 215 p.
9. **Tran Duc Toan** (2007). Erosion and hydrological distributed modelling within an agricultural steep watershed. *Agricultural University Hanoi 1*; MSEC project, IRD, Hanoi, Vietnam; supervisors: Pham Quanh Ha; Dissertation submitted to the Vietnamese Academy for Agricultural Science, Hanoi, April 2007, 153 p. Rapporteur : D. Orange.
10. **Phan Ha Hai An** (2009). Transferts d'eau et de matières sur un petit bassin versant agricole du Nord Vietnam : Suivis à l'échelle pluriannuelle et à l'échelle de la crue. PNRH-Mohybva; PhD defence for Sciences, *Univ. Paris 6 UMPC*, UMR BIOEMCO, 1 December 2009, dir sc.: S. Huon, D. Orange, Tran Thi My Linh, Paris, 175 p.
11. **Luu Thi Nguyet Minh** (2010). Water quality and nutrient transfers in the continuum from the upstream Red River basin to the Delta: budget and modelling. ANR-DayRiver; PhD defence for Sciences, *Univ. Paris 6 UMPC*, UMR Sysiphe, 29 September 2010, dir sc.: J. Garnier, G. Billen, D. Orange, Le Lan Anh ; VAST, Hanoi, 201 p.
12. **Dang Thi Ha** (2011). Erosion et transferts de matières, carbone et métaux dans le bassin versant du Fleuve Rouge depuis la frontière sino-vietnamienne jusqu'à l'entrée du Delta. INSU-RELIEF/RiverSong ; PhD defence for Sciences, *Univ. Bordeaux*, UMR EPOC, 18 March 2011, dir sc.: H. Etcheber, A. Coynel, D. Orange, Le Lan Anh ; VAST, Hanoi, 344 p.
13. **Nguyen Van Thiet** (2015). Aménagements hydroélectriques et conséquences environnementales dans le Nord du Vietnam. UMR5602-GEODE, *Univ. Toulouse 2* ; Laboratoire IGARC, Univ. Nationale du Vietnam, Hanoi ; UMR211-BIOEMCO, MSEC project, IRD, Hanoi, Vietnam; Accord cadre Région Midi-Pyrénées, Université de Toulouse 2, AUF et Province de Son La, 2009-2011 ; Bourse Ambassade de France au Vietnam et complément de bourse IRD. Dir. Sc.: Laffly D., Pham Van Cu, Orange D.

DEA et Master

1. Gallier François, 2001. Etude d'impact hydrologique et environnemental du barrage de Talo (Djennerie, Mali). Encadrement : Y. Poncet et J. Brunet-Jailly (DNH, Mali), DEA Hermes, Orléans.
2. Membre du jury Master WEO (Water Environment oceanography), USTH, Hanoi : 2012 à 2014.
3. Membre du jury Master ECOLAB, Univ. Toulouse : 2015 à 2016.

7. Animation de la recherche

7.1. Portage de projets

1. **Projet GIHREX** (*Gestion intégrée, Hydrologie, Ressources et Exploitation*) sur la gestion des écosystèmes dans le Delta Intérieur du Niger (Mali, 1998-2000, coordinateur : D. Orange, bailleurs : Orstom, GIP-Hydrosystème, UICN, UNESCO, ...) ;
2. **Projet EC2CO-PNRH/MOHYBVA** (*Modélisation du fonctionnement hydrologique et géochimique de petits bassins versants agricoles: impact des chemins de l'eau et des pratiques agricoles*) sur l'application de la modélisation à réservoir dans le contexte d'un petit bassin versant agricole de montagne (Vietnam et Indochine, 2005-2006, coordinateur : D. Orange, bailleur : INSU) ;
3. **Projet IRD-SPIRALES** "Développements de produits opératoires" : création d'une banque de données informatique partagée du programme MSEC en Asie du Sud-Est, coordinateur : D. Orange (2005-2006).
4. **Projet FSP-DURAS/Croplivestok** (*The implication of the local knowledge in the increasing integration of animal husbandry in the farming systems of disadvantaged communities*) sur l'intégration du petit élevage dans l'agriculture sur pente pour le contrôle de l'érosion et la gestion de la fertilité en ASE (Vietnam et Laos, 2006-2008, coordinateur : Tran Duc Toan et D. Orange, bailleur : MAE) ;
5. **Projet AFD/BIOGAS** (*Biogas and PES in Southeast Asian Mountains*) et le **projet TOTAL/BIOGAS** sur le rôle des PES (Paiements pour Services Environnementaux) et de l'intérêt du biodigester comme outil de gestion de la fertilité des sols dans la petite agriculture (Vietnam, 2008-2009, coordinateur : D. Orange, bailleurs : AFD et TOTAL-Gaz) ;
6. **Projet IWMI-BMZ/Hypl** (*Hydropower and Incentives : Opportunities for economic incentives to promote sustainable land and water management in the sloping lands of South and Southeast Asia*) sur le rôle des politiques de barrages hydroélectriques sur les pratiques agricoles (Vietnam et Laos, 2011-2013, coordinateur au Vietnam: D. Orange, bailleur : Banque de coopération allemande BMZ) ;
7. **JEAI BioGEAQ** (*Biogeochemistry and ecology of tropical aquatic ecosystems*) sur le rôle des facteurs biotiques et abiotiques dans la qualité des eaux d'un petit lac rural (Vietnam, 2011-2013, coordinateur IRD : D. Orange, bailleur : IRD) ;
8. **Projet NUCOWS** (*Nutrients and Contaminants in Waters in Southeast Asia*) sur une approche holistique, hydrologique et écologique de la dynamique de l'azote dans différentes parties d'un paysage (Vietnam, 2013-2015, coordinateur : D. Orange, bailleur : USTH) ;
9. **Projet CLEAN-BIODIG** pour l'installation de biodigesteurs individuels (300 installations) en milieu rural à partir d'un système de Paiement pour Service Environnementaux (PSE) pour une utilisation éco-responsable et durable du biodigestat (Vietnam, 2013-2018, coordinateur : D. Orange, bailleur : ONG ZEBUNET). Projet nommé au Prix Convergences (Paris) en juin 2016.

Porteur pays des projets suivants :

10. **PIRAT** et **PEGI** en Centrafrique et au Congo (projet INSU coordonné par Y. Tardy et JC Olivry, 1988-1995) ;
11. **IDAF** : PI (Principal Investigator) du réseau IDAF pour la zone Mali (1995-1997).
12. **ANR-DayRiver** (Influence des rejets urbains et agricoles sur l'eutrophisation dans la zone deltaïque du Fleuve Rouge, Vietnam) sur le rôle des activités anthropiques dans l'attribution de la qualité des eaux d'une rivière drainant le delta du Fleuve Rouge (projet coordonné par G. Vachaud et J. Garnier, 2006-2008) ;
13. **EC2CO/RiverSong** (Controlling geological, hydrological and anthropogenic processes on river-deltaic water quality and reactive transport modelling in a highly erosive watershed in SE Asia, Red-River watershed, Vietnam) sur la dynamique actuelle des transferts de matières dans le bassin continental du Fleuve Rouge (projet coordonné par A. Coynel, 2009-2010) ;

14. **CPWF/PES** (PES in the Mekong Region Project) sur l'adaptation du concept de PES à la gestion de petits bassins versants en Asie du Sud-Est, Laos, Thaïlande et Vietnam (projet coordonné par O. Planchon, 2007-2008) ;
15. **AFD-PAMPA/RIME** (Impact des SCV sur le fonctionnement du système sol-plante à l'échelle du paysage : du champ au bassin versant et au terroir) sur le rôle de la culture sous couvert végétal (SCV) sur pente pour la protection des sols (projet coordonné par J-L. Chotte, 2009-2012) ;

7.2. Animation d'équipes de recherche

Au cours de ma carrière, j'ai toujours été animateur ou responsable d'équipe dans toutes mes affectations à l'étranger :

- Gestion du Laboratoire d'Hydrologie de Bangui : un technicien TR, un ingénieur centrafricain et 3 techniciens de laboratoire centrafricains, de novembre 1991 à décembre 1994.
- Gestion du LECOM à Bamako (Laboratoire des Eaux Continentales au Mali) : 8 chercheurs et 3 ingénieurs IRD, 20 chercheurs partenaires, techniciens maliens, 1998-2000.
- Gestion de l'équipe MSEC-Vietnam (au SFRI, Hanoi) : installation et gestion du bassin expérimental MSEC de Dong Cao (50 ha) ; création, installation et gestion du laboratoire d'analyse des sols et des eaux (40 m²) ; gestion de l'équipe de recherche (2 chercheurs IRD et 1 ingénieur IRD, 5 chercheurs vietnamiens et techniciens), 2001-2013.
- **Représentant (officiel) de l'IWMI au Vietnam, de 2004 à 2010.**

J'ai eu aussi à animer plusieurs groupes de réflexion, par exemple :

- Editeur Scientifique dans la Collection Colloque et Séminaire des Actes du Séminaire GIRN-ZIT (Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales, Bamako, juin 2001).
- Animation et négociation pour une expertise collégiale concernant le delta intérieur du Niger (cf. paragraphe expertise-valorisation ci-dessus).

7.3. Organisation de colloques

Internationaux

1. Orange D., Arfi R., Kuper M., Morand P., Poncet Y. (2000). GIRN-ZIT : Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales. Séminaire international, 20-23 juin 2000, Bamako, 150 participants, 3 ministres maliens. Grand événement médiatique retransmis à la télévision malienne.
2. Orange D., Roose E., Vermande P., Gastellu J.-P., and Pham Quang Ha (2007) Gestion intégrée des eaux et des sols : ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains. *Séminaire International AUF-IRD « Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF »*, Hanoi, 6-9 novembre 2007, 200 participants, 15 pays
3. Orange D. (2010) Organisation de l'atelier international annuel MSEC (IWMI/IRD), séminaire scientifique, 25 participants, chercheurs de 5 pays, 5-7 Janvier 2010, Hanoi

Régionaux

4. Roundtable on "PLER: MSEC approach for catchment modelling", IWMI-SEA, Bangkok, 25 April 2004. Invited speakers: J.P. Bricquet (IRD-MSEC), J.B. Migraine (IRD-student in Vietnam), D. Orange (IRD-MSEC).
5. Nguimalet C., Laraque A., Mahé G., Orange D., 2012. International Conference "Water Challenges and Climate Change Adaptation in Africa", 24-27 October 2012, Bangui (RCA), AUF-UNICEF-Global Water Partnership/Central Africa.

- Au SFRI (Vietnam), de 2001 à 2013 : Plusieurs workshops/conférences organisées à la demande et en fonction des visites scientifiques avec les partenaires locaux.
- Organisations bi-annuelles des réunions de la JEAI-BioGEAQ.

Nationaux

6. NISF Workshop on “Hydrological Modelling”, Hanoi, 7 July 2003. Invited speakers: J.P. Bricquet (IRD-MSEC), M.H. Fagerstrom (SLU-LUSLOF, Sweden), Iwald J. (ICRAF-LUSLOF), Pham Quang Ha (NISF), D. Orange (IRD-MSEC).
7. Conference on “Chemical elements transported by the Amazon river”, at Institute of Chemistry (CNST), Hanoi, 7 January 2004. Speaker: Marc Benedetti (CNRS, Univ. Paris VI).
8. Conference on “Heavy metals behaviour between soils and drainage waters in Northern of France”, at NISF (MARD), Hanoi, 9 January 2004. Speaker: Marc Benedetti (CNRS, Univ. Paris VI).
9. MARD Conference on “Erosion and soil conservation”, NISF, Hanoi, 6 December 2004, organized by Pham Quang Ha (NISF) and D. Orange (IRD) with IRD/VNSSS_NISF/AUF, Réseau AUF-IRD “Erosion”. Speaker: Eric Roose (IRD). [VNSSA: Vietnam Soil Science Society]

Organisation de la reunion annuelle du LMI-LUSES: Land Uses and Ecosystem Services, 13-14 November 2013, ICH (VAST), Hanoi, organisateurs : Luu TN Minh, **Orange D.**, Trinh Anh Duc,
 Organisation du séminaire de fin de projet de la JEAI BioGEAQ: Agricultural Impact on Tropical Aquatic Ecosystems, 27 March 2014, ICH (VAST), Hanoi, organisateurs : Trinh Anh Duc, **Orange D.**

Cycles de conférences

De juin 2009 à decembre 2010, organisation d’un cycle de *Séminaires Scientifiques MSEC* (sur une base mensuelle): une demi journée thématique de présentation autour d’un visiteur ou de la soutenance d’un étudiant pour l’ensemble des personnels du SFRI et autres instituts du VAAS (Vietnamese Academy for Agricultural Science). Animation et organisation: D. Orange

7.4. Participations à réseaux scientifiques

- Friend-AOC : réseau d’hydrologues d’Afrique de l’Ouest et Centrale
 - Unesco-PHI et ZTH : Programme hydrologique international et Zone tropicale humide
 - IDAF : réseau de recherche sur la qualité des apports atmosphériques en Afrique
 - UICN-ZH : programme Zones Humides, expert du Comité scientifique ZH.
 - Depuis 2017 : réseau PHI/FRIEND-Water
- Journée mondiale de l’eau, 22 mars 1997 : communication sur les ressources en eau à l’échelle de la planète ; journées portes-ouvertes au LECOM
 - Co-organisation des Journées de sensibilisation des communicateurs aux problèmes d’eau et d’environnement, Bamako, novembre 1996. Communications sur les thèmes : Climatologie de l’Afrique et Hydrologie en Afrique.
 - Participation à la réalisation d’un document de travail du Club du Sahel -OCDE- : Les transformations de l’agriculture au Sahel : état et dynamique de changement des ressources naturelles. Par Valérie Autissier, septembre 1996.
 - Le Niger supérieur, reconnaissance environnementale, atelier de clôture du Projet Pilote Guinée-Mali (projet de la Coopération néerlandaise), octobre 1996, Bamako, Mali.

- Organisation d'une table ronde : Erosion et gestion de la fertilité des sols, (conférencier invité : E. ROOSE, ORSTOM), Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bamako, février 1997.
- Création et animation du réseau IDAF-Mali (IGAC/DEBITS of Africa, IGBP), 1997-1998 : 1^{re} réunion du réseau IDAF-Mali, CNRST, Bamako (Mali), mars 1997.
- Création et animation du groupe de recherche malien (CERDIN : *Crue et décrue, Edification et partage de la Ressource dans le Delta Intérieur du Niger*) pour la définition d'un programme de recherche pluridisciplinaire intégré sur l'impact de la variabilité de la disponibilité de la ressource en eau sur la dynamique des ressources naturelles du Delta Intérieur du Niger et de leur système d'exploitation.
- Coordination au Mali du projet GIHREX (*Gestion Intégrée, Hydrologie, Ressources et systèmes d'Exploitation*, projet de recherche ORSTOM du Programme 621/UR2), chantier : le delta intérieur du Niger au Mali.
- Création et animation du groupe EROSION-Mali
- Création et animation du groupe « Qualité de l'Eau - Mali » (thème 6 de FRIEND-AOC)
- Admission au CNFSH, décembre 1997
- Soutien du réseau PHOTON-Mali (réseau INSU de surveillance photométrique)
- Animation du groupe de recherche malien (CERDIN : *Crue et décrue, Edification et partage de la Ressource dans le Delta Intérieur du Niger*) pour la définition d'un programme de recherche pluridisciplinaire intégré sur l'impact de la variabilité de la disponibilité de la ressource en eau sur la dynamique des ressources naturelles du Delta Intérieur du Niger et de leur système d'exploitation.
- Coordination au Mali du projet GIHREX (*Gestion Intégrée, Hydrologie, Ressources et systèmes d'Exploitation*, projet de recherche ORSTOM du Programme 621/UR2), chantier : le delta intérieur du Niger au Mali.
- Animation du groupe EROSION-Mali
- Animation du groupe « Qualité de l'Eau - Mali » (thème 6 de FRIEND-AOC)
- Contact au Mali du réseau GNIP (Global Network for Isotopes in Precipitation, AIEA)
- Participation au groupe de travail du PNRZH : « *Aménager sans détruire : le cas des zones humides du globe* ». UICN/Zones humides : Renforcement des capacités institutionnelles pour la gestion des ressources des zones humides en Afrique de l'Ouest. Nouakchott, 9-11 Février 2002. Membre du comité scientifique durant 3 ans. Rédaction des conclusions
- Etc...

B. Synthèse des recherches : Processus et gestion des transferts d'eau et de matières dans les agro-écosystèmes tropicaux

« The need to recycle water, together with the need to exploit groundwater means that more and more we regard every part of the land surface of the globe as part of a catchment which can either supply water or receive our waste water. » (Calder, 1999)

1. Introduction

A l'aube du 21^e siècle, la sécurité alimentaire reste un défi majeur (e.g. Schidhuber *et al.*, 2009; Molden *et al.*, 2010; Turrall *et al.*, 2011), du fait principalement de la détérioration des sols, de la concurrence sur les eaux et de la diminution de la biodiversité, comme cela a été ré-affirmé lors du Sommet sur le Développement Durable en septembre 2015, à savoir : « On estime à 795 millions le nombre de personnes chroniquement sous-alimentées en 2014, généralement en conséquence directe de détériorations environnementales, de sécheresses et de l'appauvrissement de la biodiversité. » (PNUD, 2016).

Eaux, sols, biodiversité et durabilité des écosystèmes

L'eau, les sols et la biodiversité rendent ensemble un service indispensable à l'humanité. Ils sont effectivement étroitement liés dans leurs devenir pour concourir ensemble à la production de biomasse sur notre planète, et donc à la production alimentaire et au maintien de la vie. Or l'explosion démographique et le changement climatique, additionnés du mésusage des ressources par l'homme, mettent de plus en plus en péril l'équilibre nécessaire à la durabilité des écosystèmes, questionnant leur sécurité et leur résilience. Aussi l'étude des processus de transferts d'eau et de matières, et leurs gestions, constitue une des problématiques majeures du bon usage de notre planète par les sociétés humaines. Il est à noter que ce questionnement est multi-échelle (e.g. Orange *et al.*, 2002), à la fois dans l'espace (du local au régional et global) et dans le temps (du court terme au long terme), tout en interrogeant en cascades réversibles la diversité des usages (Fig. 1).

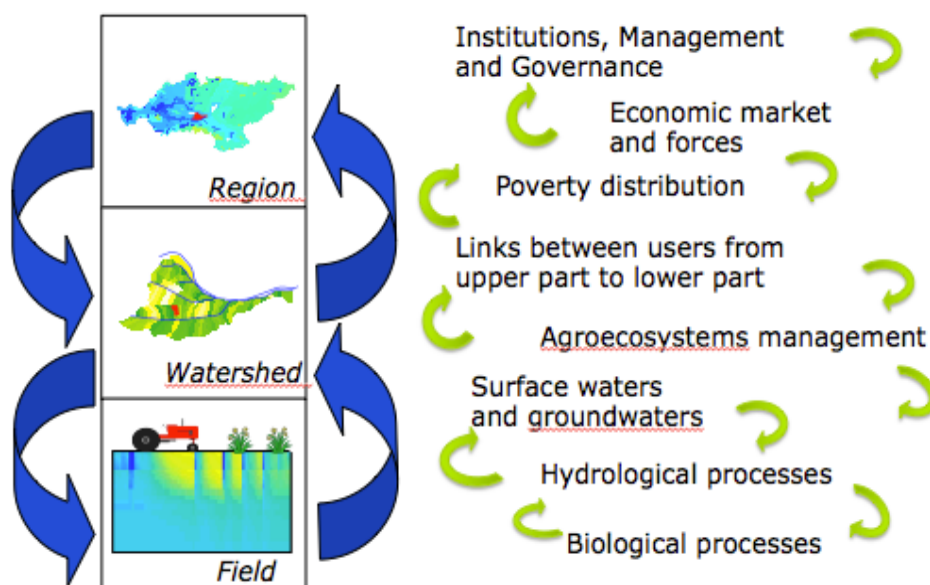


Fig. 1 : Questionnement en cascade de l'usage des ressources.
Source : Cours Master « Advanced Hydrology », USTH, 2012, D. Orange.

Hydrologie et écologie fonctionnelle

L'étude de l'ensemble des processus de transferts d'eau et de matières exigera donc une approche holistique et intégrée de l'espace, dont les échelles d'appréhension dans l'espace et dans le temps dépendront des processus ou usages considérés : l'agriculteur se référera à son champ et son terroir, l'administrateur à la région de son échelle de décision, l'hydrologue au bassin versant de la rivière considérée,... et le microbiologiste du sol à la sphère d'interactions du cortège microbien du complexe sol étudié. Dans ce contexte, l'hydrologie associée à l'écologie fonctionnelle autorise cette approche pluridisciplinaire et holistique des écosystèmes permettant d'appréhender en parallèle l'ensemble des processus fonctionnels et à différentes échelles spatiales et temporelles (Calder, 1999). Rappelons que l'écologie fonctionnelle cherche à trouver les règles générales pour expliquer les relations entre les structures et fonctions des systèmes biologiques et les facteurs du milieu, ou autrement dit entre facteurs biotiques et abiotiques, pour comprendre le fonctionnement des écosystèmes (e.g. Roose, 1980 ; Calow, 1987 ; Ricklefs et Miller, 2005 ; Lavorel *et al.*, 2011).

Sécurité alimentaire et agriculture : une question d'hydrologie et de flux de matières

L'eau est partout, l'eau est source de vie : aussi tout écosystème peut aussi être appelé hydrosystème. La notion d'hydrosystème insiste sur l'association fonctionnelle de l'eau avec les milieux aquatiques et continentaux dans un secteur géographique donné, constitutif de l'écosystème (Amoros et Petts, 1993 ; Calder, 2000 ; Everard et Powell, 2002 ; Downs et Gregory, 2014). L'hydrologue délimitera alors le bassin versant comme une somme d'unités hydro-morphologiques fonctionnelles indépendantes les unes des autres mais liées par des échanges de flux d'eau et de matières (Meybeck, 1984).

Une large partie des eaux prélevées retourne aux rivières et dans les nappes souterraines en s'écoulant en surface et en s'infiltrant dans les sols en fonction des caractéristiques physiques, chimiques et biogéochimiques des sols et de leur environnement, en fonction de la diversité biologique, et en fonction des infrastructures humaines. Or cette eau est globalement de moins bonne qualité que l'eau prélevée, elle « garde » mémoire de ses usages passés. L'eau représente donc potentiellement une signature de l'état écologique de l'écosystème.

Par conséquent, le bon état écologique des écosystèmes dépendra des processus hydrologiques et biogéochimiques dans les unités hydro-morphologiques, naturelles et artificielles, qui les supportent, ou autrement dit des interactions entre écologie, hydrologie et géomorphologie (Meybeck *et al.*, 1998 ; Calder, 2000 ; Garnier et Mouchel, 2000).

L'agro-écosystème est compris comme étant un écosystème dédié spécifiquement à la production agricole.

La sécurité alimentaire passe évidemment par une agriculture « efficace » et « utile » (e.g. Parmentier, 2007). Mais il convient de définir les notions d'efficacité et d'utilité !? Est-ce maximiser la productivité agricole aux dépens de la disponibilité en eau (en quantité et qualité) pour d'autres usages (e.g. Molden, 2007)? Aux dépens de la durabilité des sols (e.g. Kafadaroff, 2008)? ou encore aux dépens de la dégradation des facteurs biotiques et structurelles des écosystèmes (e.g. Syndicat d'Agriculture Bio-Dynamique, 2006) ? Il est aujourd'hui évident pour tous que la pérennité d'un milieu est fonction de l'équilibre entre production et consommation. Mais que cela signifie-t-il en terme de gestion des ressources naturelles ? Est-ce que la connaissance des processus qui gouvernent les transferts (ou encore les flux) d'eau et de matières dans les agro-écosystèmes, permet de répondre à ces questions ? Et peut-on en déduire des règles de gestion ? Et des recommandations ?

C'est à travers mon parcours scientifique et mes travaux de recherche que je propose de répondre à ces interrogations dans les pages suivantes. Mais avant, pour poser le décor, je tiens à rappeler 10 points fondamentaux relatifs à l'évaluation globale actuelle des agro-écosystèmes, en portant une attention particulière sur l'Asie du Sud-Est (et notamment le Vietnam d'où proviennent mes principaux travaux de ces 15 dernières années).

Le devenir des agro-écosystèmes : une question de disponibilité en eau et sol, d'usages, de fertilisation et de gestion

1. **Les besoins en eau sur notre planète sont croissants** non seulement du fait de la croissance démographique, mais aussi de l'évolution des niveaux de vie. La conséquence de cela est que la demande en eau croît plus vite que la croissance démographique (Fig. 2)

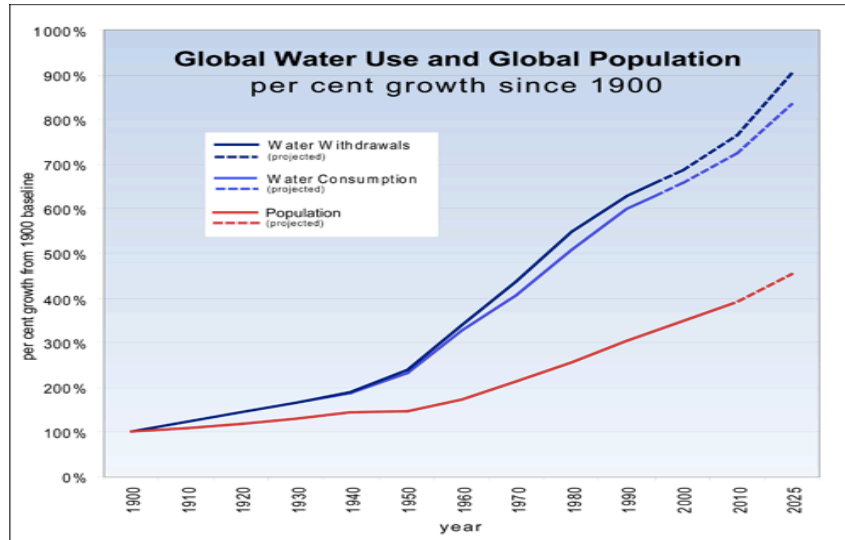


Fig. 2 : Croissance comparée de la demande en eau et de la démographie de 1900 à 2025.
Source : UNEP, 2011.

2. **Un autre point important à garder en mémoire est que l'agriculture est le principal consommateur d'eau** (Fig. 3), et cela d'autant plus dans les pays en développement (Fig. 4) : 69% des prélèvements mondiaux sont imputables à l'agriculture (Turral, 2011), les prélèvements de l'industrie représentant 21% et la consommation des collectivités urbaines (municipalités) totalisant uniquement environ 10% (Fig. 3).

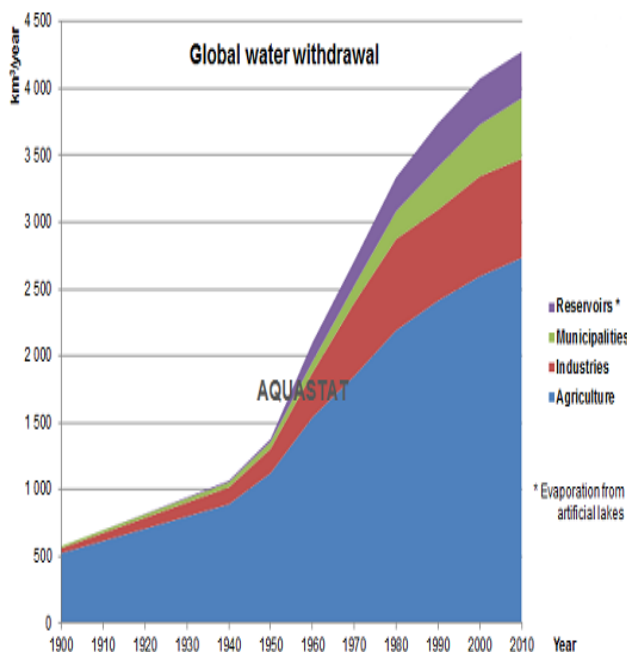


Fig. 3 : Evolution de la consommation globale d'eau par catégories d'usage, de 1900 à 2010.
Source : FAO, 2014.

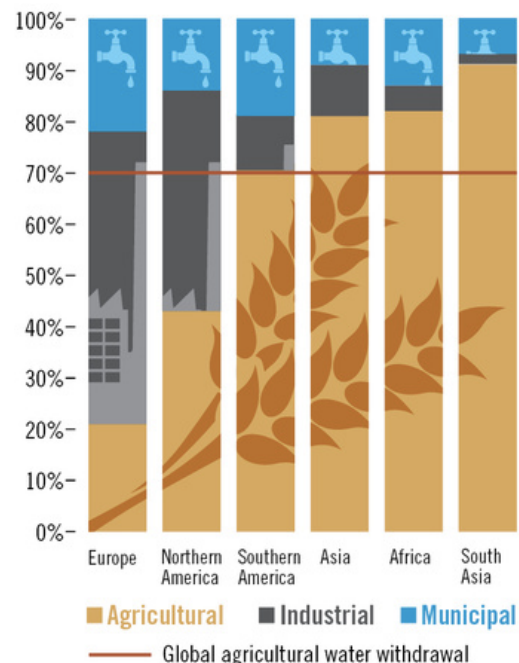


Fig. 4 : Consommation globale d'eau par catégories d'usage et par continents.
Source : FAO, 2014.

3. Il faut noter aussi que la rareté de l'eau est souvent économique et pas seulement physique (Molden, 2007). La rareté de l'eau est en effet relative à la quantité d'eau requise pour les usages anthropiques, qui sont agricoles, industriels et domestiques. Ainsi par exemple, au Vietnam où il y a souvent 3 récoltes par an et une forte densité de population, l'indice de rareté de l'eau y est important (Fig. 5).

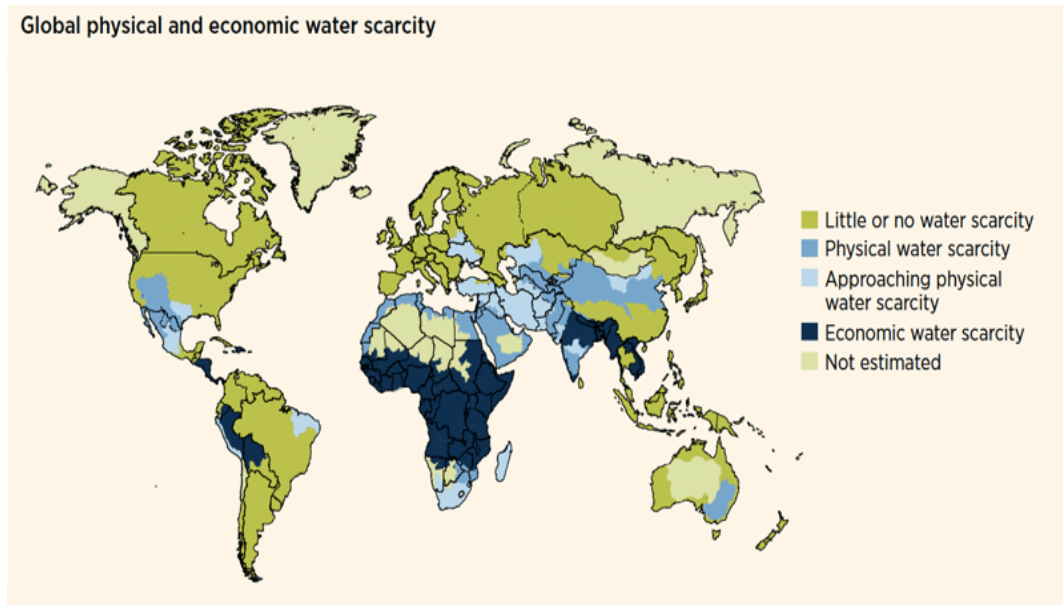


Fig. 5 : Indice actuel de rareté de l'eau dans le monde. Source : UN Water, 2014.

4. L'eau participe à la dégradation des sols par érosion. On estime à 3 millions d'hectares par an la destruction d'espaces agricoles par l'érosion hydrique (FAO, 2011), ce qui représente 44% de la superficie annuelle des sols dégradés.

5. Les sols les plus dégradés sont souvent situés en zones tropicales (Fig. 6).

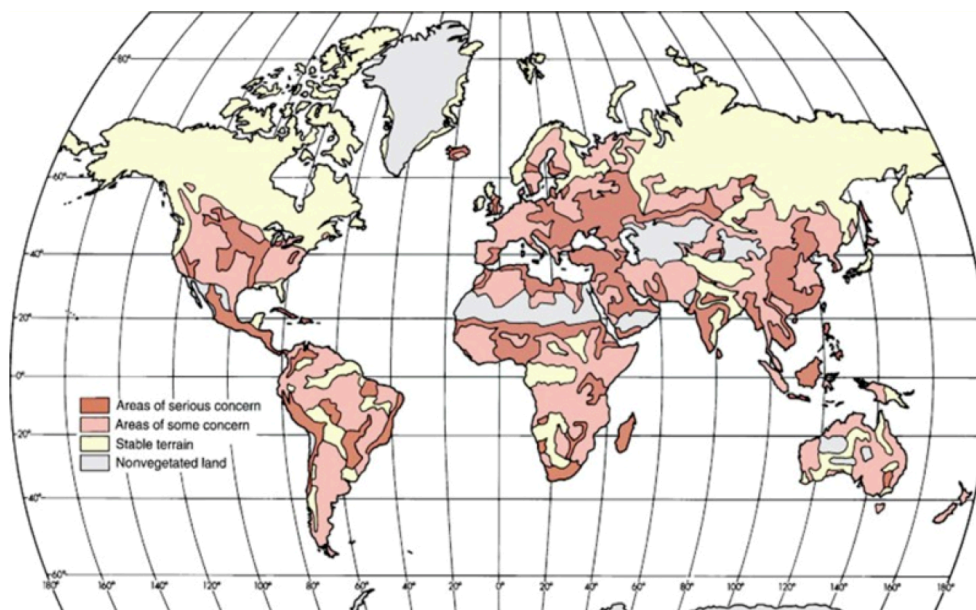


Fig. 6 : Indice actuel de dégradation des sols dans le monde. Source : UN Water, 2014.

6. **La quantité de terres arables par capita ne cesse de diminuer.** Ce ratio a été divisé par deux au cours de ces quarantes dernières années (Fig. 7). Et surtout, ce ratio est très variable d'un continent à l'autre. Il représente en Asie la moitié du ratio global, avec 0,13 ha/capita.

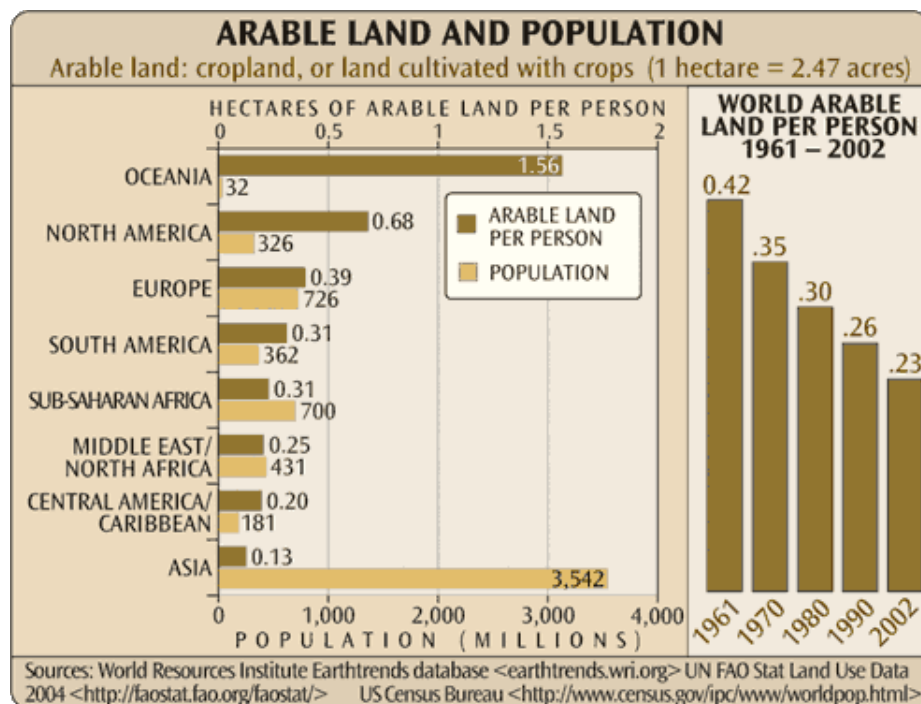


Fig. 7 : Evolution de la superficie des terres arables par capita, de 1961 à 2002, et comparaison entre continents. Source : FAO, 2004.

7. **Les fertilisants, les déchets animaux et les pesticides sont les principales causes de pollution des eaux.** En effet, en plus des pertes en sol et des pollutions locales évidentes par les pesticides, l'élevage est l'une des causes principales de la pollution des eaux (FAO, 2006).

8. **La consommation en azote comme fertilisant augmente plus vite que la croissance démographique** (Fig. 8). Malgré le *Clean Water Act* signé en 1972, la consommation en engrais azoté a continué à augmenter.

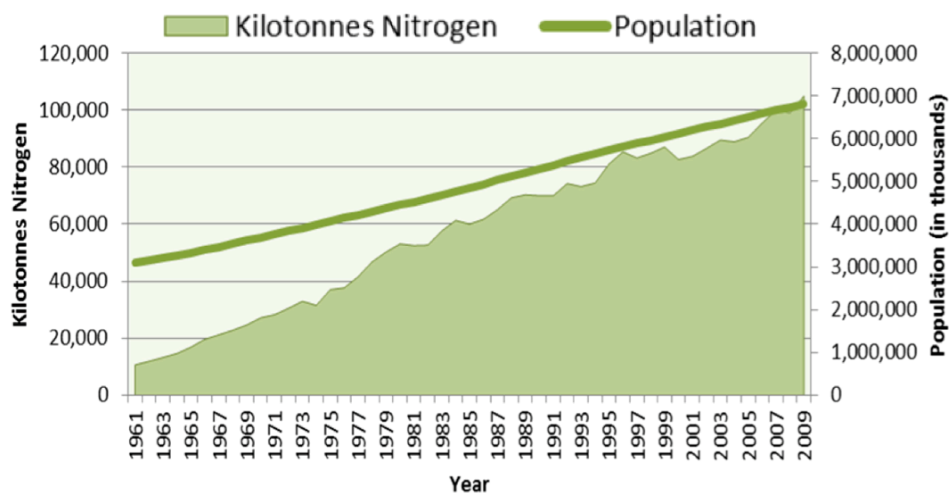


Fig. 8 : Evolution de la consommation en azote comme fertilisant, et croissance démographique, de 1961 à 2009. Source : FAO, 2012.

Le Vietnam fait partie des 9 pays utilisant le plus fort ratio de consommation d'engrais azoté en fonction de la population par hectare (Shindo, 2012), avec l'Égypte, la Chine, les Pays-Bas, le Chili, la Grande-Bretagne, le Bangladesh, la Colombie et le Pakistan. Pour exemple, retenons qu'en 25 ans, de 1980 à 2005, le Vietnam est passé d'une agriculture non exportatrice d'azote dans l'environnement à une exportation de plus de 600 000 T d'azote par an perdues dans l'environnement (MARD, 2010).

9. Le principal contributeur d'azote aux océans est le continent asiatique (Galloway, 2000). Le continent asiatique apporte 2/3 des flux totaux estimés d'azote à l'Océan Pacifique. Ce n'est que dans le début des années 90 que la communauté scientifique commence à s'intéresser aux flux de macronutriments (N, P et K) au-delà des champs de culture (Logan, 1993 ; Galloway, 2000 ; Lesschen *et al.*, 2005). Or de par le monde, de nombreux et récents travaux de recherche montrent que les processus de lixiviation des sols et donc d'acquisition de la qualité des eaux répondent rapidement aux changements d'usages des sols et au changement climatique (*e.g.* Galloway, 2000 ; Oeurng *et al.*, 2011 ; Ramos *et al.*, 2015 ; Crossman et Whitehead, 2016 ; Bussi *et al.*, 2017), comme nous le verrons dans nos travaux menés au Vietnam (Janeau *et al.*, 2014 ; Trinh *et al.*, 2016 ; Le *et al.*, 2016 ; Duong *et al.*, *in press*).

Conceptuellement, un budget de flux peut être imaginé sur toutes sortes d'espaces géographiques (la ferme, le bassin versant, le pays,...) et sur tout type de période de temps (de l'événement à l'année, la décade,...). Mais à toutes ces échelles, la quantification des macronutriments soulève d'importantes difficultés méthodologiques (*e.g.* Dungait *et al.*, 2012 ; Whitehead et Crossman, 2012 ; Jarvie *et al.*, 2012 ; Bussi *et al.*, 2017). Il y a encore un besoin urgent de développer de nouvelles approches pour modéliser de manière holistique ces flux de macronutriments pour mieux gérer leur cycle à toutes les échelles précitées, afin de participer au développement durable et profitable des systèmes agricoles pour à la fois la sauvegarde de notre environnement, la sécurité alimentaire et le devenir de notre planète.

10. Un nouveau paradigme est né avec le *Millenium Ecosystem Assessment* publié en 2005 (MEA, 2005 ; Reid, 2005). Le MEA souligne d'une part, l'impact majeur des activités humaines sur l'environnement, et d'autre part, la capacité de résilience des écosystèmes. C'est peut-être là la révolution majeure de ce document. Ce nouveau paradigme permet d'envisager la réversibilité de la dégradation des écosystèmes et de promouvoir l'ingénierie écologique et l'écohydrologie comme des outils de gestion durable de nos écosystèmes.

Ainsi, gérer les apports en eau et en macronutriments pour augmenter la productivité des sols tout en minimisant les impacts sur les autres services écologiques, tels que la propreté de l'eau et de l'air, la biodiversité, la séquestration du carbone, est un défi majeur de l'ingénierie écologique et de l'écohydrologie pour une gestion durable de nos ressources naturelles (Zalewsky, 2002, 2013 ; Powlson *et al.*, 2011 ; Porporato *et al.*, 2015 ; Harper *et al.*, 2016 ; Bussi *et al.*, 2017). Ainsi par exemple, le but ultime devient de gérer au mieux à la fois durabilité et productivité de l'agro-écosystème en prenant en compte le bilan des différents services écologiques, dans un ensemble d'échelles spatio-temporelles emboîtées prenant en compte une meilleure connaissance des fonctions écosystémiques (Fig. 9).

Ecohydrologie et gestion intégrée des ressources naturelles

De ces 10 points, il ressort une certitude et un nouveau paradigme :

- il est une évidence que l'homme doit gérer les ressources naturelles, abiotiques et biotiques, en prenant en compte l'antagonisme entre productivité et durabilité, et cela dans un ensemble d'échelles emboîtées et de processus en cascade impliquant les fonctions écosystémiques ;
- il doit être possible « d'activer » ou « de mobiliser » la résilience des écosystèmes par ingénierie écologique, mais il reste encore à savoir comment ?

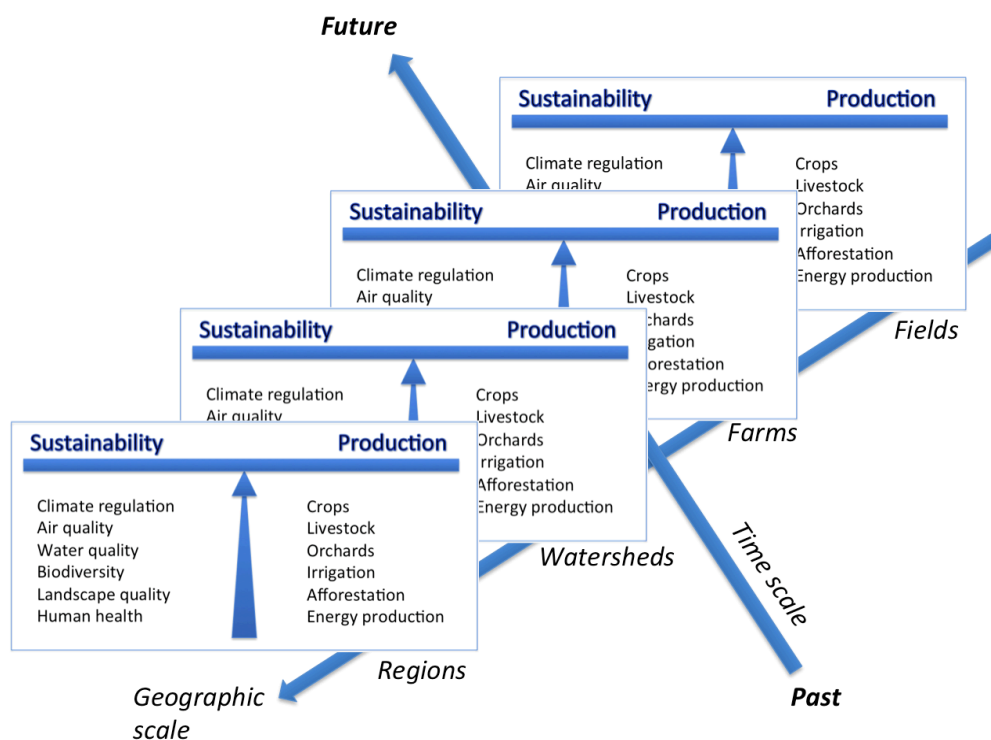


Fig. 9 : Equilibre durabilité/production pour une gestion durable et efficace des agro-écosystèmes en fonction des échelles de temps et d'espace.

En 2002, en guise de conclusion du projet de recherche interdisciplinaire GIHREX (*Gestion intégrée, Hydrologie, Ressources et Systèmes d'exploitation*), que j'ai coordonné de 1997 à 2001, sur le Delta Intérieur du Niger, j'écrivais : « Ainsi à l'aube du troisième millénaire, le monde agricole se trouve confronté à un nouveau paradigme : développer des systèmes durables et respectueux de l'environnement pour garantir la sécurité alimentaire, paradigme sous-tendu par la nécessité de laisser un accès équitable à l'eau. Cette notion introduit deux dimensions supplémentaires qui sont le temps et le partage, et donne alors toute leur importance aux études de prospective permettant d'allonger l'horizon temporel des stratégies de développement et des politiques d'aménagement. **Penser au développement durable conduit donc à une vision systémique de l'écosystème, et pas seulement fonctionnelle et spécialisée.** Un certain nombre de principes découlent d'une telle démarche : on se doit de préserver l'environnement pour son utilisation future, l'accès aux ressources naturelles et leur distribution doivent être assurés de manière équitable, et enfin il est indispensable d'éviter tout processus aux conséquences irréversibles. Ces nouvelles contraintes nécessitent des changements dans la prise de conscience des enjeux et du rapport au milieu – et donc à l'environnement. Elles impliquent la participation de tous les acteurs à tous les niveaux et favorisent une approche interdisciplinaire, globale et participative pour nourrir les conditions d'une bonne gouvernance. » (Orange, 2002).

Dans ce contexte, les agro-écosystèmes prennent une place toute particulière, de l'échelle locale aux échelles régionale puis globale, dans la gestion durable des ressources naturelles et la durabilité des sociétés humaines.

Aussi mes travaux de recherche auront cherché et cherchent à utiliser et étendre les connaissances scientifiques sur les inter-relations entre hydrologie et monde abiotique, d'une part, et entre hydrologie et monde biotique, d'autre part, dans le monde agricole tropical sec ou humide, pénéplané ou sur pente, à faible ou forte influence anthropique, avec toujours comme objectif la mise en application de recommandations, de pratiques ou d'usages technologiques. On verra qu'il

s'agit de participer à la recherche d'une gestion durable des ressources. L'amélioration des connaissances sur les processus et sur la gestion des transferts d'eau et de matières dans les agro-écosystèmes tropicaux participe *de facto* aux communautés scientifiques concernant la Gestion Intégrée des Bassins Versants (IRBM, *Integrated River Basin Management*), la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (IWRM, *Integrated Water Resource Management*) et la Gestion Intégrée des Ressources Naturelles (INRM, *Integrated Natural Resources Management*) ou encore le monde de l'écohydrologie.

2. Choix des sites, échelles d'étude et projets de recherche

Le fonctionnement des systèmes hydrologiques et des agro-écosystèmes dépend du contexte climatique, des conditions morphopédologiques et de l'usage des terres, ce dernier étant sous la dépendance à la fois de la démographie, de l'économie, des technologies et de la politique d'aménagement du territoire (Fig. 10).

Aussi, afin de discriminer les facteurs explicatifs des flux de matières et de la qualité des eaux des rivières, mes travaux de recherche m'ont amené à considérer le temps long (au-delà de la décennie) et le temps court (la saison, l'événement), aussi bien dans le grand bassin versant (d'une superficie supérieure à 100 000 km², comme les bassins du Fleuve Sénégal, du Fleuve Niger, de l'Oubangui et du Fleuve Congo ou encore du Fleuve Rouge), que dans le petit bassin versant inférieur à 1 km² ou encore dans l'agro-écosystème et les systèmes d'exploitation agricole qui y sont attachés, sous différents climats tropicaux (en zones sahélienne, soudanienne et tropicale humide), et sous des contraintes physiques et démographiques diverses : en pénégline sèche (le ferlo au Sénégal), en zone inondable peu peuplée (le delta intérieur du Niger) ou très peuplée (le delta du Fleuve Rouge), ou encore en zone de petite et moyenne montagne (le bassin continental du Fleuve Rouge).

Au-delà de rechercher à comprendre les processus hydrologiques et biogéochimiques pour expliciter les transferts d'eau et de matières dans le paysage, je me suis toujours attaché à décrire aussi les impacts directs et indirects des aménagements du territoire (les lacs de barrage, la reforestation) et des pratiques agricoles en fonction des technologies disponibles, des cultures locales et des politiques agricoles régionales.

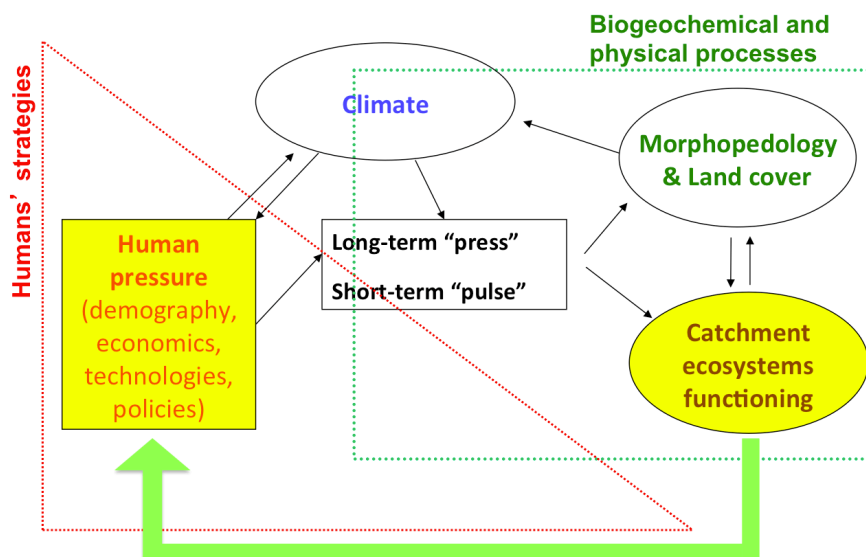


Fig. 10 : Fonctionnement des systèmes hydrologiques et des agro-écosystèmes sous contraintes environnementales et anthropiques. Source : Orange, 2012

Enfin, profondément attaché au rôle de l'IRD dans la recherche pour le développement avec nos partenaires chercheurs du Sud, nous verrons que j'ai toujours essayé d'emmener nos recherches et nos résultats jusqu'à la contrainte de l'applicabilité, conduisant à des réflexions sur les modalités

de valorisation et dissémination. Comment utiliser la recherche pour gérer les tenants et aboutissants d'une gestion durable de l'écosystème étudié en fonction des attentes et demandes des populations et acteurs concernés ?

Les résultats présentés ci-après sont issus pour la plupart de projets de recherche que j'ai initiés et coordonnés :

- **le projet GIHREX** (*Gestion intégrée, Hydrologie, Ressources et Exploitation*) sur la gestion des écosystèmes dans le Delta Intérieur du Niger (Mali, 1998-2000, coordinateur : D. Orange, bailleurs : Orstom, GIP-Hydrosystème, UICN, UNESCO, ...);
- **le projet EC2CO-PNRH/MOHYBVA** (*Modélisation du fonctionnement hydrologique et géochimique de petits bassins versants agricoles: impact des chemins de l'eau et des pratiques agricoles*) sur l'application de la modélisation à réservoir dans le contexte d'un petit bassin versant agricole de montagne (Vietnam et Indonésie, 2005-2006, coordinateur : D. Orange, bailleur : INSU);
- **le projet FSP-DURAS/Croplivestok** (*The implication of the local knowledge in the increasing integration of animal husbandry in the farming systems of disadvantaged communities*) sur l'intégration du petit élevage dans l'agriculture sur pente pour le contrôle de l'érosion et la gestion de la fertilité en ASE (Vietnam et Laos, 2006-2008, coordinateur : Tran Duc Toan et D. Orange, bailleur : MAE);
- **le projet AFD/BIOGAS** (*Biogas and PES in Southeast Asian Mountains*) et **le projet TOTAL/BIOGAS** sur le rôle des PES (*Paiements pour Services Environnementaux*) et de l'intérêt du biodigester comme outil de gestion de la fertilité des sols dans la petite agriculture (Vietnam, 2008-2009, coordinateur : D. Orange, bailleurs : AFD et TOTAL-Gaz);
- **le projet IWMI-BMZ/Hypl** (*Hydropower and Incentives : Opportunities for economic incentives to promote sustainable land and water management in the sloping lands of South and Southeast Asia*) sur le rôle des politiques de barrages hydroélectriques sur les pratiques agricoles (Vietnam et Laos, 2011-2013, coordinateur au Vietnam: D. Orange, bailleur : Banque de coopération allemande BMZ);
- **la JEAI BioGEOQ** (*Biogeochemistry and ecology of tropical aquatic ecosystems*) sur le rôle des facteurs biotiques et abiotiques dans la qualité des eaux d'un petit lac rural (Vietnam, 2011-2013, coordinateur IRD : D. Orange, bailleur : IRD);
- **le projet NUCOWS** (*Nutrients and Contaminants in Waters in Southeast Asia*) sur une approche holistique, hydrologique et écologique de la dynamique de l'azote dans différentes parties d'un paysage (Vietnam, 2013-2015, coordinateur : D. Orange, bailleur : USTH);
- **le projet CLEAN-BIODIG** pour l'installation de biodigesteurs individuels (300 installations) en milieu rural à partir d'un système de Paiement pour Service Environnementaux (PSE) pour une utilisation éco-responsable et durable du biodigester (Vietnam, 2013-2018, coordinateur : D. Orange, bailleur : ONG ZEBUNET). Projet nominé au Prix Convergences (Paris) en juin 2016.

Ou auxquels j'ai participé comme chef d'équipe:

- **EQUESEN** au Sénégal (projet de l'UE, coordonné par J-Y. Gac) et **EQUANIS** au Niger coordonné par J-C. Olivry;
- **PIRAT** et **PEGI** en Centrafrique et au Congo (projet INSU coordonné par Y. Tardy et J-C. Olivry, 1988-1995);
- **ANR-DayRiver** (Influence des rejets urbains et agricoles sur l'eutrophisation dans la zone deltaïque du Fleuve Rouge, Vietnam) sur le rôle des activités anthropiques dans l'attribution de la qualité des eaux d'une rivière drainant le delta du Fleuve Rouge (projet coordonné par G. Vachaud et J. Garnier, 2006-2008);
- **EC2CO/RiverSong** (*Controlling geological, hydrological and anthropogenic processes on river-deltaic water quality and reactive transport modelling in a highly erosive watershed in SE Asia, Red-River watershed, Vietnam*) sur la dynamique actuelle des transferts de matières dans le bassin continental du Fleuve Rouge (projet coordonné par A. Coynel, 2009-2010);

- **CPWF/PES** (*PES in the Mekong Region Project*) sur l'adaptation du concept de PES à la gestion de petits bassins versants en Asie du Sud-Est, Laos, Thaïlande et Vietnam (projet coordonné par O. Planchon, 2007-2008) ;
- **AFD-PAMPA/RIME** (*Impact des SCV sur le fonctionnement du système sol-plante à l'échelle du paysage : du champ au bassin versant et au terroir*) sur le rôle de la culture sous couvert végétal (SCV) sur pente pour la protection des sols (projet coordonné par J-L. Chotte, 2009-2012) ;
- **PHC-LOTUS/B3CO** (*Biodiversité, biogéochimie, bactéries et carbone organique dans les systèmes terrestres et aquatiques continentaux*) sur le rôle des apports en nutriments issus de l'érosion et du ruissellement sur la biogéochimie des eaux de lac en milieu rural (coordonné par Trinh Anh Duc et E. Rochelle-Newall, 2012-2013) ;
- **EC2CO/SWAT-RBVecology** (*Modélisation multi-échelle pour quantifier le rôle des fonctionnalités écologiques impliquées dans les régulations des transferts d'eau, de carbone et d'azote dans les bassins versants*) sur la faisabilité de la modélisation distribuée pour la gestion durable des grands bassins versants (coordonné par S. Sauvage, 2015-2016).

Beaucoup de ces actions de recherche sont inscrites aussi dans des réseaux scientifiques:

- participation à la naissance des réseaux IDAF, MSEC, CANSEA,...
- intégration dans les réseaux FRIEND-Water, SOERE-RBV,...

3. De l'intérêt de l'étude hydrologique des grands bassins versants

L'importance des fleuves dans les cycles atmosphériques, biologiques, biogéochimiques, sédimentaires et océaniques est connue depuis Clarke (1924). Les fleuves sont au cœur du cycle externe des éléments géochimiques. Ils fournissent des informations essentielles sur l'érosion des continents, les types d'altération des roches pour la formation des sols et les recyclages des éléments géochimiques. Aussi la connaissance de la qualité et quantité de ces apports fluviaux est un prérequis à toute compréhension intégrée (et donc globale) des grands cycles géochimiques régulant notre planète. Par exemple, les fleuves sont actuellement responsables de près de 90% des transferts de matières vers les océans (Probst, 1992).

Les travaux des années 80 et 90 sur les flux d'eau et de matières fluviaux ont montré que les fleuves répondent très vite aux variations de conditions de la surface des continents, en une année pour les éléments en solution, à quelques dizaines d'années pour les matériaux particuliers (Meybeck, 1984). Ils sont donc sensibles à tout changement, notamment à ceux résultants des activités humaines.

Mes travaux sur les grands fleuves (Sénégal, Congo et Oubangui, Niger, Fleuve Rouge) ont eu pour objectif de faire la part des influences climatiques et des influences anthropiques sur la qualité et quantité des apports fluviaux. Outre la connaissance des dynamiques interannuelles en fonction des variations climatiques, je me suis attaché à mettre en avant l'impact des politiques d'aménagement du territoire sur les apports fluviaux.

3.1. Hydrologie et qualité des flux : géodynamique des paysages, apports atmosphériques et flux de carbone

Le suivi hydrologique des rivières couplé au suivi de la qualité de leurs eaux permet une analyse géodynamique des paysages (Roose, 1980 ; Gac, 1980 ; Meybeck, 1984 ; Probst, 1992 ; Orange, 1992). Mes travaux sur le Fouta Djallon (Guinée) et le bassin du Fleuve Sénégal ont souligné l'impact de la sécheresse sur la qualité des flux de matières solides et dissoutes transportées par le Sénégal et la Gambie (Orange et Gac, 1990a) d'une part, et l'impact des apports atmosphériques (poussières et pluies) sur la qualité des eaux de surface dans la zone sahélienne (Orange et Gac, 1990b ; Orange et al., 1993). Les poussières atmosphériques en zone soudano-sahélienne peuvent représenter jusqu'à 70% de la charge dissoute des eaux du Sénégal (Orange, 1992).

Par ailleurs, outre ces perturbations géochimiques des eaux liées à la dynamique

pluviométrique, mes travaux en Afrique tropicale humide (sur l'Oubangui et le Congo en Afrique Centrale) et en Afrique tropicale sèche (sur le Niger et le Sénégal) ont montré l'importance des grands ensembles physiographiques sur la chimie des eaux. Dans le bassin congolais, relativement plat et principalement recouvert d'une large forêt tropicale humide, les apports fluviaux à l'océan en carbone organique total (dissous et particulaire) sont les deuxièmes plus importants au monde, après ceux de l'Amazonie, avec 14,4 Mt/an (Coynel *et al.*, 2005). Ces apports sont pour plus les 2/3 sous forme dissoute du fait de la forêt tropicale humide, avec des concentrations de l'ordre de 10 mg/L sous forêt humide. Par exemple, sur l'Oubangui, affluent majeur de la partie septentrionale du Congo, j'ai pu proposer une abaque (Fig. 11) indiquant la qualité des eaux de surface en fonction de la proportion de forêt humide dans le bassin versant considéré (Orange, 1996).

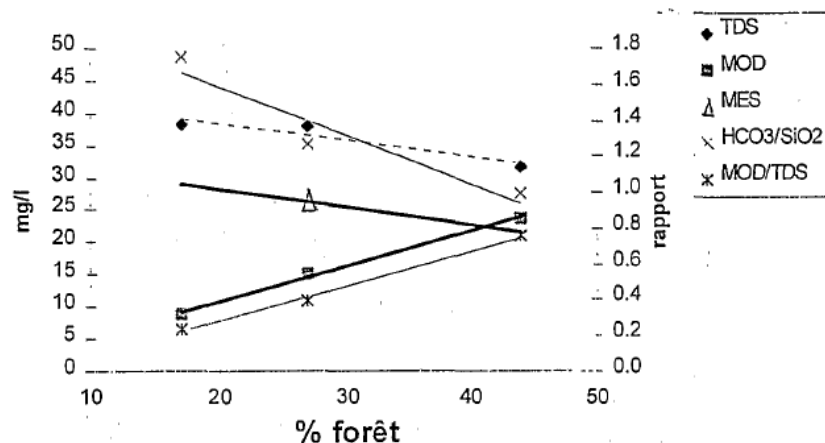


Fig. 11 : Evolution des paramètres caractéristiques des eaux (TDS : charge totale dissoute ; MOD : matière organique dissoute ; MES : matière en suspension) en fonction de la superficie de forêt humide. Source : Orange, 1996

Par contre, à l'inverse, nos suivis géochimiques des flux de matières sur le bassin continental du Fleuve Niger au Mali (thèse de C. Picouet) ont confirmé que les eaux du Niger faisaient partie des eaux les moins organiques du Monde (Picouet *et al.*, 2005), tout comme celles du Sénégal (Orange, 1992), du fait de l'absence quasi total de forêt dans leur bassins versants respectifs.

3.2. Hydrologie et changement climatique : changement des relations pluies/débits

Mais avant d'aller plus loin, il est important de s'intéresser à l'évolution des flux d'eau au cours des décennies. J'ai réalisé ce travail sur les bassins du Congo et de l'Oubangui (Wesselink *et al.*, 1996 ; Orange *et al.*, 1997 ; Laraque *et al.*, 2001). L'étude interannuelle du régime hydrologique de l'Oubangui et du Congo depuis le début du 20^e siècle met en évidence la succession de périodes hydroclimatiques homogènes en Afrique Centrale. L'ampleur de la sécheresse enregistrée depuis 1971 marque nettement un nouvel état moyen des conditions hydroclimatiques de la région, qui se traduit par un changement des relations pluies/débits ayant eu pour conséquence d'accentuer les différences entre zones humides et zones sèches du bassin (cf. Orange *et al.*, 1997).

3.3. Hydrologie et grands barrages : érosion et politiques d'aménagement

Un autre aspect important et bien connu est l'impact des grands lacs de barrage sur les flux d'eau et de matières transportés par les fleuves. Pour la plupart des grands barrages existant de par le monde, les questions environnementales ont joué un très petit rôle dans la définition et réalisation des projets. La plupart des barrages ont été construits en maximisant les retours économiques de l'utilisation de l'eau, avec peu ou pas de prise en compte des conséquences à court et long terme de l'altération du débit de la rivière (McCartney, 2007). Les fleuves asiatiques sont un bon indicateur de

la forte influence des activités de barrage sur les transports sédimentaires du fait de l'exceptionnel développement de ces grandes infrastructures au cours de ces 20 dernières années (Fig. 12). Le nombre de grands barrages (supérieurs à 15 m de colonne d'eau) est passé de 5000 à 45000 dans les 50 dernières années (WCD, 2000) et plusieurs milliers sont encore planifiés dans le proche futur. Aujourd'hui, 8000 km³ d'eau sont stockés dans le monde dans les lacs de barrage (Chao *et al.*, 2008), ce qui conduit à sécuriser 28% de l'apport en eau mondial pour les activités anthropiques, de produire 2,2% de l'énergie électrique primaire globale, mais aussi de réduire de 30% à plus de 70% des flux sédimentaires arrivant aux océans (Fig. 12). Cf. le rapport d'expertise IWMI/BMZ « *Impacts of erosion on siltation in hydropower reservoirs : the case of Hoa Binh dam* » (Orange, 2014).

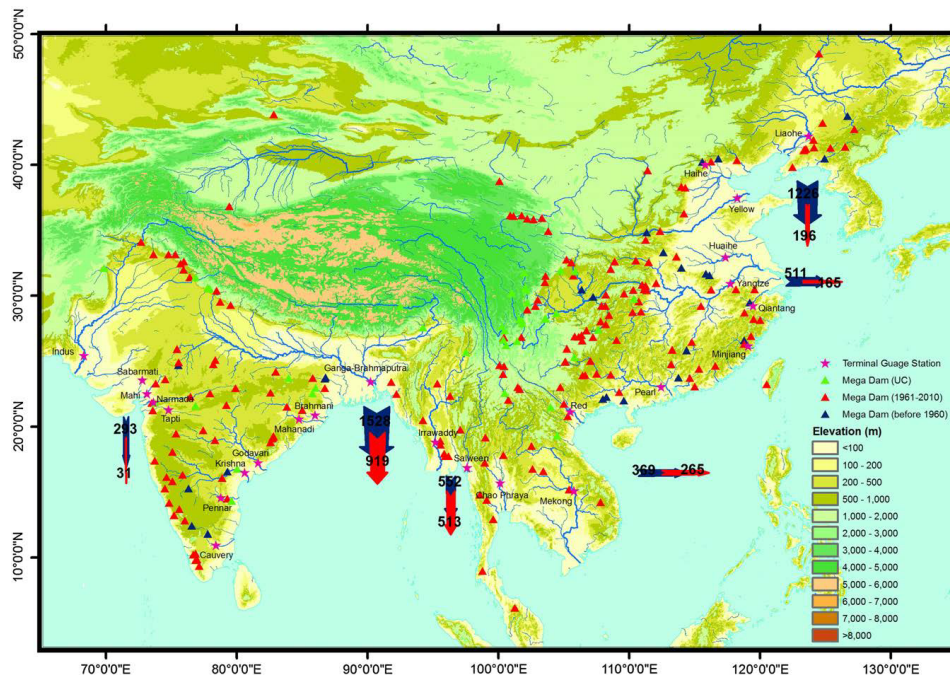


Fig. 12 : Distribution spatiale en Asie des méga barrages hydroélectriques et impact sur les flux annuels de sédiments à l'océan. Quantité annuelle de sédiments en Mt. Source : Gupta *et al.*, 2012.

Au Vietnam, dans le cadre du projet EC2CO-RiverSong, nous avons pu montrer que la cassure dans la série chronologique des débits du Fleuve Rouge était uniquement et directement due à la mise en route du grand barrage hydroélectrique de Hoa Binh en 1987 (Fig. 13). Cela a eu pour conséquence un nouveau régime hydrosédimentologique (Fig. 13), le barrage capturant 90% de la charge sédimentaire du Fleuve Da où le barrage est construit (Dang Thi Ha *et al.*, 2010).

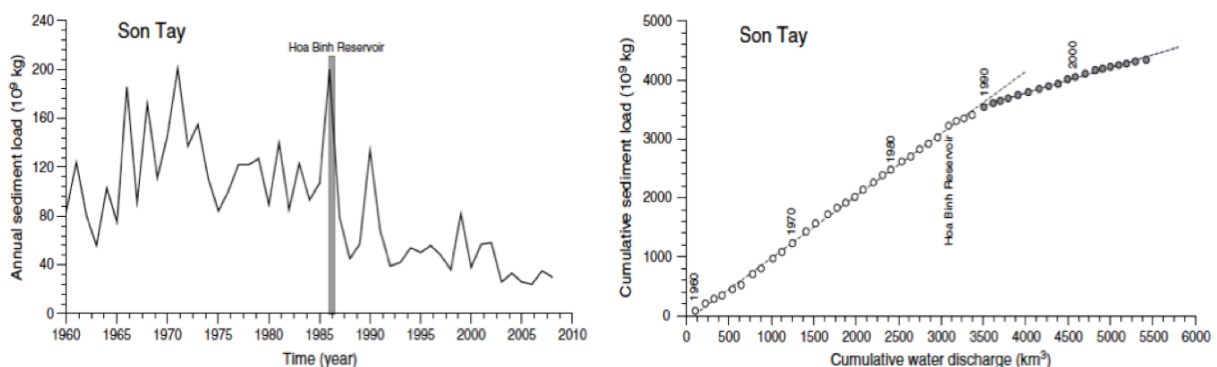


Fig. 13 : Impact du barrage hydroélectrique de Hoa Binh sur les débits annuels (à gauche) et sur les sédiments (à droite) mesurés sur le Fleuve Rouge à Son Tay. Source : Dang Thi Ha *et al.*, 2010.

Mais outre cet impact classique des barrages sur les flux sédimentaires des fleuves, j'ai voulu étudier l'impact des politiques de barrage sur l'érosion des terres de pente dans le Nord Vietnam (Orange et Nguyen Van Thiet, 2014). Ce travail a pu être fait dans le cadre d'un projet d'aménagement du territoire de la Province de Son La (Nord Vietnam) co-financé par l'AUF, l'Université de Toulouse et la Région de Toulouse, et avec le projet IWMI-BMZ/Hypl. Il a donné lieu à la thèse de Mr Nguyen Van Thiet (2015).

On a mis en évidence que l'augmentation de l'érosion a été plus importante entre 1993 et 2000 qu'après (Fig. 14), malgré une plus forte augmentation de la population au cours de cette dernière période. D'autre part, cette étude souligne que l'augmentation de l'érosion a commencé avant le début de la construction du barrage, se produisant à partir de 2005-2007. En effet, notre étude de terrain au niveau des communes a mis en évidence que la plantation de thé a été doublée entre 2000 et 2004, deux ans avant le début du barrage. Il en est de même pour la forêt plantée avec 12 000 ha en 2004 pour atteindre 23 000 ha en 2009. Cette extension des terres de cultures de rente a été faite au détriment des jachères (indiquées « *shrubs* » en Fig. 14) et a exercé une énorme pression foncière sur la disponibilité des terres pour les agriculteurs avant la construction du barrage (Nguyen V.T. *et al.*, 2012). En conséquence, la pression économique sur les moyens de subsistance des populations s'est produite avant la construction des barrages, comme l'ont confirmé Lu *et al.* (2014) dans le bassin de Lancang (bassin chinois supérieur du Mékong).

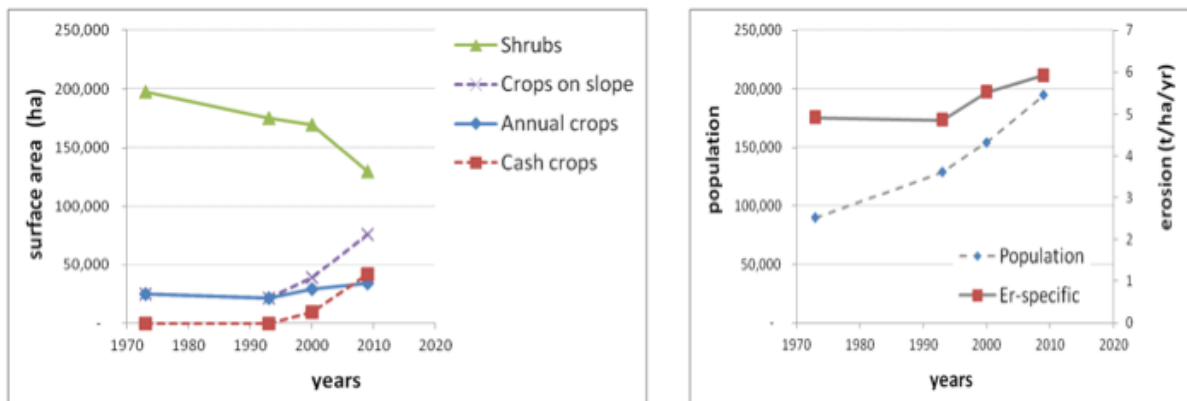


Fig. 14 : Impact des politiques de barrages hydroélectriques (barrages de Son La, Huoi Quang et Ban Chat) sur l'érosion dans la Province de Son La, étude diachronique de 1973 à 2009.

Source : Nguyen Van Thiet et al., 2012.

Cette situation n'est jamais prise en compte aussi bien par les autorités nationales et régionales en charge de l'aménagement du territoire, que par les experts en charge des pré-évaluations environnementales, concernant notamment la dynamique de l'érosion. Cela conduit, lors du relogement des populations déplacées, à des séries de problèmes sociaux et économiques importants du fait de règles de dédommagement inadaptées à la réalité rurale précédant la décision politique de construction du barrage (Rousseau *et al.*, 2017).

3.4. Hydrologie et politiques agricoles : question d'échelle ?

Dans l'espace

L'étude des lacs de barrages a montré que la décision politique avait une importance primordiale sur la dynamique de l'érosion du fait qu'agriculteurs et investisseurs se mobilisent autour de cet objet économique majeur pour le développement d'une région. Cette mobilisation change les trajectoires d'usage des sols de la part des agriculteurs sous contraintes des grands investisseurs. Mais qu'en est-il de la politique de reforestation ? A-t-elle influencé la dynamique de décision des petits agriculteurs ?

La politique de reforestation est effectivement très active dans le Nord Vietnam depuis le début des années 90 (notamment *Programme 327* en 1992, puis *5MHRP* en 1998). Sur la période 1993-2000, la couverture forestière a augmenté de l'ordre de 3% sur l'ensemble de la Province de Hoa Binh étudiée, soit une extension d'environ 50 km². Par la méthode de régression géographiquement pondérée (GWR, *Geographically weighted regression*) et sur des images Landsat de 1993 et 2000, nous montrons que la politique de reforestation a d'abord impacté les grandes compagnies forestières d'Etat (Clément *et al.*, 2009). La politique de reforestation n'a pas été une composante économique significative pour les petits agriculteurs, surtout si ces derniers étaient éloignés des autoroutes et des usines de traitement du bois.

La leçon première à tirer de cela est la mise en évidence de l'importance de l'échelle spatiale d'observation quand nous voudrions avoir une vision réelle de la dynamique de gestion des ressources naturelles.

Dans le temps

L'augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes liée au changement climatique entraîne de plus en plus de préoccupations au sujet des événements pluviométriques exceptionnels, comme les typhons, les ouragans, etc (Costello *et al.*, 2009). Cependant, l'impact à long terme de ces phénomènes météorologiques violents sur l'environnement n'est pas encore bien documenté. Il est largement réputé que les événements exceptionnels de pluie entraînent d'importants dommages immédiats, mais les conséquences à long terme sur les modifications du paysage sont très rarement discutées (Grodek *et al.*, 2012). De nombreuses études menées dans différentes régions constatent que des précipitations exceptionnelles affectent le débit des cours d'eau et leur charge en sédiments et éléments dissous, mais très peu d'articles discutent de l'impact des précipitations exceptionnelles sur le bilan de l'érosion à long terme. Or cette question est de toute première importance pour l'établissement de politiques agricoles concernant la gestion des sols, principalement sur les terres de pente (Meinke et Stone, 2005).

Dans le bassin versant expérimental de Dong Cao (au Vietnam), bassin agricole sur pente de 50 ha du réseau MSEC (Do Duy Phai *et al.*, 2007), que j'ai instrumenté et suivi de 2001 à 2013 (Orange *et al.*, 2012), nous avons enregistré un événement pluviométrique exceptionnel du 21 au 23 juillet 2003 (le typhon Koni) ayant apporté 291 mm d'eau en 39 heures. Cet événement a provoqué des inondations exceptionnelles du réseau routier, de l'ensemble de la plaine à riz d'une superficie de 150 ha et a détruit de nombreuses installations domestiques. Le débit instantané maximum de la rivière Dong Cao est de l'ordre de 0,8 à 1 m³/s, les concentrations en suspension sont de l'ordre de 1 à 2 g/L durant les crues. Le typhon Koni a provoqué un pic de crue de plus de 6 m³/s avec une charge en suspension mesurée de 26 g/L (Fig. 15). Ces dégâts et chiffres font donc de l'événement Koni un événement exceptionnel, avec un temps de retour pluviométrique de 20 ans et un temps de retour hydrologique de 32 ans (Bernard-Jannin *et al.*, 2011).

Sur la période observée 2001-2013, nous avons calculé la part relative des apports en sédiments apportés par le typhon par rapport à ceux apportés par l'érosion agricole. Sur l'année 2003, année du typhon, la part de sédiments liée au typhon est de 80% des sédiments transportés au cours de l'année. Mais si on calcule cette part sur les 13 années observées, elle devient de l'ordre de 15% seulement. La fréquence de retour de Koni étant de 32 ans, la part relative de sédiments apportés par le typhon tombe à moins de 10% sur une période de 32 ans (Fig. 16). En revanche, on verra par la suite que le passage d'une pratique agricole à l'autre peut facilement au moins diviser par deux l'érosion, donc avoir un impact de plus de 50% sur les flux de sédiments.

Ainsi par cet exemple, on démontre que finalement la politique agricole aura un impact largement plus important à long terme sur l'érosion et les flux de sédiments qu'un événement exceptionnel de type typhon, dans cette zone géographique bien sûr. Deux leçons ressortent : (1) l'échelle de temps est importante à considérer quand on évalue la gestion des ressources naturelles ; (2) il est de première importance de prendre en considération les politiques agricoles pour gérer au mieux les agro-écosystèmes. Autrement dit: **sur le long terme, le contrôle de la pratique agricole a plus d'importance sur l'érosion que l'événement pluviométrique exceptionnel.**

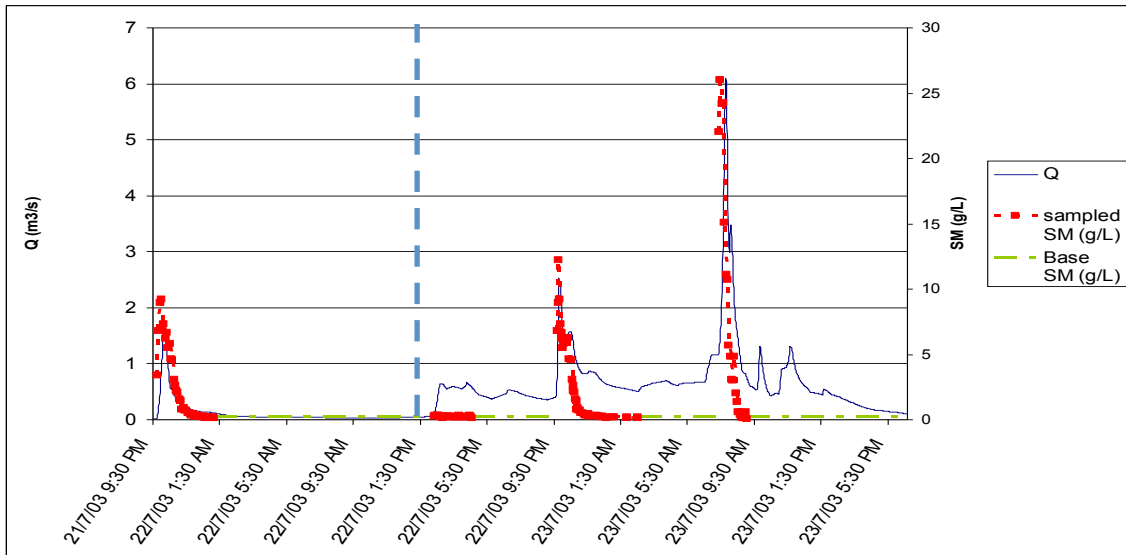


Fig. 15 : Enregistrement des débits (Q en m^3/s) et des matières en suspension (SM en g/L) au cours du typhon Koni à l'exutoire principal du bassin expérimental de Dong Cao (MSEC, SOERE-RBV).

Source : Orange et al., en préparation.

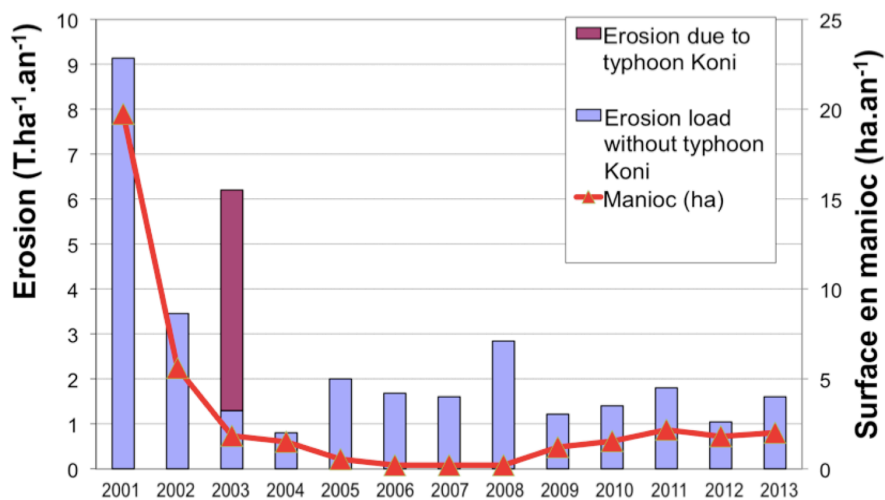


Fig. 16 : Evolution annuelle de l'érosion (histogramme, en $T/ha/an$) et des surfaces cultivées en manioc (courbe, en ha/an), de 2001 à 2013, dans le bassin expérimental de Dong Cao (MSEC).

Source : Orange et al., en préparation.

4. Pratiques agricoles, flux d'eau et de matières dans le petit bassin versant

Les activités humaines ont considérablement modifié les écosystèmes terrestres et les paysages, et continuent à le faire. On estime qu'entre un tiers et la moitié des continents ont été transformés par l'action de l'homme (Vitousek *et al.*, 1997). Une grande partie de ces actions concernent la production de nourriture. Les changements d'usage des terres et de couverture végétale induits par l'homme, *i.e.* « Land-use change » (LUC) et « Land cover change » (LCC), altèrent un grand nombre de processus naturels aux premiers desquels on compte la formation des écoulements, l'érosion des sols et le cycle des macronutriments. Ces trois processus ont un impact majeur sur le devenir de notre planète, voire plus important que le changement climatique (Dale, 1997 ; Sterling *et al.*, 2013 ; Bussi *et al.*, 2017). En effet, les activités industrielles et agricoles ont largement augmenté et accéléré

la dynamique des flux des 3 macronutriments que sont le carbone (C) lié à la production d'énergie, l'azote (N) et le phosphore (P), tous deux liés aux pratiques agricoles et aux rejets des déchets anthropiques (Jarvie *et al.*, 2012). Bien que ces augmentations aient permis le développement de notre civilisation industrielle actuelle, les effets secondaires sont de plus en plus prégnants pour faire peser sur la société humaine et leurs environnements des risques majeurs de pollution et de santé.

Le meilleur exemple de l'extension du changement d'usage des terres lié à l'homme est bien sûr l'agriculture. Mais bien que cela soit reconnu, c'est encore aujourd'hui un défi scientifique de comprendre, modéliser et prédire comment les changements d'usage des terres dans un bassin versant seront impactés par les forçages concomitants du changement climatique, du progrès technologique et de l'augmentation démographique (Mehdi *et al.*, 2015).

A partir du suivi de l'impact des pratiques agricoles dans un petit bassin versant expérimental du Nord Vietnam, le bassin MSEC de Dong Cao (Tran Duc Toan *et al.*, 2003 ; Do Duy Phai *et al.*, 2007 ; Valentin *et al.*, 2008 ; Orange *et al.*, 2012), que j'ai implémenté et dont j'ai coordonné le suivi environnemental de 2001 à 2013, je présente ci-dessous quelques résultats pour souligner la diversité des impacts des pratiques agricoles sur les 3 processus majeurs que sont la formation des écoulements, l'érosion des sols et le cycle des macronutriments.

4.1. Erosion et changements d'usage : dans le petit bassin versant

Sur les terres de pente d'Asie du Sud-Est, les changements d'usage des terres ont été rapides, mettant en question la dynamique des stratégies paysannes. Sur le bassin expérimental de Dong Cao d'une superficie de 50 ha entièrement sur pente, l'érosion a été réduite à quasi nulle en 2 ans par le remplacement du manioc par un fourrage de *Bracharia* (Fig. 17) (Do Duy Phai *et al.*, 2007). La comparaison avec les autres bassins expérimentaux d'Asie du Sud-est du réseau MSEC souligne le même pouvoir érosif des plantations de manioc (Valentin *et al.*, 2008).

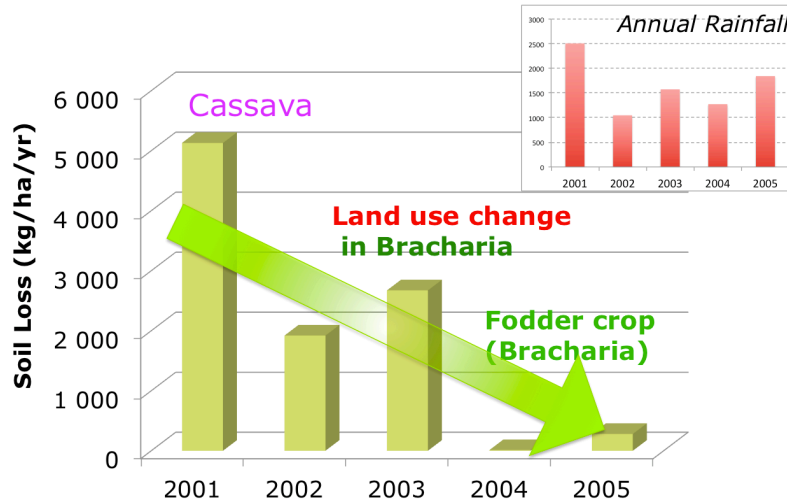


Fig. 17 : Evolution annuelle de l'érosion (histogramme, en kg/ha/an) et de la pluie annuelle (en mm), de 2001 à 2005, dans le bassin expérimental de Dong Cao (MSEC). La flèche verte indique la diminution des surfaces cultivées en manioc. Source : Do Duy Phai *et al.*, 2007.

L'inter-comparaison des 5 bassins expérimentaux d'Asie du Sud-est du réseau MSEC met en évidence que (Valentin *et al.*, 2008):

1. l'érosion est avant tout dépendante de la pratique agricole plutôt que des contraintes environnementales, que ce soit à l'échelle de la parcelle que du bassin versant ;
2. le système de cultures sous brûlis avec des rotations longues est injustement accusé de provoquer l'érosion ;

- par contre, les cultures en continu de maïs et de manioc sont de loin les cultures à plus fort taux d'érosion ;
- les techniques de conservation des sols sont efficaces pour réduire les écoulements de surface et l'érosion à l'échelle du bassin versant ;
- mais le niveau d'adoption de ces techniques de bonne gestion des sols par les agriculteurs n'est pas fonction du développement de l'intensification du système agricole considéré ou du revenu des agriculteurs.

Ce dernier point souligne que le changement d'usage est lié à la demande économique. Dans notre cas, il s'agit d'une demande en biofuel (qui promeut notamment les cultures de maïs ou manioc), et non à une exigence environnementale de protection de sols déjà fragiles. Nous verrons dans le chapitre 5 quelques essais d'explication de ces stratégies paysannes.

4.2. Erosion et changements d'usage : dans la parcelle

La quantification de l'intensité de l'érosion se heurte à la diversité des processus érosifs et des échelles considérées. Aussi nous avons voulu comparer sur une parcelle d'1 m² la quantité de sol détachée par érosion sur différents couverts végétaux (manioc, bracharia, eucalyptus, acacia mangium, jachère) et avec différents traitements des adventices (herbicide ; herbicide puis brûlis ; ou aucune intervention). Ce travail a été fait sous pluie naturelle sur une durée de 2 ans.

Ce travail montre que la pratique agricole, ici l'itinéraire technique pour gérer les mauvaises herbes, a un impact important sur la formation de l'écoulement et donc sur l'érosion de la parcelle : la Fig. 18 illustre l'exemple sur eucalyptus et sur jachère ([Podwojewski et al., 2008](#)).

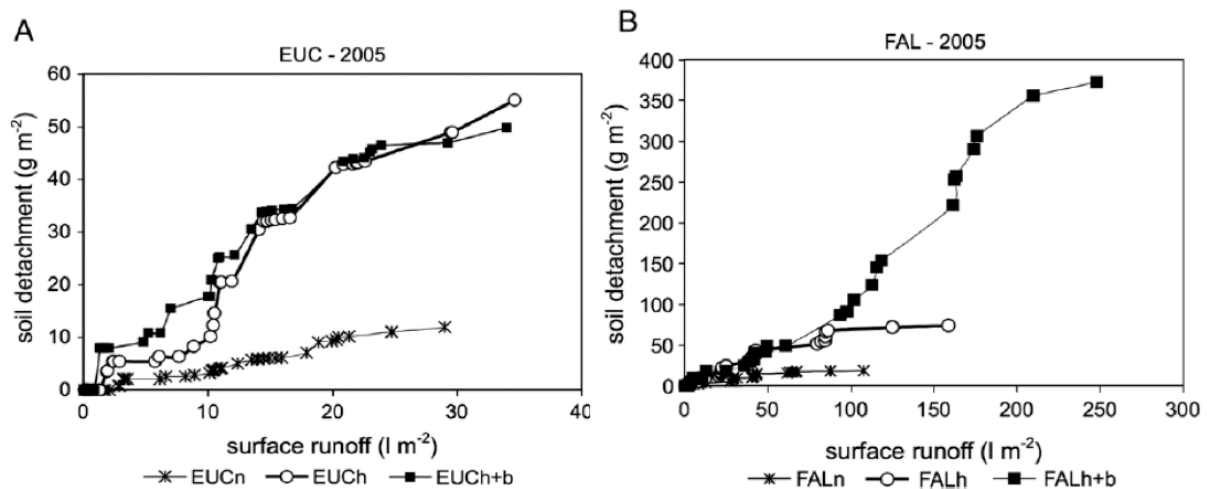


Fig. 18 : Evolution cumulée sur un an du détachement de sol en fonction du ruissellement de surface pour 3 itinéraires techniques différents (n : rien ; h : herbicide ; h+b : herbicide puis brûlis) sur 2 types de couverts végétaux (A : Eucalyptus ; B : Jachère). Source : [Podwojewski et al., 2008](#).

Cette différence dans la dynamique érosive reliant ruissellement de surface et détachement est très significativement expliquée par l'état de surface du sol : le pourcentage de croûtes structurales explique totalement le pourcentage de ruissellement de surface (Fig. 19).

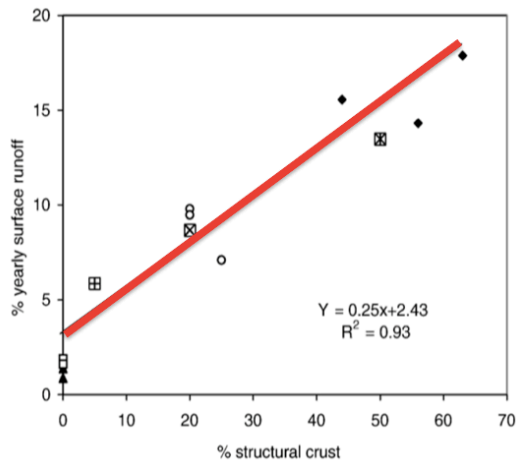


Fig. 19 : Corrélation entre le pourcentage de croûtes structurales et le pourcentage annuel de ruissellement de surface.

Source : Podwojewski et al., 2008.

4.3. Erosion et espèces végétales

Dans le cadre du projet DURAS/Croplivestock, nous avons testé plusieurs types de fourrage sur pente, notamment vis-à-vis de l'écoulement de surface et de l'érosion. Cet exemple pour montrer rapidement que le terme générique « fourrage » n'est pas suffisant pour décrire la sensibilité à l'érosion : le *Panicum maximum* (PM) donne lieu à une érosion au moins 5 fois moins importante que le *Paspalum atratum* (PA) (Fig. 20).

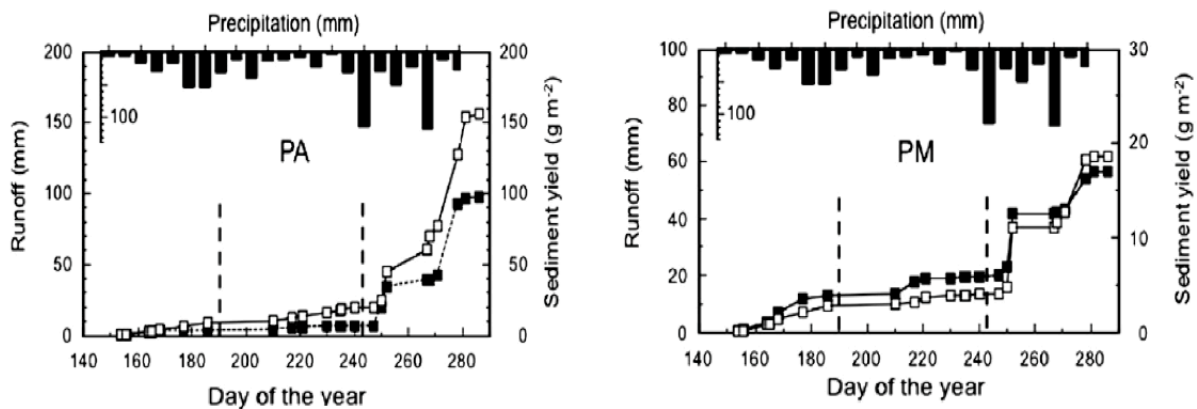


Fig. 20 : Evolution cumulée sur un an du détachement de sol et du ruissellement de surface sur 2 espèces de fourrage sur pente (PA : *Paspalum atratum*; PM : *Panicum maximum*).

Source : Phan Ha Hai An et al., 2012.

4.4. Le rôle de la « forêt plantée » dans la dynamique des écoulements

Il est réputé que la reforestation a le potentiel non seulement d'atténuer les pics d'inondation et de maintenir les débits de base, mais aussi de séquestrer le carbone tout en contribuant ou en maintenant la biodiversité. Cependant certains peuplements d'arbres mobilisent l'humidité du sol des horizons profonds, ce qui conduit à des réductions significatives du débit de base des rivières (Calder, 2000, 2004). Qu'en est-il sur les bassins versants expérimentaux du réseau MSEC en Asie du Sud-Est ?

La comparaison des données d'écoulement à l'exutoire de Dong Cao (au Vietnam) et de Houai Pano (au Laos) montre qu'une augmentation de la superficie en forêt plantée sur deux bassins versants de taille similaire a un impact opposé sur les débits de la rivière, aussi bien en saison sèche qu'en saison pluvieuse (Fig. 21). D'autres travaux ont indiqués que la gestion du sous-couvert végétal de la forêt plantée avait aussi un impact significatif. En fait, encore une fois, l'infiltration du sol contrôlée par les croûtes structurales est le facteur explicatif principal de ces situations (Lacombe et al., 2016).

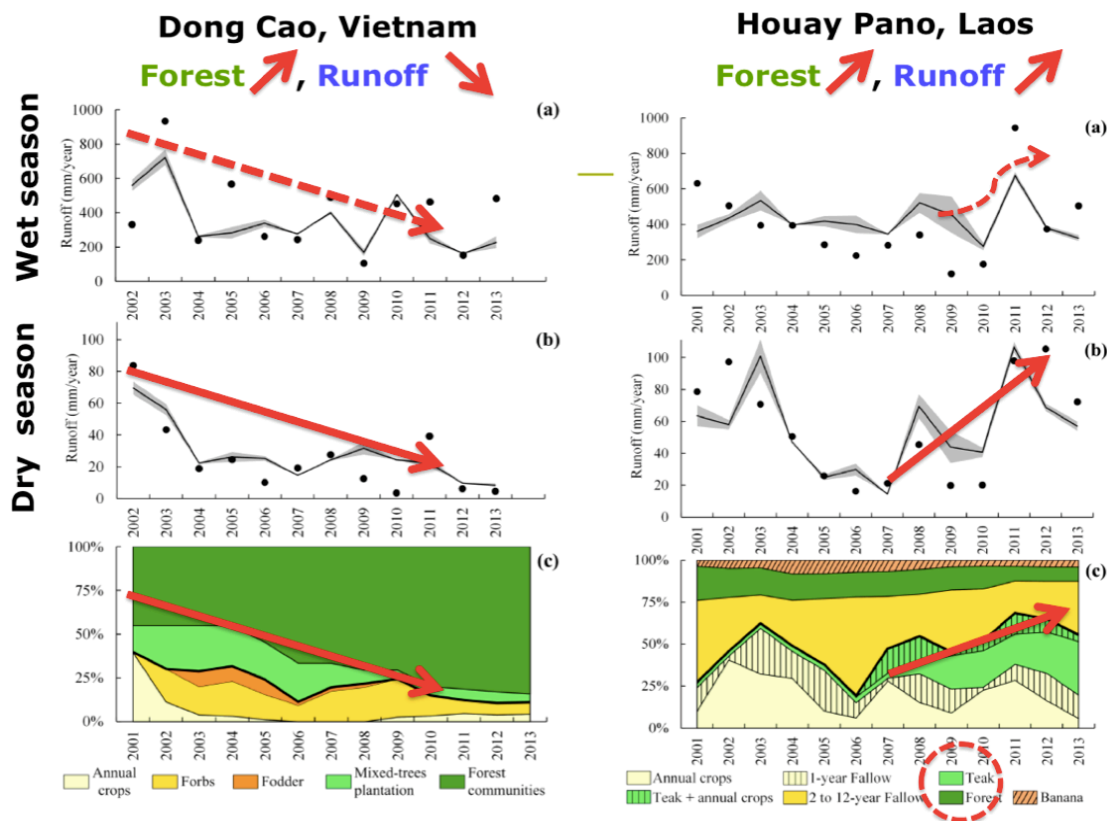


Fig. 21 : Evolution interannuelle des écoulements à l'exutoire du bassin versant (de l'ordre de 0,5 km²) en fonction de la superficie en forêt plantée. A gauche : bassin de Dong Cao (Vietnam) planté en *Acacia mangium* ; à droite : bassin de Houay Pano (Laos) planté en Teck. Les points sont les données semestrielles observées, les courbes sont les reconstitutions par le modèle GR2M.

Source : adaptée de Lacombe et al., 2016.

4.5. Modélisation hydrologique PLER : changement d'usage des sols et changement climatique en question

A partir de l'ensemble de ces travaux, j'ai choisi de développer un modèle hydrologique distribué à base physique dont le moteur est l'infiltration sur la base du calcul d'un volume d'eau disponible dans la colonne de sol additionné de l'eau potentiellement présente à sa surface (Bui Tan Yen *et al.*, 2013). Le modèle PLER (*Predict and Localize Erosion and Runoff*) est un modèle simple, *i.e.* nécessitant peu de paramètres, donc facile à mettre en œuvre, et dont le but est de pouvoir comparer des scénarios de changement d'usage de sols croisés avec des scénarios de changement climatique. Ce modèle est utilisable à l'échelle journalière pour des petits bassins de l'ordre de 1 km² ou moins.

L'hypothèse forte du modèle PLER est de ne pas différencier l'écoulement de surface de l'écoulement de sub-surface, ces deux écoulements participant à l'écoulement à l'exutoire. Seule une infiltration profonde, proportionnelle à l'infiltration maximale du couple sol/litière considérée, à la disponibilité en eau au temps t et à la capacité de stockage du sol (fonction de sa profondeur et porosité active) est calculée à chaque pas de temps pour déterminer par différence le volume d'eau disponible au pas de temps $t+1$. La calibration du modèle se fait sur la base de l'équation de Manning-Strickler pour déterminer l'écoulement à l'exutoire et de l'équation de GUEST pour la charge en sédiment à l'exutoire (Bui Tan Yen *et al.*, 2013). Il faut souligner que pour des pluies journalières supérieures à 40 mm/jour, le modèle simule un transfert plus rapide de l'eau à l'exutoire, ce qui correspond aux observations de terrain. Ainsi PLER permet de faire des simulations d'érosion par type d'usage du sol selon des distributions voulues dans le paysage, ou par type de séquences de pluie pour tester des scénarios climatiques.

Pour ces deux aspects, PLER a été utilisé dans le projet PAMPA/RIME de l'AFD pour déterminer l'impact du DMC (*Dead Much Cover*) sur l'écoulement et l'érosion en fonction de la distribution des pratiques agricoles le long du versant (Fig. 22) ou encore en fonction de scénarios climatiques (Fig. 23) (d'après *Orange et al., 2011*). Les simulations de distribution le long du versant montrent que le couple DMC à l'amont et forêt plantée à l'aval provoquerait l'érosion minimale pour un écoulement des plus bas. **Ce résultat a une implication importante pour la politique agricole : il soutient l'idée que d'implanter les forêts en bas de pente est une bonne solution pour lutter contre l'érosion.**

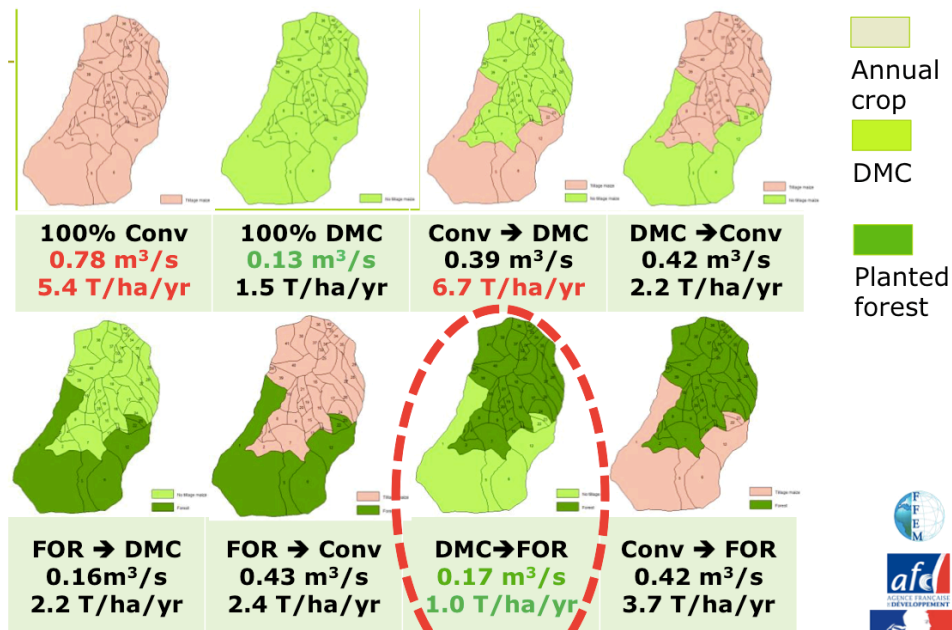


Fig. 22 : Scénarios de distribution de pratiques agricoles le long d'un versant et impact sur l'écoulement et l'érosion à l'exutoire. Source : *Orange et al., 2011*.

Pour exemple d'application, la figure 23 compare les érosions sous typhon sur différents types de couvert végétal. Cette approche pourrait être mixée à la première pour discuter des scénarios utiles aux gestionnaires.

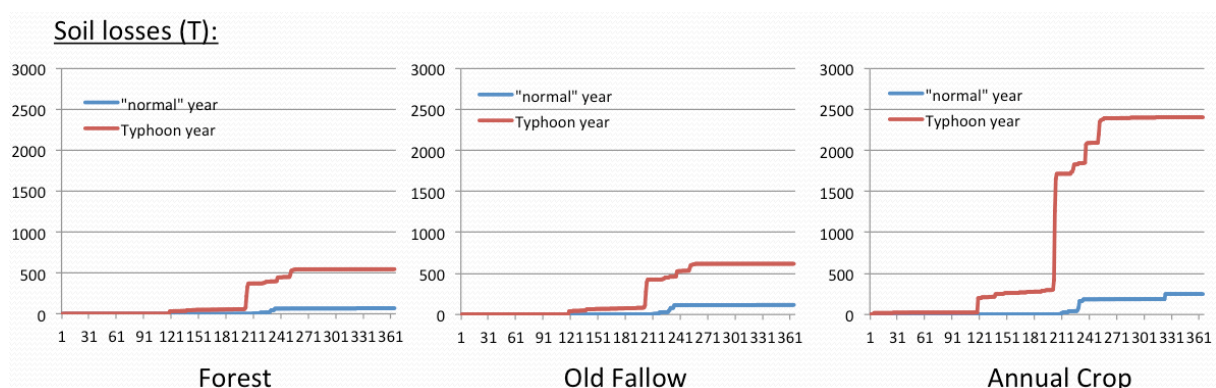


Fig. 23 : Comparaison d'un scénario climatique normal avec un scénario climatique avec un typhon annuel, sur l'érosion exprimée en tonnes cumulées de sédiments à l'exutoire dans l'année, en fonction de 3 types d'usage des sols (forêt plantée ; vieille jachère ; culture annuelle). Source : *Orange et al., 2011*.

4.6. Lessivage et flux de macronutriments

Enfin, dans le cadre de la JEAI BioGEAQ que j'ai animé de 2011 à 2013, on a qualifié l'impact des différents couverts végétaux sur la qualité des flux d'eau exportés vers l'aval, dans le bassin versant expérimental de Dong Cao. Cette expérimentation a été menée sur parcelles d'érosion et sous pluie artificielle (par simulation de pluie) pour tester 6 types de couvert végétal sur pente: sol nu, DMC, jachère, traditionnel, forêt avec litière, forêt sans litière (Janeau *et al.*, 2014). La jachère est une jachère de plus de 4 ans, la forêt est une forêt plantée d'Acacia mangium de 6 ans, la culture traditionnelle est une culture annuelle de maïs avec petit labour, le DMC est une culture annuelle de maïs sans labour et avec l'ajout d'un couvert végétal mort.

En fonction des couverts végétaux, la qualité des flux dissous est variable. L'exportation de C et N sous forêt avec litière est très importante, et ne semble liée qu'à la présence de litière (Fig. 24). La plus faible exportation de C organique dissous est sur les sols sans couvert végétal. Ces deux résultats sont similaires à ceux observés en zone tempérée (Kindler *et al.*, 2011). Il semble aussi que l'apport en macronutriments lié au couvert végétal soit plus important que l'apport en macronutriments lié au sol. On note aussi que la pratique agricole a une influence forte sur les exportations en P.

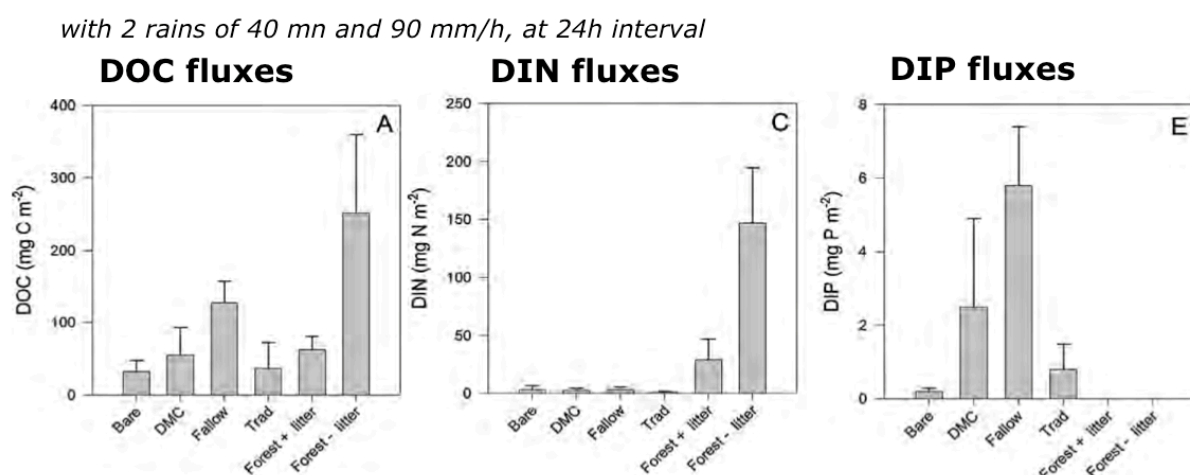


Fig. 24 : Flux dissous exportés (DOC : C organique dissous ; DIN : N inorganique dissous ; DIP : P inorganique dissous) sous simulation de pluie sur parcelles d'érosion d'1 m².

Source : Janeau *et al.*, 2014.

On retiendra que DOC, DIN et DIP sont des composés hautement mobiles et transportés par les eaux de ruissellement. On estime que 0,1% du C organique total du sol est exporté par 10 fortes pluies.

4.7. Impact du ruissellement et de l'érosion sur pentes sur la qualité des eaux des lacs de bas-fonds

L'étude précédente montre que les concentrations en DOC issues du ruissellement sont largement supérieures à celles des eaux du lac situé dans le bas-fond (respectivement 3,5 mg C/L pour 1,6 mg C/L), légèrement supérieure pour le DIN (0,2 mg N/L pour 0,08 mg N/L) et pour le DIP (0,08 mg P/L pour 0,03 mg P/L) (Janeau *et al.*, 2014). Etant donné ces faibles teneurs en macronutriments dans l'eau du lac de bas-fond par rapport aux concentrations des eaux de ruissellement sur pente, il est légitime de s'interroger sur l'impact non négligeable des eaux de ruissellement sur la biogéochimie des eaux du lac.

Cette hypothèse a été testée dans le cadre de la JEAI BioGEAQ (projet PHC-Lotus/B3CO) à partir de l'incubation d'ajouts d'eaux polluées à concentrations connues dans des mésocosmes aquatiques d'1 m³ immergés dans le lac étudié situé dans le bas-fond du bassin expérimental de Dong

Cao (Trinh Anh Duc *et al.*, 2016). Nos résultats montrent que les eaux de ruissellement provenant de la plaine à riz, de même que celles provenant de la forêt plantée d'acacia, ont plus d'impact sur la biogéochimie des eaux du lac que les apports des eaux provenant du lessivage des sols de pente cultivée ou encore que les apports des eaux domestiques du village (Fig. 25). Nos résultats indiquent aussi que pour tous les ajouts, la production primaire est toujours limitée par le manque d'azote. Ce facteur N limitant indique que le lac de Dong Cao joue encore son rôle tampon d'épuration des eaux.

Nous retiendrons surtout que la qualité des eaux de lessivage arrivant au lac a une importance majeure sur l'itinéraire biogéochimique des eaux du lac, le métabolisme passant d'un milieu net autotrophe à un milieu net hétérotrophe dès l'ajout des sédiments provenant de la rizière ou de la forêt. Par ailleurs, des incubations faites en milieu artificiel avec les mêmes eaux et sédiments, ont montré que ces ajouts influençaient également la structure et la taxonomie des communautés bactériennes (Le Thi Huong *et al.*, 2016).

Time course of water quality vs. Organic matter inputs in the lake

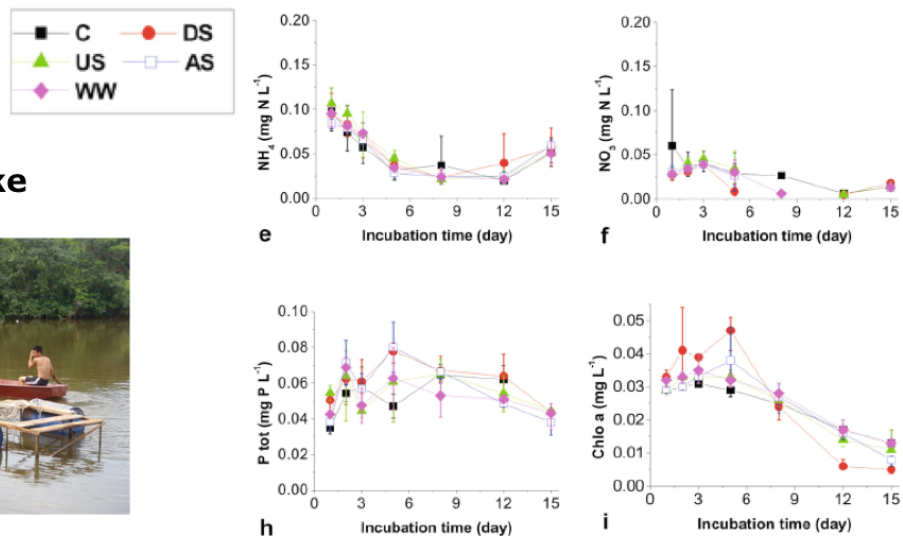


Fig. 25 : Evolution des teneurs en ammonium, nitrate, phosphore total et chlorophylle a au cours des 15 jours d'incubation dans les mésocosmes aquatiques in-situ dans le lac de bas-fond du bassin versant expérimental de Dong Cao (C: contrôle sans ajout ; DS : sol de la plaine à riz du bas-fond ; AS : sol de la forêt d'Acacia mangium; US : sol des terres de pente sous culture annuelle; WW: eaux domestiques). Source : d'après Trinh A.D. *et al.*, 2016.

4.8. Flux de macronutriments à l'échelle du grand bassin versant : rôle des usages anthropiques ?

Nous venons de voir que la quantité et la qualité des flux d'eau étaient largement impactées par les usages anthropiques à l'échelle locale dans le paysage, partout, de l'amont à l'aval du petit bassin versant de l'ordre du km². Qu'en est-il à l'échelle du grand bassin versant ?

Dans le cadre de l'ANR-DayRiver, nous avons modélisé les flux d'eau et de macronutriments du delta du Fleuve Rouge de 1996 à 2006, à partir de mesures faites dans un défluent majeur du Delta du Fleuve Rouge, la Day River (Luu Thi Nguyet Minh, 2010, PhD). La pluie moyenne annuelle est de l'ordre de 1600 mm/an. Globalement, la pluie moyenne annuelle est moins importante dans les années récentes mais les pics de pluviométrie mensuelle y sont plus importants. Par exemple, en 1996, la pluie annuelle est de 1725 mm avec un pic mensuel de 360 mm, alors qu'en 2006 le pic mensuel a été de 450 mm pour un total annuel de 1345 mm seulement. L'ETP calculée à partir de la température de l'air et du rayonnement solaire journaliers est relativement stable autour de 1006 à 1030 mm/an. La comparaison entre 1996 et 2006 montre une réduction en 2006 de moitié des débits de sortie du delta à l'océan par rapport à 1996 (Fig. 26), ce que la différence de pluviométrie

annuelle n'est pas suffisante à expliquer (Luu T.N.M. *et al.*, 2010). Cette réduction est surtout marquée dans la partie Sud du delta où il y a la plus forte pression démographique, on est passé de 1200 à 1751 hab/km². La perte en eau est expliquée par l'augmentation des prélèvements d'eau pour l'irrigation. La pression d'usage sur l'eau est passée, sur l'ensemble du delta, de 8700 m³/hab/an en 1996 à 5800 m³/hab/an, indiquant une diminution d'un tiers en dix ans de la ressource en eau disponible par habitant. Et la situation actuelle est devenue hautement critique dans le sud du delta avec une capacité de seulement 1391 m³/hab/an (Luu T.N.M. *et al.*, 2010).

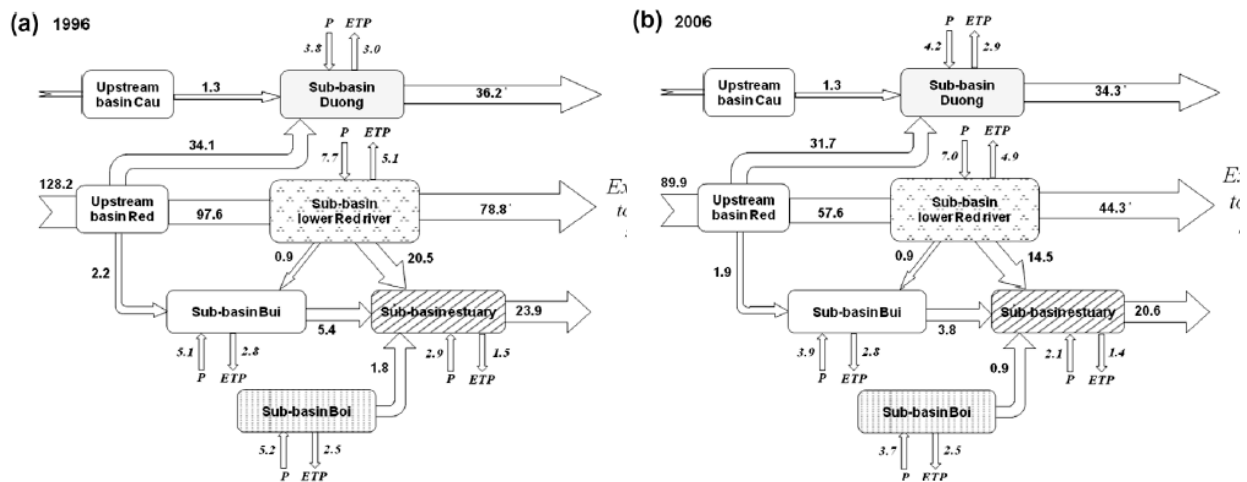


Fig. 26 : Bilan de l'eau du Delta du Fleuve Rouge entre 1996 et 2006. Les débits sont indiqués en km³/an. Source : Luu T.N.M. *et al.*, 2010.

Ces résultats hydrologiques, additionnés d'une enquête sur les usages anthropiques (agricoles, industriels et domestiques) ont permis d'estimer les flux d'azote, de phosphore et de silice par une modélisation Riverstrahler (Billen et Garnier, 2000). Les apports anthropiques de N et P dans le delta sont supérieurs aux flux entrants provenant du bassin amont du Fleuve Rouge. Cependant, les flux sortants à l'océan de ces 2 éléments sont inférieurs aux flux entrants, montrant ainsi l'efficacité actuelle du Delta du Fleuve Rouge dans la rétention de l'azote et du phosphore par les sols et drains du delta (Luu T.N.M. *et al.*, 2012). En effet, les taux de rétention de N et P, respectivement 20% et 50%, sont largement supérieurs à ceux par exemple des deltas du Danube et de la Seine (Garnier *et al.*, 2010). Par contre, le Delta du Fleuve Rouge montre un très faible taux de rétention de la silice, de l'ordre de 8%, contre 20-30% dans les deux deltas précités. Cela est due à la très forte exploitation des sédiments sableux tout au long du cours d'eau principal (Luu T.N.M. *et Orange*, 2004).

Or de nombreux travaux ont montré que l'eutrophisation pouvait être liée aussi à un déséquilibre entre flux d'azote et de phosphore et flux de silice (Billen et Garnier, 2007). L'étude de ce ratio montre que le Delta du Fleuve Rouge est en situation d'équilibre instable vis-à-vis de son pouvoir tampon pour la rétention du phosphore (Luu T.N.M. *et al.*, 2012). Une étude prospective de l'état du delta en 2050 indique qu'une augmentation prévisible des rejets agricoles et domestiques conduit à une eutrophisation majeure probable de l'estuaire du Fleuve Rouge, et cela malgré les efforts de la politique d'aménagement actuelle pour l'augmentation des usines de traitements des eaux (Luu T.N.M. *et al.*, 2011).

5. Gestion des ressources en question : entre écohydrologie et Ingénierie écologique

L'ensemble de ces résultats montrent la diversité des causes et des impacts des usages anthropiques sur les bilans de l'eau et de matières transportés à la fois par les rivières (à l'échelle locale, du champ paysan au petit bassin versant) et par les fleuves (à l'échelle du paysage et du continent).

Dans des milieux peu anthropisés, mes travaux antérieurs (non ou peu rapportés ici) montraient que l'impact anthropique était non visible, du moins à l'échelle du grand bassin versant, comme dans le Fouta Djallon en Guinée (Orange et Gac, 1990 ; Orange, 1992), dans le bassin congolais (Wesselink *et al.*, 1995 ; Orange, 1996 ; Orange *et al.*, 1997 ; Laraque *et al.*, 1998, 2001 ; Coynel *et al.*, 2005 ; Seyler *et al.*, 2005) ou encore dans le bassin amont du Fleuve Niger (Bricquet, 1997, 1998 ; Picouet *et al.*, 2002a) ou même dans le Delta Intérieur du Niger (Orange *et al.*, 2002 ; Picouet *et al.*, 2002b) malgré, dans ce dernier exemple, la forte importance des usages agricoles pour les gens du delta (Orange, 2000). En effet, mes travaux sur la géochimie des eaux du Fleuve Niger au cours de leur traversée du delta ont montré que les prélèvements anthropiques sur la ressource nutritive (essentiellement les macronutriments) étaient négligeables (Orange *et al.*, 2002, 2004), ce milieu naturel particulier montrant une résilience importante (Orange, 2004a ; Diarra *et al.*, 2007). Et cela est vrai malgré les pollutions ponctuelles domestiques et industrielles enregistrées à l'amont du delta, dans les villes de Bamako et Mopti (Orange, 2004b ; Orange et Palangié, 2006).

Par contre, dans les paysages fortement anthropisés du bassin du Fleuve Rouge au Vietnam, l'ensemble de mes travaux montre cette fois l'importance des impacts anthropiques sur les flux d'eau et de matières. On montre aussi qu'au-delà du simple usage anthropique, les politiques agricoles ou d'aménagement du territoire peuvent avoir un impact de première importance sur la modification de ces flux exportés hors du paysage. Et l'impact de ces politiques peut être supérieur ou du moins cumulatif à l'impact du changement climatique.

Aussi cette diversité de situations oblige l'utilisation d'une approche holistique des processus relatifs aux transferts d'eau et de matières prenant en compte à la fois les aspects mécanistiques des processus physiques et biogéochimiques, des processus biologiques et également les contraintes physiques, biogéochimiques et biologiques liées aux usages anthropiques et aux aménagements du territoire, comme concluaient les *Actes des Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF*, à Hanoi les 6-9 novembre 2007 (publiés dans Orange *et al.*, 2008), et comme Wagener *et al.* (2010) le soulignent dans un appel à un changement de paradigme en hydrologie, notamment : « *Humans are intrinsic to the hydrologic system, both as agents of change and as beneficiaries of ecosystem services* » (Wagener *et al.*, 2010).

C'est sur la base de ce ressenti que je me suis engagé dès 1996 avec l'écriture puis la coordination du **projet GIHREX** (cf. page 75) sur la gestion des ressources et leur exploitation dans le Delta Intérieur du Niger au Mali : **la question scientifique était le rôle de la modélisation intégrée (de type SMA, Système Multi-Acteurs) pour l'aide à une gestion concertée.**

Puis j'ai écrit et coordonné le **projet Duras/Croplivestock** (cf. page 75) au Vietnam sur le petit bassin de Dong Cao pour l'intégration des fourrages sur pente pour protéger les sols contre l'érosion en utilisant la dynamique paysanne du développement du petit élevage : **cette fois la question concernait la capacité de mobiliser les demandes paysannes pour amener des pratiques agricoles « durables » en impliquant les agriculteurs dans le projet de recherche.**

Ensuite dans le cadre de mes activités de représentation de l'IWMI au Vietnam (de 2004 à 2010), j'ai été amené à m'interroger sur le rôle des PES (PSE en français : *Paiements pour Services Environnementaux*). C'est ainsi que j'ai co-écrit le **projet IWMI-BMZ/Hypl** (cf. page 75) sur le rôle de la politique des grands barrages hydroélectriques en Asie du Sud-Est pour la politique de lutte contre l'érosion agricole : **la question scientifique s'interrogeait sur le rôle des « incentives » (disons « des accompagnements incitatifs ») pour la gestion durable des ressources dans le cadre des politiques de grands barrages hydroélectriques.**

Enfin ces dernières années, j'ai écrit et coordonné une série de projets concernant les

biodigesteurs dans la petite paysannerie vietnamienne (les projets **AFD/BIOGAS**, **TOTAL/BIOGAS** et **CLEAN-BIODIG**) : **le questionnement scientifique pose l'objet technologique « Biodigesteur » comme catalyseur de la demande sociale et moyen de diffusion de pratiques « durables » via des mécanismes de type PES.** Ce projet active la démarche PPP (*Public-Private Partnership*) et associe deux ONG du micro-crédit (une française et une vietnamienne), une entreprise française de génie chimique sur l'épuration des eaux et un partenariat classique IRDien avec deux instituts vietnamiens de recherche.

J'expose rapidement les résultats de ces quatre questionnements qui ont à chaque fois accompagné des projets de recherche près de l'observation de terrain avec un ensemble d'expérimentations et de mesures quantitatives sur les processus hydrologiques, biogéochimiques et biologiques (je mentionne ici également mes 4 ans de coopération scientifique avec Pascal Jouquet sur le rôle des ingénieurs du sol sur l'érosion, travaux peu ou pas exposés dans ce document). Je rappelle que l'idée fondamentale étant toujours de coupler données et connaissances scientifiques sur les processus pour un accompagnement des politiques d'usages, et pour l'obtention de recommandations et/ou d'outils d'aide à la gestion des ressources (locales ou régionales).

5.1. De l'eau moteur de ressources à la gestion réglementée : un paradoxe

En 1999, Yveline Poncet et moi écrivions à propos du delta intérieur du Niger (Poncet et Orange, 1999) :

L'eau est bien le moteur de cet écosystème évoluant dans l'espace et dans le temps à l'échelle de l'année (rythme crue-décru) et à l'échelle interannuelle (variations climatiques), l'eau déterminant l'édification de la ressource (fertilisation du milieu, ressources biotiques) et conditionnant les stratégies de partage de la ressource. Les relations entre la société humaine et le delta naturel s'organisent donc dans un système complexe, que les systèmes de gestion connus ne peuvent décomposer sans l'altérer. Or il faut bien considérer que son altération n'est pas souhaitable, dans la perspective d'un développement durable et dans l'état des savoir-faire à l'égard des hydrosystèmes (Décamps et Naiman, 1989). En effet, au-delà de la protection de la biodiversité, de la compréhension des processus écologiques, la rationalité économique d'un éventuel développement durable du delta intérieur du Niger doit se concevoir, non seulement pour le long terme et dans l'optique d'une gestion rationnelle des ressources de l'écosystème, mais aussi pour éviter les conflits d'acteurs – producteurs – pouvant fragiliser la cohésion et l'identité nationale.

*Dans le delta, ce n'est donc pas l'eau elle-même qui est partagée, qu'il faut gérer, c'est la fertilité biotique qu'engendrent les propriétés particulières de cette eau, de ce milieu, de cet écosystème, de cette société humaine. Partage à plusieurs dimensions par conséquent : sociale, spatiale et temporelle, technique, politique, juridique... Ce n'est pas le moindre des défis modernes que de proposer aux producteurs et aux aménageurs-développeurs de *percevoir*, puis de *prendre en compte*, ces dimensions multiples. Un tel modèle de gestion n'est-il pas, alors, encore à concevoir ?*

5.2. GIHREX, MIDIN, CERDIN et EIDES-DIN : une recherche concrète pour une gestion réelle des ressources dans un observatoire

GIHREX (*Gestion intégrée, Hydrologie, Ressources et systèmes d'Exploitation*) est le projet ORSTOM de recherche de la Zone Atelier du Delta Intérieur du Niger (ZA-DIN) du GIP-Hydrosystèmes (Orange, 2002a), première ZA en zone tropicale.

MIDIN est le *Modèle Intégré du Delta Intérieur du Niger* (Orange et al., 1999 ; Kuper et al., 2001, 2002, 2003).

CERDIN (*Comité Environnemental de Recherche sur le Delta Intérieur du Niger*) est un groupe de réflexion pluridisciplinaire malien pour une gestion intégrée des ressources naturelles dans le Delta Intérieur du Niger, créé et soutenu par le projet GIHREX (Orange, Eds, 1999 ; Poncet et al., 2001).

EIDES-DIN est le schéma d'application du *Programme de Gestion Intégrée de la Dynamique des processus Ecobiophysiques et Socio-économiques du Delta Intérieur du Niger* (Orange, Eds, 1999).

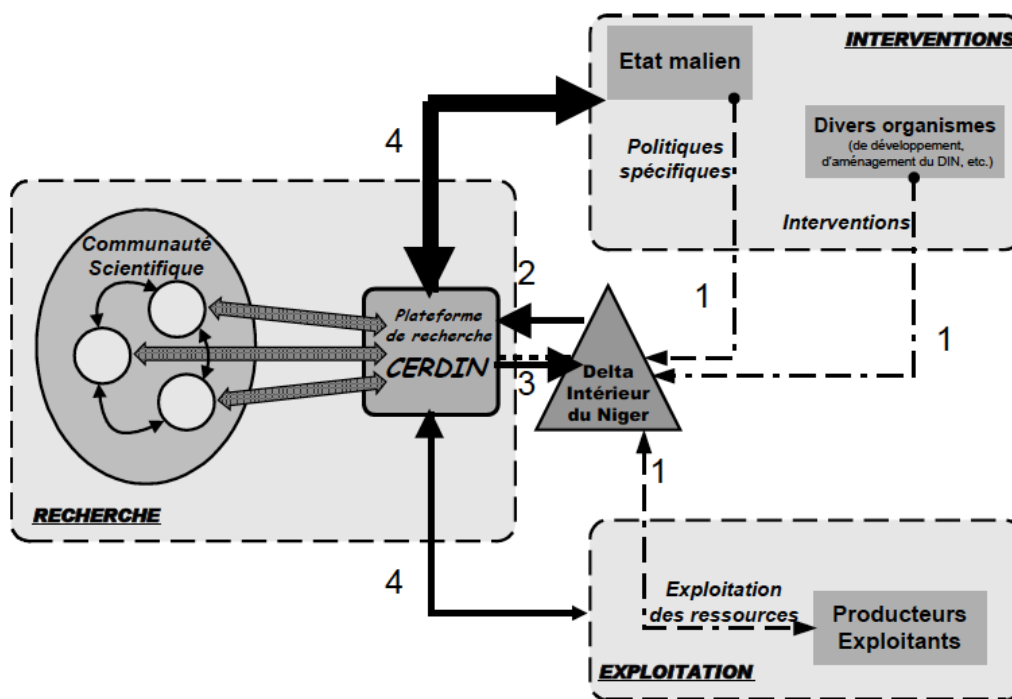


Fig. 27 : Le Delta : lieu de rencontre des espoirs et ambitions. 1: Formulation des questions finalisées; 2: Demande d'outils d'aide à la décision; 3: Observations, recherches, connaissances; 4: Dialogue, communication, co-construction. Source : Orange et al. (eds), 2002.

Le projet GIHREX est né d'une volonté de concilier recherche et action, suite aux expériences scientifiques que l'Orstom (IRD) avait accumulées sur le delta intérieur du Fleuve Niger au Mali (Quensière, 1994) d'une part, et de répondre à un enjeu majeur du développement qui est de passer de l'exploitation des ressources naturelles à leur gestion en tenant compte de la dynamique à long terme des systèmes physiques, biologiques et anthropiques, et des besoins et usages des populations d'autre part. Le Delta Intérieur du Niger est un exemple d'anthroposystème où régime hydrologique, dynamique de l'environnement (flore, faune et paysages) et activités humaines (pêche, agriculture, élevage) sont étroitement associés (Poncet et Orange, 1999). La réussite de la modélisation est basée sur la précision des connaissances, la pertinence des scénarios et la bonne

définition des variables explicatives. Cet ensemble permet la réalisation de simulations où les acteurs se retrouvent ; le résultat peut alors être utilisé comme espace de dialogue entre les acteurs – “policy makers” et “decision makers” – (de Wit *et al.*, 1988 ; Bousquet *et al.*, 1998 ; Castella *et al.*, 1999 ; Orange, Eds, 1999 ; Kuper *et al.*, 2001 ; Poncet *et al.*, 2001).

Cet ensemble a fonctionné car le delta était le point de convergence des attentes et des ambitions de tous (Fig. 27).

Nous retiendrons que le projet a eu d’abord une existence territoriale (Poncet *et al.*, 2001), ce qui semble être une constante dans ce type d’approche (Roling, 1994 ; Duvail *et al.*, 2001 ; Roybin *et al.*, 2001). L’entité géographique « delta » avec ce qu’elle représente aussi bien en terme géographique *s.l.*, économique, social et culturel, a permis la cohésion ce groupe Recherche & Développement pluridisciplinaire. Ainsi le projet GIHREX a pu et su formaliser les impacts de changements de la disponibilité en eau sur le développement durable des sociétés utilisant les ressources du delta, en fournissant (Fig. 28) : (1) les moyens d’acquisition et de classement des connaissances sur la nature et les sociétés (participant alors aux efforts d’inventaire et de suivis) ; (2) les moyens d’analyses dynamiques des impacts climatiques et des aménagements hydroagricoles (permettant d’envisager diagnostics et thérapies) par des outils aussi complexes que la modélisation intégrée et le suivi satellital ; et enfin (3) les moyens de formation de cadres à la gestion environnementale.

Ainsi sur des aspects purement scientifiques ou technologiques, le projet GIHREX a pu réaliser ses objectifs, bien que l’on puisse constater que la réalisation fonctionnelle de la maquette MIDIN a pris le pas sur la publication scientifique, et que la dispersion de l’équipe de recherche dès les financements du projet finis n’a pas permis une valorisation totale de toutes les capacités de la maquette (Orange, 2002a).

Cependant, en amont, avec les tests communicationnels de la maquette et l’*Observatoire de la Pêche*, on a démontré que la connaissance scientifique « bien » organisée – c’est-à-dire organisée de façon compréhensible par les acteurs et en réponse à leurs questions finalisées – et la modélisation intégrée peuvent participer ensemble aux processus dynamiques de l’élaboration des choix de stratégies. En effet, le modèle MIDIN, en tant qu’outil prospectif, a très vite été qualifié de « maquette » par l’ensemble des décideurs régionaux.

Enfin, la définition d’une organisation commune de l’information utile à la gestion répondant à une structure d’observatoire environnemental a également été un élément fondamental des acquis du projet GIHREX (Fig. 29).

Cependant, tout cela est resté insuffisant car le facteur humain est primordial en tant que moteur des motivations (Poncet *et al.*, 2001). En effet, la gestion intégrée est un processus continu et itératif, qui nécessite de la part de la recherche de s’installer dans la durée et la confiance, si elle veut jouer le rôle actif que la société civile lui demande (Clément et Amezaga, 2009 ; Orange *et al.*, 2011).

Enfin, si la constitution du groupe Cerdin a permis d’identifier une fonction de recherche pour le développement, le projet de recherche (GIHREX et la Zone Atelier) n’a pas réussi à créer des conditions d’opérationnalités d’un vrai projet de développement. En fait, il semble que la difficulté vienne aussi de l’absence d’une structure dirigeante forte (Orange *et al.*, 2008a). A ce propos par exemple, la mise en place des contrats de rivière créés en France en 1981 a mis en exergue que la concrétisation de tels projets « relève bien plus de la psychologie et de la sociologie que des sciences ou des techniques pures » (Tricot, 1994).

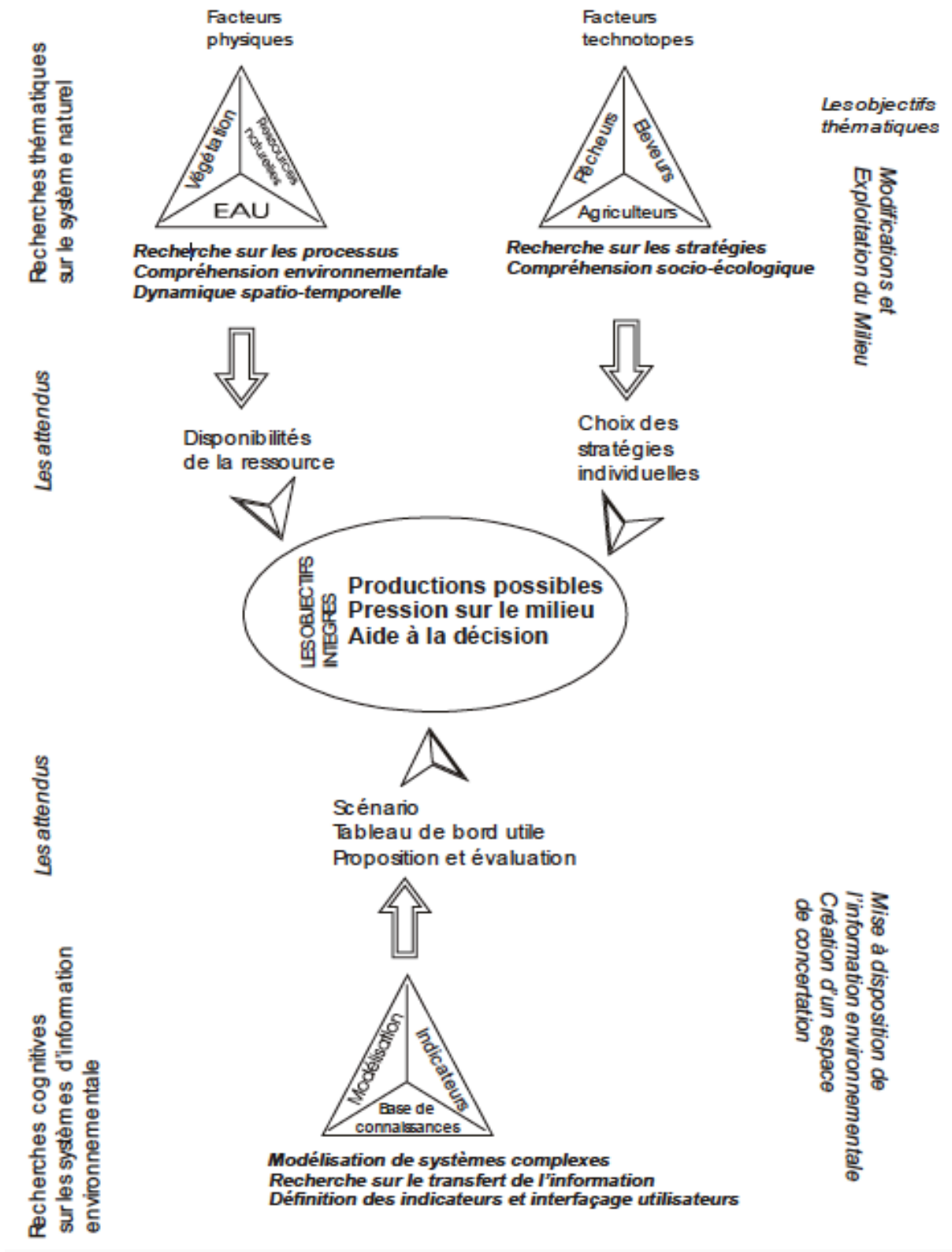


Fig. 28 : Articulation des pôles de recherche et stratégie du projet en fonction des objectifs intégrés attendus. Source : Orange et al. (eds), 2002.

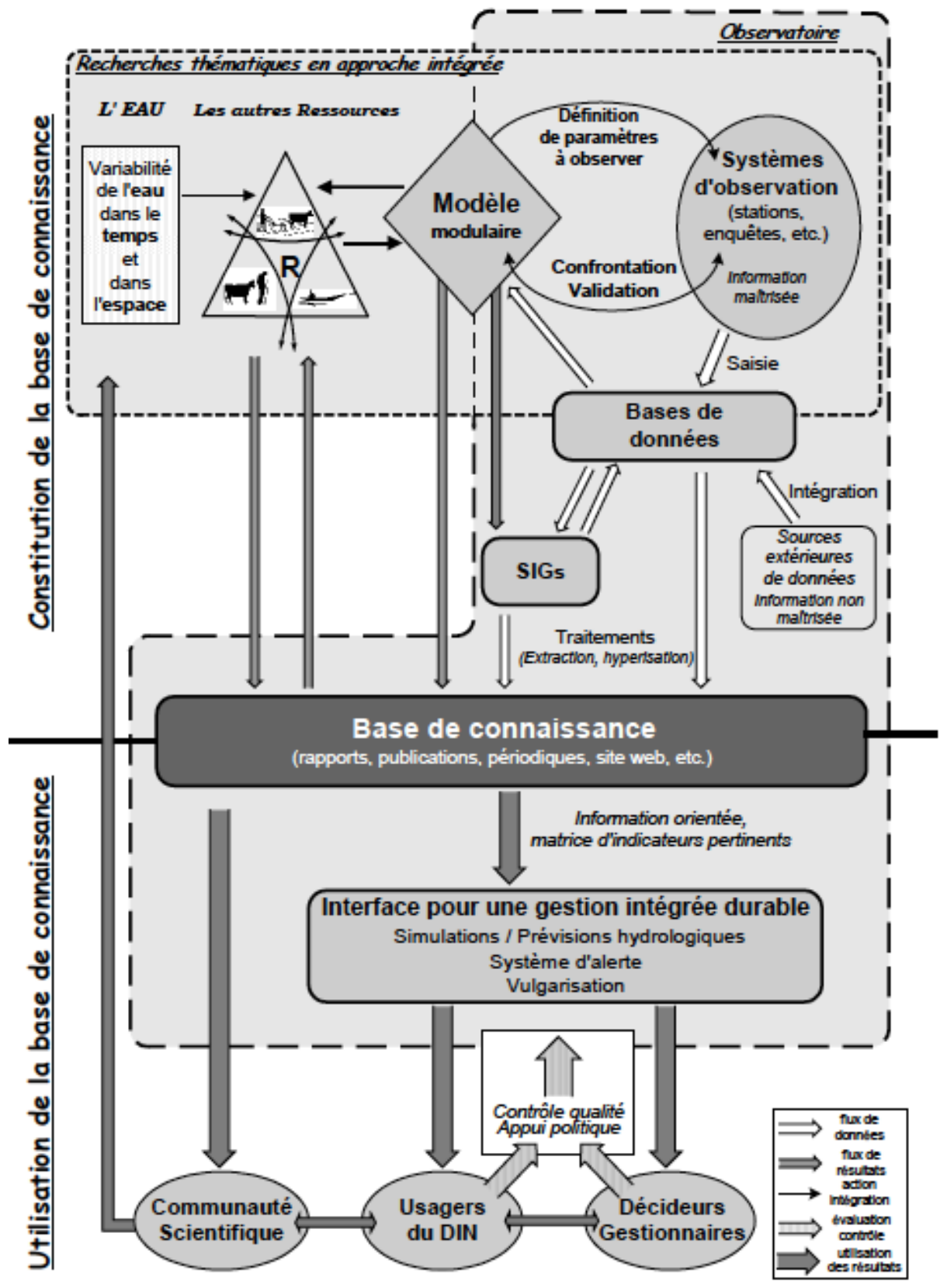


Fig. 29 : Concept retenu pour un système d'information et un observatoire afin d'impliquer la recherche comme acteur permanent d'une gestion intégrée des ressources naturelles du Delta Intérieur du Niger. Source : Orange et al. (eds), 2002.

Que retenir de cette expérience pluridisciplinaire et multi-acteurs forte ?

Dans le Delta Intérieur du Niger, l'inter-connectivité des dynamiques sociales, économiques et écologiques a conduit à associer l'analyse de la dynamique des ressources naturelles renouvelables à celle des acteurs et de leurs décisions. Nous avons dû construire des objets complexes (le modèle MIDIN, *l'Observatoire de la Pêche*,...) représentant une ou plusieurs réalités de l'objet étudié (le delta intérieur) et pouvant, sinon répondre, du moins aider à la prise de décision des experts qui, selon les cas, peuvent être un ou plusieurs acteurs du développement et/ou les usagers.

Notre expérience a montré que les objets complexes pré-cités ne sont pas suffisants. La gestion intégrée a nécessité d'instaurer un mode de gestion admettant des objectifs et des critères multiples, et dont les contraintes et les retombées soient acceptables par la majorité des groupes d'intérêt et des communautés d'usagers. Cette prise de conscience a induit la création d'outils de suivi, de diagnostic, de prospective et de communication, le tout constituant un ensemble – ou encore « une boîte à outils » – d'interfaces d'échange de l'information environnementale permettant de fournir aux structures de décisions, voire à l'ensemble des acteurs, des informations fiables et objectives sur l'état de l'environnement par rapport aux questions posées (Fig. 29) (Orange *et al.*, 2002b).

En 2002, j'écrivais (Orange *et al.*, 2002b) :

« Il reste à se soucier du transfert de ces outils complexes dans des structures ou missions opérationnelles – de leur appropriation. On peut penser que sous la pression exercée par l'urgence croissante des problèmes environnementaux, les structures adéquates vont émerger dans les années à venir. Cependant la diversité et la complexité des outils possibles semblent impliquer la nécessité de guides de construction et d'accompagnements pédagogiques au sein d'un espace harmonieux et organisé que serait un système d'information environnemental. Ainsi la structure de type « observatoire » (de l'environnement) apparaît être une solution viable pour réaliser cette approche systémique et inter-niveaux de décisions permettant d'envisager la définition d'une politique environnementale globale dans le cadre d'une gestion intégrée des zones inondables tropicales. »

5.3. Différents intérêts mais des attentes communes

Le projet DURAS/Cropelivestock (Tran D.T. et Orange, 2006-2008) « *Implication des connaissances locales dans l'intégration de l'élevage dans les montagnes du Sud-Est asiatique* » avait pour objectifs :

1. d'identifier les pratiques innovantes spontanées en usage dans les communautés locales, et utiles pour la gestion des ressources naturelles de montagne ;
2. de définir des systèmes de production adaptés à la vie locale, c'est-à-dire susceptibles d'assurer la subsistance des populations et d'avoir un impact écologique positif, tout en étant acceptables socialement et durables sur le plan environnemental ;
3. de favoriser l'adoption de ces nouvelles pratiques agricoles en installant des relations privilégiées entre les producteurs, les décideurs locaux, les conseillers agricoles et les chercheurs.

Le projet a pu identifier les innovations paysannes et compléter les savoirs paysans par des essais de terrain (Phan H.H.A. *et al.*, 2012) et par des formations scientifiques et techniques. Il a ainsi favorisé la mise en place d'un système agropastoral rentable, basé sur l'optimisation des jachères, la production pluriannuelle de fourrage, et sur la rotation et l'association des cultures vivrières.

Tout au long du processus, l'approche participative a été privilégiée, et chaque décision a été prise en concertation avec l'ensemble des parties prenantes. Cette coopération du trio d'acteurs du développement (chercheurs, techniciens et usagers) a été la principale clé du succès du projet : il est fondamental de remarquer que les villages étaient des participants nommés au titre du projet. Le niveau de participation des populations locales a d'ailleurs été un indicateur fort de l'intérêt des

populations : 100 % des paysans issus des villages pilotes ont assisté aux réunions et aux formations proposées, ces formations étaient organisées et programmées à leur demande, les choix des sujets étant libres. Par ailleurs, il existait des champs communaux où les producteurs pouvaient réaliser leur essai agronomique avec les conseils des agents de vulgarisation et des chercheurs (du type FFS, *Farmer Field Schools*) ; toute proposition était acceptée. Ainsi est apparue la solution de cultiver de l'avoine en saison d'hiver sur les champs de riz de bas-fond (paddy fields), ce qui fut une idée très vite adoptée par tous, aussi bien toutes les parties prenantes du projet que les agriculteurs des communes voisines. La diffusion fut rapide sur 2 ans (Salgado *et al.*, 2008).

L'échange de savoirs locaux et de connaissances scientifiques a permis d'élaborer des diagnostics personnalisés pour chacun des sites, ainsi qu'un planning participatif. L'implication des agriculteurs dès cette phase du projet les a aidés à comprendre clairement le cadre de leur collaboration et leurs responsabilités dans l'implantation des essais et des démonstrations *in situ*. Les résultats performants de ces essais ont par ailleurs largement favorisé l'adhésion des populations locales au projet et ont participé à sa promotion à l'extérieur de la commune, puis du district (Orange *et al.*, 2008a). Le projet a montré que bien plus que la dimension environnementale, il y a deux pré-requis à l'adoption de nouvelles technologies par les producteurs : elles doivent avant tout répondre à leurs attentes, ensuite avoir des retombées économiques positives (Orange *et al.*, 2010).

Mais le projet a également montré que cela n'était pas suffisant. En effet, la principale limitation du projet a été sa courte durée de 2 ans. Ainsi il n'y a pas eu assez de temps pour construire une communauté d'intérêt solide et durable. Il a aussi manqué l'engagement fort des autorités centrales (Clément, 2010 ; Orange *et al.*, 2011).

5.4. PES and incentives

Protection et utilisation des terres et des ressources en eau sont deux notions antinomiques. Les activités humaines associées aux pratiques agricoles conduisent *de facto* à l'érosion des sols, à la pollution des sols et des eaux, effets indésirables accentués par la pression démographique croissante, qui de plus pousse à utiliser de plus en plus les zones marginales, comme par exemple les terres de pente (Orange *et al.*, 2011). Cela est une évidence pour tous. Et par dessus tout cela, la pression économique s'ajoute en même temps que la pression liée au changement climatique apportant sécheresses et typhons de manières plus récurrentes un peu partout (Wagner *et al.*, 2010 ; IPCC, 2014). Dans ce contexte, l'intensification agricole provoque des risques majeurs sur l'environnement, induisant de sérieux problèmes économiques et environnementaux aussi bien à l'échelle de l'individu que de l'exploitation agricole ou encore du bassin versant (Orange et Noble, 2009). En conséquence, le niveau de vie des plus démunis est impacté et le développement économique de ces zones est hypothéqué.

Orange et Noble (2009) écrivaient aussi : « *Or la production agricole en même temps que le maintien des services écosystémiques sont essentiels pour répondre aux besoins de la société et améliorer la qualité de vie des populations. Si l'agriculture doit relever le défi d'accroître la productivité des sols et la production agricole dans le respect de fonctions objectifs complexes associant facteurs biophysiques, économiques et sociaux, alors les systèmes agricoles doivent être encouragés à inclure les concepts de durabilité environnementale et sociale qui sont fondamentaux pour la résilience des écosystèmes. Le terme « durable » implique à la fois que des rendements élevés peuvent être maintenus, même en cas de risques majeurs, et que les pratiques agricoles ont des impacts environnementaux et des contraintes sociales acceptables.* » La réalisation de tels systèmes de production agricole durables et efficaces nécessite obligatoirement un changement de paradigme de la production agricole et de nouvelles approches des pratiques agricoles.

C'est ainsi que j'ai été amené à tester le principe de *Paiements pour Services Environnementaux* (PES) (Fig. 30) (Wunder *et al.*, 2008 ; Suhardiman *et al.*, 2013), via le projet CPWF/PES (coordonné par O. Planchon), et les projets AFD/Biogaz, TOTAL/Biogaz que je coordonnais.

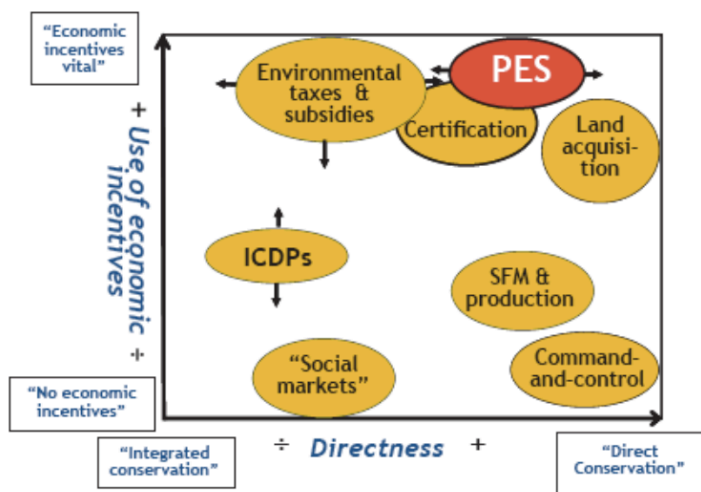


Fig. 30 : Comparaison des systèmes PES (Payment for Environmental Services) avec les autres approches de conservation. Cette figure range les approches de conservation selon deux critères : (1) le degré du lien avec une incitation économique, (2) le degré d'importance apporté à la notion de conservation (ICDP : Integrated conservation and development projects ; SFM : Sustainable Forest management). Source: *Orange et al., 2011*, modifiée de *Wunder, 2005*.

Le concept de PES appliqué à la petite agriculture est basé sur le fait que l'agriculture ne compromet pas les services écosystémiques en soi. Au contraire, l'agriculture peut être un moyen de concentrer et d'améliorer les services écosystémiques intimement liés à la couverture terrestre (*Orange et Noble, 2010*). Par exemple: la déforestation réduit la capacité à réguler l'érosion, mais l'agroforesterie permet de réguler érosion et production agricole de plantes annuelles; la perte de zones humides réduit la capacité des cours d'eau à réguler les inondations et la qualité de l'eau, mais l'agriculture irriguée permet d'utiliser les propriétés des zones humides pour la production agricole. En fait, il est important que les actions visant à préserver la qualité des services écosystémiques améliorent, plutôt que de concurrencer, les moyens de subsistance des populations rurales pauvres, soit directement grâce à l'amélioration de la production, soit indirectement par des compensations financières ou et des paiements pour les services écosystémiques (PES), ce tout dans un but de réduire l'impact négatif sur l'environnement.

Les principaux résultats de l'étude régionale sont les suivants (*George et al., 2009*): (i) l'acceptation des principes et contraintes du PES est directement liée à la perception qu'ont les parties prenantes de leurs droits fonciers, indépendamment de leurs droits réels; (ii) la volonté de payer (WTP : *Willing To Pay*) est très faible parmi les parties prenantes locales, ce qui rend peu probable un marché du PES sans un soutien externe; (iii) le schéma classique pour les services de bassins versants ne s'applique guère dans sa forme originale, car les prestataires de services environnementaux (ES) et les acheteurs sont généralement les mêmes; (iv) lorsque les acheteurs d'ES potentiels estiment que les fournisseurs d'ES sont plus performants ou plus riches que ceux-ci, ils n'ont aucune volonté de payer pour l'ES; (v) la bonne gouvernance, y compris une forte liaison à différents niveaux entre les personnes et les autorités, est une condition préalable forte pour la réussite de la création de marchés du PES, même sans un financement direct du gouvernement.

A partir de cette base et de mon expérience sur le Delta Intérieur du Niger et dans le projet DURAS/Croplivestock, **j'ai proposé d'ajouter au concept de PES un concept d'incitation lié à une envie technologique**. L'objet technologique est le biodigester, car j'avais remarqué que les agriculteurs qui ont un biodigester en sont fiers (*Orange et al., 2011*). Avec la participation de la Compagnie Total-gaz, j'ai pu construire deux biodigesters dans le bassin expérimental MSEC de Dong Cao avec deux familles différentes qui comportaient chacune un « *key farmer* », selon la définition donnée dans *Noble et al. (2006)*. Mr Thao et Mr Phu ont été les rouages d'entraînement de la diffusion de cette technologie et pratique nouvelle dans ce village pauvre. Et avec le financement de production intellectuelle de l'AFD en 2008-2009, j'ai pu mobiliser un dizaine d'étudiants d'horizons divers : des sciences biologiques au sciences de la Terre, du monde de l'économie (HEC) au monde de l'aide internationale, pour tester le concept de « *PES and incentives* » et construire un schéma d'application (Fig. 31) (*Orange et al., 2010a*).

La définition commune des PES met l'accent sur les transactions volontaires et conditionnelles. Dans la pratique, peu ou pas de programmes de PES répondent pleinement à cette définition étroite, alors qu'il existe de nombreuses initiatives, et notamment au Vietnam (Orange *et al.*, 2010b). Notre expérience de deux ans démontre que le mécanisme de PES doit avoir des caractéristiques adaptatives afin de répondre à des opportunités concrètes et à l'intérêt mutuel et social (Orange *et al.*, 2010a), tout comme le souligne aussi Gutman et Davidson (2007). Ainsi premièrement, le mécanisme de PES doit être appliqué sur des projets à long terme (question : il reste à définir la durée ?). Et deuxièmement, l'idée sous-tendue par le concept de PES doit être de créer une boucle vertueuse, indépendante de soutiens financiers extérieurs.

Sur cette base et de manière pratique, j'ai proposé à l'AFD un cadre d'application basé sur des modalités incitatives coordonnées et administrées par une cellule de gestion dont le rôle est de promouvoir un programme de « PES pour biodigester » (Fig. 31).

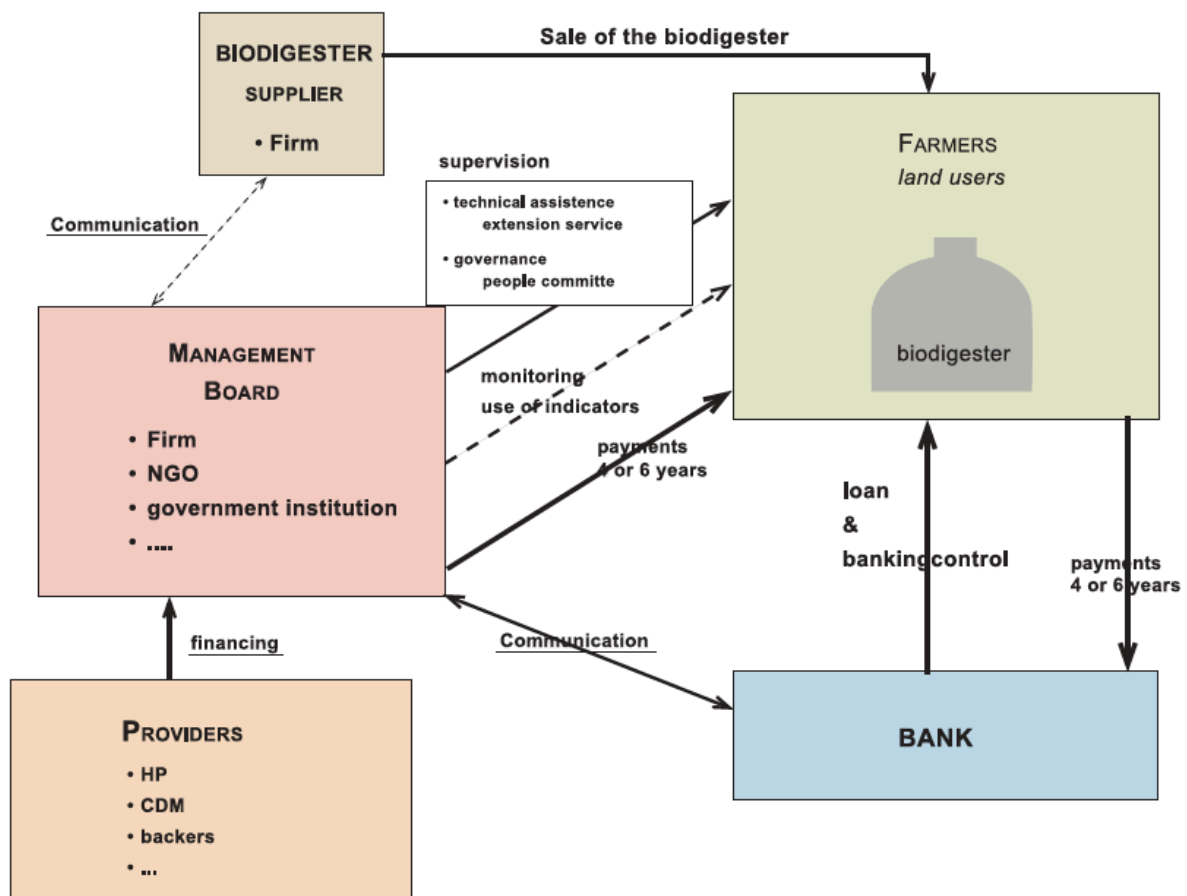


Fig. 31 : Incentive-based framework for PES implementation.
Source : Orange *et al.*, 2010a.

Par exemple, l'agriculteur contracte une banque pour un prêt pour acheter un biodigester. La banque introduit l'agriculteur auprès du programme « PES pour biodigester », programme financé par des prestataires à la recherche d'un contrôle environnemental et de la réussite économique des exploitations agricoles. Au Vietnam, ce rôle du soutien pourrait être rempli par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. La cellule de gestion (*management board*), directement lié au Comité Populaire (People Committee) de la Province, régit et adapte le cadre technique, social et économique du PES en fonction des contraintes socio-économiques locales. Pour cela, mon travail de recherche sur les indicateurs socio-environnementaux propose un panel d'indicateurs qui décrivent les problèmes environnementaux, économiques et sociaux. Ce panel d'indicateurs est utilisé pour moduler le montant des remboursements mensuels de

l'agriculteur (Orange *et al.*, 2010). Le contrat de remboursement individuel est ensuite fixé à une période de quatre à huit ans pour assurer un changement de comportement à plus long terme. L'objectif principal n'est pas seulement de surveiller les performances environnementales, économiques et sociales du système, mais aussi de gérer le dialogue entre les agriculteurs et d'autres agents externes qui sont par exemple, le Comité Populaire, la banque et les entreprises privées de vente de biodigesteurs.

Par cet exemple basé sur l'utilisation des biodigesteurs, on retiendra que le concept de PES doit être un mécanisme adaptable aux conditions socio-économiques locales, et peut-être culturelles comme le souligne Wallace (2007). La prise de conscience mondiale de l'état critique de l'environnement sous pressions démographique, économique et climatique croissantes a permis de mieux faire connaître la fragilité des écosystèmes naturels. On peut espérer ainsi de nouvelles matrices de décisions dans la planification de la gestion des ressources naturelles, associant en priorité les notions de gestion à long terme. Cela pourrait mobiliser bailleurs internationaux et banques nationales, ministères et directions régionales pour la mise en œuvre des programmes de PES. Dans le nord du Vietnam, l'intérêt concret et mutuel d'une technologie attrayante comme le biodigesteur crée l'opportunité de mobiliser aussi l'arène entrepreneuriale pour la mise en application de cette technologie auprès des agriculteurs, mais encore faut-il que les externalités économiques induites par le schéma du PES soient prises en charges financièrement par un des acteurs, ce qui est nommé « *providers* » sur la figure 31.

En effet, le mécanisme de PES porte en lui la création d'externalités économiques (on pourrait dire un surcoût structurel) liées aux négociations nécessaires pour élaborer, adapter et finaliser un accord entre les parties dans le respect mutuel des besoins et attentes de chacun en fonction des contraintes environnementales acceptées. Ainsi, bien que le concept de PES soit attractif, en réalité il est encore difficile de trouver des programmes d'application des PES qui remplissent réellement les conditionnalités énoncées par Wunder *et al.* (2008) (Vatn, 2010). Ainsi en général, les programmes de PES sont mis en œuvre dans le cadre des politiques gouvernementales en matière de gestion des ressources naturelles. Le gouvernement définit le cadre de paiement, règle les mécanismes de paiement, décide des types de services, identifie les acheteurs et les vendeurs de services écosystémiques et veille à ce que le paiement se produise. En outre, le type de service environnemental n'est souvent pas bien défini et la fourniture des services n'est pas sécurisée, créant des risques environnementaux forts et dénaturant ainsi complètement la notion même de PES (Suhardiman *et al.*, 2013). Cette dissonance dans la conception et la mise en œuvre du mécanisme de PES est principalement attribuable à l'intérêt du gouvernement à utiliser les PES pour générer des revenus supplémentaires pour notamment la protection des forêts et la gestion des bassins hydrographiques, comme on le voit au Costa Rica (*e.g.* Matulis, 2013 ; Le Coq *et al.*, 2015) et au Vietnam (*e.g.* Clément et Amezaga, 2008 ; Clément *et al.*, 2009 ; Suhardiman *et al.*, 2013).

Ainsi dans le cadre du projet « *Hydropower and Incentives* » (projet Hypl, cf. page 75), nos études dans les villages déplacés au cours de la construction du grand barrage hydroélectrique de Ban Chat (Province de Son La, Nord Vietnam) témoignent que les politiques de réinstallation servent des programmes de modernisation étatiste qui ne reconnaissent pas les moyens de subsistance des minorités ethniques Thai. Alors que les populations locales subissent le plus grand impact des changements induits par le barrage dans l'allocation de l'eau et les conséquences qui en découlent pour les ressources foncières, les avantages du développement hydroélectrique sont avant tout partagés entre les entreprises d'énergie appartenant à l'État (Rousseau *et al.*, 2017).

Comparativement à ces grands projets environnementaux gouvernementaux, le projet de diffusion des biodigesteurs via un mécanisme de PES est forcément un projet local répondant à des demandes individuelles. On peut ainsi espérer que la mise en application d'un tel projet réponde bien à l'amélioration de la production agricole et de l'environnement local du système d'exploitation concerné et de ses alentours. En effet, dans ce cas, le contrôle des services écosystémiques (SE) devient une réalité locale et donc tangible (Orange *et al.*, 2010). Mais finalement notre projet a échoué sur deux écueils : (1) les bailleurs potentiels envisagés ont refusé le paiement de ces

externalités, le principe économique l'emportant sur le principe environnemental; (2) la contrainte d'un engagement à moyen terme de plus de 4 ans fut rédhibitoire, encore une fois pour des raisons économiques.

5.5. CLEAN-BIODIG : micro-financement et surveillance environnementale couplée

C'est finalement un opportunisme de situation qui a permis de mettre en application les résultats de l'étude précédente. Aujourd'hui 150 familles de la Province de Ha Giang, une des provinces les plus pauvres du Vietnam, bénéficie du programme CLEAN-BIODIG coordonné par l'ONG ZEBUNET, avec le soutien technique d'une ONG vietnamienne MACDI, d'un institut de recherche vietnamien de l'Académie des Sciences Agricoles du Vietnam (l'IAE, *Institute for Agricultural Environment*), d'une compagnie privée française spécialiste en génie des procédés d'épuration des eaux agricoles (EPURTECK), et l'IRD comme conseiller scientifique.

CLEAN-BIODIG définit une procédure d'installation de biodigesteurs individuels en milieu rural à partir d'un système de Paiement pour Services Environnementaux (PES) pour une utilisation environnementalement responsable et durable (Orange et al., 2016). L'objectif du projet CLEAN-BIODIG est de favoriser l'équipement de petites exploitations agricoles familiales vivant de l'élevage porcin, en biodigesteurs leur permettant de réutiliser le lisier pour se chauffer, s'éclairer et cuisiner, tout en contrôlant et réduisant la pollution des eaux et des sols par les nitrates. L'originalité est de coupler le micro-crédit à un ensemble d'indicateurs environnementaux, économiques et sociaux dans un système d'aide à la décision permettant, sous contrat entre l'ONG et l'agriculteur bénéficiaire, de caper le taux de remboursement du micro-crédit en fonction d'objectifs environnementaux négociés, le tout étant accompagné d'un programme de formation sur 2 ans. L'objectif est d'avoir des « biodigesteurs propres », alors que mal utilisé, comme souvent, le biodigesteur entraîne un cercle vicieux de pollution environnementale à conséquences graves, multiples et durables du fait d'une mauvaise gestion des rejets azotés.

En fait, CLEAN-BIODIG est aussi un projet de recherche sur la gestion des effluents de l'élevage dans la petite paysannerie, sujet que nous aborderons dans la partie suivante, car ce sont des recherches en cours.

Mais avant, signalons que ce projet a été nommé pour l'obtention du Prix Convergences au *Forum international Convergences*, dans la section internationale. Cette distinction nous permet aujourd'hui d'avoir été contacté par d'autres bailleurs potentiels (fondations, ONG) pour disséminer CLEAN-BIODIG au Mali et à Madagascar, et ainsi diversifier notre connaissance sur la gestion de la fertilité des sols dans les petites exploitations agricoles du Sud.

5.6. Conclusion : Ecohydrologie et ingénierie écologique

Il est évident que développement économique et explosion démographique ont un impact direct sur la dégradation de l'environnement. Et l'accroissement de la demande en produits agricoles ne fait qu'augmenter cette pression. De plus, dans les pays du Sud, la connaissance des agriculteurs est souvent dépassée par les progrès techniques d'une part, et la petite paysannerie est de plus en plus repoussée vers les terres marginales, *i.e.* les terres à fertilité réduite et sensibles à l'érosion (Orange et al., Eds, 2008 ; Orange et al., 2011). Ainsi les dégradations environnementales des terres agricoles sont souvent accompagnées de pertes de productivité. Pour assurer la production agricole future, en fait pour lutter contre la pauvreté des populations rurales, il est urgent d'inclure dans les politiques agricoles les points suivants (Orange et Noble, 2010):

- Point 1 : Assurer et accroître la production alimentaire sous contraintes du changement climatique et des conditions du marché économique, et de la crise sur les ressources en eau qui se profile (*i.e.* RWFR, *Renewable Fresh Water Resources*) (Oki et Kanae, 2006);
- Point 2 : Protéger et restaurer les fonctions environnementales (*i.e.* les services écosystémiques que nous définirons dans la prochaine partie) dans les paysages agricoles;
- Point 3 : Améliorer la capacité d'un grand nombre de petits producteurs à adapter leurs

- pratiques pour améliorer la productivité des sols de manière durable;
- Point 4 : Réduire la vulnérabilité des pauvres et des groupes marginalisés par des exigences de production économique adaptées au climat et aux conditions locales.

Mon expérience multiple dans le suivi de l'érosion et des transferts de matières par les eaux de surface et les fleuves a montré que le contrôle des pratiques agricoles avait plus d'importance sur l'érosion et la lixiviation des nutriments que l'événement pluviométrique exceptionnel, même si ce dernier peut être fortement destructeur ponctuellement. La bibliographie sur le sujet explique que la mise en œuvre de pratiques dites de conservation des sols et de la végétation (plantation de contours, agriculture sans labour, utilisation de bandes tampons végétaives,...) peut réduire jusqu'à 99% l'érosion (Valentin *et al.*, 2008 ; Orange et Noble, 2010 ; Labrière *et al.*, 2015 ; Lacombe *et al.*, 2016). Mes travaux récents en collaboration avec les microbiologistes démontrent aussi l'importance des pratiques agricoles sur le devenir biogéochimique des écosystèmes situés en aval des zones cultivées (Luu T.N.M. *et al.*, 2012 ; Janeau *et al.*, 2014 ; Trinh A.D. *et al.*, 2016).

Par ailleurs, j'ai toujours mené mes activités de recherche dans un continuum Recherche-Action pour répondre aux contraintes de la gestion des ressources naturelles en milieu rural et pour réfléchir aux modalités d'appropriation des politiques (Clément *et al.*, 2007, 2009) et des pratiques (Orange *et al.*, 2008a) par les usagers. On a vu que mes travaux ont à la fois concerné approche régionale et approche locale, allant jusqu'à utiliser la modélisation comme outil de communication en dehors de la sphère recherche (les modèles MIDIN et PLER ; respectivement Orange *et al.*, 1999 ; Bui T.Y. *et al.*, 2014), ou encore l'attrait de l'objet géographique (le delta ; Poncet et Orange, 1999 ; Poncet *et al.*, 2001) ou de l'objet technologique comme le barrage hydroélectrique (Nguyen V.T., 2012 ; Rousseau *et al.*, 2017) ou encore le biodigesteur (Orange *et al.*, 2010a). Il s'agit toujours de répondre à la question du comment améliorer et mettre en application des politiques et/ou pratiques agricoles pour une « meilleure » gestion des ressources naturelles (des sols et des eaux), dont les indicateurs explicatifs sont les transferts d'eau et de matières du bassin versant dans l'agro-écosystème (Orange, 1992). Bien sûr, la démarche de modélisation, et en sus le modèle, reste un puissant outil de communication intra- et inter-disciplinaire qui accompagne l'avancée des connaissances et intègre ces dernières. **Toutes ces expériences ont montré que le point focal est absolument l'échelle locale : on ne peut pas envisager de comprendre la dynamique des transferts de matières sans revenir aux conditionalités locales, qui comprennent à la fois le milieu physique, biologique et humain, avec toutes les interactions possibles entre ces compartiments constitutifs d'un paysage.** Par exemple, pour les agriculteurs vivant dans des zones marginales, la productivité agricole dépend largement de la relation entre les contraintes sociales et les contraintes environnementales (Valentin *et al.*, 2008 ; Grimaldi *et al.*, 2014). **Ainsi la question fondamentale pour la gestion des agro-écosystèmes et restant toujours non résolue (à la fois hydrologique, biogéochimique et agronomique) concerne la prédiction des conséquences de la dynamique de végétation sur la qualité résultante des sols et des eaux en fonction des bilans de l'eau (balance entre précipitation et évapotranspiration) fortement dépendants des zones préférentielles d'infiltration :** *e.g.* où se mobilisent les nutriments ? Comment ? De même pour les substances polluantes, tel le glyphosate par exemple (Orange *et al.*, 2013 ; Tran T.N.T.T. *et al.*, 2014).

Bien que la science développe de plus en plus de capacités de calcul de prédiction des risques et des singularités accidentelles, la prédiction des seuils au-delà desquels les changements d'équilibre s'établissent est généralement impossible (Gaucherel, 2009 ; Maes *et al.*, 2012). La recherche a conceptualisé cet échec en faisant appel à la notion de « *Services Ecosystémiques* » (SE) (MEA 2005 ; Jackson *et al.*, 2009) qui ont permis l'émancipation de l'écohydrologie (Zalewski, 2000, 2013 ; Harper *et al.*, 2016). L'approche écohydrologique est basée sur l'hypothèse que la gestion durable des ressources en eau répond aux trois critères suivants:

- Régulation et maintien du cycle naturel de circulation de l'eau, du cycle des nutriments et des flux d'énergies sont assurés à l'échelle du bassin versant (et non de l'écosystème, donc de l'agro-écosystème) ;

- L'activation des capacités résilientes de l'écosystème contre les dégradations anthropiques est possible par une gestion des ressources naturelles respectant les propriétés de l'écosystème ;
- L'utilisation des propriétés de l'écosystème est un outil de gestion de l'eau appliqué au bassin versant et aux écosystèmes constitutifs de ce bassin versant.

Il est donc évident que la durabilité des écosystèmes nécessite une approche écosystémique basée sur la connaissance des processus (et donc des fonctions écosystémiques) et la gestion des transferts d'eau et de matières dans le bassin versant : maintenir les fonctions de l'écosystème et l'intégrité de l'écosystème (Momblanch *et al.*, 2016). Cette démarche permet à la recherche fondamentale de pouvoir jouer rapidement un rôle important dans le processus de développement récemment listé dans les ODD (éradication de la pauvreté, sécurité alimentaire, amélioration de l'environnement, prises de conscience, ...) (*Objectifs de Développement Durable*, COP21, Paris, 2015). La durabilité est entendue dans son sens anglosaxon, « *sustainability* » : il est en effet acquis que le monde est en changement/évolution permanente, la durabilité est donc la notion qui évoque que l'écosystème reste et restera sur le long terme, viable et utile à l'homme. Ainsi le schéma classique linéaire formé par la succession recherche fondamentale / recherche appliquée / innovations / valorisation est à remettre en cause (Orange *et al.*, 2002).

Les questions de recherche pour maximiser la production agricole à partir des ressources en eau et en sol devront prendre en considération une compréhension des processus physiques, chimiques et biologiques à l'échelle de chaque compartiment fonctionnel de l'agro-écosystème et des hydrosystèmes associés, allant du champ paysan et son terroir au petit et grand bassin versant, le tout dans une séquence dynamique emboîtée dans le temps et dans l'espace, tout en prenant en considération pratiques agricoles, aménagements du territoire, pression démographique et contraintes climatiques, dans une vision partagée entre court terme et long terme.

Mais au-delà de tout cela, il reste la question de l'appropriation par les acteurs (des agriculteurs aux décideurs et usagers). Mon expérience me fait penser que l'attrait technologique est un moteur puissant pour le changement des usages, et au-delà, pour une acceptation douce de nouveaux paradigmes de vie. Les progrès technologiques à venir liés aux progrès de chimie analytique des substances, aux progrès électroniques pour la miniaturisation, aux progrès des transferts de l'information (*e.g.* le nouveau domaine de l'IoT, *Internet of Things*) devraient apporter des solutions nouvelles (cf. le projet SMART-CLEAN-GARDEN présenté dans la partie suivante). L'ingénierie écologique, en tant que science du génie écologique, peut et doit contribuer à l'approche holistique et pragmatique de l'utilisation des services écosystémiques. Aussi je propose d'utiliser conjointement l'écohydrologie et l'ingénierie écologique pour améliorer nos connaissances sur les processus et la gestion des transferts d'eau et de matières de l'agro-écosystème au bassin versant. Ce couplage devrait faciliter l'intra- et l'inter-disciplinarité dans les actions de recherche, l'intégration de la recherche dans les demandes et attentes de la société (Moss *et al.*, 2014), et faciliter notre réponse aux partenaires scientifiques du Sud qui souvent demandent une opérationnalité rapide.

A la suite de toutes ces expériences, je souhaite continuer mon approche holistique de la connaissance des transferts d'eau et de matières du local au global, c'est-à-dire de l'agro-écosystème (et du champ paysan) au bassin versant (du petit au grand bassin), en développant la modélisation écohydrologique basée sur la dynamique des services écosystémiques, comme schématisée par la figure 32, qui est une évolution de la figure 10 présentée pour introduire mon cheminement scientifique des années passées.

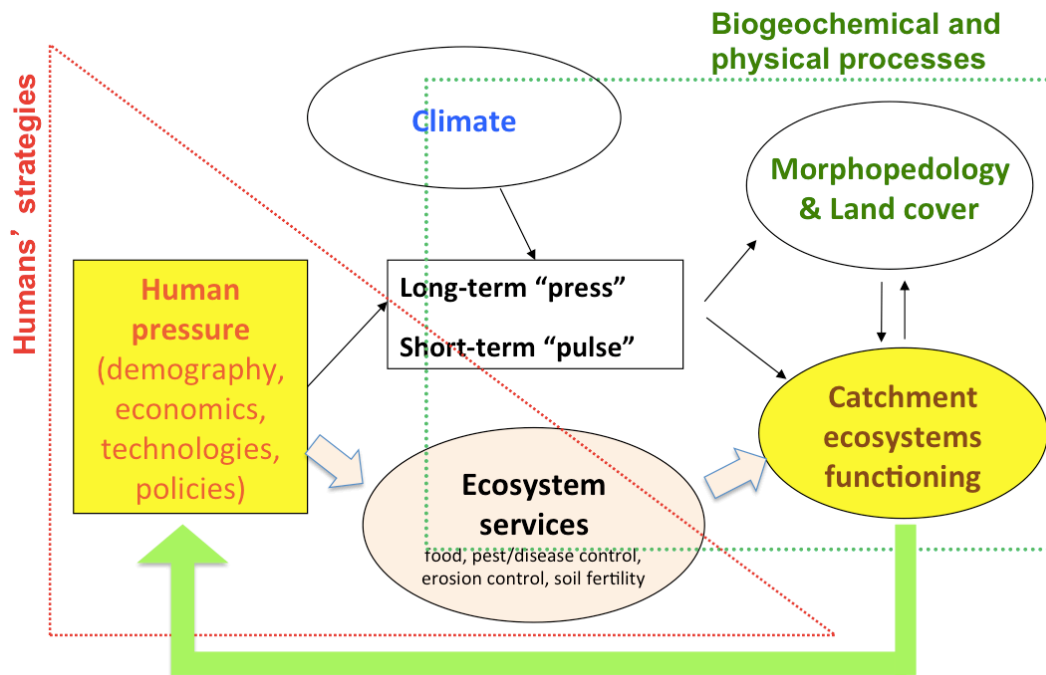


Fig. 32 : Schéma conceptuel de la modélisation écohydrologique sur la base de la compréhension de la dynamique des services écosystémiques.

Sur la base des mes résultats de recherche et en lien avec les axes scientifiques de mon unité de recherche, l'UMR Eco&Sols, je propose de développer l'outil de modélisation SWAT appliqué au concept de Services Ecologiques (Francesconi *et al.*, 20016 ; Karabulut *et al.*, 2016) dans une démarche holistique écohydrologique pour répondre aux questions suivantes :

1. Pouvons-nous augmenter la productivité agricole en améliorant la qualité de l'eau et des sols (lié aux notions de WUE et NUE, *Water Use Efficiency* et *Nutrient Use Efficiency*) ?
2. Quel est le rôle de l'infiltration et de la réserve en eau du sol dans la dynamique de transfert des nutriments, voire des polluants, du sol vers les eaux de surface, et réciproquement ?
3. Quelle démarche scientifique adopter pour aider à gérer les conséquences de la production agricole sur l'environnement ?
4. Comment intégrer tout cela dans un modèle régional d'aide à la décision ?

C. Projet de recherche : Modélisation écohydrologique des agro-écosystèmes tropicaux, du local au grand bassin versant

« *Human activities now rival geologic-scale forces.* »

Wagener *et al.*, *Science*, 2010

Au terme de ces années de recherche, la connaissance des processus et des modalités de gestion des transferts d'eau et de matières de l'agro-écosystème au grand bassin versant, (1) via la mesure et l'observation de terrain, (2) via la modélisation hydrologique au sens large du terme, reste ma principale motivation et se retrouve naturellement au coeur de mes perspectives de recherche.

Mes travaux précédents ont porté sur la dynamique des flux d'eau et de matières dans les fleuves et les rivières en fonction des changements climatiques et des pratiques agricoles, principalement dans les écosystèmes agricoles continentaux, en zone sèche soudano-sahélienne (Sénégal, Mali) ou en zone humide de forêt (Centrafrique, Congo) ou de pente (Vietnam, Laos, Thaïlande). La compréhension de l'évolution du débit des fleuves, des flux sédimentaires et de l'érosion en amont des bassins sur les terres de pente en fonction du couvert végétal et des pratiques agricoles ont montré que les usages agricoles, et les politiques agricoles associées, avaient un rôle non négligeable, voire majeur, sur la qualité des eaux de surface des bassins aval, notamment en ce qui concerne les flux de macronutriments que sont le carbone (COP, CIP ; COD, CID ; respectivement Carbone Organique et Inorganique Particulaire, Carbone Organique et Inorganique Dissous) et l'azote (NO_3^- et NH_4^+ dans les eaux, sans oublier la possible production de N_2O , gaz à effet de serre 300 fois plus puissant que le CO_2), modifiant alors la dynamique des boucles microbiennes et orientant ainsi les chemins de la dynamique de fertilisation des eaux et des sols (Sanchez-Pérez *et al.*, 2003 ; Chapuis-Lardy *et al.*, 2007 ; Stadler *et al.*, 2008). Les processus d'infiltration et de circulation de l'eau et des macronutriments dans le sol, de prélèvement de l'eau et des macronutriments par les plantes sont en arrière-plan de tous ces résultats. Compte tenu de l'importance implicite de ces facteurs dans la fertilité des sols et la dynamique de l'érosion, et donc sur les processus de transferts d'eau et de matières dans l'agro-écosystème, je propose dans mes activités de recherche actuelles et à venir au sein de l'UMR Eco&Sols, **d'examiner explicitement l'impact des couples sol/plante et sol/eau sur le devenir des agro-écosystèmes à partir de l'analyse et de la modélisation des fonctions hydrologiques et des services écosystémiques.**

Les nouveaux enjeux

Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, les pratiques agricoles sont un facteur majeur de modification des caractéristiques du bassin versant et des processus qui y sont mis en action. Mais prédire comment ces changements interviennent, à quel moment, quelle intensité, et cela en fonction du changement climatique et de l'évolution des pratiques et des technologies, de la pression démographique, est encore un défi scientifique majeur (Mehdi *et al.*, 2015 ; Bussi *et al.*, 2017). Ces changements ont des implications hydrologiques et écologiques (Dale, 1997). Mais le plus fort impact est sûrement sur la qualité des eaux des rivières (Fezzi *et al.*, 2015), en altérant les processus de dénitrification/nitrification dans les sols et donc en changeant les flux d'azote sortant des agro-écosystèmes (Bussi *et al.*, 2017). Comprendre les processus écosystémiques dans l'agro-écosystème oblige donc à comprendre au plus près la dynamique des macronutriments en fonction des usages agricoles, de la dynamique de végétation, et des pressions climatiques.

Un autre défi majeur qui concerne de très près la mission de recherche IRD auprès de nos partenaires du Sud, est la réduction de la durée de la boucle de retour entre résultats de la recherche et application par les usagers. Les progrès technologiques de la chimie, de la miniaturisation et de la communication, déjà évoqués ci-avant, doivent permettre de changer de paradigme les modalités d'application des travaux de recherche. Voilà un deuxième défi scientifique auquel je me propose aussi de participer.

Les questions de recherche concernant la dynamique des transferts de matières

La dynamique des transferts de matières sera abordée via la connaissance des flux d'azote et leur couplage à la « modélisation écohydrologique », à savoir: modélisation des fonctions hydrologiques couplée au devenir des services écosystémiques.

(1) L'azote, malgré sa présence globale sur l'ensemble de la planète en tant que composant majeur de l'atmosphère (constituant environ 78% de l'atmosphère), est un élément difficilement assimilable par la plupart des écosystèmes terrestres. Aussi la croissance des plantes et la production primaire sont souvent limitées par la présence d'azote assimilable, dont la présence est contrainte par un ensemble de facteurs biotiques et abiotiques (Lebauer et Treseder, 2008 ; e.g. Trinh A.D. et al., 2016). Par ailleurs, les excès d'azote réactif (ammonium et nitrate) conduisent à des dégradations environnementales importantes, concernant aussi bien la qualité des eaux et des sols que la santé humaine ou encore la biodiversité (Brady et Weil, 2014). Enfin, il est tout aussi important de noter que le devenir d'environ 65% des formes réactives de l'azote sont encore largement inconnues (Galloway et al., 2008).

Un défi scientifique majeur actuel consiste à comprendre comment la présence d'azote impacts les différents services écosystémiques (Manning, 2012 ; e.g. Emmett et al., 2016). Cela implique d'avoir une approche holistique de la modélisation des flux d'azote dans le paysage. En effet, la somme des flux azotés des différents écosystèmes ne représente pas le flux de l'ensemble de ces écosystèmes (e.g. Barnard et al., 2005 ; Epelde et al., 2016 ; Harper et al., 2016). L'approche holistique doit aussi être une approche mécaniste couplée des flux d'azote avec les flux d'eau, en considérant d'une part les changements dans la composition et la quantité des apports de litières (Manning et al., 2008 ; Janeau et al., 2014), et d'autre part la dynamique des couples sol/plante et sol/eau pour un sol donné (Grimaldi et al., 2014) et aux échelles emboîtées du profil au paysage (Epelde et al., 2016). **Quelle est la contribution respective des facteurs biotiques et abiotiques qui contrôlent l'efficacité des processus de rétention ou de production à l'échelle d'une portion de sol ou de paysage ? Ou encore, quelles sont les interactions entre processus biotiques et abiotiques au sein de l'interface sol/eau/plante qui vont favoriser son efficacité environnementale et de production ?** (Fig. 33).

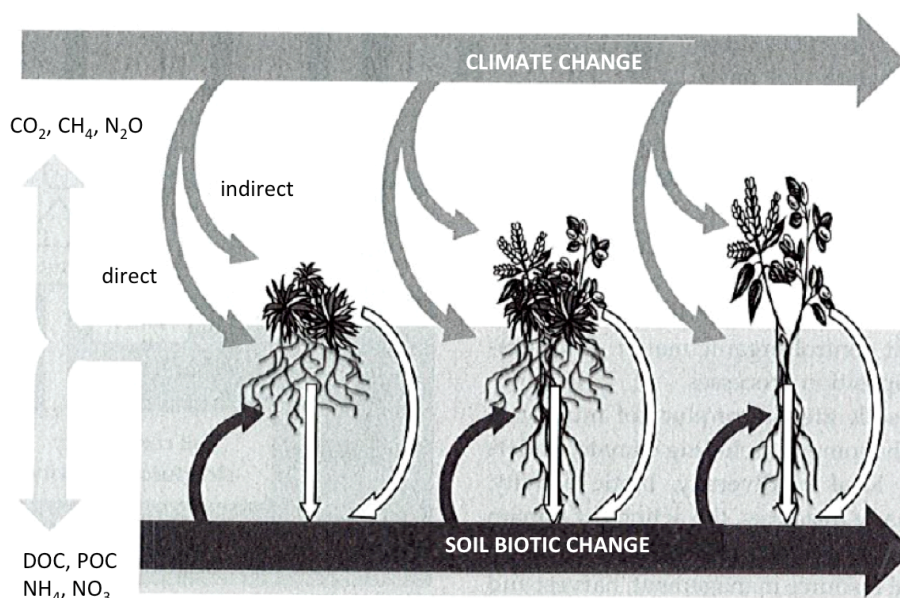


Fig. 33 : Schéma conceptuel de l'interface sol/eau/plante pour la compréhension de la dynamique de l'eau et des processus biotiques/abiotiques sur la lixiviation des macronutriments.

Source : d'après Ostle et Ward, 2012.

(2) Du point de vue des services écosystémiques, l'ajout d'azote a des impacts divers et la perception de son avantage ou non sera différente selon le point de vue. Dans un agro-écosystème, le service premier de production de nourriture sera favorisé au détriment probable d'autres services écosystémiques, tel que le stockage de carbone. Ce gain de production est local mais il aura aussi un impact sur les services écosystémiques voisins, tels que la fourniture d'eau propre ou encore la biodiversité : le lessivage des engrais polluera les eaux des alentours et les dépôts atmosphériques d'azote réduiront la biodiversité des zones tampon souvent utilisées comme zones de conservation. Aussi **pour comprendre les réels impacts (et les chiffrer) des apports en azote sur l'ensemble des services écosystémiques, que sont la production de nourriture et d'eau propre, le maintien de la biodiversité, l'entretien des valeurs esthétiques et culturelles du paysage, il est primordial dans un agro-écosystème donné d'identifier et de comprendre les chemins et mécanismes par lequel l'écosystème répond à la dynamique de l'azote en fonction des caractéristiques du sol et de son état de surface, de la composition de la strate végétale et de la dynamique de l'eau.**

Le but ultime sera d'obtenir une vision à long-terme de la réponse de l'écosystème aux diverses sollicitations pour la réalisation de scénarios d'aide à la décision (Whitehead et Crossman, 2012 ; Momblanch *et al.*, 2016).

Méthodologie proposée

La démarche utilisée associera: (1) expérimentations et mesures hydrologiques sur le terrain ; (2) modélisation écohydrologique qui consiste en une cartographie des services écosystémiques couplée à une modélisation hydrologique distribuée (*e.g.* Maes *et al.*, 2012 ; Franscesconi *et al.*, 2016 ; Momblanch *et al.*, 2016) ; et (3) ingénierie écologique.

Les expérimentations et mesures hydrologiques sur le terrain coupleront des approches sur parcelles le long d'un profil de sol et des approches sur petit bassin versant (de quelques hectares). Cette démarche appartient à l'hydrologie et pédologie classique de terrain. Je ne développe donc pas. Par contre, mes travaux antérieurs ont montré que les flux de macronutriments étaient fortement discriminés soit en fonction de la disponibilité en eau dans le paysage (sec/humide), soit en fonction de la disponibilité en macronutriments dans le paysage.

J'ai commencé à travailler sur des terrains contrastés sur ce couple eau/nutriments (Tab. 1), avec un focus sur un bassin tropical sec à faibles intrants sur Sorgho au Sénégal et un bassin tropical humide à forts intrants sur café au Costa Rica.

Tab. 1 : Distribution climatique et thématiques des terrains d'étude de mon axe de recherche actuel et futur

	<i>Agro-écosystème humide</i>	<i>Agro-écosystème sec</i>
<i>A faibles intrants</i>	Bassin du Fleuve Rouge (Vietnam)	Bassin du Sine-Saloum (Sénégal)
<i>A forts intrants</i>	Bassin de la Reventazon (Costa-Rica)	<i>Pas encore identifié</i>

La modélisation écohydrologique qui consiste en une cartographie des services écosystémiques couplée à une modélisation hydrologique distribuée est par contre originale. Dans un premier temps, elle pose la question de l'intégration multi-échelle des zones fonctionnelles identifiées au-préalable par la démarche précédente. L'intégration devant être spatiale et temporelle, il est important d'identifier les fonctionnalités pouvant être intégrées à l'échelle supérieure du fonctionnement des zones fonctionnelles du paysage. La démarche exige donc de la mesure terrain sur bassin hydrologique en termes de flux d'eau et flux d'azote. Le modèle SWAT, du fait du découpage de l'espace en HRU (unité hydrologique fonctionnelle) est particulièrement robuste pour ce type

d'approche (e.g. Radcliffe *et al.*, 2015). Dans un deuxième temps, il est envisagé d'utiliser le modèle pour aider à identifier et « quantifier » les services écosystémiques, ce qui est encore aujourd'hui un questionnement de recherche (Francesconi *et al.*, 2016 ; Karabulut *et al.*, 2016). Pour cela, il s'agira de définir de nouveaux index (ou indicateurs) permettant de pouvoir comparer, et donc évaluer, les performances des services écosystémiques sur la base de l'amélioration de nos connaissances des liens entre fonctions et services dans l'agro-écosystème. SWAT pourra alors être utilisé pour estimer l'impact des actions de gestion des ressources par la réalisation de scénarios aux échelles spatiales et temporelles voulues (Quintero *et al.*, 2009), du profil de sol au grand bassin versant (Fig. 34).

Bien sûr, la répartition spatiale des zones fonctionnelles ainsi que leur dynamique temporelle dépendent fortement des conditions hydromorphologiques. Sur la base de mes travaux antérieurs, je m'intéresserai tout particulièrement aux zones de pentes, zones ripariennes et zones humides.

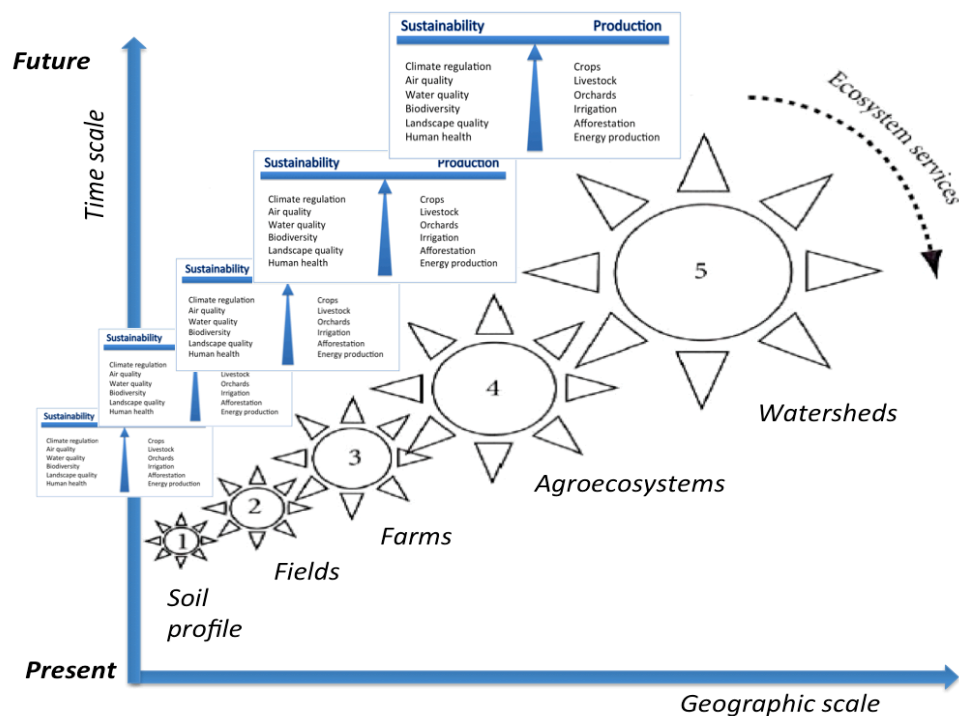


Fig. 34 : Schéma conceptuel de l'intégration des écosystèmes dans le temps et l'espace. Chaque niveau du paysage produit son propre ensemble de services écosystémiques. La modélisation SWAT a pour charge d'aider à maximaliser la somme des équilibres écosystémiques de chaque niveau sur la base du moteur hydrologique. Source : adapté d'après Lavelle *et al.*, 2006.

Exemple de 4 actions de recherche amorcées

C'est vraiment à partir de 2005, après la publication du MEA, que le concept de Services Ecosystémiques explose dans la littérature scientifique (Francesconi *et al.*, 2016) (Fig. 35). Ces auteurs font remarquer d'ailleurs que cette distribution des publications au cours du temps est synchrone du nombre de publications se référant à SWAT ; mais dans ce dernier cas, seulement 1 à 2% des « publications SWAT » font référence aux SE. Il reste donc, comme je l'écrivais ci-dessus, un fort potentiel du développement de SWAT en application du concept de SE pour comprendre les processus et améliorer la gestion des transferts d'eau et de matières dans les agro-écosystèmes.

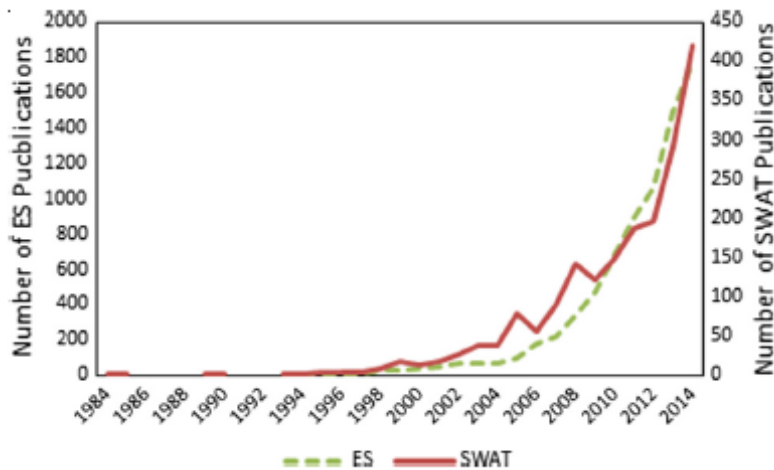


Fig. 35 : Distribution au cours du temps (de 1984 à 2014) des publications utilisant le concept de Services Ecosystémiques (ES) et de celles utilisant SWAT. Source : Francesconi et al., 2016.

Le récent développement du concept de Services Ecosystémiques a largement contribué à améliorer notre compréhension du rôle de l'environnement naturel dans le développement des sociétés humaines. La notion de gestion intégrée des ressources naturelles (IWRM) s'est imposée. Et la notion d'écosystème de l'écologiste s'est imposée au-delà de la notion de bassin versant de l'hydrologue (Martin-Ortega *et al.*, 2015). Aujourd'hui, il est admis par tous que l'étude des conditions environnementales (physiques, hydrologiques, chimiques, biogéochimiques et biologiques) liées aux forçages climatiques et anthropiques constitue un axe majeur de recherche pluri- et interdisciplinaire nécessaire pour une gestion éco-responsable de nos ressources naturelles. En effet, l'amélioration de la compréhension et de la prévision des indicateurs environnementaux fondamentaux concernant la fourniture de services écosystémiques dans l'ensemble du paysage aidera à éclairer les décisions prises et à prendre par les décideurs et les gestionnaires des terres agricoles (Martin-Ortega *et al.*, 2015 ; Emmett *et al.*, 2016). C'est la définition même de l'écohydrologie.

Mais après dix ans, il apparaît qu'il n'est pas si évident ou facile d'évaluer la performance des services écosystémiques, et donc d'avoir des indicateurs pour nourrir des modèles HEM (*Hydro-Economics Models*) qui permettraient de discuter des incertitudes et risques sur l'avenir, d'obtenir les seuils critiques pour un écosystème donné ? **Il manque encore des connaissances sur les fonctions écosystémiques, en fait sur le couplage des cycles hydrologiques, biogéochimiques et biologiques qui font les processus qui gouvernent le devenir de l'écosystème.** C'est aussi pour cela que depuis 2-3 ans le concept de SE est dépassé au travers du nexus *Water-Energy-Land-Food* (WELF), nouveau paradigme difficile à traduire en français, le mot « *land* » étant à la fois le sol, son environnement et ses pratiques (Ringler *et al.*, 2013 ; Karabulut *et al.*, 2016).

Les 4 actions que je propose ci-dessous, toutes déjà engagées mais à des niveaux d'avancement différents, représentent un continuum du local au régional, de la connaissance du processus au développement de pratiques agricoles et au développement technologique. Toutes ces actions sont typiquement des questionnements d'ingénierie écologique et d'écohydrologie.

Action 1 : Les flux d'azote et SE versus climat et topographie, dans l'agro-écosystème ?

Cette action concerne le couplage des cycles hydrologiques et biogéochimiques relatifs aux flux d'azote dans un agro-écosystème pour améliorer nos connaissances sur les fonctions écosystémiques. Je propose deux projets pays différents mais complémentaires (cf. Tab.1) :

1. **Projet de recherche DAQAR** (*Dynamique des Aquifères du bassin Arachidier*) : « *Ecohydrologie du bassin arachidier (cas de Niakhar): dynamique de l'infiltration et modélisation hydrologique des aquifères superficiels dans un espace sylvo-pastoral* » avec l'UCAD (Université de Dakar, EDEQUE) et le LMI-IESOL (ISRA-IRD) ;

2. **Projet de recherche COFHYNUTS** (*Coffee, Hydrology and Nutrient Sustainability*) : « *ES modeling under high nutrient input coffee basin for sustainable, resilient and climate-smart landscape* » avec le CATIE (PCCC lab) et le Coffee-Flux Collaborative Observatory (Roupsard *et al.*, 2015).

De par le monde, l'azote est le nutriment qui concentre le plus d'effort et le plus gros budget financier pour sa gestion. En effet, présent dans le sol surtout sous forme organique, il est indispensable pour la croissance des plantes. Il est donc un élément indispensable de l'agriculture, mais il est très mobile sous forme anionique, il bouge dans le sol et dans les plantes et se dilue dans l'eau. Il peut aussi passer sous forme gaz par oxydation ou réduction (N_2O ou NH_3) participant alors au réchauffement climatique. Enfin, en excès (dans l'eau, dans le sol ou dans l'air), il peut causer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. Or, comme je l'écrivais plus haut, une grande partie des flux d'azote à l'échelle du bassin versant est inconnue.

Il s'agit donc ici de traquer les différentes formes d'azote le long d'une toposéquence en fonction des mouvements de l'eau dans le profil de sol et en surface : suivre la dynamique d'infiltration en même temps que la percolation de l'azote et/ou son utilisation par les masses biologiques. Puis il s'agira de réintroduire cette connaissance à l'échelle du petit bassin versant. Au Costa Rica, le bassin versant expérimental d'Aquiarres a déjà une grande banque de données hydrologiques et de flux azotés disponibles. Afin de discuter des indicateurs représentants les fonctions et les services écosystémiques, le développement de la modélisation SWAT se focalisera sur deux échelles complémentaires :

- la zone tampon que constitue les zones ripariennes à proximité des zones de bas-fonds : quelle est leurs différences de fonctionnement en zone sèche et en zone humide ?
- le petit bassin versant (de l'ordre du km^2) afin d'identifier les facteurs clés de contrôle des processus de transports des nutriments pour permettre d'aborder l'intégration de ces zones ripariennes et des bas-fonds à l'échelle du bassin versant.

Action 2 : Les flux d'azote et SE dans le grand bassin versant ?

A partir de l'action 1, il s'agit d'appliquer la modélisation écohydrologique (*i.e.* modélisation hydrologique couplée à la cartographie dynamique des SE) à de grands hydrosystèmes. A la demande des collègues du CATIE, il s'agit de travailler à l'échelle du bassin de la Reventazon (d'une superficie de $371 km^2$), rivière très aménagée en petits barrages hydroélectriques (Vallet *et al.*, 2016). Cette approche s'intègre dans le projet AGRIFORLAC en cours de discussion avec de nombreuses équipes CIRAD (PCP AFS-PC, *Agroforestry Systems with Perennial Crops*) : « *Agroforesterie, sylvo-pastoralisme et foresterie pluri-fonctionnelles pour des paysages durables, résilients et climato-intelligents en Amérique Latine et Caraïbes* ». Au Sénégal, on se préoccupera du bassin du Sine-Saloum avec ici aussi une demande forte de l'UCAD et en concordance avec le LMI IESOL.

Je suis impliqué aussi dans les discussions d'un autre grand projet pluri-équipe au Vietnam (LMI LOTUS) qui concerne l'ensemble du bassin versant du Fleuve Rouge (soit $150\ 000 km^2$). Avec Sabine Sauvage et José Sanchez-Pérez, nous coordonnons l'axe « *Modélisation SWAT et SE* », suite au projet EC2CO/SWAT-RBVecology en cours. Ce nouveau projet en cours d'écriture est porté par Marine Herrmann (UMR LAGOS) avec l'USTH (*Université des Sciences et Techniques de Hanoi*) et CLS (entreprise française du CNES pour l'utilisation des images satellitaires). Pour notre partie, il s'agit de :

1. Quantifier et cartographier les indicateurs SE dans le bassin versant du Fleuve Rouge pour six questions environnementales clés de ce bassin versant: productivité agricole, productivité hydroélectrique, érosion, qualité de l'eau, flux d'azote, stockage du carbone ;
2. Déterminer quels gradients peuvent être utilisés pour caractériser la fourniture des SE ;
3. Déterminer la dépendance spatiale des relations entre SE dans le bassin versant, en comparant les gradients identifiés précédemment ;
4. Tester la capacité de prédire la disponibilité des macronutriments à partir d'un jeu de gradients déterminés, puis discuter de la dynamique des SE dans le bassin versant du Fleuve Rouge en fonction des six questions environnementales listées en question 1.

Action 3 : Objets technologiques et gestion de la fertilité

L'action 3 concerne l'utilisation d'objets technologiques pour mobiliser une meilleure utilisation des déchets azotés au sein de l'exploitation agricole. Il s'agit donc de revenir au niveau de la décision locale, l'agriculteur. Les objets technologiques sont : le biodigester, d'une part, et le filtre planté, d'autre part. Cette action a pour objectif le recyclage des eaux usées, problème majeur de santé publique et de qualité environnementale, d'autant plus accru dans les pays tropicaux aux économies fragiles en pleine expansion. Ce que je propose est une approche holistique pour une prise en charge complète de la gestion des eaux usées à l'échelle de l'exploitation agricole. Au-delà du biodigester, le projet CLEAN-BIODIG en cours (2013-2018) s'intéresse à l'utilisation du biodigestat, produit liquide issu de la méthanisation et hautement concentré en azote : comment le biodigester peut créer un pôle de développement économique dans une petite exploitation agricole ?

Le projet CLEAN-BIODIG, initié en octobre 2011 entre l'ONG ZEBUNET, l'IRD et une institution de recherche vietnamienne, l'IAE (*Institute for Agricultural Environment*, de l'Académie des Sciences Agricoles du Vietnam), a atteint fin 2016 plus de 300 bénéficiaires directs dans 4 provinces du Vietnam. L'objectif est de favoriser l'équipement en biodigesteurs de petites exploitations agricoles familiales vivant du petit élevage (porcin et bovin) en leur permettant de réutiliser le lisier pour se chauffer, s'éclairer et cuisiner, tout en contrôlant et réduisant la pollution des eaux et des sols par les nitrates. L'originalité est de coupler le micro-crédit à un ensemble d'indicateurs environnementaux, économiques et sociaux dans un système d'aide à la décision permettant, sous contrat (de type PES) entre l'ONG et l'agriculteur bénéficiaire, de caper le taux de remboursement du crédit en fonction d'objectifs environnementaux négociés, le tout étant accompagné d'un programme de formation sur 2 à 4 ans. L'objectif est d'avoir des « biodigesteurs propres » ! Ce projet bénéficie aussi du partenariat avec une entreprise privée française spécialiste des systèmes de méthanisation et d'épuration, EPURTEK, et avec une ONG vietnamienne spécialiste en micro-crédit, MACDI.

CLEAN-BIODIG réalise cet accompagnement sous la forme d'un contrat entre l'ONG Zebunet et l'agriculteur bénéficiaire, selon un principe de Paiement pour Services Environnementaux (PSE ou PES). Dans le cadre du financement de micro-crédit proposé par l'ONG, le contrat impose la construction d'une deuxième cuve à côté du biodigester pour récupérer le biodigestat. Le dimensionnement des équipements est négocié avec l'agriculteur. Une liste d'indicateurs de suivis environnementaux, économiques et sociaux lui est présentée, sur la base de la formation reçue dans la phase initiale du projet consistant à formaliser et dimensionner le projet de construction.

En effet, derrière la vision vertueuse souvent diffusée du biodigester, mes travaux menés au Vietnam (*e.g.* projet « *Biogas and PES* » financé par l'AFD, 2008-2009) ont montré que le biodigestat est très souvent non utilisé et laissé à s'écouler dans la nature, polluant ainsi les sols alentours et surtout les eaux de nappe et tout le réseau hydrographique de proximité. Le biodigester entraîne alors un cercle vicieux de pollution environnementale à conséquences graves, multiples et durables. Le problème est donc d'assurer une bonne pratique pour la gestion du biodigestat (liquide résiduel concentré d'azote à très fort potentiel polluant des sols et des eaux s'écoulant du biodigester). Les solutions techniques d'usage préconisées sont classiques : épandage en jardin pour maraichage, riziculture, alimentation de mares pour production de biomasse végétale aquatique et de poisson.

CLEAN-BIODIG a un potentiel énorme de développement dans toute la petite paysannerie du monde tropical. On relève effectivement de par le monde une utilisation souvent approximative et dangereuse du biodigester et des biodigestats, même malgré les formations initiales données parfois lors de la construction des biodigesteurs. La mauvaise ou non utilisation généralisée du biodigestat conduit ainsi à des pollutions durables des eaux de nappes et de rivières. En particulier, l'effet le plus remarquable de la présence d'un biodigester dans un système d'élevage est la réduction des mauvaises odeurs. Or ce phénomène donne lieu à une extension rapide de l'élevage (nombre de têtes), jusque-là contenue par soucis du contrôle des nuisances olfactives. De ce fait, l'installation de biodigesteurs fait rapidement face à un sous-dimensionnement des équipements, conduisant à une saturation de la méthanisation ayant pour conséquence l'arrêt de la production de

biogaz (méthane) et surtout l'augmentation de la quantité de biodigestat, provoquant ainsi une hausse de la pollution environnementale.

L'originalité de CLEAN-BIODIG est d'assurer avant tout une bonne utilisation du biodigestat par un système original de contrat PSE associant dans un tout le bon usage du biodigesteur et de son biodigestat. Primé au dernier Forum International CONVERGENCES'2016 à Paris, des négociations sont actuellement en cours pour installer ce concept dans l'ensemble du Vietnam (projet sur appel de la Banque Asiatique du Développement), au Mali (projet en discussion avec GERES et la Fondation DREYFUS) et à Madagascar (projet en cours de discussion entre ZEBUNET et le FIFAMANOR). Dans tous ces projets en discussion, l'idée est d'associer un partenariat PPP avec une dimension recherche importante sur la gestion de la fertilité des sols.

Action 4 : Objets technologiques et épuration des eaux

Le deuxième axe technologique que je souhaite poursuivre concerne les filtres plantés pour l'utilisation en direct des « eaux noires », c'est-à-dire des eaux usées provenant des latrines (projet SMART-CLEAN-GARDEN en cours d'écriture) : comment le filtre planté peut être utilisé pour recréer des espaces verts ?

Le projet SMART-CLEAN-GARDEN est un projet de R&D utilisant la technologie bien connue du jardin filtrant associée à la miniaturisation de sondes spécifiques nitrate et ammonium connectées sur internet. C'est donc à la fois un projet de démonstration de l'efficacité du jardin filtrant, un projet de recherche sur le cycle de l'azote en fonction de la disponibilité en eau, et un projet de recherche en IoT (Internet of Things) pour le contrôle et la gestion à distance des flux d'azote. L'innovation est donc triple : (1) vouloir épurer des eaux noires en milieu publique (nous avons choisi un campus universitaire), (2) sous contrôle automatisé à distance des quantités et qualités des effluents, (3) à partir de capteurs biogéochimiques imprimés miniaturisés et connectés (Fig. 38).

Outre Eco&Sols, les partenaires de ce projet sont le CEA (le laboratoire du LETI à Grenoble) pour la construction des capteurs imprimés, EPURTEK (compagnie privée) pour le montage des jardins filtrants et de l'IoT, UMMISCO (UMR IRD-Paris6) pour la modélisation STI, mon ancienne JEAI BioGEAQ (de l'Académie des Sciences et Techniques du Vietnam) pour les tests en laboratoires et les suivis de terrain sur les jardins, et ECOLAB (UMR CNRS-INRA-Toulouse) pour l'expérimentation en ingénierie écologique. Nous envisageons deux phases : une première phase de test des capteurs délivrés par le CEA début 2018, une deuxième phase de mise en place des jardins écologiques.

La première phase de test est prévue à réaliser dans les laboratoires d'Eco&Sols et dans les laboratoires de l'IET (*Institute of Environmental Technology*) à Hanoi. Ensuite l'IET sera porteuse du dépôt du projet de recherche (en avril 2018) sur la modélisation du cycle azoté en jardins filtrants, auprès de la VAST (50 k\$/2ans). Il est envisagé de coupler deux types de champs humides filtrants, un champ humide dit « vertical » qui crée un milieu aérobie, puis un champ humide dit « horizontal » qui crée un milieu anaérobie. Nous faisons l'hypothèse que ce couplage associé à un contrôle des apports en eaux noires et de l'humidité des sols nous permettra de contrôler la minéralisation et la dénitrification de l'azote afin d'optimiser la NUE (*Nutrient Use Efficiency*) pour l'obtention d'eau claire qui alimentera une mare à poissons. L'USTH a donné son accord pour installer ce complexe de 100 m² sur son nouveau campus pour épurer les eaux noires de son building administratif de 150 personnes par jour (Fig. 36 et 37). Nous prévoyons de pouvoir épurer environ 4 m³/jour.

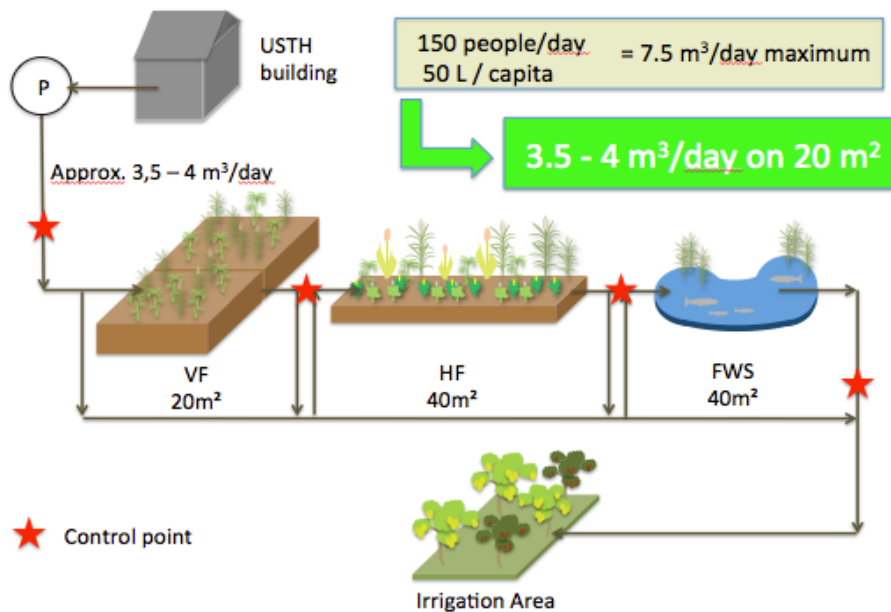


Fig. 36 : Schéma d'installation du SMART-CLEAN-GARDEN. Source : Orange et al., 2017.

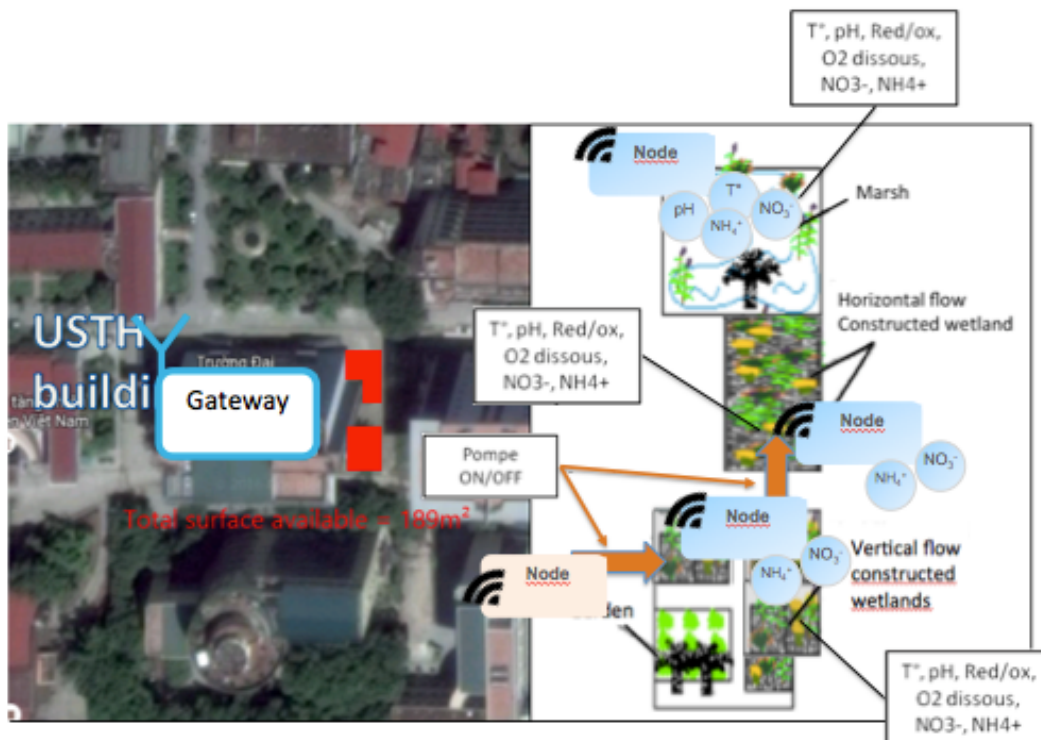


Fig. 37 : IoT network du SMART-CLEAN-GARDEN. Source : Orange et al., 2017.

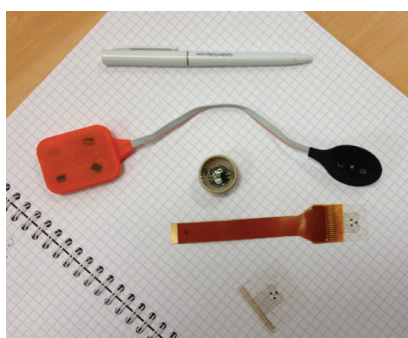


Fig. 38 : Exemple de capteurs imprimés du LETI (CEA, Grenoble). Source : Orange et al., 2017.

D. Conclusion générale

« *Stationarity is dead, the time of easy water is over.* »

Introduction Speech for IHP-WINS, UNESCO,

Paris, 31 January 2017

De tout temps, les fléaux naturels que sont l'excès et la pénurie d'eau ont menacé l'agriculture. A l'heure actuelle, malgré les progrès considérables des connaissances scientifiques et technologiques, les agriculteurs sont plus exposés que jamais aux aléas économiques liés à la mondialisation, aux dégradations environnementales, aux extrêmes climatiques, aux pressions démographique et politique les repoussant vers les terres dites marginales. Et de plus, leur santé est souvent mise en danger de par une utilisation mal documentée des polluants organiques persistants. Dans les pays en voie de développement, les densités de population augmentent encore plus rapidement ; les terres de faible rendement servent de plus en plus à utiliser des cultures inappropriées, ce qui se traduit par l'érosion des sols et des crues soudaines ; le déboisement a privé les terres escarpées de leur couverture végétale protectrice en les dénudant ; les pollutions organiques sont de plus en plus importantes. En bref, il y a urgence à mieux gérer les transferts d'eau et de matières de l'agro-écosystème au bassin versant.

Mes travaux de recherche ont montré que les transferts d'eau et de matières dans les rivières étaient fortement impactés en quantité et qualité par un nombre important et divers de facteurs, autochtones et allochtones. Outre la qualité du sol et de son couvert végétal, la distribution des pluies et leur intensité au cours de l'année en fonction des calendriers culturels ont un impact majeur. Mais mes travaux montrent que la pratique agricole, voire la politique agricole, peut avoir un impact encore supérieur. Il est donc primordial d'approcher la gestion des ressources naturelles dans un ensemble d'échelles de temps et d'espace emboîtées, du local au régional, par une approche environnementale holistique en relation directe avec les problématiques de production de l'agriculteur et d'aménagement du territoire du décideur régional.

Par ailleurs, mes travaux avec les collègues microbiologistes et biogéochimistes montrent que le couvert végétal a un impact non négligeable sur les cortèges bactériens du sol et de l'eau, orientant les grandes voies de minéralisation de la matière organique et de production de la chaîne primaire, montrant là encore le besoin d'une approche holistique du système Sol/Eau/Plante. Les projets de recherche de **l'Action 1**, DAQAR et COFHYNUTS, vont dans ce sens, en couplant les cycles des macronutriments que sont N, P et C, via la modélisation distribuée écohydrologique de la dynamique des services écosystémiques, le tout dans une volonté de transfert d'échelle. Cette démarche participe aux multiples travaux sur l'agroforesterie. Il s'agit de construire des compromis en terme de compétition sur l'eau, le sol et les macronutriments pour une gestion intensive et durable du système d'exploitation agricole en gérant au mieux l'équilibre entre plantations annuelles et plantations pluri-annuelles. **Les exemples contrastés du Sénégal et du Costa Rica que je propose nous permettront de mesurer le rôle de l'arbre sur la dynamique des macronutriments disponibles dans le sol, en relation avec la disponibilité en eau et les services écosystémiques rendus.**

La gestion des transferts d'eau et de matières doit être multifactorielle et multi-échelle, de l'agro-écosystème au bassin versant, localisée et en réponse à un questionnement précis : quels services écosystémiques je privilégie ? Selon quelle séquence ? Inévitablement, la complexité accrue de la gestion des écosystèmes liée à la pression sur la ressource se traduira par des compromis, car les tentatives de maximiser un service écosystémique pourront entraîner la perte ou la dégradation d'autres services. Répondre à ces défis exige une meilleure compréhension des contraintes

environnementales fondamentales sur les services et les fonctions des écosystèmes et leurs distributions et interactions à l'échelle du paysage (cf. la modélisation écohydrologique SWAT de l'Action 2). **L'établissement de politiques de gestion pour minimiser les compromis et maximiser les avantages conjoints nécessite une compréhension quantitative des inter-relations entre les différentes métriques des services écosystémiques et leurs réponses aux changements dans la fonction des écosystèmes. Tout cela est encore à inventer.**

L'extrême variabilité des situations en terme de transferts d'eau et de matières impliquent la multiplicité de niveaux de gestion à des degrés divers, parfois complémentaires mais pas toujours, car ils n'appartiennent pas aux mêmes logiques (hydrologiques, écologiques, sociales, administratives, politiques, etc.). Les politiques d'aménagement du territoire ou de gestion des ressources naturelles doivent donc apporter des solutions aux deux problèmes associés que sont les concurrences sur un même espace productif et l'harmonisation des stratégies individuelles, dans le respect du temps long afin d'assurer un « développement durable ». Dans un tel processus, les sciences sociales deviennent motrices et accompagnatrices permanentes de l'action de développement qui *de facto* se doit de concilier les échelles d'espace du local au régional, de l'agro-écosystème au bassin versant. En 2002, j'écrivais : « *Les voies d'action pour résoudre ce paradoxe entre « gestion intégrée » et « gestion locale » sont encore à trouver* » (Orange *et al.*, 2002b). Nous avons vu que je propose de répondre à ce dilemme par la modélisation écohydrologique des services écosystémiques. **Nous avons vu aussi que cette utilisation des services écosystémiques passait par une meilleure connaissance des fonctions écosystémiques, et donc des processus, connaissance nécessaire à acquérir sur des bassins versants et agro-écosystèmes expérimentaux et équipés pour réaliser de la mesure à pas de temps court (infra-horaire) des flux d'eau et de macronutriments.**

Mais au-delà de cela, je suggère aussi de continuer à utiliser l'attrait particulier de l'agriculteur pour le biodigesteur afin de l'accompagner vers une meilleure utilisation du biodigestat, et d'améliorer notre connaissance de la gestion de la fertilité (*i.e.* des déchets azotés) dans les petits systèmes d'exploitation agricole tout en contrôlant au mieux les pollutions diffuses d'azote à l'échelle du bassin versant (**Action 3**). C'est dans une même démarche du local au régional, de l'ingénierie écologique à l'écohydrologie, que je propose une nouvelle voie pour l'utilisation directe et locale des eaux noires humaines (**Action 4**). **Cette approche est couplée à la mise au point d'un capteur biogéochimique imprimé et connecté, lequel capteur est déjà d'un fort attrait pour l'ensemble de la communauté des géochimistes et biogéochimistes. Dans ces deux dernières actions, l'intérêt est aussi de construire un intérêt partagé entre multi-acteurs, de la recherche à la société civile, pour créer un espace mutualisé de ressources où la solidarité pourra s'exprimer pour une gestion optimale de l'agro-écosystème.**

Je ne peux finir ce document sans rappeler la nécessité d'obtention de données de terrain robustes et sur le long terme, qui exigent des politiques de recherche soutenues au-delà des simples appels à projets de 3 à 4 ans. **Dans cette période de vie de notre Planète où le changement est en accélération constante, la communauté scientifique et politique doit bien se persuader que les longues séries temporelles en hydrologie et en qualité environnementale sont une obligation pour répondre aux questionnements de la société civile. Il en est de notre responsabilité vis-à-vis des générations futures.**

Il est acquis que l'humanité excède déjà les capacités de notre planète pour répondre aux activités et demandes humaines croissantes, du fait des forces conjointes que sont la croissance démographique et la dégradation environnementale, accentuées du changement climatique : « *Aussi le futur de la gestion des ressources naturelles dépend essentiellement du changement de comportement de la pensée individuelle à propos de l'environnement et de son impact sur le bien-être de l'homme, du comment les décideurs traiteront les valeurs écologiques, du comment la communauté scientifique communiquera ses découvertes, et de la quantité de fonds financiers qui seront injectés pour résoudre les problèmes environnementaux cruciaux* » (Moss *et al.*, 2014).

Un point fondamental que les scientifiques doivent absolument prendre en charge est le fait

que le monde est en changement permanent. Aussi la science doit être évolutive. Cela a des implications fortes sur le rôle et le mode d'utilisation des modèles. Cela implique une compréhension plus poussée des caractéristiques descriptives du système étudié, et de ses composantes, sous des conditions changeantes. C'est seulement à travers une approche holistique, et donc d'efforts de collaborations interdisciplinaires, que nous pourrions envisager d'appréhender, comprendre et gérer les changements globaux par un aller-retour permanent entre expérimentation et modélisation.

Enfin, parce que l'eau est le facteur clé de l'évolution biogéochimique de notre planète, l'eau continuera à être le facteur limitant du développement durable dans la plupart des régions du globe. Aussi notre existence sur Terre dépend avant tout de notre capacité à comprendre, gérer et restaurer les processus fondamentaux gouvernant les transferts d'eau et de matières, localement et globalement, à court et long terme, dans l'agro-écosystème et le bassin versant.

Comprendre les interactions complexes entre systèmes écologiques, concernant spécifiquement l'utilisation des sols et des eaux, et systèmes socio-économiques réels des individus (et non seulement des investisseurs) dans le respect mutuel des populations reste assurément un défi majeur de l'écohydrologie.

E. Références citées

* Soulignés le noms des étudiants que j'ai encadré.

* Surlignés en jaune les publications dont je suis co-auteurs.

Amoros C., Petts G.E., 1993. *Hydrosystèmes fluviaux*. Masson, Paris, 300 p.

Barnard R., Leadley P.W., Hungate B.A., 2005. Global change, nitrification, and denitrification : a review. *Global Biogeochemical Cycles*, 19 : 1-67.

Bernard-Jannin L., Orange D., Pham Dinh Rin, Henry des Tureaux T., Laissus M., Jouquet P., Tran Duc Toan, 2011. The contribution of erosion in a small cultivated hilly catchment of North Vietnam due to an exceptional rainfall event. *EGU, Geophysical Research Abstract*, 13: 669.

Beven K., Freer J., 2001. Equifinality, data assimilation, and uncertainty estimation in mechanistic modelling of complex environmental systems using the GLUE methodology. *J Hydrology*, 249(1-4) : 11-29.

Billen G., Garnier J., 2000. Nitrogen transfers through the Seine drainage network: a budget based on the application of the RIVERSTRAHLER Model. *Hydrobiologia*, 410 : 139-150.

Billen G., Garnier J., 2007. River basin nutrient delivery to the coastal sea : assessing its potential to sustain new production on non-siliceous algae. *Mar. Chem.*, 106 : 148-160.

Biswas A.K., 2008. Integrated water resources management: is it working? *Int Journal Wat Res Dev*, 24(1): 5-22.

Bosch J.M., Hewlett J.D., 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *J Hydrology*, 55: 3-23.

Bousquet F., Barreteau O., Mullon C., Weber J., 1998. Modélisation d'accompagnement : systèmes multi-agents et gestion des ressources renouvelables ». In : *Quel environnement au 21e siècle ? Environnement, maîtrise du long terme et démocratie*, Actes de colloque, Ed. Hermès, Paris : 10 p.

Brady N.C., Weil R.R., 2014. *The nature and properties of soils*. 14th Ed., Pearson New International Edition, Pearson : 1046 p.

Bricquet J-P., Mahé G., Bamba F., Diarra M., Mahieux A., Des Tureaux T., Orange D., Picouet C., Olivry J.C., 1997. Erosion et transport particulaire par le Niger: du bassin supérieur à l'exutoire du delta intérieur (bilan de cinq années d'observation). In: FRIEND'97 — Regional Hydrology: Concepts and Models for Sustainable Water Resource Management, *IAHS Red Books*, IAHS Publ., 246: 335-346.

Bricquet J-P., Gourcy L., Mahé G., Orange D., Picouet C., Olivry J-C., 1998. Dissolved matter fluxes in the inner delta of the Niger river. In: *Hydrology in the humid tropic*. *IAHS Red Books*, IAHS Publ.

Brown A.E., Zhang L., McMahon T.A., Western A.W., Vertessy R.A., 2005. A review of paired catchment studies for determining changes in water yield resulting from alterations in vegetation. *J Hydrology*, 310(1-4): 28-61.

Bui T.Y., Orange D., Visser S.M., Chu T.H., Laissus M., Poortinga A., Tran D.T., Stroosnijder L., 2014. Lumped surface and sub-surface runoffs for erosion modeling within a small hilly watershed in northern Vietnam. *Hydrological Processes*, 28: 2961-2974.

Bussi G., Janes V., Whitehead P.G., Dadson S.J., Holman I.P., 2017. Dynamic response of land use and river nutrient concentration to long-term climatic changes. *Science of the Total Environment*, Available online 10 March 2017.

Calder I.R., 1999. *The Blue Revolution : land-use & integrated water resources management*. Ed. Earthscan, London : 192 p.

Calder I.R., 2000. Land use impacts on water resources. In: Land-water linkages in rural watersheds, *Electronic workshop*, Background Paper No. 1, September 18 – October 27, FAO.

Calder I.R., 2004. Forests and water - closing the gap between public and science perceptions. *Water Science and Technology*, 49(7): 39-53.

Calow P., 1987. Towards a definition of functional ecolog. *Functional Ecology*, 1(1) : 57-61.

- Castella J.-C., Husson O., Le Quoc Doanh, Ha Dinh Tuan, 1999. Mise en oeuvre de l'approche écorégionale dans les montagnes du bassin du fleuve Rouge au Vietnam : le projet systèmes agraires de montagne. *Les Cahiers de la recherche développement*, Ed. Cirad, Paris, 45 : 114-133.
- Chao B.F., Wu Y.H., Li Y.S., 2008. Impact of artificial reservoir water impoundment on global sea level. *Science*, 320: 212-214.
- Chapuis-Lardy L., Wrage N., Metay A., Chotte J.-L., 2007. Soils, a sink for N₂O? A review. *Global Change Biology*, 13 : 1-17.
- Chiew F.H.S., Zhou S.L., McMahon T.A., 2003. Use of seasonal streamflow forecasts in water resources management. *J Hydrology*, 270: 135–144.
- Chiew F.H.S., Kirono D.G.C., Kent D.M., Frost A.J., Charles S.P., Timbal B., Nguyen K.C., Fu G., 2010. Comparison of runoff modelled using rainfall from different downscaling methods for historical and future climates. *J Hydrology*, 387: 10–23.
- Clarke F.W., 1924. Data of geochemistry. 5^e édition, *US Geol. Survey, Bull.*, 70 : 841 p.
- Clément F., 2010. Analysing decentralised natural resource governance: proposition for a “politicised” institutional analysis and development framework. *Policy Sci.*, 43(2) : 129-156.
- Clément F., Amezaga J. M., Orange D., Tran Duc Toan, 2007. The impact of government policies on land use in Northern Vietnam: An institutional approach for understanding farmer decisions. *IWMI Research Report*, 112, Colombo, Sri Lanka, International Water Management Institute, 27p.
- Clément F., Amezaga J.M., 2008. Linking reforestation policies with land use change in Northern Vietnam: Why local factors matter. *Geoforum*, 39(1): 265-277.
- Clément F., Orange D., Williams M., Mulley C., Epprecht M., 2009. Drivers of afforestation in Northern Vietnam: Assessing local variations using geographically weighted regression. *Applied Geography*, doi:10.1016/j.apgeog.2009.01.003: 1-16.
- Clément F., Amezaga J.M., 2009. Afforestation and forestry land allocation in Northern Vietnam: Analysing the gap between policy intentions and outcomes. *Land Use Policy*, 26 (2):458-470.
- Conway D., 2005. From headwater tributaries to international river: Observing and adapting to climate variability and change in the Nile basin. *Global Environmental Change*, 15 : 99-114.
- Coynel A., Seyler P., Etcheber H., Meybeck M., Orange D., 2005. Spatial and seasonal dynamics of total suspended sediment and organic carbon species in the Congo River. *Global Biogeochemical Cycles*, 19(4): GB4019, 17 p.
- Costello A., Abbas M., Allen A., Ball S., Bell S., Bellamy R., Friel S., Groce N., Johnson A., Kett M., Lee M., Levy C., Maslin M., McCoy D., McGuire B., Montgomery H., Napier D., Pagel C., Patel J., Puppim de Oliveira J.A., Redclift N., Rees H., Rogger D., Scott J., Stephenson J., Twigg J., Wolff J., Patterson C., 2009. Managing the health effects of climate change. *The Lancet*, London, 373(9676) : 1693-1733.
- Crossman J., Whitehead P.G., 2016. Bridging gaps across macronutrient cycles. *Science of the Total Environment*, 572 : 1447-1448.
- Dale V.H., 1997. The relationship between land-use change and climate change. *Ecol. Appl.*, 7 : 753-769.
- Dang Thi Ha, Coynel A., Orange D., Blanc G., Etcheber H., Le Lan Anh, 2010. Long-term monitoring (1960-2008) of the river-sediment transport in the Red River Watershed (Vietnam): temporal variability and dam-reservoir impact. *Sciences of the Total Environment*, 408 (20): 4654-4664. ISSN 0048-9697.
- Dang Thi Ha, 2011. *Erosion et transferts de matières en suspension, carbone et métaux dans le bassin versant du Fleuve Rouge depuis la frontière sino-vietnamienne jusqu'à l'entrée du delta*. PhD of University Bordeaux 1, Environmental Sciences, defense 18 March 2011, 309 p.
- Diarra L., Fofana A., Givone P. Maiga H., Morand P. Orange D., Traore P.S., 2007. Connaissance du fleuve, évolution et indicateurs. In Marie J., Morand P. Ndjim H. (EdS.): *The Niger River's Future*, Coll. Expertise Collégiale, IRD ed., Paris, Cdrom : 193-301.
- Dijkstra F.A., West J.B., Hobbie S.E., Reich P.B., Trost J., 2007. Plant diversity, CO₂, and N influence inorganic and organic N leaching in grasslands. *Ecology*, 88 : 490-500.

Do Duy Phai, Orange D., Migraine J-B., Tran Duc Toan, Nguyen Cong Vinh, 2007. Applying GIS-assisted modelling to predict soil erosion on a small agricultural watershed within sloping lands in Northern Vietnam. Sustainable watershed management in cultivated sloping lands of SEA. In Gebbie L., Glendinning A., Lefroy-Braun R., Victor M. (EdS.): Proceedings of the 2nd Int. Conf. on *Sustainable sloping lands and watershed management linking research to strengthen upland policies and practices*, NAFRI, Vientiane (Laos), December 2007: 212-228.

- Döll P., Fiedler K., 2008. Global-scale modeling of groundwater recharge. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 12 : 863-885.
- Downs P.W., Gregory K.J., 2014. *River channel management : Towards sustainable catchment hydrosystems*. Edn Routedledge, USA : 379 p.
- Dungait J.A.J., Cardenas L.M., Blackwell M.S.A., Wu L., Withers P.J.A., Chadwick D.R., Bol R., Murray P.J., Macdonald A.J., 2012. Advances in the understanding of nutrient dynamics and management in UK agriculture. *Science of the Total Environment*, 434 : 39–50.
- Duong Thu Thuy, Hoang Thi Thu Hang, Nguyen Trung Kien, Le Thi Phuong Quynh, Luu Thi Nguyet Minh, Trinh Anh Duc, Le Hung Anh, Ho Tu Cuong, Dang Dinh Kim, Nemery J., Orange D., Klein J., 2017. Impact of anthropogenic activities on water quality and plankton communities in the Day River (Red River Delta, Vietnam). *Environmental Science and Pollution Research*, soumis.
- Duvail S., Mietton M., Gourbesville P., 2001. Gestion de l'eau et interactions société-nature: le cas du delta du Sénégal en rive mauritanienne. *NSS*, 9 (2) : 5-16.
- Emmett B.A., Cooper D., Smart S., Jackson B., Thomas A., Cosby B. Evans C., Glanville H., McDonald J.E., Malhame S.K., Marshall M., Jarvis S., Rajko-Nenow P., Webb G.P., Ward S., Rowe E., Jones L., Vanbergen A.J., Keith A., Carter H., Pereira M.G., Hughes S., Lebron I., Wade A., Jones D.L., 2016. Spatial patterns and environmental constraints on ecosystem services at a catchment scale. *Science of the Total Environment*, 572 : 1586-1600.
- Epelde A.M., Antiguada I., Brito D., Jauch E., Neves R., Garneau C., Sauvage S., Sánchez-Pérez J.M., 2016. Different modelling approaches to evaluate nitrogen transport and turnover at the watershed scale. *J. Hydrology*, 539 : 478-494.
- Everard M., Powell A., 2002. Rivers as living systems. *Aq. Cons. Mar. Freshwat. Ecosys.*, 12: 329-337.
- FAO, 2006. *Livestock's long shadow*. Report, 416 p.
- Fezzi C., Harwood A.R., Lovett A.A., Bateman I.J., 2015. The environmental impact of climate change adaptation on land use and water quality. *J. Chem. Information & Modeling*, 5 : 255-260.
- Fisher B., Turner R.K., Morling P., 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68 : 643-653.
- Francesconi W., Srinivasan R., Perez-Minana E., Willcock S.P., 2016. Using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) to model ecosystem services : a systematic review. *J. Hydrology*, 535 : 625-636.
- Gac J-Y., 1980. Géochimie du bassin du Lac Tchad. *Travaux et Documents de l'Orstom*, 123, Ed. ORSTOM, Paris : 252 p.
- Galloway J.N., 2000. Nitrogen mobilization in Asia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 57(1) : 1-12.
- Galloway J.N., Townsend A.R., Erisman J.W., Bekunda M., Cai Z., Freney J.R., Martinelli L.A., Seitzinger S.P., Sutton M.A., 2008. Transformation of the nitrogen cycle : recent trends, questions and potential solutions. *Science*, 320 : 889-892.
- Garnier J., Mouchel J-M. (eds), 2000. Man and River systems : the functioning of river systems at the basin scale. *Developments in hydrobiology*, 146, Kluwer Acad. Pub., London : 355 p. ISBN 0-7923-6159-8
- Garnier J., Beusen A., Thieu V., Billen G., Bouwman L., 2010. N:P:Si nutrient export ratios and ecological consequences in coastal seas evaluated by the ICEP approach. *Glob. Biogeochem. Cycles*, 24, GBOA05 : 12 p.
- Gauchere C., 2009. Self-similar land cover heterogeneity of temperate and tropical landscapes. *Ecological Complexity*, 6 : 346-352.

George A., Pierret A., Boonsaner A., Valentin C., Orange D., Planchon O., 2009. Potential and limitations of Payments for Environmental Services (PES) as a means to manage watershed services in mainland Southeast Asia. *Int. Journal of Commons*, 3(1): 16-40.

Gordon I.J., Martin-Ortega J., Ferrier R.C., Khan S., 2015. *Water ecosystem services : a global perspective*. International Hydrology Series, Unesco, Ed. Cambridge : 174 p.

Grimaldi M., Oszwald J., Dolédec S., Pilar Hurtado M., Souza Miranda I., de Sartre X.A., Assis W.S., Castaneda E., Desjardins T., Dubs F., Guevara E., Gond V., Santana Lima T.T., Marichal R., Michelotti F., Mitja D., Noronha N.C., Oliveira M.N.D., Ramirez B., Rodriguez G., Sarrazin M., Lopes da Silva M.Jr., Costa L.G.S., de Souza S.L., Veiga I., Velasquez E., Lavelle P., 2014. Ecosystem services of regulation and support in Amazonian pioneer fronts: searching for landscape drivers. *Landscape Ecol.*, 29 : 311-328.

Grodek T., Jacoby Y., Morin E., Katz O., 2012. Effectiveness of exceptional rainstorms on a small Mediterranean basin. *Geomorphology*, 159-160 : 156–168.

Gupta H., Kao S.J., Dai M., 2012. The role of mega dams in reducing sediment fluxes: A case study of large Asian rivers. *J. Hydrology*, 464–465: 447–458.

Gutman P., Davidson S., 2007. The global environmental facility and Payments for Ecosystem Services. A review of current initiatives and recommendations for future PES support by GEF and FAO programs. *WWF report*, Macroeconomics for sustainable development programme office.

Harper D.M., Pacini N., Zalewski M., 2016. Ecohydrology is a fundamental component of integrated water management. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 16(4) : 201-202.

IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change), 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Pachauri, R.K., Meyer, L.A. (Eds.), Geneva.

Jackson R.B., Jobbagy E.G., Noretto M.D., 2009. Ecohydrology in a human-dominated landscape. *Ecohydrology*, 2 : 383-389.

Janeau J-L., Gillard L.C., Grellier S., Jouquet P., Le T.P. Quynh, Luu T.N. Minh, Ngoc Q. Anh, Orange D., Pham Dinh Rinh, Tran Duc Toan, Tran Sy Hai, Trinh Anh Duc, Valentin C., Rochelle-Newall E., 2014. Soil erosion, dissolved organic carbon and nutrient losses under different land use systems in a small catchment in northern Vietnam. *Agricultural Water Management*, 146 : 314-323.

Jarvie H.P., Jickells T.D., Skeffington R.A., Withers P.J.A., 2012. Climate change and coupling of macronutrient cycles along the atmospheric, terrestrial, freshwater and estuarine continuum. *Science of the Total Environment*, 434 : 252-258.

Kafadaroff, G., 2008. *Agriculture durable & nouvelle révolution verte*. Le Publieur, Paris : 292 p. ISBN 978-2-35061-012-2

Karabulut A., Egoh B.N., Lanzasova D., Grizzetti B., Bidoglio G., Pagliero L., Bouraoui F., Aloe A., Reynaud A., Maes J., Vandecasteele I., Mubareka S., 2016. Mapping water provisioning services to support the ecosystem–water–food–energy nexus in the Danube river basin. *Ecosystem Services*, 17 : 278-292.

Kieffer S., 2009. Celebrating the Earth : its past, our present, a future ? Oral presentation at AAAS Congress, Am. Assoc. for the Adv. of Sci., Chicago, Ill ; reported in Wagener et al., 2010, *Wat. Res. Res.*, 46, W05301.

Kuper M., Mullon C., Poncet Y., Morand P., Orange D., Benga E., 2001. Integrated modeling of a productive ecosystem: Interior Niger delta in Mali. In Tonneau J-P., Teyssier A. (eds) : *Regional planning and information systems*, Ed. CIRAD, Montpellier : 89-102.

Kuper M., Mullon C., Poncet Y., Benga E., Morand P., Orange D., Mahé G., Arfi R., Bamba F., 2002. La modélisation intégrée d'un écosystème inondable : le cas du delta intérieur du Niger. In Orange et al. (eds) : *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales, Colloques et Séminaires*, Ed. IRD, Paris: 773-798.

Kuper M., Mullon C., Poncet Y., Benga E., 2003. Integrated modelling of the ecosystem of the Niger River inland delta in Mali. *Ecological Modelling*, 164 : 83-102.

Labrière N., Locatelli B., Laumonier Y., Freycon V., Bernoux M., 2015. Soil erosion in the humid tropics: A systematic quantitative review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 203 : 127-139.

- Lacombe G., Ribolzi O., de Rouw A., Pierret A., Latsachak K., Boonsaner A., Silvera N., Pham D.R., Orange D., Janeau J-L., Soullieuth B., Robain H., Taccoen A., Sengphaathith P., Mouche E., Sengtahevhangoung O., Tran D.T., Valentin C., 2016. Contradictory hydrological impacts of afforestation in the humid tropics evidenced by long-term field monitoring and simulation modelling. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 20: 2691-2704.
- Lal R., 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304: 1623-1627.
- Laraque A., Orange D., Maziezoula B., Olivry J-C., 1998. Origine des variations de débits du Congo à Brazzaville durant le XXme siècle. In: *Water resources variability in Africa during the XXth Century, IAHS Red Books, IAHS Publ.*, 252: 171-179.
- Laraque A., Mahé G., Orange D., Marieu B., 2001. Spatiotemporal variations in hydrological regimes within Central Africa during XXth century. *J. Hydrology*, 245 : 104-117.
- Lavelle P., Decaens T., Aubert M., Barot S., Blouin M., Bureau F., Margerie P., Mora P., Rossi J-P., 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. *European J. Soil Biology*, 42 : 3-15.
- Lavorel S., Grigulis K., Lamarque P., Colace M-P., Garden D., Girel J., Pellet G., Douzet R., 2011. Using plant functional traits to understand the landscape distribution of multiple ecosystem services. *J. Ecology*, 99(1) : 135-147.
- Lebauer D.S., Treseder K.K., 2008. Nitrogen limitation of net primary productivity in terrestrial ecosystems is globally distributed. *Ecology*, 89 : 371-379.
- Le Coq J-F., Froger G., Pesche D., Legrand T., Saenz F., 2015. Understanding the governance of the Payment for Environmental Services Programme in Costa Rica: A policy process perspective. *Ecosystem Services*, 16 : 253-265.
- Lee M., Manning P., Rist J., Power S.A., Marsh C., 2010. A global comparison of grassland biomass responses to CO₂ and nitrogen enrichment. *Philosophical Transactions of the Royal Society Series B*, 365 : 2047-2056.
- Le Maitre D.C., Milton S.J., Jarmain C., Colvin C.A., Saayman I., Vlok J.H.J., 2007. Linking ecosystem services and water resources: landscape-scale hydrology of the Little Karoo. *Front. Ecol. Env.*, 5(5) : 261-270.
- Lemons J., Westra L., Robert J.A., 1998. *Ecological sustainability and integrity: Concepts and approaches*. Springer ed., 315 pp. ISBN 0792349091.
- Le Thi Huong, Ho Tu Cuong, Trinh Hong Quan, Trinh Anh Duc, Luu Thi Nguyet Minh, Tran Sy Hai, Orange D., Janeau J-L., Merroune A., Rochelle-Newall E., Pommier T., 2016. Responses of aquatic bacteria to terrestrial runoff: effects on community structure and key taxonomic groups. *Frontiers in microbiology, Frontiers Media*, 7(889) : 13 p.
- Lesschen J.P., Asiamah R.D., Gicheru P., Kante S., Stoorvogel J.J., Smaling E.M.A., 2005. Scaling soil nutrient balances – enabling mesoscale approaches for African realities. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin*, 15, FAO, Rome :
- Lobell D., Burke M., Tebaldi C., Mastrandrea M., Falcon W., Naylor L., 2008. Prioritising climate change adaptation needs for food security. *Science*, 319: 607-610.
- Logan T.J., 1993. Agricultural best management practices for water pollution control: current issues. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 46(1-4) : 223-231.
- Luu Thi Nguyet Minh, Orange D., 2004. Evolution annuelle des flux de matières en suspension et de la qualité des eaux du fleuve rouge a l'entrée de son delta (Vietnam). *Bulletin Erosion, BRE 22, AUF-IRD, Paris*: 461-466.
- Luu Thi Nguyet Minh, 2010. *Water quality and nutrient transfers in the continuum from the upstream Red River basin to the Delta: budget and modelling*. ANR-DayRiver; PhD defence for Sciences, Univ. Paris 6 UPMC, UMR Sysiphe, 29 September 2010, dir sc.: J. Garnier, G. Billen, D. Orange, Le Lan Anh ; VAST, Hanoi, 201 p.
- Luu Thi Nguyet Minh, Garnier J., Billen G., Orange D., Nemery J., Le Thi Phuong Quynh, Tran Hong Thai, Le Lan Anh, 2010. Hydrological regime and water budget of the Red River delta (Northern Vietnam). *J Asian Earth Science*, 37: 219-228.

Luu Thi Nguyet Minh, Garnier J., Billen G., Le Thi Phuong Quynh, Le Lan Anh, Orange D., 2011. A prospective scenario for the Red River Delta at 2050 horizon. International Symposium: *Meeting the Challenges Facing Asian Agriculture and Agricultural Economics Toward a Sustainable World*, 7th conference ASAE, Hanoi, 13-16 October 2011, IPSARD, Hanoi: 10p. Oral presentation: Orange D.

Luu Thi Nguyet Minh, Garnier J., Billen G., Le Thi Phuong Quynh, Nemery J., Orange D., Le Lan Anh, 2012. N, P, Si budgets for the Red River Delta (northern Vietnam): how the delta affects river nutrient delivery to the sea. *Biogeochemistry*, 107(1-3): 241-259.

Lu X.X., Li S., Kumm M., Padawangi R., Wang J.J., 2014. Observed changes in the water flow at Chiang Saen in the lower Mekong: Impacts of Chinese dams? *Quaternary International*, 336: 145-157.

Maes J., Egoh B., Willemen L., Liqueste C., Vihervaara P., Schägner J.P., Grizzetti B., Drakou E.G., La Notte A., Zulian G., Bouraoui F., Paracchini M.L., Braat L., Bidoglio G., 2012. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services*, 1 : 31-39.

Malano H.M., Bryant M.J., Turrall H., 1999. Management of water resources - Can Australian experiences be transferred to Vietnam? *Water International*, 24(1): 307-315. International Water Resources Association. Reprinted in ESCAP Water Resources Journal, June 2000: 76-85.

Manning P., Saunders M., Bardgett R.D., Bonkowski M., Bradford M.A., Ellis R.J., Kandeler E., Marhan S., Tscherko D., 2008. Direct and indirect effects of nitrogen deposition on litter decomposition. *Soil Biology and Biochemistry*, 40 : 688-698.

Matulis B.S., 2013. The narrowing gap between vision and execution: Neoliberalization of PES in Costa Rica. *Geoforum*, 44 : 253-260.

McCartney, M., 2009. Living with dams: managing the environmental impacts. *Water Policy*, 11 (1): 121-139.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. *Ecosystem services and human well-being: wetlands and water synthesis*. World Resources Institute, Washington DC, 68 pp.

Mehdi B., Lehner B., Gombault C., Michaud A., Beaudin I., Sottile M.F., Blondlot A., 2015. Simulated impacts of climate change and agricultural land use change on surface water quality with and without adaptation management strategies. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 213 : 47-60.

Meinke H., Stone R.C., 2005. Seasonal and inter-annual climate forecasting: the new tool for increasing preparedness to climate variability and change in agricultural planning and operations. *Climatic Change*, 70(1) : 221-253.

Meybeck M., 1984. *Les fleuves et le cycle géochimique des éléments*. Thèse d'Etat, Sciences, Univ. P&M Curie, Paris 6 : 450 p.

Meybeck M., Fustec E., de Marsily G. (eds), 1998. La Seine en son bassin : fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé. Elsevier, Paris : 749 p.

Milly P.C.D., Dunne K.A., Vecchia A.V., 2005. Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature*, 438: 347-350.

Molden D. (eds), 2007. *Water for food, water for life : a comprehensive assessment of water management in agriculture*. Comprehensive assessment, IWMI, Earthscan, London : 641 p. ISBN 978-84407-396-2

Molden D., Oweis T., Steduto P., Bindraban P., Hanjra M., Kijne J., 2010. Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Agricultural Water Management*, 97: 528-535.

Molle F., Wester P., 2009. *River basin trajectories: Societies, environments and development*. CABI ed., Wallingford (UK), 311 pp. ISBN 978-1-84593-538-2.

Momblanch A., Connor J.D., Crossman N.D., Paredes-Arquiola J., 2016. Using ecosystem services to represent the environment in hydro-economic models. *J. Hydrology*, 538 : 293-303.

Noble A., Bossio D.A., Penning de Vries F.W.T., Pretty J., Thiyagarajan T.M., 2006. Intensifying agricultural sustainability: an analysis of impacts and drivers in the development of "bright spots". *Comprehensive Assessment of Water management in agriculture*, Research Report 13, IWMI, 42 p.

- Nguyen Van Thiet, 2014. *Productivité agricole, durabilité environnementale et demandes sociales (Province de Son La): zone de montagne, pratiques agricoles et barrages hydro-électriques*. PhD defense December 2014, University of Toulouse 2; Vietnam National Univ. of Hanoi; IRD, Hanoi, Vietnam.
- Nguyen Van Thiet, Orange D., Laffly D., Pham Van Cu, 2012. Consequences of large hydropower dams on erosion budget within hilly agricultural catchments in Northern Vietnam by RUSLE modeling. Hanoi : IRD, 2012, 8 p. multigr. *International Conference Sediment Transport Modeling in Hydrological Watersheds and Rivers*, FRIEND-Water, UNESCO-PHI, Istanbul (TUR), 2012/11/14-16, IASH.
- Oeurng C., Sauvage S., Sánchez-Pérez J-M., 2011. Assessment of hydrology, sediment and particulate organic carbon yield in a large agricultural catchment using the SWAT model. *J. Hydrology*, 401(3-4) : 145-153.
- Oki T., Kanae S., 2006. Global hydrological cycles and world water resources. *Science*, 313 : 1068-1072.
- Ostle N.J., Ward S.E., 2012. Climate change and soil biotic carbon cycling. In Wall D.H. et al., Eds : *Soil ecology and ecosystem services*, Oxford University Press : 241-255.
- Orange D., Gac J-Y., 1990. Reconnaissance géochimique des eaux du Fouta Djallon (Guinée), flux de matières dissoutes et en suspension en Haute-Gambie. *Géodynamique*, Orstom, Paris, 5(1): 35-49.
- Orange D., 1992. Hydroclimatologie du Fouta Djallon et dynamique actuelle d'un vieux paysage latéritique (Afrique de l'Ouest). *Sciences Géologiques*, Mémoires, 93, Ed. Institut de Géologie, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg : 198 p.
- Orange D., 1996. Transports de matières dans un bassin fluvial tropical humide en zone de forêt : l'Uélé au Zaïre. *Bull. Sciences Géologiques*, Ed. ULP, Strasbourg, 49(1-4): 71-88.
- Orange D., Wesselink A.J., Mahé G., Feizouré C.T., 1997. The effects of climate changes on river baseflow and aquifer storage in Central Africa. In: Sustainability of water resources under increasing uncertainty, *IAHS Red Books*, IAHS Publ., 240: 113-123.
- Orange D., Eds, 1999. *EIDES-DIN : Etude intégrée de la dynamique des processus ecobiophysiques et socio-économiques d'une zone humide tropicale : le Delta Intérieur du Niger*. Document de projet, publié par le CNRST, Ministère de l'Enseignement Supérieur et Recherche, Bamako, Mali ; IRD, Base Horizon : 115 p.
- Orange D., Kuper M., Mullon C., Poncet Y., Morand P., 1999. Modélisation intégrée d'un écosystème inondé et gestion des eaux : le cas du delta Intérieur du Niger au Mali ». In : Actes des journées scientifiques FRIEND-AOC (Séminaire sur les ressources en eau de l'Afrique occidentale et centrale, projets FRIEND/AOC et ZTH, Yaoundé, 30 nov.- 2 déc. 1999), Publ. Unesco/PHI, Paris : 11 p.
- Orange D. (Eds), 2000. *DELTA, Vivre et travailler dans le delta intérieur du Niger*. Photographies : Gilles Coulon, Textes : Marie-Laure de Noray, Editions Donniya (Mali) et Editions IRD (Paris) : 109 p.
- Orange D., 2002. Développement durable et gestion intégrée des zones inondables tropicales. In Orange et al. (eds) : *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales, Colloques et Séminaires*, Ed. IRD, Paris : 23-30.
- Orange D., 2002a. Projet Gihrex : ambitions et acquis d'un projet de recherche pour le développement durable du delta intérieur du Niger. In Orange et al. (eds) : *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales, Colloques et séminaires*, Ed. IRD : 953-967.
- Orange D., Arfi R., Kuper M., Morand P., Poncet Y. (Eds), 2002. *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales. Colloques et séminaires*, Actes du colloque Girnzit, Bamako, 20-23 juin 2000, Ed. IRD, Paris, 59 chapitres: 970 p.
- Orange D., Arfi R., Bénech V., Kuper M., Marieu B., Sidibé I., 2002a. Impact de la dynamique hydrologique sur les cycles de nutriments en zone inondable tropicale sahélienne. In Orange et al. (eds) : *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales, Colloques et Séminaires*, Ed. IRD, Paris: 259-277.
- Orange D., Arfi R., Kuper M., Morand P., Poncet Y., 2002b. Quel cadre décisionnel pour une gestion intégrée des zones tropicales ? In Orange et al. (eds) : *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales, Colloques et Séminaires*, Ed. IRD, Paris: 981-987.
- Orange D., 2004a. Indicateurs sur le régime du fleuve Niger et sur l'évolution de son environnement. *Expertise Collégiale « Fleuve Niger »*, Groupe 3, sous question 3.4, IRD, DRV, Paris : 18 p.

- Orange D., 2004b. Impact des usages domestiques et industriels sur la qualité des eaux du Fleuve Niger. *Expertise Collégiale « Fleuve Niger », Groupe 1, sous question 1.2.7, IRD, DRV, Paris : 9 p.*
- Orange D., Arfi R., Picouet C., Etcheber H., 2004. Comportement du carbone organique dans les eaux du fleuve Niger lors de leur traversée du delta intérieur du Niger (au Mali). *Bulletin Erosion, BRE 22, AUF-IRD, Paris: 432-445.*
- Orange D., Palangié A., 2006. Assessment of water pollution and risks to surface and groundwater resources in Bamako (Mali). In Xu Y. (EdS.): *Comprehensive book on Groundwater Pollution in Africa*, Univ of the Western Cape (South Africa): 139-146.
- Orange D., 2008. A success story. *Water Figures Asia*, issue 1-2008, IWMI, Colombo: 4-5.
- Orange D., Roose E., Vermande P., Gastellu J.-P., Pham Quang Ha (EdS), 2008. *Gestion intégrée des eaux et des sols : ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains*. Actes des Premières Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF, Hanoi, 6-9 novembre 2007, cd-rom Editions AUF et IRD, Paris.
- Orange D., Tran Duc Toan, Nguyen Duy Phuong, Nguyen Van Thiet, Salgado, Clement F., Le Hoa Binh, 2008a. Different interests, common concerns and shared benefits. *LEISA Magazine*, 24(2): 12-13 (English, Spanish, Chinese).
- Orange D., 2009. Une boucle vertueuse. *Sciences au Sud*, 48, IRD, janvier-mars 2009.
- Orange D., Tran Duc Toan, Salgado P., Sengtaheuangoung Oloth, De Rouw A., Nguyen Duy Phuong, Clement F., Nguyen Van Thiet, Pham Dinh Rinh, Le Van Bon, Le Hoa Binh, Valentin C., 2010. Local-knowledge and technical innovation for income improvement and soil fertility management by husbandry integration in upland farming system in Vietnam and Laos. Connaissances paysannes et innovations techniques pour l'amélioration des revenus et la gestion de la fertilité des sols par l'intégration de l'élevage dans les systèmes d'exploitation agricole montagnards du Vietnam et Laos. Dossier Agropolis, *GFAR publication*, Montpellier (bilingue français/anglais): 20-22.
- Orange D., Dardenne L., Geier P., Nguyen Duy Phuong, Jouquet P., Tran Duc Toan, 2010a. Using a biogas scheme to control soil erosion on sloping lands, North Vietnam. *Mountain Forum Bulletin*, January: 52-55.
- Orange D., Jouquet P., Tran Duc Toan, Nguyen Duy Phuong, Noble A., 2010. *Biogas and PES for Watershed Management in Southeast Asian Mountains*. Final Report, Project BIOGAS & PES, AFD-SFRI/IRD/IWMI, Hanoi, January 2010 : 147 p.
- Orange D., Noble A., 2010. Technical methods and tools for integrated land and water management, to deal with issues related to conservation and utilization of land and water resources and systems. *E-conference on Integrated Land and Water Resources Management in Rural Watersheds*, 5 October- 8 November 2009, FAO. 9 p.
- Orange D., Bui Tan Yen, Pham Dinh Rinh, Tran Duc Toan, Valentin C., 2011. *Role of the DMC position at watershed level a distributed modeling of the erosion and the surface runoff (PLER model)*. Oral presentation, Montpellier, 6/09/2011 ; projet PAMPA/RIME, AFD, FFEM.
- Orange D., Pham Quang Ha, Tran Duc Toan, Clément F., Jouquet P., Nguyen Duy Phuong, Nguyen Van Bo, 2011. Agriculture sur pentes au Vietnam: une nécessité pour la sécurité alimentaire et un risque pour la durabilité du système agricole. Proceedings International Conference AUF-IRD « *Gestion Conservatoire et Erosion des Sols* », Haiti 2010, CD-rom, IRD ed.
- Orange D., 2012. Erosion et gestion agricole des paysages : le poids partagé des contraintes technologiques, économiques et sociologiques ? Note de réflexion, *Atelier SHS du PPR-SELTAR*, IRD, 18-19 septembre 2012, Bangkok : 7 p.
- Orange D., Pham Dinh Rinh, Tran Duc Toan, Henri des Tureaux T., Laissus M., Nguyen Duy Phuong, Do Duy Phai, Nguyen Van Thiet, Nieullet N., Ballesteros S., Lequeux B., Phan Ha Hai An, Lamezec Y., Mitard C., Mahé M., Bernard R., Ducos H., Zemp D., Janeau J.-L., Jouquet P., Podwojewski P., Valentin C., 2012. Long-term erosion measurements on sloping lands in northern Vietnam: impact of land use change on bed load output. In : *The 3rd International Conference on Conservation Agriculture in Southeast Asia - Hanoi 2012*, CIRAD-NOMAFSI-Univ. Queensland Ed.: 49-52.

- Orange D., Durand G., Tran Sy Hai, Janeau J-L., Luu Thi Nguyet Minh, Tran Duc Toan, Cailleau A., Caprais P., 2013. *Transfer of glyphosate and its degradate AMPA to surface waters through soils systems under DMC practice on Acrisols*. Rapport d'expertise AFD, projet PAMPA/RIME, IRD-CIRAD, UMR Eco&Sols, Montpellier : 11 p.
- Orange D., 2014. Impacts of erosion on siltation in hydropower reservoirs : the case of Hoa Binh dam. In Chu Thai Hoanh et al. (ed. sc.) : *Hydropower dams and incentives*, BMZ funding, IWMI Coll., 33 p.
- Orange D., Nguyen V.T., 2014. Biophysical linkages between agricultural and other livelihood activities and operational features of the hydropower reservoir. In Chu Thai Hoanh et al. (ed. sc.) : *Hydropower dams and incentives*, BMZ funding, IWMI Coll., 79 p.
- Orange D., Costa D.T., Vu D.Q., Crevel L., 2016. CLEAN-BIODIG: Installation de biodigesteurs individuels en milieu rural à partir d'un système de Paiement pour Service Environnementaux (PSE) pour une utilisation éco-responsable et durable. *Booklet Prix Convergences 2016*, 6^{me} édition, Mairie de Paris, Paris: 26-27.
- Orange D., Duong T.T., Mai H., Gouze E., Costa D.T., Sahores R., Stinckwich S., Gérino M., 2017. SMART-CLEAN-GARDEN : an ecological engineering garden project. Rapport projet pour Groupe de Travail « STIC-1/IOT/WSN for Environmental Surveillance », USTH, Hanoi : 8 p.
- Orange D., Bernard-Jannin L., Nguyen V.T., Pham D.R., Henry des Tureaux T., Janeau J-L., Tran D.T., 2017, en prép. Extreme weather events and long term soil erosion within agricultural hilly landscapes of SEA. *J. Hydrology*.
- Parmentier B., 2007. *Nourrir l'humanité : les grands problèmes de l'agriculture mondiale au XXIe siècle*. La Découverte, Paris : 275 p. ISBN 978-2-7071-5068-4
- Phan Ha Hai An, Huon S., Henry des Tureaux T., Orange D., Jouquet P., Valentin C., De Rouwe A., Tran Duc Toan, 2012. Impact of fodder cover on runoff and soil erosion at the plot scale in a cultivated catchment of North Vietnam. *Geoderma*, 177-178: 8-17. IF= 3.78
- Picouet C., Dupré B., Orange D., Vallandon M., 2002a. Major and trace element geochemistry in the upper Niger rivers (Mali) – physical, chemical weathering rates and CO₂ consumption. *Chemical Geology*, 185(1-2): 93-124.
- Picouet C., Orange D., Mahé G., Olivry J-C., 2002b. Rôle du delta intérieur du fleuve Niger dans la régulation des bilans de l'eau et de sédiments. *Colloques et Séminaires*, IRD ed., Paris: 245-258.
- PNUD, 2016. Appui à la mise en œuvre des Ojectifs de Développement Durable. www.undp.org
- Poncet Y., Orange D., 1999. L'eau, moteur de ressources paratagées : l'exemple du delta intérieur du Niger au Mali. *Aménagement et Nature*, 132 : 87-108.
- Poncet Y., Kuper M., Mullon C., Morand P., Orange D., 2001. Représenter l'espace pour structurer le temps : la modélisation intégrée du delta intérieur du Niger au Mali. In Lardon S., Maurel P., Piveteau V. (eds) : *Représentations spatiales et développement territorial*, Paris, Hermès, chapitre 7 : 143-162 et planches IV-V.
- Probst J-L., 1992. Géochimie et hydrologie de l'érosion continentale : mécanismes, bilan global actuel et fluctuations au cours des 500 derniers millions d'années. *Sciences Géologiques*, Mémoires, 94, Ed. Institut de Géologie, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg : 161 p.
- Proparto A., Feng X., Manzoni S., Mau Y., Parolari A.J., Vico G., 2015. Ecohydrological modeling in agroecosystems : examples and challenges. *Water Resources Research*, 51 : 5081-5099.
- Quensière J., 1994. La pêche dans le delta central du Niger. ORSTOM (IRD), Ed. Karthala , Paris : 600 p.
- Quintero M., Wunder S., Estrad R.D., 2009. For services rendered ? Modeling hydrology and livelihoods in Andean paymentsfor environmental services schemes. *Forest Ecol. Man.*, 258(9) : 1871-1880.
- Ramos T.B., Gonçalves M.C., Branco M.A., Brito D., Rodrigues S., Sánchez-Pérez J-M., Sauvage S., Prazeres A., Martins J.C., Fernandes M.L., Pires F.P., 2015. Sediment and nutrient dynamics during storm events in the Enxoé temporary river, southern Portugal. *Catena*, 127 : 177-190.
- Reid, W., 2005. Millennium Ecosystem Assessment synthesis report. <http://www.millenniumassessment.org/en/ProductsSynthesis.aspx>, 219p .

- Ricklefs R.E., Miller G.L. (eds), 2005. *Ecologie*. 4th edition, De Boeck & Larcier s.a., Bruxelles, 820 p. ISBN 2-7445-0145-X
- Ringler C., Bhaduri A., Lawford R., 2013. The nexus across water, energy, land and food (WELF) : potential for improved resource use efficiency. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5 : 617-624.
- Rodriguez-Iturbe I., Porporato A., Laio F., Ridolfi L., 2001. Plants in water-controlled ecosystems: active role in hydrologic processes and response to water stress: I. Scope and general outline. *Advances in Water Resources*, 24(7) : 695-705.
- Röling N., 1994. Platforms for decision-making about ecosystems. In Fresco L. O. et al. (eds) : *The future of the land: mobilising and integrating knowledge for land use options*, John Wiley and Sons Ltd., UK : 385-393.
- Roybin D., Fleury P., Béranger C., Curtenaz D., 2001. Conduite de recherches pluridisciplinaires en partenariat et apprentissages collectifs : le cas du GIS Alpes du Nord. *NSS*, 9(3) : 16-28.
- Roose E., 1980. *Dynamique actuelle de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale : étude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matières sous végétations naturelles ou cultivés*. Thèse d'Etat, Sciences, Univ. Orléans : 587 p.
- Rousseau J-F., Orange D., Nguyen Van Thiet, Habich S., 2017. Socialist hydropower governances compared: dams and resettlement as experienced by Dai and Thai societies living on both sides of the China-Vietnam border. *Regional Environmental Change*, accepted January 2017: REEC-D-16-00006.
- Salgado P., et., 2008. CropLivestock success story. CIRAD
- Sánchez Pérez J.M., Antigüedad I., Arrate I., C. Garcá, Linares A., Morell I., 2003. The influence of nitrate leaching through unsaturated soil on groundwater pollution in an agricultural area of the Basque country: a case study. *Sci. Total Env.*, 317(1-3) : 173-187.
- Sanderson E.W., Jaiteh M., Levy M.A., Redford K.H., Wannebo A.V., Woolmer G., 2002. The human footprint and the last of the wild. *Bioscience*, 52 :891-904.
- Seyler P., Coyne A., Moreira-Turcq P., Etcheber H., Colas C., Orange D., Bricquet J-P., Laraque A., Guyot J-L., Olivry J-C., Meybeck M., 2005. Organic carbon transported by the equatorial rivers: example of Congo-Zaire and Amazon basins. In Roose E., Lal R., Feller C., Barthès B., Stewart B.A. (edS.) : *Soil erosion and carbon dynamics*. Boca Raton : Taylor et Francis Ed., *Advances in Soil Science*, 17: 255-274. *Land Uses, Erosion and Carbon Sequestration : International Colloquium, Montpellier (FRA), 2002/09/23-28*. ISBN 978-1-56670-688-2.
- Stadler S., Osenbrück K., Knöller K., Suckow A., Sültenfuß J., Oster H., Himmelsbach T., Hötzl H., 2008. Understanding the origin and fate of nitrate in groundwater of semi-arid environments. *J. Arid Env.*, 72(10) : 1830-1842.
- Sterling S.M., Ducharne A., Polcher J., 2013. The impact of global land-cover change on the terrestrial water cycle. *Nat. Clim. Chang.*, 3 : 385-390.
- Suhardiman D., Wichelns D., Lestrelin G., Chu T.H., 2013. Payments for ecosystem services in Vietnam : market-based incentives or state control of resources ? *Ecosystem Services*, 5 : e94-e101.
- Syndicat d'Agriculture Bio-Dynamique, 2006. L'agriculture bio-dynamique : une culture du vivant. *Collection Cahier de Biodynamis*, 9, 94 p. ISBN 2-913927-27-0
- Tran Duc Toan, Orange D., Podwojewski P., Do D.P., Maugin P., Pham V.R., 2003. Soil erosion and land use in the Dong Cao catchment in Northern Vietnam. In Maglinao A.R., Valentin C., Penning de Vries F. (Eds) : *From soil research to land and water management : harmonizing people and nature*, IWMI-ADB project, IWMI, Bangkok : 165-179.
- Tran Thi Nhu Trang, Truong Lam Son Hai, Orange D., Picquart C., 2014. Assessment of the environmental risk of glyphosate herbicide and its metabolite AMPA in the canals, surface water at Saigon - Dong Nai and Mekong Delta. *Proceedings FRIEND-Water2014: 7th Global FRIEND-Water Conference: Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions*, February 2014, Hanoi (Vietnam), Red Book, IAHS ed.
- Tricot B., 1994. Philosophie générale et enjeux des contrats de rivières. In : *Les contrats de rivières, Environnement et société*, FUL, Luxembourg, 13 : 7-8.

Trinh A.D., Luu T.N.M., Trinh H.Q., Tran S.H., Tran M.T., Le T.P.Q., Duong T.T., Orange D, Janeau J-L., Pommier T., Rochelle Newall E., 2016. Impact of terrestrial runoff on organic matter, trophic state, and phytoplankton in a tropical, upland reservoir. *Aquatic Sciences*, 78(2) : 367-379.

Turrall H., Burke J., Faures J-M., 2011. Climate change, water and food security. *FAO Waters Report*, 36, Rome (Italy), Land and Water Div., NRL: 168 p.

Turrall H., Svendsen M., Faures J-M., 2009. Investing in irrigation: Reviewing the past and looking to the future. *Agricultural Water Management*, Special issue, doi:10.1016/J.agwat.2009.07.012.

Vallet A., Locatelli B., Levrel H., Brenes Pérez C., Imbach P., Estrada Carmona N., Manlay R., Oszwald J., 2016. Dynamics of ecosystem services during forest transitions in Reventazón, Costa Rica. *PLoS ONE* 11(7): 18 p. e0158615. doi:10.1371/journal.pone.0158615

Vatn A., 2010. An institutional analysis of payments for environmental services. *Ecological Economics*, 69(6) : 1245–1252

Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenco J., Melillo J.M., 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 80 : 494-499.

Vorosmarty C.J., Green P., Salisbury J., Lammers R.B., 2000. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *Science*, 289: 284-288.

Wagner T., Sivapalan M., Troch P.A., McGlynn B.L., Harman C.J., Gupta H.V., Kumar P., Rao P.S.C., Basu N.B., Wilson J.S., 2010. The future of hydrology: an evolving science for a changing world. *Water Resources Research*, 46, W05301 : 10 p.

Wall D.H. et al., Eds, 2012. *Soil ecology and ecosystem services*. Oxford University Press : 407 p.

Wallace K.J., 2007. Classification of ecosystem services : problems and solutions. *Biological Conservation*, 139 : 235-246.

WCD (World Commission on Dams), 2000. *Dams and Development. A New Framework for Decision Making*. Earthscan, London. The Report of the World Commission on Dams.

Wesselink A., Orange D., Feizouré C.T., Randriamiarisoa, 1995. Les régimes hydroclimatiques et hydrologiques d'un bassin versant de type tropical humide: l'Oubangui (République Centrafricaine). *IAHS Red Books*, IAHS Publ., 238: 179-194.

Whitehead P.G., Crossman J., 2012. Macronutrient cycles and climate change: Key science areas and an international perspective. *Science of the Total Environment*, 434 : 13-17.

Wit C. T. (de), Keulen H. (van), Seligman N. G., Spharim L., 1988. Application of interactive multiple goal programming techniques for analysis and planning of regional agricultural development. *Agricultural systems*, 26 : 211-230.

Wunder S., Engel S., Pagiola S., 2008. Taking stock: a comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. *Ecological Economics*, 65 : 834–852.

Zalewski M., 2000. Ecohydrology — the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources. *Ecological Engineering*, 16(1) : 1-8.

Zalewski M., 2013. Ecohydrology: process-oriented thinking towards sustainable river basins. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 13(2) : 97-103.

Zomer R.J., Bossio D.A., Trabucco A., Yuanjie L., Gupta D.C., Singh V.P., 2007. Water and trees: small holder agroforestry on irrigated lands in Northern India. *IWMI Research Report*, IWMI Colombo, Sri Lanka.

Zorita E., von Storch H., 1999. The analog method – a simple statistical downscaling technique: comparison with more complicated methods. *J. Clim.*, 12: 2474–2489.

F. Tirés à part d'articles

* : *Etudiants en thèse soulignés*

1. Laraque A., Mahé G., Orange D., Marieu B., 2001. Spatiotemporal variations in hydrological regimes within Central Africa during the XXth century. *J. Hydrology*, 245: 104-117.
2. Picouet C., Dupré B., Orange D., Vallandon M., 2002. Major and trace element geochemistry in the upper Niger rivers (Mali) – physical, chemical weathering rates and CO₂ consumption. *Chemical Geology*, 185(1-2): 93-124.
3. Coynel A., Seyler P., Etcheber H., Meybeck M., Orange D., 2005. Spatial and seasonal dynamics of total suspended sediment and organic carbon species in the Congo River. *Global Biogeochemical Cycles*, 19(4): GB4019, 17 p.
4. Podwojewski P., Orange D., Jouquet P., Valentin C., Nguyen Van T., Janeau J-L., Tran Duc T., 2008. Land-use impacts on surface runoff and soil detachment within agricultural sloping lands in Northern Vietnam. *Catena*, 74: 109-118.
5. Valentin C., Agus F., Alamban R., Boosaner A., Bricquet J-P., Chaplot V., de Guzman T., de Rouw A., Janeau J-L., Orange D., Phai Do Duy, Podwojewski P., Ribolzi O., Silvera N., Subagyono K., Thiébaux J.P., Toan Tran Duc, 2008. Runoff and sediment losses from 27 upland catchments in Southeast Asia: Impact of rapid land use changes and conservation practices. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 128: 225-238.
6. Clement F., Orange D., Williams M., Mulley C., Epprecht M., 2009. Drivers of afforestation in Northern Vietnam: Assessing local variations using geographically weighted regression. *Applied Geography*, doi:10.1016/j.apgeog.2009.01.003: 1-16.
7. Dang Thi Ha, Coynel A., Orange D., Blanc G., Etcheber H., Le Lan Anh, 2010. Long-term monitoring (1960-2008) of the river-sediment transport in the Red River Watershed (Vietnam): temporal variability and dam-reservoir impact. *Sc. Total Environment*, 408 (20): 4654-4664.
8. Luu Thi Nguyet Minh, Garnier J., Billen G., Orange D., Nemery J., Le Thi Phuong Quynh, Tran Hong Thai, Le Lan Anh, 2010. Hydrological regime and water budget of the Red River delta (Northern Vietnam). *Asian Earth Science J.*, 37: 219-228.
9. Jouquet P., Janeau J-L., Tran Sy Hai, Pisano A., Orange D., Luu Thi Nguyet Minh, Valentin C., 2012. Influence of earthworms and termites on runoff and erosion in a tropical steep slope fallow in Vietnam: A rainfall simulation experiment. *Applied Soil Ecology*, 61:161-168.
10. Luu Thi Nguyet Minh, Garnier J., Billen G., Le Thi Phuong Quynh, Nemery J., Orange D., Le Lan Anh, 2012. N, P, Si budgets for the Red River Delta (northern Vietnam): how the delta affects river nutrient delivery to the sea. *Biogeochemistry*, 107(1-3): 241-259.
11. Phan Ha Hai An, Huon S., Henry des Tureaux T., Orange D., Jouquet P., Valentin C., De Rouwe A., Tran Duc Toan, 2012. Impact of fodder cover on runoff and soil erosion at the plot scale in a cultivated catchment of North Vietnam. *Geoderma*, 177-178: 8-17.
12. Bui T.Y., Orange D., Visser S.M., Chu T.H., Laissus M., Poortinga A., Tran D.T., Stroosnijder L., 2014. Lumped surface and sub-surface runoffs for erosion modeling within a small hilly watershed in northern Vietnam. *Hydrological Processes*, 28: 2961-2974.
13. Janeau J-L., Gillard L.C., Grellier S., Jouquet P., Le T.P.Q., Luu T.N.M., Ngoc Q. A., Orange D., Pham D.R., Tran D.T., Tran S.HI, Trinh A.D., Valentin C., Rochelle-Newall E., 2014. Soil erosion, dissolved organic carbon and nutrient losses under different land use systems in a small catchment in northern Vietnam. *Agricultural Water Management*, 146: 314-323.
14. Lacombe G., Ribolzi O., de Rouw A., Pierret A., Latschak K., Boosaner A., Silvera N., Pham D.R., Orange D., Janeau J-L., Soulileuth B., Robain H., Taccoen A., Sengphaathith P., Mouche E., Sengtahevhangoung O., Tran D.T., Valentin C., 2016. Contradictory hydrological impacts of afforestation in the humid tropics evidenced by long-term field monitoring and simulation modelling. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 20: 2691-2704.

15. Trinh A.D., Luu T.N.M., Trinh Q.H., Tran H.S., Tran T.M., Le T.P.Q., Duong T.T., Orange D., Janeau J-L., Pommier T., Rochelle-Newall E., 2016. Impact of terrestrial runoff on organic matter, trophic state, and phytoplankton in a tropical, upland reservoir. *Aquatic Sciences*, 78(2): 367-379.

1. Poncet Y., Orange D., 1999. L'eau, moteur de ressources partagées : l'exemple du delta intérieur du Niger au Mali. *Aménagement et Nature*, 132 : 87-108.
2. Orange D., Dardenne L., Geier P., Nguyen Duy Phuong, Jouquet P., Tran Duc Toan, 2010. Using a biogas scheme to control soil erosion on sloping lands, North Vietnam. *Mountain Forum Bulletin*, January: 52-55.
3. Orange D., Tran Duc Toan, Nguyen Duy Phuong, Nguyen Van Thiet, Salgado P., Clement F., Le Hoa Binh, 2008. Different interests, common concerns and shared benefits. *LEISA Magazine*, 24(2): 12-13. + Chinese version

G. Annexes

Annexe 1 : Rapports divers

Annexe 2 : Le LECOM, à Bamako

Annexe 3 : Index des rapports, études et Mémoires du projet GIHREX déposés auprès du Ministère de la Décentralisation, Bamako, Mali

Annexe 4 : Fiche de synthèse du projet MSEC-Vietnam

Annexe 1 : Rapports divers

1985

1. Orange D., 1985. Compte-rendu technique, socio-économique et financier du volet forages mixtes du programme CEAO d'hydraulique villageoise au Nord Sénégal. *Rapport interne, BRGM*, Dakar, 65 p.
2. Orange D., 1985. Suivi d'une campagne d'hydraulique villageoise et pastorale au Sénégal : technique des forages profonds. *Rapport interne, BRGM*, Dakar, 400p.
3. Gac J-Y., Orange D., Villeneuve J-E.,1985. Données sur les flux continentaux particuliers au bief de Bakel (Sénégal). *Rapport interne, ORSTOM*, Dakar, 33p.

1986

4. Orange D., Carn J-Y., Diallo M.I., Chauvin M., Gac J-Y.,1986. Contribution à l'étude du phénomène des brumes sèches au Sahel. *Rapport interne, ORSTOM*, Dakar, 38p.
5. Orange D., 1986. Bilan de l'altération chimique et de l'érosion mécanique sur le haut bassin du fleuve Sénégal. *Mémoire de DEA* de Géologie de l'UER Orléans ; *Rapport interne, ORSTOM*, Dakar, 111 p.

1987

6. Gac J-Y., Bamba B.S., Bouchez J-M., Carn M., Orange D., Duvert P., 1987. Géochimie des eaux du Fouta Djallon, flux dissous et particuliers en Haute Gambie. Contribution à la monographie de la Gambie. *Document ORSTOM*, Dakar, 124 p.
7. Gac J-Y., Orange D., Diallo M.I., 1987. La visibilité au sol à Dakar (Sénégal). Recueil de 25 années d'observation entre 1962 et 1986. *Rapport interne, ORSTOM*, Dakar, 362p.
8. Orange D., 1987. Vers une prévision des flux annuels exportés par le fleuve Sénégal à Bakel. *Rapport interne, ORSTOM*, Dakar, 22 p.

1988

9. Orange D., Bouchez J-M., 1988. Note sur un paysage latéritique du Fouta Djallon (Guinée), évolution actuelle et dégradation du milieu. *Rapport interne, ORSTOM*, Dakar, 13 p.

1990

10. Orange D., 1990. Hydroclimatologie du Fouta Djallon et dynamique actuelle d'un vieux paysage latéritique (Afrique de l'Ouest). Thèse Université, Géologie/Géochimie, ULP, Strasbourg, 220 p.

1992

11. Orange D., Censier C., Le Troquer Y., Debondji D., 1992. De PIRAT à PEGI (1987-1991) (1991-1995), bilans, interrogations et perspectives. Note du Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui (RCA), 49 p.
12. ORANGE D., DOUKOURE D., DIMBELE M. (1992) - Station de météorologie et de surveillance de l'environnement, rapport de situation n°1. Note du Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui (RCA), 7 p.
13. FEIZOURE C.T., ORANGE D., OLIVRY J.C. (1992) - Bilan hydrologique du bassin centrafricain de l'Oubangui, de 1986 à 1991. Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui (RCA), 29 p.
14. ORANGE D., LE TROQUER Y., THIEBAUX J.P., DEBONDJI D., CENSIER C. (1992) - Rapport factuel des prélèvements d'eau mensuels et hebdomadaires, fiches de terrain Oubangui/Bangui Saint Paul, station BGP, de 1987 à 1991. Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui (RCA), 235 p.
15. ORANGE D., GAC J.Y., DIALLO M.I. (1992) - Composition chimique des poussières atmosphériques déposées au Sénégal. Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui (RCA), 14 p.

1993

16. ORANGE D., LE TROQUER Y., DEBONDJI D., MALIBANGAR D., CENSIER C. (1993) - Rapport factuel des prélèvements d'eau mensuels et hebdomadaires, fiches de terrain Oubangui/Bangui Saint

- Paul, station BGP, année 1992. Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 47 p.
17. CENSIER C., MALIBANGAR D., ORANGE D., DIMBELE-KOMBE M. (1993) - Etude sédimentologique et hydrochimique du site salin de Mandza (Préfecture Haut-Mbomou, RCA). Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 65 p.
 18. DEBONDJI D., ORANGE D., CENSIER C., LE TROQUER Y. (1993) - Transport de matières sur l'Oubangui à Bangui, Tonnage 1990-1991. Note du Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 67 p.
 19. DEBONDJI D., ORANGE D., CENSIER C., LE TROQUER Y. (1993) - Transport de matières sur l'Oubangui à Bangui, Tonnage 1991-1992. Note du Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 61 p.
 20. MALIBANGAR D., ORANGE D., CENSIER C. (1993) - Note sur les caractéristiques physiques et phytogéographiques des bassins versants constitutifs du bassin de l'Oubangui. Rapport du Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 60 p.
 21. DIMBELE-KOMBE M., ORANGE D. (1993) - Premières données sur l'évolution de la concentration en ozone de la basse couche atmosphérique à Bangui. Note du Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui (RCA), 40 p.
 22. DIMBELE-KOMBE M., ORANGE D. (novembre 1993, modifié en novembre 1994) - Paramètres climatiques de 10 stations références du bassin de l'Oubangui (P/T°/ETP/Vent/Hr/Insol de 1960 à 1992). Rapport interne, Projet PNUD/OMM CAF/91/021 de la Direction de la Météorologie en RCA, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 95 p.
 23. ORANGE D. (novembre 1993) - RCA n°3 : Les activités dans le domaine de l'eau en RCA. Bulletin trimestriel Recherche Centrafrique Actualités, publié par le Centre ORSTOM de Bangui, rédacteur de ce numéro 3, 25 p.

1994

24. ORANGE D., DEBONDJI D. (janvier 1994) - Transports de matières particulaires et dissoutes sur l'Oubangui à Bangui (Station St Paul), Volet tonnages exportés (de 1986 à 1993). Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 60 p.
25. ORANGE D., CENSIER C., LE TROQUER Y., THIEBAUX J.P., OLIVRY J.C. (janvier 1994) - Rapport factuel du programme PEGI/GBF à Bangui (Station St Paul), Volet Matières En Suspension (de 1986 à 1993). Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 90 p.
26. ORANGE D., DEBONDJI D., MAROMBA P., MALIBANGAR D. (janvier 1994) - Rapport factuel des prélèvements d'eau, fiches de terrain Oubangui/Bangui St-Paul, année 1993. Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 47 p.
27. ORANGE D., LE TROQUER Y., WESSELINK A. (1994) - Débits journaliers de l'Oubangui à Bangui de 1935 à 1994. Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 63 p.
28. ORANGE D., DIMBELE-KOMBE M., AHOUA B. (1994) - Recueil des résultats des sondages ozones de la basse couche atmosphérique à Bangui (de janvier à avril 1994). Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 57 p.

1995

29. ORANGE D., WESSELINK A., FEIZOURE C. (1995) - Banque de données hydrologiques du bassin de l'Oubangui utilisée pour le programme PEGI/GBF (1986-1993). Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier, 52 p.
30. SIGHA-NKAMDJOU L., ORANGE D. (1995) - Recueil des analyses chimiques des eaux de pluie d'Afrique Centrale et critique (1989-1995). Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier, 93 p.
31. ORANGE D., SIGHA-NKAMDJOU L. (1995) - Etat d'avancement du volet «Apports Atmosphériques» en Afrique Centrale (RCA et Cameroun). Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier, 14 p.
32. ORANGE D. (1995) - Concentrations, fluctuations saisonnières et flux de carbone dans le bassin du Congo. Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier, 40 p.
33. ORANGE D. (octobre 1995) - Reconstitution des données hydrologiques du bassin de l'Oubangui pour la constitution de la Banque hydrologique du programme PEGI/GBF/RCA (de l'origine des stations à 1994). Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier, 300 p.

34. BERTHELOT M., DEBONDI D., MALIBANGAR D., MAROMBA P., ORANGE D. (décembre 1995) - Rapport factuel des prélèvements d'eau mensuels et hebdomadaires de l'Oubangui à Bangui (janvier 1994 à juin 1995). Rapport interne, Lab. d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier, 48 p.

1996

35. DIMBELE-KOMBE M., ORANGE D. (avril 1996) - Paramètres climatiques de 10 stations références du bassin de l'Oubangui, du Chari et du Logone en République centrafricaine (P/T°/ETP/Vent/Hr/Insol de 1960 à 1992), version 3. Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bangui, 125 p.
36. ORANGE D. (janvier 1996) - Objets et Intelligence Artificielle (IA) : Perspectives d'utilisation avec un Système d'Information Géographique (SIG), Cours ENSA Montpellier recueilli par D. ORANGE. Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier, 100 p.
37. ORANGE D. (1996). Dossier motivé pour la mise en service de l'ULM ORSTOM au service de la Recherche au Mali. Rapport interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bamako (Mali), 10p.
38. ORANGE D. (1996). Recommandations techniques pour la mise en place d'un réseau de surveillance hydro-écologique du bassin du Niger supérieur. Proceedings de l'atelier de clôture du Projet Pilote Guinée-Mali (projet de la Coop. néerlandaise), oct. 1996, Bamako, Mali, 3p.
39. ORANGE D., MAHIEUX A., PICOJET C., PONCET Y. ET KOUMARE K. (1996). Rapport de mission dans le delta central du Niger du 06/11/96 au 21/11/96. ORSTOM, Laboratoire d'Hydrologie Bamako, programme EQUANIS.

1997

40. BENECH V., ORANGE D., GREARD M., DIALLO O., KOUMARE K. et TENARAO K. (1997). Rapport de mission, Mare de Batamani, du 10 au 14 mars 1997. LECOM, ORSTOM Bamako. 15 p.
41. KONDE C., ORANGE D., MAHE G. et GOURCY L. (1997). Première quantification des flux de méthane produits dans le delta intérieur du fleuve Niger. Rapport interne, ORSTOM, Laboratoire d'Hydrologie Bamako, CNRST, 25 p.
42. ORANGE D. (1997). Compte-rendu de la table-ronde "Erosion et gestion de la fertilité des sols". Rapport Interne, Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Bamako (Mali), 15p.

2007-2010

43. Orange D., Lequeux B., Henry des Tureaux T., Pham Van Rinh, Tran Duc Toan, 2007. Charges de fond et suspensions transportées par les eaux d'écoulement dans un petit bassin versant agricole sur pentes dans le Nord. *Internal report*, MSEC team, SFRI, VAAS (MARD), Hanoi, Vietnam, 86 p.
44. Tran Duc Toan, Orange D., Pham Van Rinh, Nguyen Duy Phuong, 2007. Impact of land use change on surface water run-off, soil loss and nutrient loss: case of watershed management in Vietnam. *MSEC annual report*, SFRI, Hanoi, 16 p.
45. Orange D., 2008. Brief on the Inception Ceremony of two Biodigesters. *Intermediate Report*, Total collaborative project, MSEC team, IRD-IWMI, SFRI, Hanoi, Vietnam, 4 p.
46. Orange D., Nguyen Duy Phuong, Loiseau J.B., Bui Tan Yen, Henry des Tureaux T., Bardouin L., Rodriguez C., Bertrand J., Grandier E., Jouquet P., Tran Duc Toan, 2008. Exploring the relevance and feasibility of PES approaches for producing environmental services through changes in agricultural practices: a case study in the Mekong Region (Vietnam case). *Intermediate report*, CPWF-PES, 2007-2008, CIAT, 76 p.
47. Orange D. 2008. Brief on inception ceremony of two biodigesters. *Internal report*, MSEC team, SFRI, VAAS (MARD), Hanoi, Vietnam, 6 p.
48. Orange D., Tran Duc Toan, Jouquet P., 2009. Biogas and PES in Southeast Asian Mountains. *Mid-term report for AFD*, Hanoi, Vietnam, 16 p.
49. Orange D., 2010. USTH meeting : education program for the Master "Water Environment Oceanography". Participant, IET, VAST, Hanoi, 22 January 2010, *internal report*.
50. Orange D., 2010. SEA-EU-NET meeting : education program for the Master "Water Environment Oceanography". Participant, NACeSTI, Hanoi, 25-27 January 2010, *internal report*.
51. Orange D., 2010. Conservation Agriculture Network for South East Asia (CANSEA). Inception meeting in Vietnam. Participant, NOMAFSI, Phu Tho (Vietnam), 25-27 January 2010; CIRAD, NOMAFSI, *internal report*.

Annexe 2 : Le LECOM

Introduction aux activités de recherche du LECOM

Le Delta intérieur du fleuve Niger constitue pour le Mali un potentiel de richesses de premier ordre en milieu sahélien. Ce potentiel de richesses est directement lié à **l'importance de la crue annuelle** du fleuve Niger, à **l'extension et à la durée de l'inondation** dans les plaines alluviales du delta. L'eau est donc bien le moteur du système, d'un hydrosystème évoluant dans l'espace et le temps à l'échelle de l'année (rythme crue-décru) et à l'échelle interannuelle (variations hydroclimatiques); l'eau détermine **l'édification de la ressource** (fertilisation des sols, ressources biotiques) et conditionne les stratégies de **partage de la ressource par les sociétés humaines**.

Afin de fournir les bases d'un développement durable de cet écosystème complexe, le projet de recherche pluridisciplinaire GIHREX ("Gestion Intégrée, Hydrologie, Ressources, systèmes d'exploitation") de l'ORSTOM se propose de répondre à la question suivante :

***quelles sont les conditions d'exploitabilité
et de durabilité des ressources de l'hydrosystème ?***

Les objectifs, limités dans un premier temps à la chaîne halieutique, sont triples :

1. *Connaissance de la dynamique d'un système complexe*
inventaire, suivi à long terme (réseau d'observation), caractériser le système, comprendre les processus (dynamique de la crue, transports de matières dissous et en suspension, chaîne trophique et dynamique du transport de matières, dynamique des populations de poissons, analyses des stratégies de pêcheurs et de la filière pêche)
2. *Aide à la gestion durable par le développement d'outils et de méthodes*
observatoire, modélisation de systèmes complexes, tests de scénarios de gestion
3. *Formation à la recherche*
encadrement de thèses, forte intégration et collaborations avec les instituts de recherche nationaux (CNRST, IER, ENSup, IPR, ENI, DNHE, DN Météo)

Animation de réseaux scientifiques par le LECOM

Les chercheurs du LECOM participent également à l'animation au Mali de réseaux scientifiques internationaux : FRIEND-AOC et IDAF.

FRIEND-AOC

Le programme FRIEND-AOC (Flow Regimes from International Experimental and Network Data, Afrique de l'Ouest et Centrale) a été initié en 1992 par l'**UNESCO** dans le cadre du Programme Hydrologique International. **FRIEND AOC est avant tout un réseau de chercheurs** et universitaires d'Afrique de l'Ouest et Centrale dans le domaine de l'Hydrologie et de la Variabilité Climatique, FRIEND AOC ne finance pas de projets, **FRIEND AOC finance des réunions** de chercheurs (Comités de Pilotage, Ateliers Scientifiques, réunions de coordination par thèmes, sessions de formation, participations aux réunions FRIEND internationales, publications d'actes de séminaires scientifiques). Les partenaires inscrits dans des activités FRIEND-AOC au Mali sont : la DNHE, l'ENI, la Météorologie Nationale, l'IER, le CNRST, l'ENSUp. Les autres organismes contactés sont : le Ministère des zones arides,

l'Université, le Laboratoire d'Analyse de la Santé Publique, l'IPR et l'ISFRA. La Coopération Française assure le financement des activités de réseau de FRIEND AOC pour 1997 et 1998.

IDAF

IDAF, né en 1994, est un réseau scientifique international africain s'intégrant au programme DEBITS (*Deposition of Biogeochemically Important Trace Species*) faisant lui-même partie du projet IGAC (*International Global Atmospheric Chemistry*) de IGBP. IDAF est une structure scientifique de communication dans laquelle pourraient se développer les problématiques de recherche liées à la qualité de l'atmosphère en Afrique. De plus, IDAF participe à la construction d'une base de données communes et demande le suivi d'une station météorologique ayant une représentativité d'un biotope typique. En plus des mesures météorologiques classiques (pluie, températures, humidité, évapotranspiration, vent, ensoleillement), des appareillages spécifiques sont fournis pour le suivi de la qualité des eaux de pluie, des gaz et des dépôts de poussières. Par ailleurs, IDAF peut financer toute action de communication (colloque, séminaire, table ronde,...). Le financement de ce réseau est actuellement assuré par la Coopération Française.

Annexe 3 : Index des rapports, études et Mémoires du projet GIHREX déposés auprès du Ministère de la Décentralisation, Bamako, Mali

Index des rapports, études et mémoires de stage du projet Gihrex, UR 621/DRED/Orstom, 1997-2000 1 / 7
Gestion intégrée, hydrologie, ressources et systèmes d'exploitation

Index de la littérature grise du projet de recherche Gihrex¹ 1997 - 2000

Collection “*Etudes et Rapports Gihrex*”

(rapports significatifs des étapes d'avancement des travaux du projet Gihrex et banques de données organisées associées)

Réf.	Titre	Auteur(s)	Année	Pages
ER1	Elaboration des fichiers opérationnels pour le calcul régionalisé des pluies sur le bassin versant du Niger par la méthode du vecteur régional (MVR)	Soumaguel A.	1996	34 p.
ER2	Première exploitation des fichiers opérationnels des pluies sur le bassin versant du Niger : étude témoin	Soumaguel A.	1996	
ER3	Annuaire des précipitations annuelles sur le bassin du Niger supérieur et le Delta Central de 1924 à 1995	Soumaguel A.	1996	46 p.
ER4	Annuaire des précipitations mensuelles et annuelles de la Guinée Konakry de l'origine des stations à 1995	Mahé G.	1996	62 p.
ER5	Annuaire des précipitations mensuelles et annuelles de l'origine des stations à 1995 au Mali	Soumaguel A., Mahé G., Diarra M., Camara A.	1996	
ER6	Mise en place d'un système de suivi de la pêche dans le delta central du Niger : concepts et méthodes	Morand P., Kodio A.	1996	112 p.
ER7	Proposition des groupes de réflexion tenus à Bamako pour contribution à la rédaction finale du projet de zone atelier du Delta intérieur du Niger au Mali	Orange D. (coord.), Collectif Cerdin (CNRST, Orstom, IER, ENSup, DNHE, DNM)	1997	34 p.
ER8	Projet de zone atelier du Delta intérieur du Niger au Mali	Olivry J.C. et Orange D. (coord.), Collectif Orstom, CNRST, IER, ENSup, DNHE, DNM, Prodig/CNRS	1997	42 p.
ER9	Bilan des activités de l'Orstom au Mali dans le cadre du projet Friend-AOC	Mahé G.	1997	
ER10	Première quantification des flux de méthane produits dans le delta intérieur du fleuve Niger	Kondé C., Orange D., Mahé G., Gourcy L.	1997	31 p.
ER11	Bull. de liaison IDAF : Réunion n°1 du réseau IDAF-Mali	Orange D.	1997	
ER12	Compte-rendu de la table ronde « Erosion et gestion de la fertilité des sols »	Orange D.	1997	
ER13	Cahier des charges du projet GIHREX, chantier « Niger au Mali »	Orange D., Arfi R., Bénech V., Mahé G., Morand P., Olivry J.C., Poncet Y.	1997	
ER14	Traitement des données MES : calcul des flux, base de données, résultats	Picouet C.	1997	51 p.
ER15	Bilan des prélèvements et des mesures effectuées d'avril 1996 à octobre 1997 : carbone organique, nutriments, éléments traces	Picouet C.	1997	23 p.
ER16	Changements climatiques et variabilité des ressources en eau des bassins du haut Niger et de la cuvette lacustre	Bamba F.	1997	
ER17	Notice d'utilisation du logiciel HYDRO (Visual C++, version 32 bits)	Mahé G., Aznar C.	1997	
ER18	Note technique pour l'installation d'un Capyr (capteur pyramidal pour la mesure des dépôts atmosphériques terrigènes au sol)	Orange D., Gréard M., Camara G.	1997	21 p.
ER19	Propagation des crues du Niger et de ses affluents	Mahieux A.	1997	38 p.

¹ Projet du programme 621 (*Grands bassins tropicaux : dynamiques et usages*), de l'unité de recherche « *Gestion des ressources en eau et des milieux aquatiques* » (UR2), du département *Ressource, Environnement, Développement* de l'ex-Orstom (devenu IRD en 1998)

Equipe IRD de Gihrex : Arfi R., Bénech V., Gréard M., Kuper M., Mahé G., Mahieux A., Marieu B., Morand P., Olivry J.C., Orange D., Poncet Y. [Coordination : J.C. Olivry et D. Orange ; Contact Gihrex : orange@ird.fr]

ER20	Régionalisation hydrologique en Afrique de l'Ouest et Centrale et au Mali, third report Friend (1994-1997)	Mahé G., Bamba F., Bricquet J.P., Diabaté M., Diarra M., Leroux J.F., Soumaguel A.	1997	
ER21	Le renforcement du système de suivi des pêcheries des lacs de Bagré et de Kompienga, expertise FAO au Burkina, avril-mai 1997	Morand P.	1997	
ER22	Evaluation du volume de l'écoulement de base sur le bassin du Bani à Douna	Bamba F.	1997	
ER23	Caractérisation et variabilité du flux de méthane produit dans le delta central du Niger	Kondé C., Orange D.	1997	23 p.
ER24	Dynamique actuelle des dépôts de poussières atmosphériques en zone sahélienne	Camara G.	1997	10 p.
ER25	Perspectives 1998 du LECOM : les grands axes de recherche	Orange D., Bénech V., Mahé G.	1998	
ER26	Note de présentation actualisée du projet Gihrex : MIDIN (Modélisation Intégrée du Delta Intérieur du Niger)	Orange D.	1998	
ER27	Première étape pour la modélisation intégrée du delta intérieur du Niger	Kuper M., Dzéakou P., Morand P., Mullon M., Poncet Y.	1998	
ER28	Banque de données MES du Niger à Koulikoro	Mahieux A.	1998	53 p.
ER29	Recueil de 24 années d'observation des visibilités horizontales à Bamako (1975-1998), 2 tomes	Camara G., Orange D., Maïga A.	1998	300 p.
ER30	Premiers résultats des flux de méthane produit dans un écosystème inondé : cas de Batamani (Delta intérieur du fleuve Niger, Mali)	Kondé C., Orange D., Bénech V., Delmas R.	1998	7 p.
ER31	Etude topographique du terroir de Batamani	Marieu B., Maman M.K., Gréard M., Mahieux A., Orange D.	1998	
ER32	Actualisation des données hydrométriques du fleuve Niger au Mali pour Equanis (rapport final PEGI/GBF/EQUANIS - Volet Hydrologie)	Marieu B., Bamba F., Bricquet J.P., Cissé N., Gréard M., des Tureaux T.H., Mahé G., Mahieux A., Olivry J.C., Orange D., Picouet C., Sidibé M., Touré M.	1998	81 p.
ER33	The point of view of some hydrologists on the new paradigm « Ecohydrology »	Olivry J.C.	1998	
ER34	Récapitulatif des choix de modélisation (modélisation intégrée du Delta intérieur du Niger)	Kuper M., Poncet Y., Morand P., Mullon C., Orange D.	1998	
ER35	Collection « Matières en suspension » : Koulikoro, Ké-Macina, Douna, Nantaka, Aka, Diré, Awoye, Korientzé, Sensé, Sofara, Sélingué (7 tomes)	Mahieux A.	1999	345 p.
ER36	Formation aux techniques de prélèvements IDAF	Orange D., Gréard M., Diallo A.K.	1999	135 p.
ER37	Initier aux concepts, méthodes et outils utiles à la construction des S.I.E. (Systèmes d'Information Environnementales)	Courel M.F., Morand P., Orange D.	1999	95 p.
ER38	Voyage d'étude dans le Delta intérieur du Niger, juillet 1999, CERDIN	Orange D.	1999	31 p.
ER39	Modalités de renouvellement des principales espèces d'intérêt halieutique dans le Delta	Niaré T.	1999	
ER40	Lutte intégrée contre les rongeurs ravageurs des cultures et vecteurs de maladies transmissibles à l'homme et aux animaux dans le Delta	Diarra W.	1999	20 p.
ER41	Spatialisation des données météorologiques dans le delta intérieur du Niger	Bamba F., Fofana M., Mahé G.	1999	61 p.
ER42	Identification et cadrage du projet EIDES-DIN (Etude intégrée de la dynamique des processus écobio-physiques et socio-écologiques d'une zone humide tropicale : le Delta Intérieur du Niger)	Orange D.	1999	115 p.
ER43	Impact de la disponibilité en eau du fleuve Niger sur la gestion de l'eau dans le périmètre irrigué de l'Office du Niger au Mali : le cas de l'étiage 1999	Hassane A., Kuper M.	1999	65 p.

Equipe IRD de Gihrex : Arfi R., Bénech V., Gréard M., Kuper M., Mahé G., Mahieux A., Marieu B., Morand P., Olivry J.C., Orange D., Poncet Y. [Coordination : J.C. Olivry et D. Orange ; Contact Gihrex : orange@ird.fr]

Janvier 2001 -

page 2 / 7

ER44	Rapport de mission AIEA : Evaluation radio-isotopique de l'érosion et du transport sédimentaire en zones soudano-sahéliennes au Mali (nov. 1999)	P. Bonté	1999	40 p.
ER45	Rapport factuel des mesures de matières en suspension du Niger au Mali (1990-1999), projets EQUANIS+GIHREX (IRD)	Dembélé L.	1999	160 p.
ER46	Etude hydrologique de la mare de Batamani (cercle de Kona, région de Mopti), année hydrologique 1998-1999	Marieu B.	2000	28 p.
ER47	Sipdelta traitement : guide de l'utilisateur (Observatoire de la pêche)	Diallo A. Kader, Morand P.	2000	22 p.
ER48	Rapport d'activité ZADIN, année 1999	Orange D.	2000	33 p.
ER49	Gestion des pâturages et des conflits liés à l'utilisation des ressources naturelles dans le Djenné (commune de Madiama)	Kodio Amadou	2000	8 p.
ER50	Etude de fertilité et de conservation des mares dans le delta central du Niger	Diallo Ousmane	2000	8 p.
ER51	Stratégie des acteurs pour la gestion de l'espace autour du lac Télé (Goundam)	Togola D.	2000	
ER52	Commercialisation du riz traditionnel dans le delta intérieur du Niger au Mali	Kuper M., Maïga Hamadoun	2000	39 p.
ER53	Etude hydrologique du bassin versant de Djitiko	Marieu B., Mahieux A., Gréard M.	2000	
ER54	Eléments pour la réalisation d'un réseau d'observation de la qualité de l'environnement dans le bassin du Niger (au Mali) : les Matières En Suspension, indicateur qualité	Orange D., Gréard M., Cissé N., Ouattara M.	2000	43 p.
ER55	Etude hydraulique du réseau primaire de l'Office du Niger : réactualisation des abaques hydrologiques des ouvrages de régulation des points A et B, modélisation hydraulique du Fala Molodo, formation d'un ingénieur de l'Office du Niger	Kuper M., Gréard M., Hassane A., Mahieux A., Marieu B., Orange D.	2000	49 p.
ER56	Etude de la sédimentation actuelle dans le lac Débo (campagne novembre 1999)	Diarra S., Orange D.	2000	25 p.
ER57	Rapport d'expertise pour Gihrex-IRD : session d'échange et de formation autour de la maquette du Modèle Intégré du Delta Intérieur du Niger, Bamako, février 2000	de Noray M.L.	2000	36 p.
ER58	Stratégies des agriculteurs autour de la mare de Batamani	Maïga O., Kuper M., Gosse B.	2000	43 p.
ER59	Identification et structuration d'une liste d'indicateurs de l'environnement et du développement durable pour le Delta	Morand P., Traoré D.	2000	
ER60	Rapport final du Séminaire International GIRN-ZIT (Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales, Bamako, juin 2000)	Orange D.	2000	63 p.
ER61	Protocoles et règles pour l'évaluation de la dynamique de sédimentation dans les lacs, plaines et grands chenaux du delta intérieur du Niger	Orange D.	2000	
ER62	Typologie des eaux du Niger au Mali (du bassin supérieur au delta intérieur) : banque de données hydrochimiques 1990-2000	Orange D., Gréard M., Bricquet J.P., Sondag F., Lecornec F.	2001	

Collection “Mémoires Gihrex”

(mémoires de stage encadrés par un ressortissant du projet Gihrex)

Réf.	Titre	Type	Auteur (s)	Encadrement	Année
M1	Etude de la dynamique des espaces ruraux dans le haut bassin du Niger au Mali (bassin versant de Bélékoni)	Mémoire DEA	DIALLO Drissa	Saussol A. Olivry J.C.	1996, 44 p.
M2	Variabilité du niveau et de la qualité chimique des eaux souterraines dans le haut bassin du fleuve Niger au Mali. Comparaison avec la variabilité des écoulements de surface	Mémoire de fin d'Etudes ENI	DESSOUASSI Y.R.	Diarra A.T. Mahé G.	1997, 109 p.
M3	Dynamique du système agraire et impact socio-économique de la retenue collinaire de Ntonimba (Mali)	Mémoire DESS	THAREAU E.	Poncet Y. Mahé G.	1997
M4	Variabilité de la teneur en eau du sol au cours de la première partie de la saison pluvieuse en zone soudanienne. Cas des sols brun et jaune du bassin versant du Djitiko au Mali	Mémoire 2 ^{ème} année ISIM	NICOLAY T.	Orange D. Diallo D.	1997
M5	Estimation des écoulements annuels au Mali : amélioration de la présentation et des fonctionnalités du logiciel Hydro	Mémoire 2 ^{ème} année ISIM	AZNAR C.	Mahé G.	1997, 36 p.
M6	Conception et réalisation d'une maquette de base d'information pour la Z.A. Delta Intérieur du Niger	Mémoire DEA	SHIETTE-CATTE B.	Morand P.	1997
M7	Analyse physico-chimique d'échantillons d'eau du Niger : techniques de filtration des eaux et utilisation scientifique des résultats	Mémoire ingénieur ENI	DIJENPO M.	Orange D. Gréard M.	1997, 35 p.
M8	Contribution à l'intégration des données multisources pour l'élaboration d'un schéma de gestion des ressources naturelles : cas du Gourma malien	Mémoire ingénieur ENI	MAMAN M.K., DOULLA S.	Diallo A. Mahé G. Orange D.	1997
M9	Suivi de l'hydroclimat et du phytoplancton à Batamani, dans le Delta intérieur du Niger, au cours de la crue 1997	Mémoire ingénieur IPR	GAKOU B.	Bénech V.	1997
M10	Etude expérimentale du ruissellement et de l'érosion hydrique dans le bassin versant de Djitiko (saison des pluies 1997)	Mémoire ingénieur IPR	SAWADOGO B.	Diallo D. Orange D.	1997
M11	Analyse des perceptions paysannes de la dégradation des sols et de la gestion de la fertilité et de la biomasse	Mémoire ingénieur IPR	KEITA I.	Diallo D. Orange D.	1997
M12	Etude de la dégradation des sols dans le sous-bassin versant de Bélékoni (zone cotonnière Mali-Sud)	Mémoire ingénieur IPR	KEITA D.	Diallo D. Orange D.	1997
M13	Etude expérimentale de l'érosion et du ruissellement dans le bassin versant de Djitiko (saison des pluies 1997)	Mémoire techn. sup. IPR	GALME Y.	Diallo D. Orange D.	1997
M14	Suivi de la dynamique des surfaces hydrologiques dans le bassin versant de Bélékoni (zone cotonnière Mali-Sud)	Mémoire techn. sup. IPR	SANOYO Y.	Diallo D. Orange D.	1997
M15	Etude bibliographique sur l'extension de l'inondation dans le Delta central : géographie, hydroclimat et modèles existants	Mémoire de licence ENSup	DEMBELE L.	Mahé G. Ballo A.	1998
M16	Etude des caractéristiques hydrologiques et usages agricoles de la retenue collinaire de Ntonimba (Mali)	Mémoire BTS agricole	ROCHARD L.	Mahé G. Marieu B.	1998
M17	Hydrobiologie du Delta Central du fleuve Niger en situation de post-crue	Mémoire maîtrise	DUMAS-PILHOU N.	Arfi R.	1998, 46 p.
M18	Détermination des zones à risques de pollution des nappes phréatiques par les eaux de surface à Bamako, étude bibliographique	Mémoire maîtrise EPGS	ANDRE E.	Orange D.	1998, 22 p.
M19	Origines et caractéristiques de la pollution des eaux de Bamako : une première approche pour la gestion et l'épuration	Mémoire DEA	PALANGIE A.	Orange D. Poncet Y.	1998, 102 p.
M20	Etude expérimentale du ruissellement et de l'érosion sur sols rouges dans le bassin versant de Djitiko (Sud-Mali)	Mémoire 1 ^{ère} année ISIM	JOLIVET A.	Orange D. Diallo D.	1998
M21	Etude de la banque de données MES en vue d'une mise en forme de type ACCESS	Mémoire maîtrise Bio	LECUNA S.	Orange D. Nguyen P.	1998
M22	Evaluation de l'érosion hydrique sur sol brun sur le bassin versant du Djitiko (Mali-Sud)	Mémoire licence IUP	VIDAL H.	Orange D. Diallo D.	1998, 44 p.

Equipe IRD de Gihrex : Arfi R., Bénech V., Gréard M., Kuper M., Mahé G., Mahieux A., Marieu B., Morand P., Olivry J.C., Orange D., Poncet Y. [Coordination : J.C. Olivry et D. Orange ; Contact Gihrex : orange@ird.fr]

Janvier 2001 -

page 4 / 7

M23	Impact des intrants agricoles sur la qualité des eaux en zone cotonnière du Mali-sud	Mémoire fin d'Etudes IUP	BONNEFOY A.	Orange D. Monleau C.	1998, 50 p.
M24	Le système de production halieutique du terroir de Batamani (Delta Intérieur du Niger) : préconception d'un modèle intégré de fonctionnement	Mémoire DAA	ROUSSEAU C.	Bénech V. Kuper M. Ombredane D.	1998, 107 p.
M25	Etude du ruissellement et de l'érosion linéaire dans le bassin versant de Djitiko (sous bassin versant de Ouronina)	Mémoire ingénieur IPR	SEIDOU M.	Diallo D. Orange D.	1998
M26	Etude expérimentale de l'érosion hydrique sur parcelles (bassin versant de Djitiko)	Mémoire ingénieur IPR	SACKO A.	Diallo D. Orange D.	1998
M27	Mesure du ruissellement et de l'érosion hydrique dans le bassin versant de Djitiko : cas du sol brun	Mémoire ingénieur IPR	DIARRA O.B.	Diallo D. Orange D.	1998, 25 p.
M28	Mesure du ruissellement et de l'érosion hydrique dans le bassin versant de Djitiko : cas du sol rouge	Mémoire ingénieur IPR	DIARRA O.S.	Diallo D. Orange D.	1998, 28 p.
M29	Etude de la stabilité des mottes du sol rouge et du sol brun du bassin versant de Djitiko dans le haut-bassin du Niger	Mémoire ingénieur IPR	KANSAYE L.	Diallo D. Orange D.	1998
M30	Diagnostic d'un projet de recherche intégré en éco-hydrologie : le cas du Delta Intérieur du Niger (Mali)	Mémoire DESS CERDI	CARTAILLER C.	Orange D.	1999 101 p.
M31	Influence des aménagements hydrauliques et hydro-agricoles du Niger supérieur sur l'inondation du Delta Intérieur du Niger (Mali)	Mémoire ingénieur ENI	HASSANE A.	Diarra A. Orange D. Kuper M. Marieu B.	1999, 76 p.
M32	Cycle géochimique du carbone, de l'azote et du phosphore dans un écosystème inondé : cas de la mare de Batamani (Delta intérieur du Niger)	Mémoire fin d'Etudes ENSup	DIARRA R.A.	Maïga M.S. Orange D.	1999, 100 p.
M33	Synthèse analytique des modèles d'inondation dans le Delta Intérieur du Niger au Mali	Mémoire fin d'Etudes ENSup	DEMBELE L.	Ballo A. Orange D.	1999, 58 p.
M34	Intervention des itinéraires techniques des systèmes d'exploitation sur les flux de nutriments dans un écosystème tropical inondé	Mémoire DEA INAPG	PAGET L.	Orange D. Poncet Y.	1999, 93 p.
M35	Géodynamique d'un hydrosystème tropical peu anthropisé : le bassin supérieur du Niger et son delta intérieur	Doctorat Sciences	PICOUET C.	Olivry J.C. Orange D.	1999, 460 p.
M36	Hydrologie et flux de matières solides particulières et dissoutes sur petits bassins versants du bassin du fleuve Niger au Mali	Doctorat Sciences	DROUX J.P.	Olivry J.C. Mietton M.	1999, 305 p.
M37	Conception d'une liste d'indicateurs dans le cadre d'un futur observatoire de l'environnement dans le Delta Intérieur du fleuve Niger au Mali	Mémoire DESS Paris XII	MAILLARD J.F.	Morand P. Courel M.F.	1999, 64 p.
M38	Propagation d'une onde de crue dans le Delta intérieur du Niger : modélisation hydraulique	Mémoire 2 ^{ème} année ENPC	CADIER A.	Tassin B. Kuper M.	1999, 47 p.
M39	Suivi des ressources pastorales du Niger avec des données spatiales basse résolution végétation/SPOT 4	Mémoire DESS CESBIO	MARIKO A.	Mougenot B. Orange D.	1999, 34 p.
M40	Evolution temporelle des visibilité horizontales à Bamako-Sénou (Mali) : relation avec le dépôt sec des aérosols	Mémoire DEA OAB Toulouse	CAMARA G.	Lacaux J.P. Orange D.	1999, 45 p.
M41	Etude par radiopistage de la mobilité des reproducteurs des populations de poissons dans la plaine inondée du Delta Intérieur du Niger	Mémoire DESS	HERISSE C.	Bénech V.	1999
M42	Etude expérimentale du ruissellement et de l'érosion hydrique dans le bassin versant du Djitiko (Haut bassin du Niger)	Mémoire ingénieur IPR	DEMBELE D.	Diallo D. Orange D.	1999
M43	L'éducation au Mali : Djenné au cœur de la problématique de déscolarisation	Mémoire maîtrise	DOUVILLE C.	Kuper M. Arnaud J.C.	1999
M44	Impact de la disponibilité en eau sur l'évolution démographique et le développement rural dans le cercle de Djenné	Mémoire maîtrise	PARMENTIER M.A.	Kuper M. Arnaud J.C.	1999

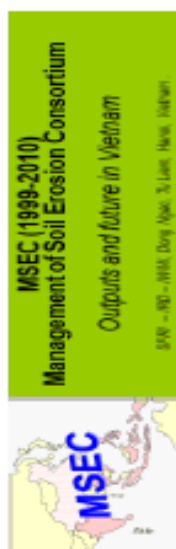
M45	Evolutions saisonnières des potentialités trophiques accessibles aux poissons en milieu naturel et en étang piscicole dans le delta central du Niger	Mémoire DU PREMICE	KENNEL M.O.	Arfi R.	2000, 39 p.
M46	Etude géomorphologique du bassin versant de Djitiko.	Mémoire maîtrise IGA	ZANARDI C.	Diallo D. Morel A.	2000, 81 p.
M47	Mise au point d'une méthode de construction d'un modèle numérique de terrain à partir d'informations indirectes : le cas du Delta intérieur du Niger au Mali	Mémoire DEA	DJOUDOU M.	Marie J. Orange D.	2000
M48	Etude de faisabilité de l'Observatoire Socio-Ecologique du Delta : aspects sociaux et institutionnels	Mémoire ingénieur ISSIC	TRAORE Issa	Morand P.	2000
M49	Construction d'un système d'information géographique sur la navigation traditionnelle dans le delta intérieur du Niger	Mémoire DEA ETES Orléans	DUFOUR C.	Méring C. Poncet Y.	2000
M50	Préparation d'une modélisation spatiale socio-environnementale : le marécage de Pijino dans le bassin de Mompox (Colombie), adaptation des objectifs et des concepts de la modélisation du delta intérieur du Niger (Mali)	Mémoire DEA ETES Orléans	POLANCO J.A.	Méring C. Poncet Y.	2000
M51	Erosion des sols en zone soudanienne du Mali : transferts des matériaux érodés dans le bassin versant de Djitiko (Haut Niger)	Doctorat Géographie	DIALLO Drissa	Morel A. Roose E. Orange D.	2000, 200 p.
M52	Le développement d'un prototype d'infobase socio-environnementale, avec pour cas d'application les données et documents issus des recherches sur le Delta intérieur du Niger	Doctorat Sciences	DZEAKOU P.	Morand P. Mullon C. Poncet Y.	2000
M53	Conception, implémentation et test d'indicateurs de la pêche dans le Delta intérieur du Niger	Doctorat Géographie	KODIO Amaga	Morand P.	2002
M54	Caractérisation et suivi de la dynamique de l'inondation et du couvert végétal dans le Delta Intérieur du Niger (Mali) par télédétection	Doctorat Sciences	MARIKO Adama	Servat E. Orange D. Mahé G. Amani A.	2003
M55	Etude éco-hydrologique de la vallée du bassin supérieur du Fleuve Niger au Mali	Mémoire DAA ENSA Rennes	DEROLEZ V.	Orange D.	2001 85 p.

Collection “Rapports de mission Gihrex”

(rapports de mission et tables de données acquis durant le projet Gihrex, 1996-2000)

Réf.	Titre	Auteur(s)	Année	Page
RM1	Rapport de mission Delta Central : 6-21 novembre 1996	Orange D., Poncet Y., Picouet C., Mahieux A., Leroux J.F., Koumaré K.	1996	29 p.
RM2	Rapport de mission Tossaye : 6-9 janvier 1997	Mahé G., Dicko B.A.	1997	
RM3	Compte-rendu de la première réunion du Laboratoire des Eaux Continentales de l'Orstom au Mali (LECOM) : bilan 1996, état d'avancement des activités et projets, bibliographie 1996/1997	Mahé G.	1997	
RM4	Rapport de mission Mare de Batamani : 10-14 mars 1997	Bénech V., Orange D., Gréard M., Diallo O., Koumaré K., Ténarao K.	1997	
RM5	Delta intérieur du fleuve Niger : 8-25 août 1997	Mahé G., Marieu B., Picouet C.	1997	25 p.
RM6	Douna-Macina-Mopti : 13-17 novembre 1997	Marieu B., Mahé G.	1997	7 p.
RM7	Delta intérieur du Niger : atlas hydrobiologique de hautes-eaux (TYPO 01), novembre 1997	Arfi R.	1998	55 p.
RM8	Plaine inondable : atlas hydrobiologique Batamani-01, crue 1997	Arfi R.	1998	
RM9	Rapport de mission : étude préliminaire pour la topographie de la mare de Batamani	Orange D., Bénech V., Gréard M.	1998	
RM10	Delta intérieur du Niger : atlas hydrobiologique de basses-eaux (TYPO 02), avril-mai 1998	Arfi R.	1998	43 p.
RM11	Delta intérieur du Niger (amont) : hydrologie et agronomie, 10-23 novembre 1998	Kelly S., Kuper M., Marieu B.	1998	19 p.
RM12	Delta intérieur du Niger (aval) : hydrologie et agronomie, 4-20 janvier 1999	Kuper M., Mahieux A., Sidibé I., Kelly S.	1999	43 p.
RM13	Plaine inondable : atlas hydrobiologique Batamani-02, crue 1998	Arfi R.	1999	
RM14	Recueil des données et typologie de la campagne d'étude des mares du Kotia (mai 1999)	Arfi R.	1999	25 p.
RM15	Delta intérieur du Niger : les lacs périphériques (phase 1/2), 26 octobre – 14 nov. 1999	Arfi R., Audollent M., Kuper M., Mahieux A., Marieu B., Ouattara A.K., Sidibé I.	1999	59 p.
RM16	Recueil des données de la campagne Lacs Périphériques n°1/2 (novembre 1999)	Arfi R.	1999	18 p.
RM17	Delta intérieur du Niger : les lacs périphériques (phase 2/2), 7-25 janvier 2000	Audollent M.	2000	26 p.
RM18	Recueil des données de la campagne Lacs Périphériques n°2/2 (janvier 2000)	Arfi R.	2000	17 p.
RM19	Recueil de données des prélèvements de sols et d'eau sur un transect Tombouctou-Taoudenit (fév. 2000)	Orange D.	2000	15 p.
RM20	Inventaire des rapports de mission dans le delta intérieur du Niger et des rapports de stage au Laboratoire des Eaux Continentales du Mali (LECOM/IRD)	Dembélé L.	2000	7 p.
RM21	Etude expérimentale du ruissellement et de l'érosion hydrique dans le bassin versant du Djitiko, Rapport d'activité	Sawadogo B.	2000	10 p.

Annexe 4 : Fiche de synthèse du projet MSEC-Vietnam



Long-term monitoring, experimental and modelling benchmark MSEC catchment in Vietnam

The *Management of Soil Erosion Consortium* program (MSEC) aims at developing sustainable and acceptable community-based land management systems at small catchment scales in five countries of South East Asia (Thailand, Laos, Vietnam, Indonesia and the Philippines) and to enhance NARES capacity in research on integrated catchment management.

A double-oriented research:

- (1) Biophysical and Biochemical processes linked to the soil erosion and biomass management acceptable by smallholders on sloping lands;
- (2) Farmers' strategies to adopt a sustainable agricultural use of sloping lands.

Context

Global awareness of climate change has resulted in enhanced awareness of the fragility of natural systems and a new longer-term perspective for national and regional planning, which presents an opportunity to radically rethink approaches for agricultural production and watershed management.



One generic question

How to improve agricultural productivity and competitiveness within sloping lands through sustainable and socially acceptable water and soil management in mountainous areas of SEA?

STUDY AREA

- Catchment $\approx 50\text{ ha}$;
- Dong Cao village in Tan Xuan Commune,
- 60 km West of Ha Noi - North Vietnam;
- Pre-urban watershed being important land-use changes;
- Large inter-disciplinary survey including land-use, hydrology, climatology, ecology, soil science and socio-economy.



Land use in %	2001	2010
Cassava	40.0	4.0
Young Fallow	0.0	15.0
Long Fallow	32.0	63.0
Planted forest	15.0	5.0
Secondary forest	13.0	13.0

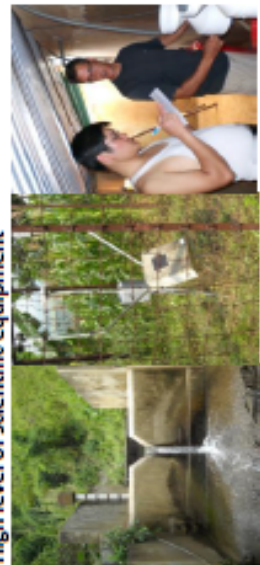
Some research milestones

- Converting land from traditional production systems to commercial cash crops such as maize, cassava and trees can increase the erosion value ($>6\text{-}13\text{ t ha}^{-3}\text{ yr}^{-1}$) that exceeds the tolerable rate of soil loss ($2.5\text{ t ha}^{-3}\text{ yr}^{-1}$).
- Strong soil structural stability of earthworms casts because of higher C and soil bulk density as a consequence, no effect on soil detachment rate but lead to decrease water runoff.
- The combination of surface and subsurface runoff in a small hilly watershed is efficient to model the erosion: the soil losses are mainly in the suspended load.
- Afforestation was largely driven by state organizations on protected state-owned land, and forestry was not a significant component of household economic activities.
- PES as an adaptable process for economic and ecological success: the biodigester and the compost use to create a virtual sustainable loop of agricultural use of sloping lands.

Key findings

- Partnerships between upland farmers and hydropower developers could help protect future hydropower generation from high erosion rates and reservoir siltation.
- Adaptation to climate change will require a strong focus on stabilizing slopes prone to landslides and more effective management of riparian zones.
- Large-scale commercial biofuel production systems have higher rates of erosion than traditional cropping systems and require strong soil conservation measures.

High level of scientific equipment



- Research activities based on an agro-ecological and biogeochemical comprehension of some nested catchments associated with hydrological and erosion modelling.

Four scales / four aims:

- Agro-ecological research at the **farmed field** scale to assess the **farmers' strategies**,
- Hydrological modelling at small scale (through nested catchments from 0.1 to 1 km^2) for simulation of the **in-site impacts**,
- Up-scaling to the **whole basin** (10 km^2) for simulation of the **off-site impacts** on water reservoirs,
- Biogeochemical research and simulation within the reservoir to assess the **C, N and fertility transfers**.

Outputs of MSEC in Vietnam

- 3 researchers and 2 engineers of IRD posted in full-time (equivalent of 36 months/year from 2002)
- Numerous exchanges between researchers and local conference presentations
- More than 40 papers in peer-review journals
- Few papers in Vietnamese journals
- 4 PhD ended and 6 PhD on-going (9 Vietnamese candidates)
- More than 10 research projects obtained
- More than 70 students supervised (1/3 Vietnamese)
- 2 international conferences organized in Hanoi (AUF/IRD symposium with HAU/VAAS + IWMI symposium for MSEC partners)
- 1 experimental watershed well equipped to take advantage for climate change survey and demonstration (50 km from Hanoi)

Contacts

Dr Tran Duc Toan, SFRI, coordinator MSEC in Vietnam

tranductoan@yahoo.com.vn

Dr Didier Orange, IRD/IWMI, team leader in Vietnam

didier.orange@ird.fr

Web: <http://www.iwmi.cgiar.org/msec>

<http://www.biologie.ens.fr/Bioemcol/>



Selected papers

- [Clément E. Amézag JM, 2008. Linking reforestation policies with land use change in Northern Vietnam: Why local factors matter. *Geoforum* 39\(1\): 265-277.](#)
- [Clément E. 2009. Analyzing decentralized natural resource governance: proposition for a "politicized" institutional analysis and development framework. *Policy Sciences*.](#)
- [Jouquet P, Henry-des-Tureaux J, Mathieu J, Doan Thu J, Tran Duc T, Orange D. 2010. Utilization of near infrared reflectance spectroscopy \(NIRS\) to quantify the impact of earthworms on soil and carbon erosion in steep slope ecosystem. A study case in Northern Vietnam. *Catena* 81: 113-116.](#)
- [Orange D, Dardanos L, Saier P, Nguyen Duy P, Jouquet P, Tran Duc T. 2010. Using a biogas scheme to control soil erosion on sloping lands, North Vietnam. *Mountain Forum Bull.* Jan: 52-55.](#)
- [Valentin C, Agus F, Alamban R, Boonsaner A, Briquet JP, Chaplot V, de Guzman T, de Rouw A, Jeneau JL, Orange D, Phachomphonh K, Do Duy P, Podwojewski P, Ribolzi O, Silveira N, Subagyono K, Thiébaux JP, Tran Duc T, Vadari T. 2008. Runoff and sediment losses from 27 upland catchments in Southeast Asia: Impact of rapid land use changes and conservation practices. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 128: 225-238.](#)
- [Clément F, Orange D, Williams M, Mulley C, Eprecht M. 2009. Drivers of afforestation in Northern Vietnam: Assessing local variations using geographically weighted regression. *Applied Geography*, doi:10.1016/j.apgeog.2009.01.003: 1-16.](#)
- [Jouquet P, Bernard-Reversat F, Bottinelli N, Orange D, Rouland-Lefèvre C, Tran Duc T, Podwojewski P. 2007. Influence of change in land use and earthworm activities on carbon and nitrogen dynamics in a steepland ecosystem in Northern Vietnam. *Biology and Fertility of Soils* 44\(1\): 69-77.](#)
- [Orange D, Tran Duc T, Nguyen Duy P, Nguyen Van J, Saigado P, Clément F, Le Hoa B. 2008. Different interests, common concerns and shared benefits. *LEISA Magazine* 24\(2\): 12-13. + Chinese.](#)
- [Jouquet P, Plumet J, Doan Thu J, Henry-des-Tureaux J, Rumpel C, Tran Duc T, Orange D. 2010. The rehabilitation of tropical soils using compost and vermicompost is affected by the presence of endogeic earthworms. *Applied Soil Ecology* 46: 125-133.](#)
- [Yajima A, Jouquet P, Dung Do T, Thanh Dang TC, Tran Cong D, Orange D, Montessor A. 2009. High latrine coverage is not reducing the prevalence of soil-transmitted helminthiasis in Hoa Binh province, Vietnam. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 103\(3\): 237-241.](#)
- [Dang Thi Ha, Coyne A, Orange D, Blanc G, Etcheber H, Schafer J, Le Lan A. 2009. Erosion and impact of human disturbance on sediment transport in the Red River, Vietnam. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 73 \(13 suppl. 1\), p. A260.](#)

Main associated research projects

1. **DURAS PROJECT (2004-2008, MAE): Promoting Sustainable Development in Agricultural Research Systems in South-East Asia.** This project was implemented through active participation of local farmers (300 farmers) in several villages (15 villages) and in building up local capacity for soil fertility management (fodder on flat and sloping lands, rice on paddyfields, and cassava within uplands) and for integrated farming systems (cattle/pig husbandry with cropping systems on slope).
 2. **VERAGREGAT PROJECT (2008-2010, EC2CO): Rôle des VERS de terre dans le stockage du carbone : Approche à l'échelle de l'AGREGAT.** This project studied the effects of biotiming by earthworms on the aggregate stability and the Soil Organic Matter behavior, with experiments based on compost and vermicompost use.
 3. **Biogas&PES PROJECT (2008-2009, AFD): Biogas and PES for Watershed Management in Southeast Asian Mountains.** This study dealt with fodder production on sloping lands, animal and human waste use, human health and water quality protection by promoting environmentally friendly biogas and vermicompost units.
 4. **PAMPA/RIME PROJECT (2009-2012, AFD): Support program for agro-ecology in multiple countries.** This project is implemented in Vietnam to tackle the environmental impacts of direct seeding practices (DSP) on sloping lands at landscape level versus Maize traditional cropping systems.
- Perspectives: Three pathways...**
- Long term monitoring and pluridisciplinary approach on benchmark MSEC catchments: *role of living organisms on soil structure, soil erosion, weathering of minerals, water quality and quantity?*
 - MSEC project phase3: funded by French MRES, coord: IRD. Keywords: Soil formation, Erosion, Biogeochemistry.
- Research activities on watershed management in relationship with the hydropower demand: *which governance and best bet options of incentive mechanisms?*
- Hypl project: funded by BMZ, 2010-2013, coord: IWMI. Keywords: PES, Hydropower dam, Economics, Southeast Asia.
- The development of innovative technologies for ecological engineering: *how catchment characteristics (allochthonous factors) and biogeochemical reactions (autochthonous processes) influence aquatic ecosystems?*
- JEAI BIOGEAQ: funded by IRD, 2011-2013, coord: IRD. Keywords: Organic carbon, Microbial ecology, Aquatic system, Water and soil quality, Fertilization, Uplands, Southeast Asia.