



INDISCIPLINES

Récits de recherche sur l'eau dans un monde interdisciplinaire

Sous la direction de Anne-Laure Collard,
Jeanne Riaux, Marcel Kuper

éditions
Quæ

**Récits de recherche
sur l'eau
dans un monde interdisciplinaire**

La collection « Indisciplines » fondée par Jean-Marie Legay dans le cadre de l'association « Natures Sciences Sociétés-Dialogues » est aujourd'hui dirigée par Marianne Cohen. Dans la même orientation disciplinaire que la revue NSS, cette collection entend traiter des rapports que, consciemment ou non, les sociétés entretiennent avec leur environnement naturel et transformé à travers des relations directes, des représentations ou des usages. Elle mobilise les sciences de la terre, de la vie, de la société, des ingénieurs et toutes les démarches de recherche, éthique comprise. Elle s'intéresse tout particulièrement aux questions environnementales qui interpellent nos sociétés aujourd'hui, qu'elles soient abordées dans leur globalité ou analysées dans leurs dimensions les plus locales.

Le comité éditorial examinera avec attention toutes les propositions d'auteurs ou de collectifs qui ont adopté une démarche interdisciplinaire pour traiter de la complexité.

© Éditions Quæ, NSS-Dialogues, 2024

ISBN Quæ (imprimé) : 978-2-7592-3806-4

ISBN Quæ (PDF) : 978-2-7592-3807-1

ISBN Quæ (ePub) : 978-2-7592-3808-8

ISSN : 1772-4120

Éditions Quæ – RD 10 – 78026 Versailles Cedex

www.quae.com – www.quae-open.com

Les versions numériques de cet ouvrage sont diffusées sous licence CC-by-NC-ND 4.0.



INDISCIPLINES

Récits de recherche sur l'eau dans un monde interdisciplinaire

Sous la direction de
Anne-Laure Collard, Jeanne Riaux, Marcel Kuper

éditions
Quæ

Remerciements

Nous remercions chaleureusement les collègues qui ont volontiers accepté de participer au processus de relecture interne des chapitres. Merci à Olivia Aubriot, Sébastien Barot, François Bousquet, Claudia Cirelli, Valeria Hernandez, Alix Levain, Maud Loireau, Christelle Marlin, Jean-Denis Mathias, Hélène Melin, Abdelweddoud Ouled Cheikh, Pierre Ribstein, Audrey Richard, Thierry Ruf et Clara Therville.

Merci à Margreet Zwarteveen d'avoir nourri et enrichi nos réflexions. Merci aux auteurs pour leur implication dans cette aventure collective.

Sommaire

Préface	7
Margreet Zwarteveen	
Introduction	11
Anne-Laure Collard, Jeanne Riaux et Marcel Kuper	

Partie 1

Négocier l'interdisciplinarité autour des objets de l'eau

Chapitre 1. Itinéraire d'un dialogue autour de la réutilisation des eaux traitées : entre génie des procédés et sociologie.....	23
Anne-Laure Collard et Nassim Ait Mouheb	
Chapitre 2. Voyage dans le monde des hydrogéologues sahéliens	35
Youssoupha Tall, Jeanne Riaux et Valérie Plagnes	
Chapitre 3. Le goutte-à-goutte et moi : évitement, enrôlement et engagement.....	47
Marcel Kuper	
Chapitre 4. L'irrigation vue du ciel : fascination et engagement critique vis-à-vis de la télédétection.....	59
Jean-Philippe Venot	

Partie 2

Déployer l'interdisciplinarité sur les territoires de l'eau

Chapitre 5. Récit socio-écologique des cyanobactéries de la lagune Aghien (Côte d'Ivoire). L'interdisciplinarité à l'épreuve du terrain	73
Veronica Mitroi, Jean-François Humbert et Catherine Quiblier	
Chapitre 6. Interdisciplinarité de terrain au Diawling (Mauritanie) : pour une hydrogéologie en société.....	87
Christian Leduc, Ahmed Salem Mohamed et Jeanne Riaux	
Chapitre 7. De la nécessité d'espaces de collaborations durables autour de la restauration écologique du Rhône	99
Carole Barthélémy et Jean-Michel Olivier	

Partie 3
Composer sa discipline de l'eau

Chapitre 8. Une difficile entrée en interdisciplinarité : le malaise et l'apprentissage avant le travail commun !.....	115
Patrice Garin	
Chapitre 9. Le syndrome de l'axe 0 ou comment soigner la relation interdisciplinaire.....	127
Jeanne Riaux	
Chapitre 10. Les dimensions sociales de l'eau en hydrogéologie à travers la pratique interdisciplinaire.....	141
Sylvain Massuel	
Chapitre 11. Quand le cheminement interdisciplinaire du modélisateur dévoile sa discipline ...	155
Bruno Bonté et Anne-Laure Collard	
Conclusion. Eau en société et interdisciplinarités.....	167
Anne-Laure Collard, Jeanne Riaux et Marcel Kuper	
Liste des auteurs.....	171

Préface

Margreet Zwarteveen

L'invitation qui m'a été faite de rédiger la préface de ce livre est singulière. Après tout, j'aurais tout aussi bien pu être réprimandée (ou, pire, exclue de la merveilleuse communauté d'auteurs et d'éditeurs de ce livre) pour n'avoir pas tenu ma promesse d'écrire l'un de ses chapitres. Je pense que le fait que les rédacteurs aient trouvé un moyen courtois de me garder à bord et de maintenir mon intérêt éveillé témoigne de l'esprit général de gentillesse, de générosité et d'hospitalité qui caractérise le projet du livre. Je leur en suis reconnaissante car ce livre est formidable. Ce fut un réel plaisir de lire les différents chapitres, de participer aux réflexions sur les collaborations interdisciplinaires dans et autour de l'eau, et d'en tirer des enseignements.

Ce livre est un recueil de récits sur des expériences d'interdisciplinarité, expériences documentées par de nombreux détails empiriques. Les différents chapitres décrivent des itinéraires de découverte mouvementés, et le livre dans son ensemble s'apparente à un guide de voyage coloré : il incite le lecteur à accompagner les auteurs, à quitter le confort de son domicile disciplinaire pour voyager vers des territoires inconnus. Les chapitres décrivent des aventures parfois douloureuses ou frustrantes, jamais neutres, mais qui en valent toujours la peine. C'est peut-être la valeur la plus importante de ce recueil de récits : il présente l'interdisciplinarité comme quelque chose de joyeux, d'amusant et d'intrinsèquement agréable – comme une source d'inspiration, d'enrichissement, et même d'exaltation ou d'ivresse. Les histoires présentées dans le livre montrent que l'interdisciplinarité titille les curiosités, stimule le cerveau et (ré)éveille les désirs d'apprendre. L'interdisciplinarité est aussi, comme le démontrent plusieurs chapitres du livre, un merveilleux moyen de rencontrer de nouvelles personnes, de renforcer des amitiés anciennes ou d'en forger de nouvelles. Elle peut même devenir une véritable addiction !

Contrairement à de nombreux autres écrits sur l'interdisciplinarité, le livre ne part pas d'une définition de ce qu'est ou devrait être l'interdisciplinarité. Il ne tente pas non plus de classer (et de hiérarchiser) les différentes interdisciplinarités, ni de fournir des conseils sur la meilleure façon de procéder. Le projet de ce livre est plutôt de documenter et de tirer des enseignements de la manière dont l'interdisciplinarité est mise en pratique, en l'abordant comme un mode ou un style de recherche sur l'eau, ou, plus vraisemblablement, comme un éventail de modes et de styles, chacun émergeant des méandres de l'expérimentation et de l'improvisation. Les histoires rassemblées dans ce livre sont celles d'hésitations, de complexifications, d'incessants besoins de préciser, ce qui génère de multiples versions possibles de l'interdisciplinarité. Comme le montre le livre, ne pas définir l'interdisciplinarité est un bon moyen de rester curieux et de continuer à apprendre à son sujet, en préservant la possibilité que l'interdisciplinarité soit autre chose ou quelque chose de plus que ce à quoi l'on s'attendait au départ. En lisant cet ouvrage, je me suis rendu compte que le fait de ne pas définir l'interdisciplinarité est également un très bon moyen de le

faire d'une manière non insultante et même civilisée (Stengers, 2018 : 101), tout en aidant à résister à la tentation de traduire l'interdisciplinarité en un autre ensemble de mesures visant à évaluer les performances académiques. En ne partant pas d'une définition pour en éliminer ou en juger d'autres, le livre évite les discussions sur la question de savoir qui fait le mieux de l'interdisciplinarité, et reste à l'écart des efforts visant à distinguer les formes « vraies » ou « réelles » des formes « fausses » ou « superficielles » de l'interdisciplinarité.

La lecture du livre m'a rappelé les bons souvenirs d'un atelier que les éditeurs ont organisé avec tous les auteurs. Cet atelier a été l'occasion de discuter des premières ébauches des chapitres et une première tentative pour distiller des leçons sur ce qu'implique l'interdisciplinarité dans des territoires de l'eau. L'atmosphère générale de l'atelier était empreinte d'un véritable respect mutuel et d'un intérêt profond pour le partage des idées et du travail de chacun, ce qui impliquait inévitablement d'apprendre à se connaître en tant que personnes. En parcourant les chapitres du livre, j'ai réalisé à quel point ce respect s'est également infiltré dans le livre et l'a marqué. En effet, le livre montre que le respect est peut-être l'ingrédient le plus important d'une interdisciplinarité joyeuse (et donc réussie !).

Avec le souvenir de cet atelier en tête, j'ai lu le livre comme une proposition d'aborder l'interdisciplinarité comme un processus de mise en relation située et incarnée (Stengers, 2018 : 101), une création de liens et de « devenir avec », « dans lequel le *qui* et le *quoi* sont précisément essentiels » (Haraway, 2008 : 19). La plupart des chapitres fournissent des témoignages merveilleusement détaillés sur la manière dont les chercheurs ayant une formation en sciences naturelles ou en ingénierie apprennent à collaborer avec des chercheurs ayant une formation en sciences sociales (ou *vice versa*). Ce faisant, ils tissent de nouveaux liens et cultivent de nouveaux attachements les uns envers les autres, mais aussi vis-à-vis d'objets de recherche familiers (puits, aquifères, rivières, systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte) ou de méthodes (télétection, ethnographie), qui deviennent souvent moins familiers de ce fait. L'interdisciplinarité en partage fait la beauté de ce livre et lui donne toute sa dimension « ancrée ». Plutôt que de s'interroger sur les fondements de l'interdisciplinarité ou de la science elle-même, le livre pose des questions sur ce qu'il faut faire pour créer et maintenir des relations, tant avec des chercheurs d'autres disciplines qu'avec ceux – humains et plus qu'humains – qui appartiennent au « terrain ». De nombreux chapitres du livre montrent que, pour répondre à ces questions, il faut repenser les termes et les logiques habituellement employés pour comprendre l'eau ou pour faire de la recherche. La mise en relation entre disciplines ne consiste pas à généraliser, mais d'abord et avant tout à traiter les différences avec respect. L'interdisciplinarité s'appuie alors sur la capacité d'être affecté ou touché par l'autre. Comment apprendre et cultiver cette capacité, et comment la reproduire ? Cette mise en relation rappelle, du moins c'est ce que suggère le livre, ce que Donna Haraway (2008) appelle la « salutation polie », qui implique de « tenir compte d'autrui, de lui répondre, de regarder en arrière réciproquement, de le remarquer, de lui prêter attention, d'avoir une attitude courtoise à son égard, de l'estimer ». La relation s'accompagne de sentiments, de passions et d'émotions, qu'il s'agisse d'enthousiasme, d'attrance, de joie ou de frustration, de honte ou de peur, qui ne sont généralement pas mis en avant lorsqu'il s'agit d'expliquer ce qu'est la recherche. Presque tous les chapitres mettent également l'accent sur la nature collaborative et collective de l'élaboration des connaissances scientifiques. Ainsi, ce livre ne se contente pas de rassembler des histoires délicieusement riches sur la pratique de l'interdisciplinarité, il génère également de l'inspiration pour

remettre en question et aider à contourner les représentations de la science qui la considèrent comme une compétition pour la reconnaissance de l'excellence.

Comme le soulignent presque tous les chapitres du livre, il faut du temps et de la patience pour nouer des relations et établir de nouveaux liens qui ont du sens, du temps pour apprendre à faire confiance à ses compagnons de voyage, pour se sentir suffisamment en sécurité les uns avec les autres pour ne plus craindre de perdre sa légitimité ou avoir honte de ne pas en savoir (assez). Le temps, aussi, d'errer, de s'éloigner ou de se perdre – en acceptant non seulement que la voie vers la destination finale doive être trouvée pendant le voyage, mais aussi que la destination elle-même puisse changer en cours de route. Plutôt que de promettre des fins heureuses, les chapitres du livre révèlent ce qu'il faut faire pour interagir de manière significative dans et autour de l'eau. Tout en réfléchissant à cela, plusieurs chapitres du livre soulignent le fait que la mise en relation (et donc l'interdisciplinarité) est difficile à prendre en compte et à mesurer selon les critères habituels des projets de recherche, ceux qui exigent une relation quantifiable entre le temps, les fonds investis et les résultats obtenus. Les auteurs de ces chapitres suggèrent que l'interdisciplinarité est donc plus susceptible de se produire et de s'épanouir en dehors des contextes usuels des projets – lorsqu'il y a moins de pression pour atteindre des objectifs prédéfinis avec un budget délimité et dans les temps impartis. Une évaluation et une pression constantes font en effet courir le risque que la joie qui caractérise, entre autres, la mise en relation entre chercheurs ne soit pas au rendez-vous, tuant ainsi l'interdisciplinarité (Stengers, 2018 : 30). À cet égard, il est révélateur que le livre ait émergé dans un contexte de recherche principalement français, un contexte qui semble un peu moins soumis à des formes réductrices de comptabilité, d'évaluation et de commercialisation. S'il est donc peut-être plus facile pour les chercheurs travaillant au sein des universités et des instituts français de négocier l'espace et le temps nécessaires à la mise en relation, le livre fournit également des exemples encourageants de chercheurs qui ont su naviguer de manière créative entre des budgets et des cadres plutôt contraignants pour s'engager dans des réflexions interdisciplinaires.

En attirant l'attention sur le lien entre le temps et la mise en relation, de nombreux chapitres du livre entrent en résonance avec le plaidoyer de Stengers en faveur d'une « *slow science* » (Stengers, 2018) et le renforcent. Selon Stengers, « la vitesse exige et crée une insensibilité à tout ce qui pourrait ralentir les choses : les frictions, les frottements, les hésitations qui nous font sentir que nous ne sommes pas seuls au monde. Ralentir, c'est redevenir capable d'apprendre, de se familiariser à nouveau avec les choses, de retisser les liens d'interdépendance » (Stengers, 2018 : 81). Elle affirme que ralentir la science exige de « devenir civilisé », la civilisation désignant « la capacité des membres d'un collectif particulier à se présenter d'une manière non insultante aux membres d'autres collectifs » (Stengers, 2018 : 100-101). Le livre fournit non seulement de nombreux exemples de ce à quoi la « science civilisée » peut ressembler, mais il montre également qu'elle est possible. Ses différents chapitres offrent en effet des leçons importantes pour s'entendre avec une certaine grâce (Haraway, 2008 : 15), montrant ce dont on a besoin pour rencontrer poliment et généreusement les « autres ».

BIBLIOGRAPHIE

- Haraway D.J., 2008. *When Species Meet*, Minneapolis, University of Minnesota Press.
- Stengers I., 2018. *Another Science is Possible: A Manifesto for Slow Science*, Cambridge, Polity Press [publié pour la première fois en français, à l'exception du chapitre 4 : Stengers I., 2013. *Une autre science est possible !*, Paris, Les empêcheurs de penser en rond/La Découverte].

Introduction

Anne-Laure Collard, Jeanne Riaux et Marcel Kuper

Croiser les regards disciplinaires pour étudier les relations entre eaux et sociétés est une pratique déjà éprouvée. Or il existe de nombreuses manières de faire et de concevoir le dialogue interdisciplinaire, mais aussi de définir les attentes et les objectifs qui peuvent conduire les chercheurs à s'engager dans une telle démarche. Ce livre propose, de manière originale, d'aborder cette complexité par le biais des pratiques pour mettre à jour comment, concrètement, dans la pratique au quotidien de la recherche, se construit un tel dialogue. Comment s'entendre, se comprendre et s'y retrouver ? À travers l'écriture de récits, les auteurs livrent un regard réflexif sur leur expérience interdisciplinaire, sans chercher à promouvoir ou à définir l'interdisciplinarité, mais en s'inscrivant dans une démarche visant à reconnaître la diversité des manières de la pratiquer. Ces récits donnent à voir ce qui est peu écrit sur les relations interdisciplinaires, dans un contexte où les pratiques et les carrières scientifiques continuent d'être évaluées à l'aune des cadres disciplinaires et au sein duquel il faut œuvrer pour se donner collectivement les moyens de faire de la science autrement, en bousculant certaines des routines établies (Stengers, 2013).

HABITER UN MONDE INTERDISCIPLINAIRE

L'interdisciplinarité comme pratique de recherche est ancrée dans l'histoire des sciences. Dans son ouvrage, Judith Klein (1996) retrace l'histoire de « l'établissement institutionnel (et donc politique) des disciplines en tant que système de la science » au XIX^e siècle. Elle définit les mouvements interdisciplinaires initiés en sciences sociales au cours du XX^e siècle comme des tentatives pour dépasser les limites ressenties du fait d'une spécialisation, voire d'une « fissuration », extrêmement poussée. Le champ de l'environnement fournit une bonne illustration des fissures constituées. En France, sciences de la nature et sciences de la société étaient « radicalement » séparées (Mathieu et Jollivet, 1989) jusque dans les années 1980, époque à laquelle la promotion institutionnelle de l'interdisciplinarité a commencé à faire évoluer l'organisation du monde de la recherche, non sans difficulté. Cette promotion découlait d'une commande institutionnelle visant à revoir le statut de la recherche sur les questions d'environnement (Burguière, 2005 ; Kalaora et Vlassopoulos, 2013), ce qui a déclenché de vives frictions avec les instituts déjà en place, qui voyaient dans l'interdisciplinarité une remise en cause de leur légitimité pour étudier l'environnement tel qu'ils le faisaient et une menace pour leur accès aux programmes de recherche (Arpin *et al.*, 2022). Progressivement, la légitimation de l'interdisciplinarité s'est construite pour aller dans le sens d'une « science engagée » pour une certaine opérationnalité de la recherche (Kalaora et Vlassopoulos, 2013 ; Cornu, 2023). Les grands programmes comme le Piren (Programmes interdisciplinaires de recherche sur l'environnement) porté par le CNRS et, plus récemment, les dispositifs ZABR (Zone atelier

bassin du Rhône) ou OHM (Observatoires hommes-milieus) sont les témoins et les héritiers de ce processus qui n'a pas toujours été bien vécu. D'un côté, l'idéal d'une « science sans frontières » promu par les institutions a suscité de vifs débats et interrogations sur la place des disciplines et la légitimité scientifique d'un engagement dans une pratique interdisciplinaire (Kalaora et Vlassopoulos, 2013). Par ailleurs, les gestionnaires de la recherche ont parfois pu forcer les rencontres, en instituant des notions passerelles entre disciplines comme celles de « modèles » ou de « socio-écosystèmes » (Kalaora et Vlassopoulos, 2013). L'instauration de « boîtes à outils conceptuels » (Arpin *et al.*, 2022) se voulant polysémiques et holistiques pour répondre à l'ambition d'aborder des problèmes dits « complexes » n'a en réalité jamais fait réellement consensus au sein de la communauté scientifique. D'un autre côté, la proposition interdisciplinaire a été perçue comme une opportunité enthousiasmante par des chercheurs qui y voyaient une occasion de reformuler leurs questions de recherche, de repenser leurs outils et leurs approches (Arpin *et al.*, 2022). Les travaux de Latour (1991) ou de Descola (2005) sur la distinction entre nature et culture ont en particulier contribué à faire évoluer les objets de recherche, pour en faire des objets « hybrides », situés au-delà des frontières entre sciences de la nature et de la société.

Aujourd'hui, le monde de la recherche environnementale est devenu un monde interdisciplinaire dans le sens où l'interdisciplinarité imprègne les objets de recherche, comme en témoignent la normalisation des « *studies* » (Darbellay, 2014) ou la reconnaissance de « communautés épistémiques interdisciplinaires » (Arpin *et al.*, 2022). La multiplication des revues ouvertes à ces approches fait de l'interdisciplinarité une des modalités de la recherche. On peut citer *Natures sciences sociétés* (NSS), revue interdisciplinaire historique sur les questions d'environnement. Internationale et spécialisée sur l'eau, la revue *Water Alternatives* est reconnue par les chercheurs qui se revendiquent de la *political ecology*. L'appel de l'Association internationale des sciences hydrologiques (AISH) pour une approche socio-hydrologique, formulée autour de la décennie *Panta Rhei*, va également dans le sens d'un renforcement de l'interdisciplinarité (Montanari *et al.*, 2013). Les colloques « interdisciplinaires » sont un des autres indicateurs de cette imprégnation, tout comme le foisonnement de formations interdisciplinaires adressées aux étudiants en master.

Habiter « ce monde interdisciplinaire » peut être appréhendé comme une formidable occasion de faire une autre science. Les frontières disciplinaires y sont reconnues comme fluides, et les différentes identités considérées comme étant à même de se superposer, voire de se pénétrer (Darbellay, 2014). Habiter ce monde est propice aux rencontres, dans la mesure où l'on ne cherche pas à hiérarchiser les disciplines ou à les réduire au silence au profit d'une autre. Cela ne peut se faire qu'honnêtement dans un rapport intime à son objet. Dans un monde interdisciplinaire, ce n'est plus tant l'interdisciplinarité qui fait débat, mais les conditions de sa reconnaissance, de sa valorisation et de sa mise en œuvre. Les chercheurs se voient régulièrement contraints de cocher la case de l'interdisciplinarité pour répondre à un appel à projet, pour devoir ensuite s'en défaire ou la nier, faute de temps ou de cohérence dans la démarche d'ensemble. Cela suscite autant d'attentes au départ que de frustrations ou de mécontentements à l'arrivée. Ainsi, ceux qui s'engagent dans l'interdisciplinarité se voient rappeler à différentes occasions, notamment au moment des concours, de ne pas oublier leur discipline, considérée comme le gage de leur scientificité. Les contradictions qui se nouent entre une animation scientifique

interdisciplinaire et une organisation disciplinaire des ressources humaines dans nos institutions sont régulièrement déplorées par les chercheurs. Par ailleurs, la diversité des définitions de l'interdisciplinarité témoigne du fait que rien n'est stabilisé. Rencontre entre plusieurs disciplines autour d'un objet commun, emprunts de méthodes et de concepts pour façonner un regard interdisciplinaire, recherche tournée vers les enjeux de société... Les postures d'interdisciplinarité sont multiples. Le propos de ce livre n'est pas d'unifier ou de réconcilier les définitions. Au contraire, il reconnaît et valorise cette diversité.

Depuis les années 1980, de nombreux enseignements et limites ont été tirés de la progressive institutionnalisation de l'interdisciplinarité. Les phénomènes d'instrumentalisation d'une discipline au service d'une autre et les rapports de pouvoir asymétriques entre générations sont des éléments qui sont souvent considérés comme des entraves à la liberté de dialogue et d'échange. Les dimensions personnelles sont très souvent mises en avant comme des conditions de réussite. Le respect, l'écoute, la bienveillance sont des qualités reconnues comme essentielles pour le partage d'idées et une compréhension mutuelle. Une question de recherche en commun, un terrain ou un objet sont aussi identifiés comme des aspects permettant de dépasser les frontières entre disciplines (Jollivet, 1992 ; Deffontaines et Hubert, 2004 ; Garin *et al.*, 2021). Darbellay (2011) parle de l'invention d'une « culture de tolérance réciproque entre les disciplines ». Or, malgré le foisonnement de réflexions sur l'interdisciplinarité, il est encore peu dit des manières concrètes de la pratiquer. Par où commencer ? Comment nouer une relation interdisciplinaire ? Quel sens lui donner ? Ne peut-on pratiquer qu'en présence d'épistémologies et d'axiologies partagées ? Que signifie pratiquer l'interdisciplinarité seul, à deux ou en collectif ?

L'EAU EN SOCIÉTÉ : OBJET DU DIALOGUE ENTRE DISCIPLINES

Les auteurs de ce livre mobilisent l'eau comme un objet approprié pour mener ces réflexions. La nature sociale et physique de l'eau en fait un objet de l'environnement à la croisée des frontières disciplinaires. Historiquement, les sciences naturelles et de l'ingénieur et les sciences humaines et sociales se sont intéressées aux différentes dimensions de l'eau sans toutefois se parler, ou en s'ignorant. Pendant longtemps, l'eau était uniquement considérée comme une ressource à gérer et à maîtriser, tâche qui incombait aux ingénieurs d'État, qui n'ont pas hésité à transformer des territoires entiers pour y parvenir (Wesselink *et al.*, 2007 ; Ingold, 2011 ; Zwartveen *et al.*, 2018). Des travaux universitaires en sciences de la société ont ensuite progressivement fait de l'eau un objet social. Des approches en histoire et en anthropologie ont été initiées dans les années 1960 et 1970, autour des enjeux relatifs à l'organisation des sociétés irrigantes (Leach, 1959 ; Hunt, 1988 ; Bédoucha, 1991). Toutefois, c'est plus récemment que l'eau s'est hissée au rang d'objet « sérieux » pour les sciences sociales contemporaines, dans le sillage de ces noms devenus des références, avec notamment la parution de numéros spéciaux dans des revues reconnues (Aubriot et Riaux, 2013 ; Casciarri et Van Aken, 2013 ; Germaine *et al.*, 2019 ; Rivière-Honegger et Ghiotti, 2022). Petit à petit, des concepts issus de recherches en sciences de la société ont participé à déconstruire des référentiels de pensée essentiellement techniques dans le domaine de l'eau. On peut citer la notion de « gestion sociale de l'eau », qui resitue l'eau comme objet de la médiation entre technique et société (Sabatier et Ruf, 1995). Plus récemment, les concepts de « territoire de l'eau » (Ghiotti, 2007) ou de « territoires hydrosociaux » (Boelens *et al.*, 2016) ont déconstruit l'idée

d'une échelle naturelle pertinente pour penser les modalités de partage et d'accès à l'eau. Le concept de « cycle hydrosocial » popularisé par Linton et Budds (2014) rompt avec une représentation classique du cycle hydrologique selon laquelle les conditions de circulation sont réduites à des variables physiques (évaporation, ruissellement, filtration, etc.), indépendamment de l'action des sociétés (aménagement hydraulique, usages, rejets, etc.). Dans les sciences hydrologiques, un tournant s'est opéré depuis les années 2010 avec la formalisation de la « socio-hydrologie », qui vise à souligner que la relation entre l'hydrologie et la société est de plus en plus importante. Ses promoteurs revendiquent l'émergence d'une « nouvelle science de la société et de l'eau » qui engloberait de manière holistique les dimensions sociales et physiques de l'eau (Sivapalan *et al.*, 2012).

Si, aujourd'hui, il est reconnu que l'interdisciplinarité est pertinente pour étudier l'eau en société, pour autant, les écarts en termes de finalités de recherche, de postures, de méthodes ou encore d'épistémologies questionnent la compatibilité qu'il peut y avoir entre ces approches (Wesselink *et al.*, 2017 ; Ross et Chang, 2020 ; Riaux *et al.*, 2023). Dans leur ouvrage, Kalaora et Vlassopoulos (2013) déploreraient la focalisation de travaux sur les enjeux épistémiques de l'interdisciplinarité et sa scientificité, au détriment de sa mise en pratique. Encore aujourd'hui, on peut regretter un manque de réflexivité sur la mise en œuvre pratique et concrète de l'interdisciplinarité. Cet ouvrage cherche à combler ce manque en redonnant toute sa place à l'interdisciplinarité en pratique, et en visant à dépasser des débats épistémiques irréconciliables et à réfléchir aux conditions du dialogue entre disciplines. Les pratiques de recherche sont ici l'entrée privilégiée, considérant que c'est en « situant » nos recherches que l'on peut se donner les moyens d'en analyser la construction (Cornu, 2023). Placer au cœur de nos réflexions les pratiques est ce qui a motivé l'écriture de cet ouvrage, dont l'idée est née au sein de l'UMR G-EAU (Gestion de l'eau, acteurs, usages), où les expériences de recherche au croisement de plusieurs disciplines sont nombreuses, mais leur explicitation encore peu dévoilée. À l'origine, l'idée est née d'une envie de combler ce silence en proposant aux chercheurs un support pour rendre intelligible leurs pratiques, pour les faire se rencontrer, sans forcément chercher à les réconcilier, mais avec l'envie de mettre en débat des différences épistémologiques, méthodologiques, axiologiques qui imprègnent les couloirs, l'histoire et l'identité de notre collectif de recherche.

En s'inspirant de la proposition de Sophie Caratini (2012), ce livre propose de mettre à l'honneur les non-dits de l'interdisciplinarité afin de fournir à ceux qui la pratiquent des pistes de réflexion pour analyser ce qui se joue dans leurs quotidiens. Il s'adresse à tous ceux qui s'engagent dans l'interdisciplinarité, par choix, par opportunité ou par contrainte ; qui s'interrogent ; qui la pratiquent depuis plus ou moins longtemps ; aux chercheurs de toutes (ou sans) disciplines, juniors et seniors ; aux étudiants curieux de savoir comment se fait la recherche sur l'environnement. Le livre s'adresse aussi aux gestionnaires de la recherche qui s'interrogent sur l'évaluation de l'interdisciplinarité et sur les conditions de sa mise en pratique. En vue de contribuer à la création de cadres d'évaluation plus adaptés, ce livre montre, comme le déclare Pierre Cornu (2023), que l'interdisciplinarité est plus qu'une méthode, c'est un engagement qui a sa propre épistémologie. Il n'est pas question de proposer un manuel à l'interdisciplinarité mais d'illustrer concrètement des manières de la pratiquer. L'ambition est aussi politique puisqu'il s'agit de rendre visible la nécessité de donner aux chercheurs les conditions d'une pratique interdisciplinaire

souvent enthousiasmante mais aussi difficile, dans un contexte où, paradoxalement, les cadres de la recherche restent encore profondément disciplinaires.

MISE EN RÉCIT DE L'INTERDISCIPLINARITÉ

Dans la mouvance des écritures alternatives (Nocerino, 2016), le choix du récit relève d'une volonté de se défaire des contraintes et des cadres imposés par des formats classiques d'écriture scientifique, qui ne considèrent pas que l'expérience personnelle est constitutive de la production de connaissances. Dans cette perspective, le récit est appréhendé comme un facilitateur au dévoilement de nos sentiments, de nos expériences (Lahire, 2008), et un révélateur de nos codes et normes disciplinaires (Pivot et Mathieu, 2007).

Si les auteurs du livre, chercheurs en sciences sociales, se sentaient relativement à l'aise pour se prêter à l'exercice du récit, les collègues en sciences de la nature, en informatique et en ingénierie étaient plus dubitatifs vis-à-vis du format d'écriture proposé. La construction collective de cet ouvrage avait notamment pour objectif de rééquilibrer ces rapports au format d'écriture. Ainsi, l'écriture des chapitres a été accompagnée par une animation de groupe, prenant la forme d'ateliers qui ont permis de créer des bulles d'échange, confortables et sereines, sur nos expériences, nos doutes et nos convictions. Un premier atelier a permis d'enrôler les collègues les moins à l'aise avec le format du récit, d'en discuter la légitimité et d'accompagner chacun dans l'écriture pour qu'il trouve « sa » forme narrative. L'ensemble du collectif devait s'accorder sur le choix du récit et la prise de risque qu'il impliquait. Un second atelier a laissé de larges plages de temps aux discussions pour entrer dans le fond des débats, ce qui a contribué à nourrir la réflexivité des auteurs. Les deux ateliers ont été organisés loin des bureaux du quotidien, avec l'idée de bénéficier d'une unité de temps, de lieu et d'action (Pivot et Mathieu, 2007). En marge de ces ateliers, des relectures croisées ont permis aux auteurs de bénéficier des expériences de ce collectif, souvent de se rassurer, et ainsi d'aller plus loin dans l'auto-analyse de leur aventure interdisciplinaire. Cela a produit des récits à la fois très introspectifs et distanciés, dans lesquels les auteurs bégaient, ne sont pas sûrs d'eux, de leur démarche, reflet d'une position honnête vis-à-vis de leur pratique de l'interdisciplinarité.

Au-delà des ambitions de départ, ce processus méthodologique a véritablement permis de créer un espace à part, où chacun des auteurs voulait en savoir plus sur la pratique de l'autre, cherchait à expliciter la sienne, se permettait de questionner ou de dire ce qui est souvent tu, acceptait les remarques venant d'autres disciplines. Une véritable émulation, joyeuse mais aussi douloureuse, a pris forme. Cela nous a permis de réconcilier des manières de faire qui se parlaient peu. Ainsi, par exemple, la méfiance partagée par certains auteurs vis-à-vis des approches holistiques, « le tout modèle », a été en partie levée suite à la mise en récit, d'abord orale puis écrite, d'une pratique de modélisation des socio-hydro-systèmes. De la même manière, les doutes de certains collègues vis-à-vis de la démarche réflexive ont été progressivement dépassés au fil des écritures et des discussions. Des incompréhensions ont été explicitées entre les tenants d'une interdisciplinarité disciplinée et ceux se revendiquant « interdisciplinaires ». À l'issue de ce travail, le collectif a fait le constat d'une réelle plus-value de l'exercice de mise en récit. Tous s'accordent à dire qu'il a réellement participé à la mise en réflexivité, agissant comme un miroir sur ses propres pratiques, et comme un véritable support quasi thérapeutique pour panser les plaies de l'interdisciplinarité. Car si le dialogue entre disciplines peut

être enjoué, il n'est pas exempt de difficultés et de découragement. La mise en récit s'est aussi révélée être une forme d'écriture propice à la formalisation du processus interdisciplinaire. Elle a permis de verbaliser des incompréhensions et de débloquent des situations enlisées, de rendre intelligible des questions identitaires en discutant des situations d'inconfort ou d'insécurité, de définir modestement une interdisciplinarité en action. Le récit a conduit les auteurs à « rendre explicite l'implicite » (Dubois, 2019), à mettre en ordre des expériences singulières pour les détacher de leur caractère empirique et analyser leur pratique interdisciplinaire. Nous avons tous été un peu changés par « l'acte d'écriture sur soi » (Lahire, 2008). En cela, les récits interdisciplinaires recueillis dans cet ouvrage constituent de véritables résultats de recherche en soi (Pivot et Mathieu, 2007).

ONZE RÉCITS POUR PENSER NOS EXPÉRIENCES INTERDISCIPLINAIRES SUR L'EAU

Les récits produits ont vocation à ouvrir des pistes de réflexion pour habiter un monde interdisciplinaire en témoignant des manières d'agir, de le vivre et de composer avec. Ils suggèrent des façons nouvelles de travailler sur l'eau et de rendre intelligible les relations que les sociétés entretiennent avec elle. Ces invitations se jouent autour de plusieurs grands enjeux de l'eau : pollution, salinisation des eaux souterraines, restauration écologique, optimisme technologique pour la gestion de l'eau, difficultés d'accès. Ces situations sont étudiées dans différents contextes géographiques (Côte d'Ivoire, Cambodge, Maroc, Mauritanie, France, Sénégal) à travers des prismes disciplinaires et indisciplinés élargis : sociologie, modélisation, géographie, hydraulique sociale, anthropologie, agro-géographie, hydrogéologie, génie des procédés. Cette diversité nourrit le postulat de ce livre, à savoir que l'interdisciplinarité se définit chemin faisant, en fonction des personnes, des cadrages, des disciplines, des méthodes, des situations et des phénomènes observés, et de bien d'autres choses. Les manières de pratiquer l'interdisciplinarité se traduisent dans de multiples assemblages, pensés seul ou à plusieurs, plus ou moins espacés dans le temps et dans l'espace.

Les auteurs ont en commun de pratiquer une interdisciplinarité modeste, qui ne se décrète pas mais se vit. Cette modestie s'accompagne d'un engagement auprès de la société qui traverse l'ensemble des chapitres, rejoignant ainsi l'idée de Pierre Cornu (2023) d'une « interdisciplinarité axiologique », finalisée, qui prend sens dans l'idée d'interroger, de renseigner, de lever des incertitudes pesant sur le devenir de l'eau en société. Les formes d'engagement sont évidemment propres à chaque aventure, elles sont plus ou moins abouties, appliquées ou finalisées. Les récits ne donnent pas de leçons sur la bonne manière de s'y prendre ou d'agir, mais ouvrent des perspectives pour imaginer une interdisciplinarité en société.

Les émotions et les axiologies des auteurs sont centrales dans les manières de raconter comment se nouent les relations et le dialogue entre disciplines. L'inconfort, la frustration, voire la honte, sont des facettes de ces relations. La découverte, l'excitation et l'émulation apparaissent comme des moteurs puissants pour s'impliquer dans le dialogue, voire s'immerger. Il est aussi question de fascination et de rapport intime avec les objets de recherche, rapport inscrit dans un temps long, ancré dans une trajectoire personnelle marquée par les formations et déformations. Il est souvent explicatif d'un engagement interdisciplinaire pour aller au-delà de ce que sa propre discipline permet. Les dimensions émotionnelles et relationnelles s'articulent à la nécessité de prendre le temps, de ralentir pour se laisser

l'opportunité de comprendre ce qui se joue, se crée ou se tait (Lanciano-Morandat, 2019 ; Petit, 2022), de vivre l'interdisciplinarité en étant éveillé (Stengers et Deléage, 2014).

Habiter un monde interdisciplinaire impose aussi de composer avec des héritages du passé. Les récits montrent que la pratique interdisciplinaire implique de jouer, de déjouer ou de se jouer des cadrages institutionnels, financiers ou disciplinaires (ou de leur absence) sans pour autant les nier, ni les occulter. Le dévoilement des arrières-cuisines interdisciplinaires met en exergue ce qu'il reste des déséquilibres entre sciences de la société et sciences de la nature, leurs effets sur le choix des objets de recherche, la formulation des attentes vis-à-vis des sciences sociales, la place et le poids qui leur sont laissés. Il montre aussi les effets concrets sur les identités et les pratiques du paradoxe d'un monde interdisciplinaire encore largement organisé par les disciplines.

Le livre est organisé en trois parties. La première, intitulée « Négocier l'interdisciplinarité autour des objets de l'eau », se compose de quatre récits dans lesquels les expériences interdisciplinaires sont entremêlées aux objets techniques de l'eau (réutilisation des eaux usées traitées, goutte-à-goutte, télédétection). D'abord support transactionnel, ces objets façonnent progressivement le rapport des chercheurs entre eux et leur objet. Les aventures recueillies sont plus ou moins abouties, voire réussies. Elles donnent à voir des conditions de dialogue plus ou moins complexes à trouver, mais aussi le processus heuristique inhérent aux débats, aux confrontations et aux rencontres entre disciplines. Les chercheurs procèdent tous à un retour sur leur discipline, notamment en se réappropriant disciplinairement l'objet modelé par leur aventure disciplinaire. La deuxième partie, intitulée « Déployer l'interdisciplinarité sur des territoires de l'eau », regroupe trois récits qui abordent l'interdisciplinarité comme pratique située sur des terrains, en Côte d'Ivoire, en Mauritanie et en France, et engagée auprès des acteurs : des riverains et des gestionnaires du Rhône, des agents et des habitants du parc du Diawling, des pêcheurs et des communautés riveraines de la lagune Aghien. Les savoirs produits concernent des problématiques environnementales variées : salinisation de l'eau des puits en zone aride, pollution de la lagune et enjeu de la restauration d'un fleuve historiquement corseté. Ces récits témoignent de l'importance d'une bonne entente et connaissance entre chercheurs et d'un travail interdisciplinaire en commun préalable pour mener une interdisciplinarité en société. La troisième partie s'intitule « Composer sa discipline de l'eau ». Elle rassemble trois récits écrits d'une seule voix. Ces récits proposent un retour aux disciplines et livrent des regards introspectifs sur les trajectoires suivies, parfois subies. Ils questionnent les rapports de force et les asymétries persistants entre sciences de la nature et sciences de la société, l'organisation malgré tout disciplinaire de nos instituts, et comment s'y retrouver quand on n'a pas de discipline. Les auteurs n'hésitent pas à montrer la part émotionnelle inhérente à ce processus.

Le lecteur l'aura compris, ce livre n'est pas un manuel. Ses auteurs défendent une interdisciplinarité modeste et œuvrent pour la reconnaissance des multiples manières de la pratiquer. Il reviendra à celui qui le lit de s'emparer des récits recueillis pour faire vivre sa propre interdisciplinarité et, à son tour, d'en prendre soin.

BIBLIOGRAPHIE

Arpin I., Jacob T., Beurier A.-G., Hervé C., Likhacheva K., 2022. La recherche interdisciplinaire et finalisée en environnement en France. Un mouvement scientifique et intellectuel entre dissidence et normalisation. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 16 (4), <https://doi.org/10.4000/rac.28729>.

- Aubriot O. et Riaux J., 2013. Savoirs sur l'eau : les techniques à l'appui des relations de pouvoir ? *Autrepart*, 65, 3-26.
- Bédoucha G., 1991. Irrigation, in Bonte P. et Izard M. (coord.), *Dictionnaire de l'ethnologie et de l'anthropologie*, Paris, PUF, 388-390.
- Boelens R., Hoogesteger J., Swyngedouw E., Vos J. et Wester P., 2016. Hydrosocial territories: a political ecology perspective. *Water International*, 41 (1), 1-14.
- Burguière A., 2005. Plozévet, une mystique de l'interdisciplinarité ? *Cahiers du Centre de recherches historiques*, 36, <https://doi.org/10.4000/ccrh.3065>.
- Caratini S., 2012. *Les non-dits de l'anthropologie*, Vincennes, éditions Thierry Marchaisse.
- Casciarri B. et Van Aken M., 2013. Anthropologie et eau(x) affaires globales, eaux locales et flux de cultures. *Journal des anthropologues*, 132-133, 15-44.
- Cornu P., 2023. Un historien en interdisciplinarité. Essai d'épistémologie située. *Natures sciences sociétés*, 31 (1), 103-109.
- Darbellay F., 2011. Vers une théorie de l'interdisciplinarité ? Entre unité et diversité. *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, 7 (1), 65-87.
- Darbellay F., 2014. Où vont les studies ? Interdisciplinarité, transformation disciplinaire et pensée dialogique. *Questions de communication*, 25, 173-186.
- Deffontaines J.-P. et Hubert B., 2004. Un regard sur l'interdisciplinarité à l'Inra : point de vue de deux chercheurs du département Sciences pour l'action et le développement (SAD), *Natures sciences sociétés*, 12 (2), 186-190.
- Descola P., 2005. *Par-delà nature et culture*, Paris, Gallimard.
- Dubois V., 2019. Les règles de l'écriture sociologique ou l'épistémologie des sciences sociales en pratique. *SociologieS*, <https://doi.org/10.4000/sociologies.11714>.
- Garin P., Arpin I., Barreteau O., Caranta C., Ducrot C., Hannachi M. et Maillet I., 2021. Réfléchir l'interdisciplinarité à INRAE. *Natures sciences sociétés*, 29 (2), 206-212.
- Germaine M.-A., Blanchon D., Temple-Boyer É. et Fofack-Garcia R., 2019. Les objets techniques au prisme du cycle hydrosocial : renouveaux théoriques et empiriques. *Développement durable et territoires*, 10 (3), <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.16287>.
- Ghiotti S., 2007. Les territoires de l'eau et la décentralisation. La gouvernance de bassin versant ou les limites d'une évidence. *Développement durable et territoires*, Dossier 6. Les territoires de l'eau, <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.1742>.
- Hunt R.C., 1988. Size and the structure of authority in canal irrigation systems. *Journal of Anthropological Research*, 44 (4), 335-355.
- Ingold A., 2011. Gouverner les eaux courantes en France au XIX^e siècle. Administration, droits et savoirs. *Annales. Histoire, sciences sociales*, 66 (1), 69-104.
- Jollivet M. (coord.), 1992. *Sciences de la nature, sciences de la société. Les passeurs de frontières*, Paris, CNRS éditions.
- Kalaora B. et Vlassopoulos C., 2013. *Pour une sociologie de l'environnement. Environnement, société et politique*, Paris, Champ Vallon.
- Klein J.T., 1996. *Crossing Boundaries: Knowledge, Disciplinarity, and Interdisciplinarity*, Charlottesville, University of Virginia Press.
- Lahire B., 2008. De la réflexivité dans la vie quotidienne : journal personnel, autobiographie et autres écritures de soi. *Sociologie et sociétés*, 40 (2), 165-179.
- Lanciano-Morandat C., 2019. *Le travail de recherche. Production de savoirs et pratiques scientifiques et techniques*, Paris, CNRS éditions.
- Latour B., 1991. *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*, Paris, La Découverte.
- Leach E.R., 1959. Hydraulic society in Ceylon. *Past & Present*, 15, 2-26.
- Linton J. et Budds J., 2014. The hydrosocial cycle: defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water. *Geoforum*, 57, 170-180.

- Mathieu N. et Jollivet M. (coord.), 1989. *Du rural à l'environnement. La question de la nature aujourd'hui*, Paris, ARF éditions/L'Harmattan.
- Montanari A., Young G., Savenije H.H.G., Hughes D., Wagener T., Ren L.L., Koutsoyiannis D., Cudennec C., Toth E., Grimaldi S., Blöschl G., Sivapalan M., Beven K., Gupta H., Hipsey M., Schaeffli B., Arheimer B., Boegh E., Schymanski S.J., Di Baldassarre G., Yu B., Hubert P., Huang Y., Schumann A., Post D.A., Srinivasan V., Harman C., Thompson S., Rogger M., Viglione A., McMillan H., Characklis G., Pang Z. et Belyaev V., 2013. "Panta rhei—everything flows": change in hydrology and society—The IAHS scientific decade 2013–2022. *Hydrological Sciences Journal*, 58 (6), 1256-1275.
- Nocerino P., 2016. Ce que la bande dessinée nous apprend de l'écriture sociologique. *Sociologie et sociétés*, 48 (2), 169-193.
- Petit E., 2022. *Science et émotion. Le rôle de l'émotion dans la pratique de la recherche*, Versailles, éditions Quæ.
- Pivot A. et Mathieu N., 2007. Agnès Pivot : l'écriture, processus heuristique et outil pour le dialogue dans une démarche interdisciplinaire. *Natures sciences sociétés*, 15 (4), 411-416.
- Riaux J., Kuper M., Massuel S. et Mekki I., 2023. Riding the waves of discomforts: reflecting on the dialogue of hydrologists with society. *Journal of Hydrology*, 626, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130189>.
- Rivière-Honegger A. et Ghiotti S., 2022. Chercheurs d'eaux au temps des changements globaux. Quelles perspectives pour les territoires ? *Géocarrefour*, 96 (1).
- Ross A. et Chang H., 2020. Socio-hydrology with hydrosocial theory: two sides of the same coin? *Hydrological Sciences Journal*, 65 (9), 1443-1457.
- Sabatier J.-L. et Ruf T., 1995. La gestion sociale de l'eau. *Infors'eau*, 6, 75-79.
- Sivapalan M., Savenije H.H.G. et Blöschl G., 2012. Socio-hydrology: a new science of people and water. *Hydrological Processes*, 26 (8), 1270-1276.
- Stengers I., 2013. *Une autre science est possible !*, Paris, Les empêcheurs de penser en rond/La Découverte.
- Stengers I. et Deléage E., 2014. Ralentir les sciences, c'est réveiller le chercheur somnambule. *Écologie politique*, 48, 61-74.
- Wesselink A.J., Bijker W.E., de Vriend H.J. et Krol M.S., 2007. Dutch dealings with the delta. *Nature and Culture*, 2 (2), 188-209.
- Wesselink A., Kooy M. et Warner J., 2017. Socio-hydrology and hydrosocial analysis: toward dialogues across disciplines. *Wires: Water*, 4 (2), e1196.
- Zwarteveen M., Smit H., Domínguez Guzmán C., Fantini E., Rap E., van der Zaag P. et Boelens R., 2018. Accounting for water: questions of environmental representation in a nonmodern World, in Lele S., Brondizio E.S., Byrne J., Mace G.M. et Martinez-Alier J. (eds), *Rethinking Environmentalism: Linking Justice, Sustainability, and Diversity*, Cambridge, The MIT Press, 227-250.

Partie 1

Négocier l'interdisciplinarité autour des objets de l'eau

Dans cette partie, les récits traitent de rencontres, plus ou moins difficiles, entre disciplines et chercheurs, construites autour d'objets – souvent techniques – de l'eau. Ils témoignent de la manière dont l'interdisciplinarité permet de les replacer en société et en politique. Ils posent la question de la relation qui se noue entre construction des objets de recherche et construction de l'interdisciplinarité.

Anne-Laure Collard, sociologue, et Nassim Ait Mouheb, chercheur en génie des procédés, offrent un récit réflexif des étapes de leur rencontre scientifique autour de la réutilisation des eaux usées traitées. C'est aussi une occasion d'évoquer les promesses liées à cette eau et les enjeux techniques afférents. Les auteurs ont fait un réel effort de dialogue pour élaborer le récit rétrospectif de leur rencontre, jusque dans la ligne narrative, qui mêle adroitement les points de vue individuels (disciplinaires) et collectifs (interdisciplinaires). Ce récit permet ainsi de voir à l'œuvre le long travail de tissage de la relation interdisciplinaire, où chaque petit pas détermine la juste place de chacun dans la relation. On voit ici se déployer une interdisciplinarité sans concessions, qui rebondit sur les aspérités de la rencontre, une interdisciplinarité qui se révèle (finalement) joyeuse et pleine de vie.

Youssooupha Tall, Jeanne Riaux et Valérie Plagnes témoignent de leur rencontre autour de la compréhension du monde des hydrogéologues au Sahel. Celle-ci se construit autour de la déconstruction d'un postulat de départ, une « fuite » des cerveaux, et de la volonté de travailler « avec », et non pas sur, les sujets de l'étude en organisant les conditions du dialogue. Le récit rend également compte de la complémentarité des disciplines entre la sociologie, l'hydrogéologie et l'anthropologie, pour dépasser ses propres limites, éviter des biais interprétatifs, et proposer une analyse fine des dynamiques observées. Enfin le

récit revient sur les apprentissages des auteurs qui pratiquent depuis plus ou moins longtemps l'interdisciplinarité. Que l'on soit aguerri, novice ou enrôlé, ce récit témoigne du fait que chaque expérience est singulière et reste à questionner.

Le récit proposé par Marcel Kuper s'organise autour du goutte-à-goutte, comme objet, technique, ensemble de pratiques, d'intentions et de discours. Ce témoignage éclaire le rôle que la matérialité peut jouer dans la construction de l'interdisciplinarité. On voit se dessiner la centralité de l'objet technique, ici des tuyaux et des goutteurs, à travers les réflexions qu'il convoque et dont la compréhension s'enrichit au fur et à mesure que les regards disciplinaires s'en emparent. À travers ce récit, on voit aussi comment se construit un regard interdisciplinaire individuel au sein du collectif. On perçoit la singularité de ce que l'objet technique produit à travers le cheminement du chercheur qui ouvre sa discipline en élargissant continuellement son regard, en traversant terrains et rencontres, affects et sentiments.

Dans le dernier chapitre de cette partie, Jean-Philippe Venot défend une ouverture des sciences de la société à la pratique de la télédétection. Il affirme l'urgence de s'emparer d'un tel outil en le « pratiquant » et en le manipulant afin de nourrir son analyse critique. L'ambition est ainsi de mettre sur le devant de la scène les conditions de production de ces « belles » cartes, souvent occultées au profit d'un fort attrait pour les réponses que les images produites peuvent apporter aux problèmes de l'eau en société.

Chapitre 1

*Itinéraire d'un dialogue autour
de la réutilisation des eaux traitées :
entre génie des procédés et sociologie*

Anne-Laure Collard et Nassim Ait Mouheb

23

En France, dans les années 2010, la « REUT » (réutilisation des eaux usées traitées) est promue à l'agenda public comme une solution pour agir face aux effets du changement climatique sur les conditions d'accès à l'eau. Cette proposition consiste à détourner l'eau traitée en station d'épuration (STEP), qui habituellement est remise en rivière, pour la rediriger vers des usages agricoles, industriels ou encore l'arrosage d'espaces verts ou de golfs.

Depuis 2016, la REUT a suscité notre curiosité à tous les deux, d'abord pour des raisons disciplinaires. En effet, repenser l'utilisation de l'eau usée traitée pose question à plusieurs égards. Tout d'abord, la présence de pathogènes fait que son utilisation peut s'avérer risquée pour les milieux et les hommes. De plus, la charge en nutriments, si elle présente un potentiel pour les cultures, confère à ces eaux une matérialité particulière qui peut obstruer le matériel d'irrigation. Ces deux dimensions physico-chimiques ont rapidement interpellé Nassim Ait Mouheb, chercheur en génie des procédés. Habitué à travailler à partir d'une eau propre, cette eau et ses aspérités ont attisé sa curiosité du fait de leur complexité. Il étudie l'écoulement des flux liquides dans des endroits exigus, comme les micro-goutteurs d'irrigation, mais aussi le transfert de leur charge bactérienne dans une diversité de supports comme les feuilles de salade ou le sol. Par ailleurs, la REUT est aussi très souvent présentée comme une solution pour répondre localement aux problèmes de pénurie d'eau. Sa promotion s'accompagne de la promesse d'une nouvelle ressource disponible. Cette promesse a suscité la curiosité d'Anne-Laure Collard, sociologue, qui étudie la modernisation technique dans le domaine de l'eau, sa fabrique et les conditions sociales de son apparition. Ces eaux offraient une belle opportunité pour poursuivre ses travaux de recherche sur les rapports entre eaux et société. La proximité de nos bureaux a indéniablement facilité nos premiers échanges et favorisé leur régularité. Mais, par la suite, nous avons engagé du temps et de l'énergie pour construire un dialogue autour de la REUT. Ce chapitre retrace quelques-unes des étapes clés du cheminement de ce dialogue entre génie des procédés et sociologie.

La littérature fournit de nombreux exemples des résultats que peut produire une recherche interdisciplinaire (Galochet *et al.*, 2008 ; Hubert et Mathieu, 2016), mais peu de travaux proposent un regard réflexif sur les modalités du dialogue entre disciplines, les raisons de sa formalisation, les déplacements qui s'opèrent au contact de l'objet d'étude et des conditions de production de la recherche, ou encore sur les frottements inhérents

aux valeurs que portent les chercheurs. Le récit du cheminement de notre dialogue entre sociologie et génie des procédés a pour ambition de rendre visible l'arrière-cuisine de notre interdisciplinarité teintée de tâtonnements, de complicité, de patience, de rires, de tensions et de partage. Nous souhaitons rendre intelligible comment l'interdisciplinarité, telle que nous l'avons pratiquée, a pris forme et sens en fonction de notre objet, de nos axiologies et de notre engagement à faire vivre le dialogue.

L'écriture d'un récit à deux voix n'est jamais aisée. Elle nécessite débats et compromis pour que les deux auteurs s'y reconnaissent. Aussi, pour ne pas homogénéiser notre histoire, et risquer de lisser notre expérience, nous avons fait le choix de ponctuer la narration de l'usage du « nous » lors d'une prise de parole collective, et du « je » en nous plaçant comme acteurs de la situation narrée.

AU DÉPART, UN RAPPORT TRÈS DIFFÉRENCIÉ AUX EAUX USÉES

Au tout début de notre collaboration, la REUT était définie comme une thématique de recherche prometteuse par notre institut, l'Irstea (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture), et notre unité de recherche, G-EAU (Gestion de l'eau, acteurs, usages). Profitant de ce contexte institutionnel favorable, nous avons tous les deux choisi de l'investiguer. Il n'y avait à ce moment-là pas d'évidence à travailler ensemble.

Des eaux curieuses : du goutteur parfait aux pratiques informelles (Nassim)

Ma discipline, le génie des procédés, articule des sciences de l'ingénieur et du vivant telles que la chimie et la microbiologie. En caricaturant, cette discipline est celle de la conception des « marmites de l'industrie » puisqu'il s'agit principalement de concevoir les dispositifs de transformation chimique et physique de la matière pour la production du secteur industriel. À l'origine, mon domaine d'application est celui de la « micro-fluidique » qui a pour objectif d'optimiser la production à travers la miniaturisation des réacteurs industriels. Mon poste s'inscrivait en mécanique des fluides et portait sur des sujets traitant de l'hydrodynamique dans un dispositif d'irrigation d'acheminement de l'eau à travers des canaux micro-fluidiques (goutteurs) vers les plantes. Initialement, je travaillais avec une eau propre, déminéralisée, afin d'étudier le cheminement des particules solides contenues dans l'eau par le biais de méthodes optiques laser. Mon intérêt pour les eaux usées s'explique par mon envie à l'époque d'ouvrir mes champs de recherche à l'étude des matrices bactériennes appelées « biofilm ». Appliqué à la thématique de la REUT, je me suis intéressé plus spécifiquement aux dynamiques de colmatage produites par les biofilms dans le matériel d'irrigation. D'un point de vue opérationnel, ma recherche devait servir à concevoir « le goutteur parfait », c'est-à-dire efficient et durable dans le temps, indépendamment de la qualité de l'eau qui y circule.

Cette ambition a été un peu ébranlée par mes expériences de terrain conduites en collaboration avec un collègue politiste, Pierre-Louis Mayaux, au Maghreb. Lors d'une visite de terrain à Tipaza en Algérie, je me rappelle avoir demandé aux agriculteurs s'ils étaient attentifs à la nature de l'eau utilisée lors de la mise en place du système d'irrigation et dans leur pratique (procédures de nettoyage, filtration, débits des goutteurs, etc.). Leur réponse était non, sans équivoque. Ils m'expliquaient acheter des goutteurs jetables

à bas coût : « Au bout d'un an, on les remplace. » À leur manière, ils avaient résolu le « problème » de l'encrassement et de la durabilité des équipements d'irrigation qui sous-tendait mes activités de recherche en laboratoire.

La découverte de la pratique de REUT en situation réelle, non contrôlée et hors laboratoire m'a progressivement conduit à m'intéresser aux pratiques informelles de l'utilisation d'une eau usée peu traitée (Thebo *et al.*, 2017 ; Mayaux *et al.*, 2022). Il m'a été donné de voir le rôle des gestionnaires, des agences de bassin ou encore des associations d'irrigants dans la mise en place et la vie des dispositifs d'assainissement et de traitement (Ait-Mouheb *et al.*, 2020). Ce travail en commun m'a sensibilisé aux concepts d'adaptation, de négociation et de bricolage pour interpréter les pratiques et les choix techniques des différents acteurs locaux de la REUT. Les expériences de terrain m'ont montré comment des agriculteurs se servaient d'une eau usée à partir de leurs propres réalités – une eau limitée dans des contextes semi-arides – avec le souci de pérenniser une activité économique et de rester compétitifs. Ces apprentissages ont profondément façonné mes activités de recherche puisque l'un des projets de la plateforme de recherche sur la REUT que je coordonne est de tester les impacts d'une gamme de qualité sur les cultures, les sols et le matériel d'irrigation. L'ambition est de mieux évaluer les risques que l'utilisation d'une eau peu ou non traitée en agriculture représente pour l'homme, tel que cela se pratique déjà dans de nombreuses régions du monde.

Pour moi, la REUT est donc un domaine d'application de mes recherches en génie des procédés. Mais suite à mes collaborations au Maghreb, je souhaitais poursuivre et approfondir le dialogue avec les sciences sociales avec la volonté de co-construire des questions de recherche, ce qui a motivé mon expérience avec Anne-Laure, ma collègue sociologue.

Une eau propre à l'étude des rapports entre eau et société (Anne-Laure)

Mes recherches en sociologie portent sur les processus de modernisation de l'accès à l'eau dans des situations où celle-ci vient à manquer ou est trop abondante. En questionnant les conditions sociales d'émergence ou d'existence d'objets techniques de l'eau (canaux gravitaires, barrages de sédimentation, réseaux d'eau domestique, puits), j'interroge la construction des trajectoires techniques qui viennent modifier des flux d'eau, des pratiques et des attentes.

Mon intérêt pour la REUT se justifie à plusieurs égards. Lors de mon recrutement en 2015, cette thématique était essentiellement saisie par des collègues en sciences de l'ingénieur et en biophysique qui œuvraient à son opérationnalité. Dans ce contexte, les demandes formulées aux sciences sociales étaient le plus souvent d'identifier les conditions d'acceptabilité d'une telle solution technique ou de recenser les représentations sociales des futurs usagers. Mes collègues en sciences de l'ingénieur faisaient le constat que, « techniquement, la REUT, on sait faire », dans le sens où les technologies de traitement efficaces pour écarter le risque sanitaire existaient. Cependant, ils constataient que ces savoirs techniques se frottaient à une réalité qui ne s'y prêtait pas toujours matériellement (localisation des STEP, coût, consommation énergétique, etc.) et socialement. Le rôle qu'ils attribuaient aux sciences sociales était défini à partir de ce constat. Pourquoi la société ne voyait-elle pas la REUT comme une solution prometteuse ? Malgré la formulation de cette attente dans laquelle je ne me retrouvais pas, j'ai décidé de travailler sur cet objet que je considérais comme une belle opportunité de poursuivre mes travaux de recherche.

En effet, la REUT est très régulièrement présentée comme une solution technique pouvant résoudre les problèmes de pénurie d'eau (van Eerd et Wiering, 2022). Comme je l'avais fait auparavant à partir d'autres objets techniques, je voulais confronter cette promesse à des réalités locales pour étudier les changements d'un nouvel accès à l'eau énoncé par ses promoteurs. Pour cela, j'ai défini la REUT comme un assemblage technique composé de procédés de traitement, d'infrastructures de stockage et de distribution de l'eau. Je voulais étudier les transformations occasionnées par l'arrivée d'une nouvelle eau sur les modalités de son partage, de sa réallocation, et sur les pratiques. La REUT était en ce sens une entrée pertinente pour étudier des processus globaux (définition d'une solution prometteuse) à partir des transformations locales (réacheminement des eaux traitées).

Habitué à travailler sur des objets techniques, la compréhension des dimensions biophysiques et mécaniques de la REUT me semblait incontournable pour interroger la manière dont cet assemblage technique modifie et transforme les flux d'eau, construit une nouvelle catégorie de l'eau et oriente des décisions. Dans cette perspective, le fait que le bureau de Nassim était à quelques mètres du mien a été une aubaine. Ses compétences m'ont permis d'apprivoiser rapidement ces différents aspects. Mais nos échanges m'ont surtout sensibilisé aux débats qui traversent la communauté scientifique à propos de la mise en œuvre de la REUT et qui deviendront par la suite une question de recherche à part entière.

COMMENCER PAR FAIRE DU TERRAIN ENSEMBLE

La proximité de nos bureaux a sans doute permis de concilier des intérêts *a priori* éloignés et d'identifier une envie partagée d'interroger la REUT en situation réelle. Ainsi, nous avons fait nos premiers pas ensemble sur le terrain situé dans la collectivité du Grand Pic Saint-Loup, avec l'idée d'en faire un catalyseur de notre curiosité (Riaux et Massuel, 2014). Le cas d'étude attisait notre curiosité à tous les deux pour comprendre les potentiels dysfonctionnements techniques (colmatage des réseaux et risques potentiels de contamination du cours d'eau) et la réalisation concrète d'un projet de REUT (partage de l'eau, gestion, conception).

Nous avons travaillé en dehors d'un cadre formalisé comme celui d'un projet de recherche. Ce qui nous a donné l'opportunité d'aller sur le terrain sans formuler de question *a priori* mais avec la « simple » idée d'observer une même situation avec nos lunettes disciplinaires :

- en tant que sociologue, je m'intéressais au script (Akrich, 1991) de ce dispositif de REUT, à ses justifications, aux acteurs qui l'avaient conçu et à sa traduction technique ; je comptais sur les compétences de Nassim pour m'aider à en comprendre le volet technique ;
- quant à moi, Nassim, habitué à travailler à partir de situations au Maroc et en Algérie où l'utilisation des eaux usées est informelle, ce cas d'étude était une occasion de tester mes questions de recherche dans un autre contexte, tout en profitant du regard d'Anne-Laure.

Avec nos lunettes disciplinaires, nous avons donc découvert le terrain ensemble. Il se caractérise par une unité de traitement des eaux usées par boue activée, par une pinède irriguée par un réseau d'irrigation localisée, par un ruisseau intermittent (le Terrieu), et par la source du Lez sujette à des contaminations issues des rejets de la station d'épuration de la commune de Saint-Mathieu-de-Trévières (encadré 1.1). La coalition d'acteurs

qui a gravité autour de ce projet est mouvante. D'abord composée d'une figure académique et d'un élu qui jouaient un rôle moteur, d'un propriétaire foncier absent, ce sont au final un agent municipal et une entreprise de traitement de l'eau qui ont hérité de la charge de gérer ce système d'irrigation.

En suivant le tracé des réseaux d'irrigation jusqu'aux parcelles irriguées, nous avons prêté une attention toute particulière aux systèmes de traitement et d'épandage, au matériel d'irrigation et à son état de dégradation (fuites, délabrement, usure). Puis nous avons suivi ces eaux usées dans le temps, en étudiant les documents d'archives afin de retracer son histoire, ses justifications et les intentions de ses concepteurs. Nous avons également réalisé des entretiens auprès des acteurs identifiés pour comprendre leur rôle et les attentes sociales de l'époque vis-à-vis d'un tel procédé.

Encadré 1.1. Analyse du projet de REUT à Saint-Mathieu-de-Trévières.

Notre travail a mis en évidence les coalitions d'acteurs de l'époque, entre scientifiques, élus et propriétaire terrien, et le poids de leurs évolutions sur les dimensions matérielles et sociales du territoire irrigué par des eaux usées. L'idée d'épandre ces eaux sur une pinède privée est née dans un contexte où la STEP de la commune n'était pas aux normes. L'eau rejetée venait contaminer la source du Lez située en aval et qui approvisionne les habitants de la métropole de Montpellier. Pour y remédier, l'Agence de l'eau avait imposé au maire de l'époque le respect du « rejet zéro » dans les milieux récepteurs : aucune goutte d'eau salie ne devait plus s'écouler dans le Terrieu qui laissait s'infiltrer l'eau à travers un sol karstique jusqu'à la nappe d'alimentation de la source du Lez. À cette époque, le professeur Brissaud, du Laboratoire d'hydrologie mathématique (LHM) de l'université de Montpellier, conduisait des travaux de recherche sur les techniques d'assainissement et les procédés géochimiques, et par extension sur les techniques de traitement des effluents en milieu rural. Quelques années plus tard, il est devenu un expert reconnu sur la scène internationale sur la thématique de la REUT. Mais, en 1989, ses recherches sur le sujet débutaient. Il proposait alors de dériver les eaux usées du Terrieu en les réutilisant pour irriguer la pinède voisine. Il misait sur les capacités filtrantes du sol karstique pour renvoyer une eau sans risque à la source du Lez. Le sol était alors utilisé comme traitement tertiaire. Le maire de la commune était une connaissance du professeur qui ne tarda pas à le convaincre d'adopter ce procédé. Quelques années plus tard, les concepteurs et promoteurs de cette solution se désengagèrent de sa gestion. Les agents communaux et l'entreprise de traitement d'eau en héritèrent bien malgré eux, ce qui explique un certain nombre de dysfonctionnements car aucun d'entre eux ne souhaitait prendre en charge la gestion de ce dispositif, qui n'entrait pas dans le cadre de leur mission. Par ailleurs, les autorités administratives compétentes ont continué de faire part de leurs doutes quant à l'efficacité du procédé de traitement par infiltration. Malgré ces doutes persistants, le dispositif a été maintenu en fonctionnement jusqu'en 2018, date à laquelle la STEP a été rénovée.

Le croisement de nos regards et de nos méthodes sur le terrain nous a conduits à faire un pas vers l'autre en nous donnant du temps pour observer et comprendre nos manières de travailler, et de les éprouver. Ce partage nous a permis d'enrichir notre interprétation disciplinaire de la situation :

- en tant que chercheur en génie des procédés, les entretiens et l'étude des documents d'archives ne sont pas des outils classiquement mobilisés dans mon domaine. Ils m'ont fait découvrir l'importance des interconnaissances pour comprendre les arbitrages techniques qui fragilisaient la pérennité des infrastructures. Suite à ce travail en commun,

je m'étonnais également de constater que l'informel et le frôlement du non-respect de la norme étaient aussi d'usage en France. L'étude de la coalition des acteurs entrain en résonance avec les mécanismes d'adaptation, d'arrangement entre acteurs et de bricolage technique que j'avais pu observer au Maghreb ;

– quant à moi, Anne-Laure, les interrogations de mon collègue sur les capacités filtrantes du sol m'ont progressivement incitée à m'intéresser au choix des procédés de traitement comme miroir des controverses autour de la définition des risques sanitaires et environnementaux. C'est sans doute l'intérêt répété par Nassim sur la question de l'efficacité épuratoire du sol et de la pinède qui m'a amenée à voir, puis à prendre au sérieux, l'absence de consensus parmi mes collègues en sciences biophysiques sur la bonne manière de traiter les eaux usées pour assurer à la fois leur innocuité et la faisabilité de leur usage.

Nos échanges étaient stimulants, enjoués, et surtout motivés par l'envie de comprendre une situation empirique : alors que les autorités compétentes émettaient des doutes sur l'efficacité du dispositif de traitement/infiltration d'une eau qui percolait jusqu'à la source d'approvisionnement d'une population, comment ce dispositif avait-il pu être justifié et maintenu ? Cette finalité compréhensive et empirique du terrain a été fédératrice. Elle nous a permis de dépasser la singularité du cas étudié car regardé par analogie avec des dynamiques sociales observées au Maghreb pour Nassim, et a permis de questionner les conditions sociales d'élaboration d'un dispositif technique pour Anne-Laure, en particulier le sol comme traitement tertiaire et objet d'innovation.

VERS UNE ALLIANCE AU SEIN D'ARÈNES TECHNIQUES DE LA REUT

En 2019, la pratique de REUT était peu courante à proximité de Montpellier, et de manière plus générale en France. Hormis des sites emblématiques comme ceux de Noirmoutier, de l'île de Ré ou de Clermont-Ferrand, l'utilisation des eaux traitées était rare et peu de projets se concrétisaient. Alors que nous projetions de poursuivre notre dialogue autour d'études de cas où la pratique de REUT pouvait s'observer, cette réalité empirique nous a amenés à déplacer notre dialogue autour d'un autre support de médiation. L'un d'eux a été le réseau thématique Reuse-INRAE créé en 2020, et au sein duquel la REUT existait bel et bien, contrairement au faible déploiement sur le terrain. Les conditions de son opérationnalité étaient au cœur des réflexions. Lors de la fusion entre l'Irstea et l'Inra pour devenir l'INRAE (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement), des réseaux de chercheurs se sont organisés autour de champs, d'objets et de thématiques. Dans ce contexte, des collègues ont pris l'initiative de fédérer une communauté scientifique autour de la REUT. Le réseau s'apparente à un dispositif de « gestion de la science » tel que défini par Jollivet (2008) puisqu'il est pensé comme un support d'organisation des travaux de recherche, de leur mise en visibilité à l'échelle nationale et internationale, et de crédibilité pour accéder aux subventions¹. À un moment où la REUT gagnait en visibilité sur la scène nationale², l'Institut a accueilli positivement cette initiative, intéressé par la formalisation d'une expertise institutionnelle venant en appui aux politiques publiques.

1. Le réseau s'est doté d'une page Internet : <https://www6.inrae.fr/reuse> (consulté le 18/03/2024).

2. La REUT est reconnue par le ministère de la Transition comme une des solutions pour passer à une économie circulaire, en témoignent les Assises de l'eau de 2019, le Varenne de l'eau de 2022, puis le Plan Eau annoncé en 2023.

Le réseau est pluridisciplinaire, composé majoritairement par des sciences de l'ingénieur (procédés, modélisation mathématique) et du vivant (microbiologie), comme en témoignent les questions régulièrement débattues au sein du groupe, qui ont trait au transfert et à la circulation des substances contenues dans les eaux usées, à une scénarisation multicritères de la REUT ou encore à une évaluation des risques. L'asymétrie de ce collectif entre sciences sociales et de l'ingénieur ou du vivant a profondément nourri notre dialogue interdisciplinaire, qui s'est traduit à l'occasion par une « alliance affinitaire » (Aguiton *et al.*, 2015), sur laquelle nous revenons. Tout d'abord, il faut souligner que notre rôle et notre statut à tous les deux au sein de ce réseau étaient très différents :

- en tant que chercheur en génie des procédés, je suis un membre actif de ce réseau. Je m'y sens à l'aise. Je suis familier du vocabulaire utilisé et je partage un certain nombre des positions exprimées. C'est par mon intermédiaire que ma collègue sociologue y accède. Je suis convaincu de l'intérêt d'élargir la composition disciplinaire du réseau ;

- ma présence en tant que sociologue est bien accueillie, mais les premières demandes qui me sont adressées sont maladroites car elles sont formulées à partir des attentes des collègues vis-à-vis des sciences sociales. On attend surtout de moi d'expliquer le faible déploiement de la REUT en France, en renseignant les conditions d'acceptabilité sociale et les représentations. Deux postulats motivent cette demande. Le premier est que la société n'est pas prête à réutiliser les EUT, il faut la rassurer. Le second est que la REUT peut permettre d'agir en situation de pénurie. Je savais que, pour me faire ma place, j'allais devoir me frotter au rôle de la science dans la société et de l'optimisme technologique partagé.

L'organisation des activités du réseau a rapidement été pensée en axes. L'un d'eux³ était intitulé « appui aux politiques publiques », avec l'idée de traduire les connaissances produites au sein du réseau pour appuyer la mise en œuvre opérationnelle de la REUT. Les sciences sociales⁴ étaient toutes désignées pour assurer cette traduction. Cette définition du rôle des sciences sociales a fait l'objet de négociations :

- en tant que sociologue, je déclinais la proposition d'endosser le rôle de médiatrice. Pour acter ce refus, il était pour moi primordial de renommer l'axe « appui aux politiques publiques ». Nassim se révéla être un allié précieux dans cette négociation. Fort d'une pratique de terrain, Nassim défendait auprès de ses collègues l'apport des sciences sociales pour construire l'intelligibilité de la REUT. À plusieurs reprises, il a repris mes arguments, les traduisant avec son vocabulaire partagé par tous et en les illustrant par des exemples concrets inspirés de ses terrains au Maghreb. Il a ainsi fait entendre et admettre mon refus du rôle qui m'était donné et l'importance pour moi de rebaptiser l'axe pour me défaire de son caractère normatif ;

- il me semblait évident d'appuyer ma collègue sociologue pour renommer l'axe en cherchant à faire comprendre à mes collègues proches qu'il ne « nous » revenait pas de formuler les questions posées par nos collègues en sciences sociales et qu'il convenait de leur laisser leur espace pour nourrir leurs propres questions de recherche.

L'axe a été renommé « Acteurs ». Les négociations menées ne sont pas sans rappeler celles menées par Jeanne Riaux autour de l'« axe 0 » (chapitre 9). Elles témoignent de l'importance de chercher à rééquilibrer des asymétries entre discipline ou entre axiologies,

3. Les trois autres axes s'intitulent : Territoire, Risques et Filières.

4. Marielle Montginoul, économiste, est aussi membre du réseau et s'est révélée être une alliée précieuse.

comme une sorte de condition pour, plus tard, trouver sa place au sein d'un collectif et engager honnêtement un dialogue en devenir.

S'ACCORDER SUR UN DISCOURS COMMUN : LES FINALITÉS DE NOS RECHERCHES

La suite de notre dialogue s'est avérée plus tourmentée qu'il ne l'avait été jusqu'alors. En effet, notre participation à une conférence internationale organisée par l'International Water Association (IWA) a marqué un tournant. Cette rencontre a mis en exergue les difficultés que représentait le fait de maintenir un dialogue malgré nos postures éloignées vis-à-vis de la finalité de nos recherches. Pour le poursuivre, nous avons été amenés à nous dévoiler, et plus précisément à verbaliser nos doutes, voire notre perplexité, vis-à-vis de la posture disciplinaire de l'autre (méthode et place de la subjectivité), à exprimer nos désaccords, mais aussi à porter un regard réflexif sur nos disciplines (production de connaissances et finalités).

En 2019, nous avons proposé une communication orale à l'IWA (Collard *et al.*, 2019). Alors que nous nous y rendions pour mettre en discussion nos résultats de recherche avec une communauté spécialiste de la thématique REUT et les enrichir, c'est surtout notre vécu de cette rencontre qui a participé à faire évoluer notre pratique :

– en tant que sociologue découvrant ce type d'événement, j'étais surprise par les moyens déployés. La conférence se déroulait à Berlin dans un grand hôtel de la capitale. Les présentateurs étaient équipés de micro casque pour être libres de leur mouvement. Certains parcouraient la scène, l'occupaient tout entière pour faire la démonstration du bien-fondé de la REUT comme une solution au « problème » du changement climatique. Lors des pauses, industriels et *start-up* attendaient les communicants à côté de leur stand pour promouvoir les débouchés de la REUT : production d'une bière à base d'eaux traitées, développement d'un procédé de traitement par oxygénation. Les frontières étaient floues et ambiguës entre promoteurs, vendeurs de technologies et chercheurs. Progressivement, le congrès est devenu un terrain où se rassemblait une communauté d'acteurs actifs dans la production du discours promotionnel de la REUT. Enthousiaste à cette idée, je m'étonnais alors de ne pas nouer à nouveau alliance avec Nassim lors de cette conférence ;

– à l'inverse de ma collègue, je ne discute pas la portée de cette rencontre. L'IWA est une arène reconnue et une des rares consacrées à la thématique de REUT. Je suis familier de ce type de rassemblement qui illustre la réalité d'une production de connaissances scientifiques dans mon domaine en partenariat avec des acteurs privés et industriels. J'ai vécu ce congrès comme une occasion d'apprendre et de confronter nos travaux menés avec Anne-Laure aux avancées de la recherche mondiale sur la thématique. Très peu de travaux interdisciplinaires croisant sciences techniques et sciences sociales étaient proposés. De ce fait, je trouvais notre réflexion originale, ce qui est une chance dans ce type d'arène.

Notre expérience à l'IWA témoigne du fait qu'une communication orale commune était loin d'être une finalité de notre cheminement interdisciplinaire. En réalité, elle a initié une étape de dévoilement fondamentale pour la suite de notre collaboration. En effet, au lieu de mettre sous le tapis notre étonnement mutuel sur la façon dont nous avons chacun vécu cet événement, nous avons choisi de la comprendre, de l'expliquer et de mettre à nu plusieurs non-dits jusqu'ici peu abordés, par facilité parfois, ou parce qu'ils étaient jusqu'alors ignorés. Cette étape de dévoilement a révélé le poids des finalités

que nous accordons à nos travaux de recherche et des conditions de production de connaissance dans nos disciplines respectives :

– en tant que sociologue, je considère la REUT, à l'instar de toute autre innovation technologique, comme loin d'être neutre. Les transformations physiques mais aussi sociales et politiques que son adoption peut provoquer ne sont pas anecdotiques ou à prendre à la légère. Mon engagement en tant que chercheur consiste à rendre intelligible cela afin de déconstruire l'optimisme technologique et de tenter de déplacer les termes du débat et de la réflexion vers des moyens d'agir d'une autre nature que technique ;

– pour moi, Nassim, mon rapport à la REUT est tout autre. Sans considérer la REUT comme une panacée, j'y vois une option technique à envisager selon les cas, ce qui justifie la poursuite de mes travaux pour participer à son opérationnalité, d'autant plus dans des situations où ces eaux sont déjà largement convoitées. Par ailleurs, en tant que chercheur en génie des procédés, la REUT est un domaine d'application de mes recherches. J'expérimente en agissant sur la matière, en perturbant les flux pour interpréter, analyser et comprendre ces perturbations. Aussi, si j'entends la position d'observation et de distanciation par rapport à ces eaux d'Anne-Laure, je ne peux m'empêcher de la trouver parfois un peu facile et confortable. Il m'arrive de m'agacer de sa position d'opposition vis-à-vis du développement de la REUT, que je qualifie à l'occasion de dogmatique, et qui me semble entraver la légitimité de sa pratique scientifique.

Notre dialogue s'est heurté un bon moment à une incompréhension réciproque de la posture de l'autre. La place de la subjectivité dans les conditions de production de connaissances en sciences sociales a été difficile à entendre pour le collègue en génie des procédés, et non moins compliquée à expliquer pour la collègue sociologue. Nous avons eu besoin de temps pour arrêter d'essayer de convaincre l'autre, pour admettre et accepter que la finalité de notre recherche ne changerait pas. Pour Nassim, les connaissances qu'il produit doivent permettre *in fine* de rendre applicable la REUT quand cela se justifie pour agir sur les enjeux de l'eau. Pour Anne-Laure, ses travaux doivent permettre de mettre en lumière le fait que d'autres moyens d'action que techniques doivent être déployés pour réagir aux transformations de l'accès à l'eau, ce qui implique de remettre en question la place faite aux technologies dans la hiérarchisation des modes d'action à envisager, y compris la REUT.

Après de nombreux échanges, nous avons compris que nos postures ne nous permettraient pas de produire un narratif commun sur la REUT. Mais alors, comment poursuivre notre dialogue et le devait-on ? La réponse n'avait rien d'évident et s'est construite chemin faisant. En effet, notre attention s'est détournée de la REUT pour s'organiser progressivement autour d'un autre objet frontière, la plateforme de recherche coordonnée par Nassim. Les questions de l'engagement du chercheur, des finalités et du rôle de la science dans la société sont désormais au centre de notre dialogue et clairement identifiées :

– en tant que porteur de la plateforme, je suis très régulièrement sollicité par les médias locaux et nationaux pour parler de la REUT. Assumer ce rôle que je n'avais pas anticipé m'a conduit à réfléchir à mon engagement en tant que chercheur dans la société, et au rapport que j'entretenais avec mon objet. Ces réflexions résonnaient avec la réaction de ma collègue vis-à-vis de l'IWA. En effet, en coordonnant ce site démonstrateur, en le mettant en scène et en acceptant d'en faire une vitrine de recherche, suis-je vraiment aussi extérieur à mon objet et objectif que je le pensais ? Le soutien politique et institutionnel, la médiatisation de ce site et son succès construisent mon rôle d'expert, ce qui m'amène à me questionner sur ma responsabilité citoyenne (Gardien, 2013) ;

– en tant que sociologue, les pratiques de démonstration et leurs effets performatifs sur l'existence d'un objet m'intéressent. Étudier ces processus avec Nassim, acteur de la démonstration, pour réfléchir ensemble aux finalités d'une telle pratique de recherche, et éventuellement les construire, concilie nos épistémologies éloignées.

RETOUR AUX DISCIPLINES

Que *nous fait* la pratique interdisciplinaire ? Que gagne-t-on à engager du temps et de l'énergie dans le dialogue entre disciplines ? Comment savoir quand arrêter et quand poursuivre ? En quoi le dialogue interdisciplinaire est-il spécifique par rapport à une autre forme de collaboration ? Nous proposons de retourner à nos disciplines et de poser un regard réflexif sur les transformations occasionnées par notre dialogue sur notre identité de chercheurs, nos questions et nos postures.

Entre discipline et interdisciplinarité : une position d'équilibriste inconfortable (Nassim)

La pratique d'une interdisciplinarité élargie a été, et reste, une démarche chronophage. L'environnement pluridisciplinaire de l'UMR G-EAU m'a permis de mener cette démarche en toute liberté et avec une confiance accordée en interne. Mais si cette pratique est accueillie positivement, elle se heurte à l'attente qui m'est adressée de m'accomplir en tant que chercheur en génie des procédés, de disposer d'un réseau disciplinaire et d'y être reconnu en tant que tel. Au niveau institutionnel, on attend de moi de me concentrer sur la consolidation de mon identité disciplinaire en publiant dans mon domaine en vue de soutenir une HDR (habilitation à diriger des recherches). Mais on salue également mon ouverture aux sciences sociales. Quel équilibre trouver ? J'ai choisi de séparer mes travaux. Je me partage entre deux identités, l'une disciplinée, l'autre thématique. Mes travaux en génie des procédés, menés en laboratoire, rejoignent les intérêts d'un collectif de l'UMR à propos de l'optimisation du pilotage et des technologies d'irrigation. Par ailleurs, je construis mon « identité thématique » (Sedooka *et al.*, 2015) autour de la REUT. La complexité des eaux traitées et les enjeux propres à la REUT justifient mon dialogue avec Anne-Laure Collard et Pierre-Louis Mayaux (le collègue politiste) et l'envie de créer des ponts entre sciences exactes et sciences sociales. Mais cette identité produit de l'inconfort. Au moment de la rédaction de mon HDR, comment évoquer, défendre et justifier cette identité auprès de mes pairs disciplinés ? Par facilité, j'ai choisi de ne parler que des travaux qui s'inscrivent dans mon champ disciplinaire. De fait, mon HDR s'intitule « Milli-fluidique en milieux complexes : application au bio-encrassement ». Je n'ai pas formalisé mon identité thématique que je continue de construire au sein d'autres collectifs internes à l'unité ou lors d'échanges bilatéraux. Le maintien de ce dialogue me permet de nourrir mes interrogations. Les collègues m'apportent leurs regards sur le rôle des protagonistes ou les débats de la REUT en société. Mais, avec le temps, cette distinction identitaire devient floue. Alors que les premiers cours de master que je donnais sur la REUT étaient très centrés sur les dynamiques micro-fluidiques ou agronomiques, je me surprends à décentrer mes propos pour proposer aux étudiants une lecture critique de cette option technique.

Construction de la REUT comme objet d'étude (Anne-Laure)

Pas à pas, je construis la REUT comme un objet d'étude à part entière. À l'instar d'une ethnographie située (Marcus, 1995), je *suis* les eaux usées traitées dans les lieux où elles font l'objet d'attention, de tension ou d'écriture. De manière plus globale, la démarche inductive nécessite de tricoter en permanence avec le terrain, ses difficultés d'accès, ses réalités et ses temporalités (Cefaï, 2010 ; Becker, 2016). Ma pratique interdisciplinaire participe, je pense, intimement à ce processus de maillage et aux conditions de production des données en me conduisant à m'« embarquer » dans certains lieux et rôles (Bourrier, 2013). C'est bien ma pratique interdisciplinaire qui m'a conduite à fréquenter les événements de l'IWA et ceux du réseau Reuse-INRAE, où se fabriquent les discours, se façonnent des réflexions et des arguments. Ainsi, l'étude des rapports entre eau et société par la méditation de la REUT se fait non pas *via* les pratiques comme j'entendais le faire, mais à travers d'autres dynamiques dans lesquelles sont impliqués et engagés une partie des acteurs de l'eau. Le fait d'accompagner Nassim dans ces arènes a déplacé mon regard de sociologue. Je m'intéresse désormais à la REUT « en train de se faire ». En m'embarquant dans ce monde très technique aux côtés de mon collègue, je suis en contact régulier avec mes collègues en sciences de l'ingénieur et en sciences biophysiques. Cela m'amène à déconstruire la vision que j'avais d'une catégorie d'acteurs assez homogène. Je cherche désormais à comprendre les débats qui animent ce collectif autour de la définition des risques et des moyens d'agir pour en faire des questions de recherche qui me sont propres. En ce sens, ma pratique interdisciplinaire me permet de construire de manière originale mon objet d'étude, tout en rejoignant des questionnements classiques sur la production de la science (Latour, 1988).

ÉPILOGUE

À travers ce récit sur la construction du dialogue entre nos deux disciplines, génie des procédés et sociologie, nous avons cherché à témoigner de la densité et de la temporalité d'une relation interdisciplinaire. Le fait de porter un regard réflexif sur cette relation ne nous a pas seulement conduits à démontrer cette réalité, mais aussi à mettre des mots, d'abord pour nous-même, sur nos découvertes communes et nos décalages. Cela nous a permis de déconstruire nos attentes vis-à-vis de l'interdisciplinarité, d'en faire le deuil, pour imaginer dans le futur une pratique pragmatique. Aujourd'hui, nous intervenons au sein d'arènes où la question de l'eau est essentiellement abordée par le prisme de ses conditions hydrologiques, économiques ou climatiques. Ensemble, nous œuvrons à y resocialiser les eaux traitées, sans toutefois partager la même finalité, l'un l'envisageant comme une solution possible, l'autre comme une fuite en avant. L'écriture de ce chapitre a rendu possible un regard réflexif sur notre pratique. Au moment de sa révision, les difficultés liées au dévoilement de nos incompréhensions et désaccords nous reviennent. Nous en rions, heureux quelque part d'avoir su les dépasser pour en rendre compte. À cette occasion, Nassim explique que, malgré toutes nos discussions, sa position n'a pas changé : « Je veux continuer à voir le côté positif de la REUT comme une solution potentielle en temps de crise. Mais Anne-Laure avait raison, même si je considère la REUT comme une technologie assez anodine, ça soulève la question de l'équité de l'accès à l'eau et pose celle de la construction du problème à solutionner. » Ainsi, si notre pratique interdisciplinaire ne nous a pas permis de construire un narratif commun comme nous

l'avions projeté au début, elle prend sens autrement, comme ici sous la forme d'une médiation pour aborder la question du rôle de la science et des techniques dans le devenir de l'eau en société.

BIBLIOGRAPHIE

- Aguiton S., Bovet E. et Tocchetti S., 2015. Quelles pratiques critiques sur le terrain des promesses scientifiques ?, in Audétat M. (coord.), *Sciences et technologies émergentes. Pourquoi tant de promesses ?*, Paris, Hermann, 275-296.
- Ait-Mouheb N., Mayaux P.-L., Mateo-Sagasta J., Hartani T. et Molle B., 2020. Water reuse: a resource for Mediterranean agriculture, in Zribi M., Brocca L, Tramblay Y. et Molle F. (eds), *Water Resources in the Mediterranean Region*, Amsterdam, Elsevier, 107-136.
- Akrich M., 1991. L'analyse socio-technique, in Vinck D. (coord.), *Gestion de la recherche. Nouveaux problèmes, nouveaux outils*, Bruxelles, De Boeck, 339-353.
- Becker H.S., 2016. *La bonne focale. De l'utilité des cas particuliers en sciences sociales*, Paris, La Découverte.
- Bourrier M., 2013. Embarquements. *Socio-anthropologie*, 27, 21-34.
- Cefaï D. (coord.), 2010. *L'engagement ethnographique*, Paris, éditions de l'EHESS.
- Collard A.-L., Ait-Mouheb N. et Barbier R., 2019. The REUSE, as a reinvention of wastewater?, 12th IWA International Conference on Water Reclamation and Reuse, Berlin, 16-20 juin.
- Galochet M., Longuépée J., Morel V. et Petit O. (coord.), 2008. *L'environnement. Discours et pratiques interdisciplinaires*, Arras, Artois presses université.
- Gardien È., 2013. Embarquement du chercheur : de l'hybridation des savoirs scientifiques. *Socio-anthropologie*, 27, 35-47.
- Hubert B. et Mathieu N., 2016. *Interdisciplinarités entre natures et sociétés. Colloque de Cerisy*, Bruxelles, PIE-Peter Lang.
- Jollivet M., 2008. Préface, in Galochet M., Longuépée J., Morel V. et Petit O. (coord.), *L'environnement. Discours et pratiques interdisciplinaires*, Arras, Artois presses université, 11-20.
- Latour B., 1988. *La vie de laboratoire. La production des faits scientifiques*, Paris, La Découverte.
- Mayaux P.-L., Fezza N. et Bouzidi Z., 2022. Une gestion plurielle des illégalismes : négociations et contradictions dans la régulation des eaux usées au Maroc. *L'année du Maghreb*, 28, 141-156.
- Marcus G.E., 1995. Ethnography in/of the world system: the emergence of multi-sited ethnography. *Annual Review of Anthropology*, 24, 95-117.
- Riaux J. et Massuel S., 2014. Construire un regard sociohydrologique (2). Le terrain en commun, générateur de convergences scientifiques. *Natures sciences sociétés*, 22 (4), 329-339.
- Sedooka A., Steffen G., Paulsen T. et Darbellay F., 2015. Paradoxe identitaire et interdisciplinarité : un regard sur les identités disciplinaires des chercheurs. *Natures sciences sociétés*, 23 (4), 367-377.
- Thebo A.L., Drechsel P., Lambin E.F. et Nelson K.L., 2017. A global, spatially-explicit assessment of irrigated croplands influenced by urban wastewater flows. *Environmental Research Letters*, 12 (7), <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa75d1>.
- Van Eerd M.C.J. et Wiering M.A., 2022. The politics of practical implementation: reloading of information by competing coalitions in EU water governance. *International Journal of Water Resources Development*, 38 (4), 579-595.

Chapitre 2

Voyage dans le monde des hydrogéologues sahéliens

Youssoupha Tall, Jeanne Riaux et Valérie Plagnes

Le voyage interdisciplinaire relaté dans ce chapitre est né d'une demande d'expertise émanant de la Banque mondiale sur le secteur académique et professionnel de l'hydrogéologie au Sahel. Elle était formulée sous l'angle de la fuite des cerveaux et reposait sur l'hypothèse que les hydrogéologues sahéliens formés à l'étranger ne rentrent pas au pays une fois leurs études terminées, ce qui se solde par une insuffisance de compétences locales en hydrogéologie dans les pays du Sahel. Pour traiter ce sujet, le cahier des charges imposait de recourir à une analyse socio-anthropologique. Une invitation a alors été adressée à une anthropologue par un groupe d'hydrogéologues réuni pour répondre à cet appel¹. L'invitation à entrer dans le monde des hydrogéologues était trop belle pour être refusée ; c'était une occasion exceptionnelle de prolonger des recherches déjà engagées sur les hydrogéologues (Riaux, 2021).

C'est ainsi qu'a débuté la collaboration. Valérie Plagnes, hydrogéologue, a aidé Jeanne Riaux, anthropologue, à définir et à défendre un espace d'analyse anthropologique dans le projet. Ensuite, elles ont recruté et accompagné Youssoupha Tall, sociologue sénégalais en post-doctorat. Ce faisant, nous avons tous les trois entamé un véritable voyage dans le monde des hydrogéologues du Sahel, entre 2020 et 2021. Notre récit s'appuie sur trois grandes étapes : l'invitation au voyage, où les fondements de la relation interdisciplinaire sont posés ; le voyage lui-même, où les cheminements personnels s'interrogent et se complètent ; puis le retour, où chacun réinterroge sa posture disciplinaire à la lumière de ce qui a été vécu ensemble.

UNE INVITATION À VOYAGER DANS LE MONDE DES HYDROGÉOLOGUES

Le départ du voyage est donc une invitation adressée aux deux chercheurs en sciences sociales² à entrer dans le monde des hydrogéologues sahéliens, avec les hydrogéologues réunis pour la consultance. Cette rencontre s'est déroulée en plusieurs étapes qui ont abouti à la formulation d'un cadre de travail commun.

1. L'expertise était portée par l'IRD (Institut de recherche pour le développement) et par l'Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement, basé à Ouagadougou.

2. Pour simplifier, nous parlons des sciences sociales du projet. La discipline (sociologie ou anthropologie) est spécifiée lorsque cela fait sens.

Accepter l'invitation sans perdre son esprit critique

Pour les sciences sociales, l'invitation des hydrogéologues était séduisante, mais la formulation du problème posait quelques difficultés. Les hydrogéologues portaient en effet de l'idée qu'une fuite des cerveaux est à l'origine d'une pénurie d'expertise locale en hydrogéologie dans les pays du Sahel. Leur objectif était donc de comprendre ce qui motivait cette « fuite » en analysant les trajectoires professionnelles des hydrogéologues sahéliens. Or l'idée de fuite des cerveaux a été sérieusement déconstruite (Ennafaa et Paivandi, 2008). Nous avons donc choisi d'interroger à la fois le phénomène de la fuite des cerveaux et l'existence d'une pénurie de compétences en hydrogéologie au Sahel. Il s'agissait de renverser le point de vue en documentant plutôt la place des mobilités académiques dans les « parcours de vie » (Ruet, 2020) des hydrogéologues sahéliens et les conditions d'insertion professionnelle dans leur pays.

Un travail de reformulation des hypothèses de départ était donc nécessaire pour les sciences sociales. Mais le temps de l'expertise n'est pas celui de la négociation interdisciplinaire : il fallait produire des résultats dans un temps limité. La solution a alors été d'accepter de prendre pour entrée la question de la fuite des cerveaux pour amener progressivement l'idée d'une possible méconnaissance des compétences existantes.

Inviter les hydrogéologues en retour

Pour répondre à la difficulté de posture sur le fond, les sciences sociales ont choisi d'inviter les hydrogéologues dans l'analyse qualitative. Il s'agissait d'abord d'impliquer les experts (français et sahéliens) de la consultance dans le cadrage de la réflexion sur l'hydrogéologie sahélienne pour reformuler, avec eux, les pistes d'analyse à suivre ensuite. Et en parallèle, il s'agissait d'enrôler certains de ces hydrogéologues-experts dans l'enquête qualitative elle-même. Tout au long de ce travail d'enrôlement, Valérie s'est positionnée comme une véritable alliée des sciences sociales, en mobilisant sa connaissance du domaine et la proximité de ses pairs pour guider le choix des personnes à interroger et certaines interprétations. Son implication a très vite permis de constituer un noyau interdisciplinaire avançant vers les autres membres de la consultance (figure 2.1).

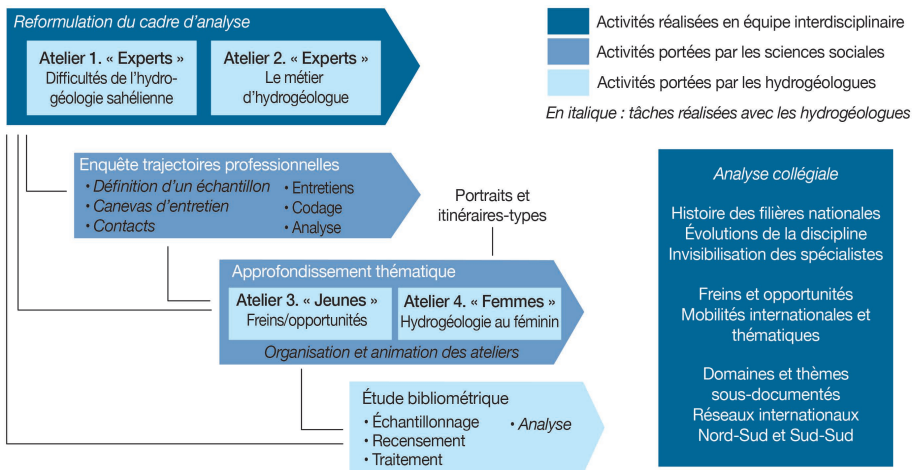


Figure 2.1. Un cadre interdisciplinaire pour mener l'analyse qualitative.

Les hydrogéologues-experts de la consultance ont d'abord été mobilisés à travers des ateliers destinés à reformuler le cadre de l'analyse. Cela a ensuite permis de proposer un dispositif d'enquête qualitative à propos des trajectoires professionnelles des hydrogéologues sahéliens en associant les hydrogéologues (identification de réseaux, prises de contacts, définition du canevas d'enquête, etc.). Des portraits d'hydrogéologues sahéliens ont ainsi été produits pour identifier des itinéraires thématiques, géographiques et professionnels. En dialogue avec les hydrogéologues-experts, un approfondissement de l'enquête sociologique a ensuite été réalisé pour élargir l'échantillon, en particulier avec des jeunes et des femmes, qui étaient des catégories initialement sous-représentées. En parallèle, l'étude bibliométrique réalisée par les hydrogéologues a approfondi certains résultats de l'enquête qualitative. Pour terminer, un atelier a associé hydrogéologues et sciences sociales pour l'interprétation du matériau recueilli et l'analyse compilée dans le rapport final.

Élargir le panel des invités au voyage

Au cours de ce travail, le groupe des hydrogéologues s'est considérablement élargi et complexifié, offrant une image de plus en plus précise du monde des hydrogéologues sahéliens. Il y a d'abord eu les hydrogéologues-experts de la consultance : les « experts internationaux » (principalement français) et leurs homologues du Sahel dans chaque pays concerné par la consultance (Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Tchad). Ensuite, d'autres hydrogéologues ont enrichi l'échantillon : des enseignants-chercheurs en hydrogéologie ayant formé des étudiants sahéliens, des jeunes hydrogéologues sahéliens identifiés par leurs professeurs, ainsi qu'un ensemble de femmes hydrogéologues sahéliennes. Des échanges à partir des comptes rendus d'ateliers et d'entretiens ont permis de prendre en compte le point de vue de chaque hydrogéologue interrogé sur les analyses produites à partir de ses propres paroles et, dans certains cas, sur l'analyse des paroles de ses collègues.

Cette première étape du voyage montre que l'acceptation de l'invitation par les sciences sociales était sous-tendue par l'acceptation en retour des hydrogéologues de s'investir dans le dispositif d'enquête qualitatif. C'est *avec* les hydrogéologues que l'enquête *sur* les hydrogéologues sahéliens prenait son sens. Cette exigence de réciprocité a parcouru l'ensemble du voyage, jusqu'à l'écriture de ce texte.

LE VOYAGE INTERDISCIPLINAIRE, UN CHEMINEMENT COLLECTIF

Pour voyager ensemble, chacun devait apprendre de l'autre, essayer de comprendre son approche, son point de vue, sa méthodologie. C'est ainsi que nous avons façonné pas à pas une démarche « sociohydrogéologique ». Chacun de nous a contribué aux premiers moments de l'enquête avec son bagage disciplinaire, ses objectifs et son regard singuliers. Il s'agissait à ce stade de dessiner ensemble les contours d'un « terrain », au sens des sociologues et des anthropologues, qui rendrait accessible à l'enquête le « monde » des hydrogéologues. En somme, il s'agissait d'abord d'un terrain *sur* les hydrogéologues. Le métier de socio/anthropologue est ici mis à l'épreuve. Il s'agit en effet de matérialiser dans le dispositif d'enquête la mise à l'écart de l'hypothèse de départ selon laquelle la fuite des cerveaux serait le principal facteur d'une pénurie d'hydrogéologues au Sahel, sans s'opposer frontalement aux hydrogéologues qui ne remettent pas en question cette

hypothèse. S'ensuit un double travail pour les sciences sociales : i) mener une négociation sur les modalités d'interaction avec les hydrogéologues ; ii) accompagner le cheminement collectif pour prendre en compte les transformations mutuelles dans le dispositif d'enquête. Dans ce cheminement, les sciences sociales font un véritable voyage dans le monde des hydrogéologues. Mais en revenant de manière réflexive sur ce voyage, nous nous apercevons de la place occupée par chacun des auteurs dans ce travail de franchissement de frontières entre différents mondes sociologiques.

Définir ensemble un terrain sociologique

Le terrain sur les hydrogéologues sahéliens implique d'abord de reconnaître l'autre comme une communauté très hétérogène, ce que l'on néglige généralement lorsque l'on parle de scientifiques d'une discipline donnée, ici l'hydrogéologie. Il s'agit alors d'un travail d'identification des profils en présence et de la variété de leurs ancrages sociaux et géographiques, de leurs choix et motivations, et de leurs histoires. Pour cela, nous avons eu recours à une méthodologie qualitative associant entretiens individuels, ateliers collectifs et analyse documentaire, y compris à travers les réseaux sociaux. Ce matériau nous a permis de considérer les trajectoires sociales et professionnelles d'une trentaine de personnes passées par et/ou restées dans le monde des hydrogéologues sahéliens.

La collecte de matériau a concerné des hydrogéologues ayant des profils variés, identifiés en fonction de trois catégories élémentaires : les jeunes (hommes et femmes en master, doctorat ou récemment docteurs en hydrogéologie), les seniors (principalement experts de la consultance) et les femmes, qui relèvent également de l'une ou l'autre des catégories précédentes. L'analyse des premiers entretiens a été réalisée de manière interdisciplinaire, ce qui a permis d'affiner les catégories et d'orienter le canevas d'entretien sur les aspects les plus signifiants : les choix et non-choix dans les carrières, ainsi que les stratégies de contournement du sous-emploi, principalement.

Nous avons également approfondi l'analyse des non-dits que certains entretiens révélaient. Ainsi, par exemple, l'insistance d'un doctorant pour renforcer l'anonymat de ses paroles relatives aux conditions d'accès à des postes dans les services de l'État avait interpellé Youssoupha. On le sait, les réseaux – universitaires, notamment, mais pas seulement – sont parcourus de relations interpersonnelles qui s'apparentent à des formes de clientélisme. Le monde des hydrogéologues sahéliens ne fait pas exception. Or, après analyse, l'accès des jeunes à l'emploi apparaît très fortement contraint par les pratiques et les postures des hydrogéologues les mieux installés, qu'ils soient en poste au sein des ministères en charge de l'eau, à l'université ou dans des bureaux d'études. Les hydrogéologues seniors semblent littéralement bloquer les réseaux professionnels, académiques ou entrepreneuriaux, en imposant par exemple le recours aux méthodes qu'ils maîtrisent le mieux. Or le panel d'experts réuni pour la consultance était principalement formé d'hydrogéologues seniors qui connaissaient cet aspect du problème pour lequel leur expertise était sollicitée, sans pour autant le mettre à plat au cours des ateliers organisés pour recueillir leurs points de vue.

On voit ici l'intérêt de recourir à l'analyse qualitative, qui permet de décentrer les regards pour proposer de nouvelles pistes d'interprétation des situations. Mais on voit aussi l'importance du dialogue interdisciplinaire, puisque c'est en enrôlant l'hydrogéologue dans ces réflexions, en la consultant par exemple sur la conduite à tenir vis-à-vis

des autres hydrogéologues de la consultance, que nous avons pu progressivement illustrer la manière dont procèdent les sociologues et les anthropologues pour construire leur matériau et l'interpréter. Chemin faisant, l'hydrogéologue s'est approprié cette forme de questionnement, jusqu'à proposer ses propres réflexions et observations pour alimenter l'analyse, endossant alors elle-même l'habit d'ethnologue.

L'hydrogéologue, co-ethnologue de son propre monde

Engager un terrain en commun avec les hydrogéologues signifie que ces derniers passent du statut d'objets d'étude (le terrain *sur* eux) à acteurs du travail ethnographique (le terrain *avec* eux). Ce cheminement s'est engagé au fur et à mesure de la consultance. Certains sujets en particulier ont bénéficié du regard de l'hydrogéologue sur son propre monde. C'est le cas en particulier de la définition de ce qu'est un hydrogéologue au Sahel et, partant, de ce qu'est l'hydrogéologie elle-même.

Cette question a surgi au cours du premier atelier centré sur l'hydrogéologie sahélienne et ses difficultés. Durant les discussions, l'un des experts de la consultance a opposé la figure du sourcier des temps modernes à celle de l'hydrogéologue. Avec l'image du sourcier était souligné l'un des problèmes majeurs de l'hydrogéologie sahélienne qui est, d'après le groupe d'experts réuni, le recours généralisé à des intervenants insuffisamment qualifiés en hydrogéologie. Nous, sciences sociales, aurions pu poursuivre l'enquête sur les raisons du recours aux non-hydrogéologues dans le domaine de l'exploitation des eaux souterraines. Mais, au préalable, la question de ce qui relève ou non du métier d'hydrogéologue nous posait problème. Un atelier a alors été organisé pour définir les limites de ce que l'on considère collectivement comme relevant de l'hydrogéologie. La préparation de cet atelier avec plusieurs des hydrogéologues-experts de la consultance a permis d'élargir notre grille de lecture en prenant en compte :

1. la diversité des éléments qui entrent en jeu dans la composition de la discipline académique (géologie, hydrodynamique, chimie, géophysique, etc.) ;
2. la variété des milieux physiques qui existent au Sahel (roches de socle et roches sédimentaires notamment) et les besoins spécifiques que cela induit en matière d'outils, de connaissances et de méthodes ;
3. les différents aspects des métiers qui font intervenir l'hydrogéologie : choix du lieu d'implantation et du creusement des forages, analyse des contaminations dans les eaux de surface et souterraines, protection des aquifères, ou encore compréhension des temps de transfert ou de séjour de l'eau dans les milieux.

Mais ces précisions sur ce que recouvre le monde de l'hydrogéologie amenaient de nouvelles interrogations qui complexifiaient encore l'analyse. Ainsi, par exemple : faut-il avoir un doctorat pour être qualifié d'hydrogéologue ou un master en hydrogéologie suffit-il ? Une formation initiale en géologie est-elle indispensable pour devenir hydrogéologue ? L'hydrogéologie sahélienne est-elle différente de l'hydrogéologie pratiquée ailleurs et pourquoi le serait-elle ? Ces interrogations se posaient réellement pour définir les contours de l'enquête qualitative. Mais, dans le groupe des hydrogéologues consultés, il n'y avait pas de réponse unique à ces questions. Chacun dessine son monde à sa manière, en fonction de sa propre position, de son expérience et de sa formation académique, comme nous l'avons constaté en travaillant de manière individuelle avec plusieurs hydrogéologues de la consultance, avec l'aide de Valérie.

Cette seconde lecture du monde de l'hydrogéologie a permis un approfondissement du travail d'entretiens mené par le sociologue. Par exemple, dans les régions sahéliennes, le lien entre hydrogéologie, nature des aquifères en un lieu donné et accès à l'eau renseigne sur les motivations des jeunes hydrogéologues sahéliens à faire des thèses dans ce domaine. Mais cela pose des questions sur leur capacité à accéder à des enseignements en fonction des questions scientifiques qui se posent dans leurs pays ou région d'origine. Ainsi par exemple, un hydrogéologue mauritanien, nous explique sa volonté de poursuivre son cursus en hydrogéologie alors qu'on lui proposait une thèse en hydraulique fluviale : « Je me suis tout de suite retrouvé dans mon quotidien au village. Bon, on n'a carrément pas d'eau en surface. On utilisait les puits [...]. Alors pour moi [une thèse en hydraulique fluviale], [...], ça ne serait pas très utile pour un Mauritanien qui va revenir en Mauritanie. » Pour aller plus loin, on a identifié une inadéquation des profils d'hydrogéologues formés (souvent en Europe) par rapport aux contextes géologiques de leurs pays d'origine. Alors que les aquifères de socle sont largement représentés au Sahel, des enseignements spécifiques sur les aquifères dans ces formations ne sont pas systématiquement dispensés dans le milieu académique. D'ailleurs, les publications sur ces milieux restent peu nombreuses en comparaison de celles qui portent sur les grands aquifères sédimentaires (Plagnes *et al.*, 2021). Cet approfondissement de l'analyse a d'ailleurs permis d'insister sur le lien entre le choix des sujets de stage et/ou de thèse et la motivation pour un retour ultérieur au pays. Dans certains cas, les voies choisies par les hydrogéologues en formation à l'étranger empêchent littéralement d'envisager un retour au pays. C'est le cas d'une hydrogéologue nigérienne qui, après une thèse en modélisation hydrogéologique en France, a choisi de se spécialiser dans les méthodes de la télédétection pour finalement faire sa carrière à la Nasa (National Aeronautics and Space Administration). Elle n'envisage pas, aujourd'hui, de retourner dans son pays d'origine.

Dans le cadre des ateliers réalisés plus tard avec les jeunes et avec les femmes, ce travail d'entrée dans le monde des hydrogéologues a permis de limiter certains biais d'une analyse qui aurait minoré l'importance des aspects relatifs à la discipline scientifique elle-même dans la compréhension des trajectoires de formation et dans les choix de mobilités thématiques ou géographiques des personnes interrogées. Associer des hydrogéologues au dispositif d'enquête sociologique enrichit ainsi l'analyse en donnant accès à des niveaux de lecture plus approfondis du matériau recueilli. Ainsi fallait-il voyager avec eux pour se saisir ensemble des dimensions physiques, techniques et méthodologiques de la discipline, dont ils sont à même d'identifier et d'interpréter les subtilités et les enjeux.

La place spécifique du jeune sociologue sahélien

Au cours de cette analyse, nous avons aussi découvert les spécificités du monde des hydrogéologues sahéliens, et en particulier celui des hydrogéologues en devenir. Et pour cela, la médiation du *jeune sociologue sahélien* s'est révélée déterminante.

L'analyse *a posteriori* montre d'abord que même si le cheminement interdisciplinaire permet de mieux cerner les enjeux relatifs à la discipline elle-même, l'entrée dans ce monde pour le profane demeure difficile, surtout dans le temps d'une consultance. La stratégie du sociologue a alors été de contourner les questions trop spécialisées pour recentrer les entretiens sur les trajectoires et les choix de carrière, en s'appuyant sur des informations relevant de l'intime. Pour entrer de manière approfondie dans l'échange,

il fallait multiplier les discussions en dehors des cadres formels de l'entretien pour construire une réelle relation de proximité. Et, dans ce cadre, la connaissance que le jeune sociologue a des contraintes culturelles et sociales qui pèsent sur les jeunes sahéliens et sahéliennes en formation a une importance fondamentale. Cela a permis de mettre en lumière de nouvelles interprétations des itinéraires professionnels des jeunes hydrogéologues sahéliens.

Ainsi, par exemple, s'est expliquée la question de la multiplication des « guichets » de formation. Il n'est en effet pas rare de voir un étudiant muni de trois diplômes de master dans des spécialités différentes. Par exemple, une hydrogéologue burkinabè a fait une licence en géologie au Burkina Faso, puis un master en hydrogéologie à Poitiers en France. Ne parvenant pas à trouver un financement pour une thèse en hydrogéologie, elle décide de faire un autre master « eau et assainissement » à Strasbourg, après quoi elle est retournée dans son pays d'origine pour plusieurs stages. Elle a finalement trouvé une bourse de l'université de Laval au Canada pour une thèse en hydrologie. Les stratégies qui se cachent derrière ces pratiques sont multiples. Il peut simplement s'agir de rester à l'étranger dans l'espoir de s'insérer professionnellement et d'obtenir à terme un titre de séjour : les jeunes essaient alors de réunir les conditions pour obtenir le titre de séjour, notamment un CDD et un certain niveau de salaire. Cela peut se traduire par un changement thématique vers des filières qui facilitent l'accès à l'emploi. Une fois le sésame en poche, les jeunes peuvent envisager de rentrer chez eux en ayant le choix de repartir si les conditions d'emploi ne sont pas réunies dans leurs pays. On décrypte là des mécanismes de fuite *thématique* des cerveaux, qui ne correspondent pas systématiquement à une bifurcation géographique définitive. Une analyse plus approfondie montre que les étudiants sahéliens qui étudient à l'étranger sont plutôt dans l'attente d'une opportunité de bourse de thèse pour poursuivre leurs études, sans présager de leurs velléités de retour au pays à l'issue du doctorat. Dans certains cas, il peut aussi s'agir de multiplier les domaines de compétence pour s'assurer de trouver un emploi de retour au pays. Dès lors, la multiplication des masters dans le domaine de l'eau est un moyen de devenir polyvalent et de mieux correspondre aux profils favorisés par les bureaux d'études ou les entreprises de forage au Sahel.

Un autre exemple est le « bricolage » des carrières pour les hydrogéologues exerçant au pays. La relation de proximité que le jeune sociologue sahélien construit avec ses interlocuteurs permet de passer outre certaines pudeurs relatives aux difficultés qu'un jeune diplômé sahélien peut rencontrer sur le marché de l'emploi : multiplication des stages non ou peu rémunérés, grande précarité, cumul des emplois et des formations, ou encore mécanisme de sous-traitance des consultances. C'est le cas d'un hydrogéologue sénégalais, détenteur d'un doctorat qui est actuellement enseignant dans un lycée tout en sous-traitant certaines consultances en géophysique pour des bureaux d'études. À travers ce type de témoignages, récurrents, on s'aperçoit que les jeunes hydrogéologues doivent lutter pour rester dans le circuit et arriver à dégager des revenus suffisants pour faire vivre leurs familles.

Enfin, le dernier exemple concerne les choix de carrières des femmes sahéliennes. L'enquête a montré à quel point la contrainte sociale qui pèse sur les jeunes femmes est forte. Youssoupha l'a interprétée sous l'angle d'un « choc des calendriers » entre vie sociale et vie professionnelle. Les itinéraires de formation sont souvent allongés par le

temps nécessaire pour accéder à une bourse de mobilité, ou par la multiplication des formations comme mentionné plus haut. Cependant, pour une femme sahélienne, le fait de devenir hydrogéologue va au-delà d'une seule difficulté à articuler les calendriers. Le dialogue entre un jeune-sociologue-sahélien, une femme-hydrogéologue-professeure et une femme-anthropologue a permis de saisir à quel point, pour une femme, le choix même de faire des études d'hydrogéologie détermine son devenir social. En effet, au Sahel, dans la majorité des milieux, une femme très diplômée parvient difficilement à se marier (surtout si elle le fait tardivement). De même, une femme non mariée ou mariée avec un étranger trouve difficilement sa place dans sa famille d'origine. Ou encore, une femme partie seule à l'étranger ou se rendant seule sur le terrain peut très vite devenir un sujet d'opprobre pour sa famille. On comprend alors les (non-)choix de célibat ou d'abandon de carrière opérés par plusieurs jeunes femmes enquêtées.

Ces exemples montrent à quel point la compréhension du monde des hydrogéologues sahéliens gagne à s'appuyer sur une connaissance intime des manières de penser et de vivre au Sahel, mais aussi des stratégies que les jeunes sahéliens peuvent mettre en œuvre pour se former et accéder au monde professionnel. Devenir hydrogéologue, puis exercer ce métier et en vivre revêtent une signification particulière au Sahel. L'engagement d'un jeune sociologue sahélien offrait ainsi des clés de compréhension des spécificités sociales, politiques et culturelles rencontrées. De fait, au-delà du dialogue interdisciplinaire, c'est avant tout une rencontre interculturelle qui s'est jouée au cours de ce voyage collectif. Chacun a avancé doucement dans cette rencontre, invitant l'autre au voyage (dans sa discipline, dans son pays, dans sa culture) au fur et à mesure que l'enquête avançait.

REVIENT-ON INDEMNÉ DU VOYAGE ?

À la question de savoir si l'on revient indemne de ce voyage, la réponse est évidemment non ! En effet, la rencontre interdisciplinaire et interculturelle, puis la collaboration se révèlent très enrichissantes pour chacun d'entre nous. Ce voyage se présente comme le début d'un processus d'émancipation vis-à-vis des limites de sa propre discipline. La discipline est bien évidemment importante et très utile, du fait des cadres et des méthodes qu'elle propose, mais, dans certains cas, elle ne permet pas de saisir la complexité des objets de recherche. Ce constat est plutôt déstabilisant dans la mesure où il révèle à chacun un pan entier de la réalité que son approche disciplinaire seule ne permet pas de saisir. C'est pourquoi il nous a semblé important ici de faire un retour plus individualisé sur le voyage vécu.

Le voyage du jeune sociologue sahélien

En tant que sociologue tout juste docteur, ce voyage m'a offert une ouverture méthodologique et épistémologique. Un des avantages de la pratique interdisciplinaire est l'opportunité pour chaque discipline de dépasser ses zones d'ombre et de peaufiner ses questionnements (Wesseling *et al.*, 2017). Le dialogue interdisciplinaire m'a permis d'élargir mes questionnements et d'accepter une « acculturation » avec la découverte d'une nouvelle culture disciplinaire dans ce dialogue avec les hydrogéologues (Darbellay, 2014). Cette « super-culturation » (Riaux, 2021), en réalité, se manifeste par une évolution de mes questionnements et choix analytiques au gré des négociations avec les hydrogéologues. Il ne s'agissait plus de se focaliser sur les questions « trop » sociales et de fuir celles qui étaient « très » techniques, mais d'accepter mes limites et de m'ouvrir à un

dialogue avec eux pour en savoir plus sur l'hydrogéologie sahélienne. L'apprentissage de l'entretien avec les hydrogéologues sur leur discipline marque un pas en avant dans cet exercice de décloisonnement disciplinaire, même si la « rugosité » sémantique de l'hydrogéologie impliquait pour moi une véritable lutte pour comprendre ce qui se disait. Mais, pour filer la métaphore du voyage proposée par Darbellay (2014), je pense que c'est comme cela que j'ai obtenu mon visa d'entrée dans le monde des hydrogéologues.

Le retour réflexif sur ce voyage a été renforcé dans l'« arrière-cuisine » (Riaux et Massuel, 2014) de cette recherche : après chaque atelier ou retranscription d'entretiens, une discussion sur les points forts et les limites des entretiens et de l'analyse permettaient de corriger et d'orienter les suivants. Le dialogue était permanent et la flexibilité se faisait ressentir des deux côtés. En guise d'exemple, le fait de parler de questions intimes et sensibles avec mes collègues jeunes hydrogéologues me confronte aussi à une réalité vécue en tant que sahélien qui a fait ses études en mobilité. Je partage avec eux la question des hiérarchies de pouvoir dans les mondes académiques et en parler avec eux lors des entretiens me permettait de mieux en rendre compte lors des analyses.

Par ailleurs, en tant que sociologue, cette collaboration m'a permis de découvrir ce que je n'aurais certainement pas « vu » en me contentant d'un voyage seul chez les hydrogéologues. La leçon apprise de ce voyage est qu'on ne « voit » que ce l'on s'attend à voir et la non-connaissance conduit à une forme de cécité.

Par contre, grâce aux hydrogéologues de la consultance et à tous les interviewés du projet, j'ai doucement ouvert les yeux sur la nécessité de parfaire mon implication et ma réflexivité, comme le préconisent Althabe et Hernandez (2004). Ce double impératif se justifie aussi par ma posture de jeune chercheur. En effet, j'avais déjà acquis un ancrage disciplinaire en sociologie qui me permettait de faire valoir mes compétences dans ma discipline. Cependant, je suis arrivé dans ce projet avec des *a priori* qui étaient un frein au départ. Par la suite, j'ai appris à m'ouvrir, à me décentrer et à élargir mon regard.

Étonnements de l'hydrogéologue

Pour ma part, je suis arrivée dans le projet en tant qu'hydrogéologue, sans aucune expérience de la sociologie ou de l'anthropologie. Ce voyage dans l'interdisciplinarité fut donc pour moi une grande découverte ; il va laisser des traces dans ma pratique de l'hydrogéologie ainsi que dans ma façon de l'enseigner. Cette expérience m'a en effet amenée à envisager différemment mon monde professionnel. L'hydrogéologie, que j'enseigne et que j'exerce, ce monde dans lequel j'étais à l'aise *a priori*, était tout à coup scruté et analysé avec une approche que je ne maîtrisais pas, dont je ne comprenais pas la direction. Cela aurait pu être déstabilisant, mais ce voyage dans l'interdisciplinarité fut très agréable, conduit avec tact, de multiples échanges et beaucoup de présence.

Mon monde de l'hydrogéologie s'exerce de façon pratique sur le terrain au sens propre du terme (et différent du terrain des sociologues) avec des mesures et des suivis de différents paramètres du milieu et de façon théorique sur la base d'analyses et de traitements des données acquises. L'hydrogéologue aborde les sujets par la technique, il a besoin de matériel (instruments de mesure, observations à traiter, outils de traitement spécifiques) et s'appuie également sur l'observation du milieu naturel, entre autres la géologie. Un sociologue qui s'intéresse au même sujet crée du matériel d'analyse, le construit en interagissant avec les populations... une tout autre posture !

Dans mon monde d'hydrogéologue, j'aborde la formation académique par le biais de son contenu théorique et technique, et le niveau d'interdisciplinarité est limité aux disciplines qui gravitent autour de l'hydrogéologie comme la géophysique, la géochimie, la télédétection, etc. L'enquête en sciences sociales m'a enseigné que le *curriculum* n'était qu'un élément parmi d'autres pour choisir un master en hydrogéologie. Le choix est *in fine* guidé par de nombreux autres facteurs propres à chaque candidat, comme son origine, son histoire, son réseau familial et amical, ses moyens financiers, ses motivations.

Penser l'hydrogéologie par le biais de l'approche qualitative propre aux sciences sociales modifie aussi considérablement la façon d'aborder une question de départ. Tout est nouveau, de la façon d'aborder les sujets, en renversant les questionnements, en proposant de nouveaux termes et concepts, en construisant des canevas d'entretiens et des manières d'analyser très différentes de celles de l'hydrogéologie. Avec cette approche, l'hydrogéologue réalise que la résolution « technique » d'une question n'est qu'une partie de la solution. La dimension humaine qui englobe la question liée à l'eau prend alors une place importante dans la façon d'envisager la réponse à apporter ; et les outils techniques ne sont pas suffisants pour répondre de façon globale. Par exemple, la compréhension et la verbalisation d'un problème lié à l'eau dépendent des personnes, de leur culture, de leur histoire personnelle, de leur niveau d'éducation, de leur formation dans le domaine, ainsi que de leur proximité/implication avec le problème et/ou les usages qui sont faits de l'eau. L'interrogation préalable des parties prenantes peut contenir une partie de la réponse à apporter (se fier aux pratiques des gens, à leur connaissance du passé, à leur sens de l'observation) et permet de faire des propositions plus adaptées à l'ensemble des besoins, même éventuellement à ceux qui n'étaient pas énoncés au départ. Cela règle aussi, probablement, le problème des solutions auxquelles les populations n'adhèrent pas.

Ce voyage en interdisciplinarité a mis en lumière l'intérêt d'inclure les dimensions socio-anthropologiques, mais aussi socio-économiques et écosystémiques à un sujet sur l'eau, comme un complément indispensable à la proposition d'une réponse technique durable, en cohérence avec les sociétés et la préservation de l'environnement.

La prise de recul de l'anthropologue

Pour ma part, je suis arrivée dans ce projet avec une expérience assez longue du travail en interdisciplinarité avec les hydrogéologues. Mais chaque rencontre produit une expérience nouvelle. Cette fois-ci, en partant d'un angle d'analyse assez clairement défini sur le monde des hydrogéologues, j'ai appris énormément de choses. Et en premier lieu à quel point ma connaissance de ce monde était lacunaire ! J'ai pu approfondir ma compréhension du métier d'hydrogéologue, découvrir les histoires académiques et les relations entre notamment l'Europe et le Sahel, qui contribuent à façonner cette discipline. Je n'avais jamais envisagé travailler comme « experte », qui plus est pour la Banque mondiale. Cela m'a ouvert, là encore, une porte sur des mondes que j'ignorais. Cette expérience me permet de mieux comprendre les réseaux dans lesquels mes collègues hydrogéologues évoluent. L'ancrage au Sahel, que je connais encore bien peu, a amené dans cette étude la question des différences culturelles dans la manière de se positionner dans le monde professionnel et vis-à-vis de l'hydrogéologie. C'était vraiment passionnant de découvrir cela en tant qu'anthropologue (donc *a priori* plutôt attentive à ces questions) en même temps que les hydrogéologues (qui fréquentent quotidiennement des ressortissants du

Sahel). Nos méconnaissances se sont rencontrées, permettant de construire une meilleure compréhension des implications du culturel et du social dans l'exercice de l'hydrogéologie. C'était une expérience tout à fait stimulante que de me laisser guider par un jeune chercheur travaillant lui-même sous ma responsabilité.

À nouveau, ça a été un réel plaisir d'observer la rencontre des chercheurs impliqués dans ce projet. Il y a toujours un peu de magie dans l'interdisciplinarité : on part de situations où le dialogue est faussé par l'incompréhension, puis, doucement, chacun prend conscience de l'étendue de sa méconnaissance d'autrui et de la richesse de son raisonnement, pour enfin construire une analyse partagée.

Mais ce qui a été le plus nouveau pour moi, dans ce projet, a été d'accompagner Youssoupha dans son cheminement de sociologue parmi les hydrogéologues. Il est difficile d'accompagner un sociologue formé de manière académique dans la prise de conscience de l'intérêt *sociologique* de ce qui est technique ou physique : qu'ont à voir la nature des roches et les techniques d'investigation du sous-sol avec les trajectoires professionnelles des jeunes sahéliens ? *A priori*, il s'agit là de subtilités qui ne concernent pas les sciences du social. Pourtant, ces subtilités sont porteuses de clés pour comprendre des faits proprement sociaux : conflits intergénérationnels, par exemple, ou conflits de reconnaissance professionnelle. En ce sens, il est vrai que la maîtrise du vocabulaire et des codes de chaque discipline représente un visa d'entrée dans la discipline de l'autre, comme le remarque très justement Youssoupha. Mais il me semble que l'exploration des limites de notre propre discipline représente un visa d'entrée non moins important dans le sens où il permet au chercheur d'entrer pleinement dans sa propre discipline.

POUR NE PAS CONCLURE : DÉFIS ET ATOUTS D'UNE DÉMARCHE SOCIOHYDROGÉOLOGIQUE

Le voyage a été très enrichissant pour chacun d'entre nous, et de manière plus générale pour la compréhension du monde des hydrogéologues sahéliens. Chacune des étapes nous a permis de penser nos postures et d'enrichir l'analyse. Nous avons tenté d'illustrer au mieux la manière dont se fait la rencontre et les enjeux qui la parcourent, ainsi que les résultats auxquels le processus interdisciplinaire a permis d'aboutir.

Au cours du voyage, le dépassement du postulat de la « fuite des cerveaux » ou du manque de compétences locales s'est aussi fait naturellement et collectivement. Cela montre que les concessions de départ, consenties ici par les sciences sociales, ne sont que provisoires. En cheminant ensemble sont apparues de nouvelles pistes d'investigation permettant d'aller au-delà des hypothèses de départ de chacun. Nous avons ainsi pu aborder un large éventail de thèmes qui offrent de nouveaux éclairages sur le monde de l'hydrogéologie sahélienne et redéfinir les difficultés qui s'y jouent. En traversant ce monde sous l'angle de l'identité des hydrogéologues, nous avons approfondi les enjeux de sa reconnaissance et l'affirmation de ses limites. Aborder la question des concurrences intergénérationnelles a permis d'interroger les modalités d'entrée dans le monde professionnel pour les jeunes. Même si nous l'avons à peine abordé ici, le rôle des relations internationales dans la structuration des communautés d'hydrogéologues des différents pays, dans l'émergence de nouvelles spécialités, dans le développement et l'appropriation de nouvelles méthodes d'investigation a aussi été mis en lumière, replaçant les mobilités (géographiques et thématiques) individuelles dans le cadre plus large de la construction

continue de la discipline. On constate alors que si les problèmes sont diversifiés, les solutions pour renforcer l'hydrogéologie sahélienne le sont aussi. L'analyse qualitative a débouché sur des pistes diversifiées, comme l'idée d'encourager la formation de réseaux d'hydrogéologues à l'échelon national ou régional, de favoriser une meilleure prise en compte des profils sahéliens dans les formations européennes, ou encore de renforcer l'explicitation des spécificités du métier d'hydrogéologue auprès des publics spécialisés, mais aussi profanes.

De fait, l'analyse qualitative menée de manière interdisciplinaire a réellement permis de faire un pas de côté, d'élargir la focale de l'étude pour mieux comprendre le monde des hydrogéologues sahéliens. Ces résultats ont été salués par les hydrogéologues qui y ont trouvé des constats qui leur étaient familiers, mais dont l'assemblage a été jugé éclairant.

BIBLIOGRAPHIE

- Althabe G. et Hernandez V., 2004. Implication et réflexivité en anthropologie. *Journal des anthropologues*, 98-99, 15-36.
- Darbellay F., 2014. L'interdisciplinarité : voyage à la croisée des cultures scientifiques, in Lemay V. et Darbellay F. (coord.), *L'interdisciplinarité racontée. Chercher hors frontières, vivre l'interculturalité*, Berne, Peter Lang, 126-139.
- Ennafaa R. et Paivandi S., 2008. Le non-retour des étudiants étrangers : au-delà de la « fuite des cerveaux ». *Formation Emploi*, 103, 23-39.
- Plagnes V., Riaux J. et Tall Y., 2021. Analytical portraits of sahelian hydrogeologists' trajectories, Ouagadougou/Paris/Marseille, IRD/2iE.
- Riaux J., 2021, *Une anthropologie chez les hydrologues. Penser la relation interdisciplinaire*, Versailles, éditions Quæ.
- Riaux J. et Massuel S., 2014. Construire un regard sociohydrologique (2). Le terrain en commun, générateur de convergences scientifiques. *Natures sciences sociétés*, 22 (4), 329-339.
- Ruet M., 2020. Et après ? Répercussions d'une mobilité académique sur un parcours de vie. *Journal of International Mobility*, 8, 99-124
- Wesselink A., Kooy M. et Warner J., 2017. Socio-hydrology and hydrosocial analysis: toward dialogues across disciplines. *Wires: Water*, 4 (2), e1196.

Chapitre 3

Le goutte-à-goutte et moi : évitement, enrôlement et engagement

Marcel Kuper

47

Le chemin de l'eau d'irrigation est parsemé d'objets techniques pour la mobiliser, la transporter, la stocker et la partager, l'eau ayant la particularité « de devoir être “contenue” pour être utilisée » (Aubriot et Riaux, 2013 : 8). Dans le monde de l'irrigation, ces objets techniques sont étudiés sous de multiples perspectives, par différents courants théoriques. Ces perspectives peuvent aller d'une vision explicitement hydraulique pour calculer, par exemple, les conditions d'écoulement des eaux dans un ouvrage de régulation, à une conception relationnelle des objets techniques, considérés dans leurs articulations avec les ressources en eau et les sociétés (Riaux, 2021). Le développement des infrastructures d'irrigation modifie le cycle de l'eau, spatialement et temporellement, mais peut aussi « justifier discursivement les hiérarchies politiques, forger des idéologies collectives et mobiliser le soutien du public », en favorisant certains usages et usagers (Bichsel, 2016 : 362).

C'est bien cette conception relationnelle des objets techniques, permettant d'en faire une lecture complexe et contrastée, qui a animé mes recherches dans le domaine de l'irrigation. Ces recherches sont de nature interdisciplinaire « élargie » (Jollivet et Legay, 2005), avec une envie de comprendre les concepts et les cadres d'analyse de différentes communautés épistémiques, tout en respectant les compétences des collègues actifs dans ces communautés. Ma pratique de recherche est ancrée dans l'histoire et la structure de l'enseignement interdisciplinaire que j'ai suivi à l'université de Wageningen à travers un cursus focalisé sur l'irrigation, qui était à l'origine un cursus de science appliquée (Diemer *et al.*, 1992). Si, classiquement, les sciences agronomiques font la synthèse entre l'analyse du *continuum* climat-sol-plante et les itinéraires techniques de l'agriculteur, le cursus en irrigation de l'université de Wageningen avait intégré les sciences sociales, suite aux débats critiques sur la nature sociopolitique des technologies, la nécessaire décolonisation de la science et de l'ingénierie de l'irrigation, et la place de l'université dans la société¹ (Diemer *et al.*, 1992). L'enseignement que j'ai suivi dans les années 1980 était défini comme une approche sociotechnique de l'irrigation, approche selon laquelle la

1. Un collectif autour de Paul Pascon a créé, à peu près au même moment, un département en sciences humaines au sein de l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II (Rabat, Maroc) pour décoloniser les sciences agronomiques, former les élèves ingénieurs à la complexité des réalités de terrain et les faire réfléchir à la place de l'ingénieur dans la société (Pascon, 1980 ; Arrif, 2015 ; Kadiri, 2020). Aussi, l'école interdisciplinaire de la gestion sociale de l'eau de Montpellier, créée par Jean-Luc Sabatier et Thierry Ruf dans les années 1990, a développé une réflexion originale pour former de nombreuses personnes (Aubriot, 2020). Au cours de mes recherches, j'ai interagi avec de nombreuses protagonistes de ces écoles de pensée.

technique et le social « se façonnent mutuellement dans des processus récurrents et souvent contestés de réorganisation sociotechnique » (van der Kooij *et al.*, 2015 : 131), impliquant un fort ancrage dans des réalités de terrain.

Formé à comprendre, critiquer et appliquer des concepts et des cadres d'analyse divers, j'ai toujours cherché à impliquer des collègues apportant un regard autre que le mien sur les objets techniques de l'irrigation dans mes chantiers de recherche. Ma formation interdisciplinaire était un atout, permettant des prises de contact efficaces et congruentes. Prendre au sérieux une technique ou une dynamique sociale implique pour moi d'inviter différents regards, issus de différentes compétences et disciplines, pour en comprendre le fonctionnement technique, interpréter les multiples interactions et négociations ayant abouti à une technique particulière ou qui en sont issues, ou encore saisir les discours qui accompagnent le déploiement de la technique. Tout cela m'a permis d'enrichir mon regard personnel sur l'objet. Au cours de mes recherches, j'ai ainsi interagi avec de nombreuses personnes dont le regard m'importait afin de pluraliser la compréhension des objets techniques, puis en débattre.

Ce chapitre revient sur mon cheminement interdisciplinaire entre 2003 et 2020, intimement entremêlé au rapport que j'ai progressivement construit avec la technique d'irrigation au goutte-à-goutte au Maroc, puis ailleurs plus largement. Dans un premier temps, j'ai évité de m'engager dans un chantier d'évaluation de la performance technique à l'échelle de la parcelle, puis mon intérêt pour le goutte-à-goutte, dans une perspective relationnelle de la technique, a été réveillé par l'enthousiasme de jeunes paysans qui s'en sont emparés. Par la suite, la technique a pris une place dominante dans les débats politiques et scientifiques autour de l'irrigation et une certaine contrariété m'a poussé à un engagement plus ferme avec la technique. Ces trois moments de changement relationnel avec le goutte-à-goutte ont entraîné des changements dans ma pratique interdisciplinaire, comme je le précise dans ce qui suit.

PREMIER MOMENT : ÉVITEMENT D'UNE APPROCHE TECHNIQUE DE L'EFFICIENCE DU GOUTTE-À-GOUTTE

Quand je me fais embarquer avec un groupe de collègues en 2002-2003 dans la formulation d'un projet de recherche sur l'irrigation au Maghreb², la technique du goutte-à-goutte revient souvent dans les conversations. Sous l'impulsion des débats à l'international, elle est présentée comme une « nouvelle » solution « efficiente », voir une solution « miracle », pour diminuer les « pertes » d'eau dans un contexte de pénurie croissante (Postel, 2001). Nouvelle ? Pourtant, je connaissais cette technique depuis 1989 pour avoir été responsable de l'irrigation au goutte-à-goutte d'une parcelle de coton lors d'un stage effectué au Moyen-Orient. Plus efficiente ? Des collègues chercheurs, partenaires du projet, avaient conduit des expérimentations depuis plusieurs années au Maghreb, en comparant le goutte-à-goutte à d'autres techniques d'irrigation en prenant en compte une diversité de paramètres, dont l'efficacité d'irrigation. Miracle ? Ces collègues avaient une attitude agnostique par rapport à ces techniques. Il s'agissait en effet d'en étudier les avantages et

2. Le projet Sirma (Économies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb), financé par le ministère français des Affaires étrangères, a été mis en œuvre de 2004 à 2009. Le projet a été accompagné d'un projet européen (Wademed, Water Demand Management Knowledge Base in the Mediterranean) mis en œuvre de 2003 à 2006. J'ai exercé le rôle de coordinateur scientifique de ces projets.

les inconvénients, et l'irrigation à la raie, par exemple, était une technique aussi valable que l'irrigation par aspersion ou le goutte-à-goutte, en fonction des conditions physiques et socio-économiques spécifiques rencontrées (Mailhol *et al.*, 2001 ; Pereira *et al.*, 2002).

Au vu de ces travaux antérieurs, les collègues et moi n'avions pas envie de refaire des expérimentations à la parcelle en milieu contrôlé, ciblées sur l'efficacité de l'irrigation. Comment alors éviter de s'enfermer dans un chantier de recherche pluriannuel que nous jugions peu pertinent ? Un des collègues, chercheur hydraulicien, mais aussi agriculteur à temps partiel, stipulait que si l'économie d'eau n'était pas toujours un argument pour remplacer l'irrigation à la raie par l'irrigation en goutte-à-goutte, il pourrait y avoir d'autres arguments, en particulier la pénibilité du travail. Lors de ces discussions préparatoires à la mise en œuvre du projet, je remarquais que les collègues manifestaient une curiosité quant aux implications d'un remplacement d'une technique d'irrigation par une autre, par exemple sur le choix des cultures, les revenus de l'agriculteur ou encore la pénibilité du travail. Cela correspondait bien avec ma conception relationnelle des objets techniques. Il n'était donc pas difficile de se mettre d'accord sur la formulation d'un chantier de recherche, qui mettait l'agriculteur au centre de nos questionnements, en étudiant les implications techniques, économiques et environnementales des techniques d'irrigation à l'échelle de l'exploitation agricole. Réunissant hydrauliciens, agronomes et économistes, il s'agissait de contextualiser et, de ce fait, nuancer la portée de la technique de goutte-à-goutte, qui résonnait si bien avec le leitmotiv « *more crop per drop*³ » des discussions internationales sur la gestion de la demande en eau (Giordano *et al.*, 2007). J'étais impliqué dans ce chantier principalement en tant que coordinateur scientifique du projet. Ma contribution au chantier a été ponctuelle, en particulier au moment de la formulation de la problématique, puis au cours du suivi du chantier de recherche.

Les recherches conduites sur le terrain par les collègues, avec un ensemble d'agriculteurs au Maroc, en Algérie, et en Tunisie, ont croisé les regards d'agronomes, d'hydrauliciens et d'économistes pour construire un cadre d'analyse interdisciplinaire. Conformément à une approche assez classique en agronomie systémique, l'échelle de la parcelle a été dépassée pour mettre l'exploitation agricole au centre de l'analyse, nuanciant l'importance de l'efficacité de l'eau pour un agriculteur, à la fois sur les plans pratique et économique (Le Grusse *et al.*, 2009). Dans certains périmètres, par exemple dans la Medjerda en Tunisie, ces travaux ont même conclu qu'un changement de technique d'irrigation vers le goutte-à-goutte serait un mauvais investissement, pour l'État et pour l'agriculteur, ayant peu d'impact sur la rentabilité des exploitations (Hanafi *et al.*, 2015).

Au final, l'équipe projet a rédigé en 2006 un message destiné aux politiques nationales pour souligner qu'une augmentation de la productivité de l'eau ne s'accompagnait généralement pas d'une diminution de la consommation à cause de l'intensification ou de l'extension de l'agriculture irriguée⁴. Je pensais que nous avions refermé collectivement la parenthèse du goutte-à-goutte, ou en tout cas sa mise en scène comme une solution miracle, à travers un raisonnement argumenté. Avec le recul, nous aurions dû voir les signaux politiques, qui montraient que ces conclusions n'étaient pas entendues.

3. La notion de « *more crop per drop* » a été popularisée par l'International Water Management Institute au milieu des années 1990. Elle a constitué un point focal des discussions lors du 2^e Forum mondial de l'eau à La Haye en 2000.

4. Au total, 15 messages ont été rédigés par l'équipe de projet Wademed en 2006, dont un intitulé « La reconversion à la micro irrigation n'est pas la solution miracle ! ».

Par exemple, à l'occasion d'un séminaire que nous avons organisé en avril 2004 à Rabat où ces résultats étaient présentés, un journal national annonçait que le Maroc pouvait économiser 1 milliard de m³ par an grâce aux nouvelles techniques d'irrigation⁵. Sur un plan plus personnel, le fait d'avoir décalé l'objet de recherche, en évitant de nous focaliser sur l'efficacité de l'irrigation à la parcelle pour nous intéresser aux logiques et aux pratiques des agriculteurs, a certainement préparé le terrain pour mon enrôlement par la technique dans le deuxième moment interdisciplinaire.

DEUXIÈME MOMENT : ENRÔLEMENT PAR LE BRICOLAGE

Dans les années qui suivirent, j'ai vite été rattrapé par le goutte-à-goutte. En tant qu'enseignant-chercheur basé à l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II à Rabat (IAV), j'accompagnais de nombreux travaux de terrain d'étudiants. Ces travaux ont révélé que la technique séduisait non seulement les grands exploitants arboricoles, mais aussi leurs ouvriers, qui commençaient à expérimenter le goutte-à-goutte sur leurs propres exploitations familiales (Poncet, 2009 ; Benouniche *et al.*, 2011). Ce n'était donc pas à travers la discussion sur l'efficacité de l'irrigation à la parcelle, parenthèse refermée n'est-ce pas, mais du fait de l'enthousiasme, voire la passion, des (jeunes) paysans s'intéressant à une technique qui ne leur était pas destinée que mon intérêt pour le goutte-à-goutte a été réveillé (Benouniche *et al.*, 2014c).

Trois chantiers se sont progressivement mis en place. Premièrement, Julie Poncet a commencé ses recherches en 2007 dans le périmètre du Gharb (Nord-Ouest du Maroc) dans le cadre du projet Sirma. Elle montrait comment dans les années 2000 des petits agriculteurs travaillant comme ouvriers dans des grandes exploitations espagnoles de fraises, dans la zone côtière, ont progressivement façonné un système d'irrigation au goutte-à-goutte pour leurs micro-exploitations, souvent à partir d'un matériel d'occasion (Poncet *et al.*, 2010 ; figure 3.1). Cette recherche, que j'ai accompagnée avec un géographe de l'IAV, mobilisait les concepts des travaux sur les systèmes d'innovation, inspirée par une sociologue de l'UMR Innovation (Edquist, 2006). J'ai trouvé passionnant l'analyse par les réseaux sociotechniques d'une innovation en train de se faire, révélant les changements continus à la fois de la technologie et des intérêts et jeux de pouvoir des différents protagonistes reliés à la technologie (Akrich *et al.*, 1988). Cette recherche a dévoilé l'importance et la diversité des intermédiaires non conventionnels (agriculteurs, artisans, commerçants, etc., mais aussi des parcelles équipées) dans la circulation des savoirs, l'adaptation des installations de goutte-à-goutte et la diffusion de l'innovation auprès des paysans. *A contrario*, les intermédiaires formels (agents de l'État impliqués dans l'attribution de la subvention, sociétés d'irrigation) étaient dans l'ensemble absents, la fabrication des installations adaptées aux conditions paysannes et la diffusion de l'innovation restant largement sous les radars. Ces paysans avaient acquis une expérience pratique de l'irrigation au goutte-à-goutte dans les grandes exploitations, et ils savaient où trouver des compétences locales (artisans, commerçants) pour adapter et faire fonctionner leurs installations. Ils se passaient volontairement des subventions pour éviter des procédures administratives perçues comme complexes et envahissantes.

5. « Techniques d'irrigation : le Maroc peut économiser jusqu'à un milliard de m³/an en eau », *Libération*, 21 avril 2004.



Figure 3.1. Transport de gaines de goutte-à-goutte usagées dans les Doukkala (Maroc) en vue de leur réutilisation (© Anne Chohin, 2010).

Ce travail a été prolongé dans la plaine du Saïss *via* le doctorat de Maya Benouniche que j'ai accompagné. Cette recherche montrait comment la technologie avait été récupérée (parfois même « braconnée ») par des jeunes agriculteurs, de manière assez semblable à ce que Julie Poncet avait observé dans le Gharb, et comment ces agriculteurs, à travers un processus de « bricolage », mobilisaient des idées, des matériaux et d'autres acteurs pour adapter la nouvelle technologie à leur contexte (Benouniche *et al.*, 2014c). Le vocable de bricolage – un terme à la fois utilisé (en français) par les jeunes agriculteurs marocains eux-mêmes et un concept emprunté à Lévi-Strauss – exprime bien le fait que l'innovation est « un processus désordonné, largement imprévisible et créatif qui consiste en des interactions et des négociations itératives entre les agriculteurs, les ingénieurs et de nombreux autres acteurs » (Benouniche *et al.*, 2014c : 658). L'enrôlement des ingénieurs, salariés des services de l'État ou des sociétés d'irrigation, dans ces processus de bricolage nous a d'abord surpris car ils étaient décrits dans leur discours comme une pratique qui s'écartait des normes officielles, ce qu'ils rejetaient. Cependant, en pratique, ils bricolaient bel et bien, en travaillant étroitement avec les installateurs locaux, les agriculteurs et les artisans pour adapter des équipements importés au marché local. *In fine*, certains équipements fabriqués localement, tel que le filtre à sable ou des vannes, ont même pu intégrer le circuit formel de subvention en soignant la finition et l'apparence de ces équipements. Les services de l'État étaient intéressés par le fait de stimuler la dynamique et d'atteindre les objectifs fixés par le programme national d'économie d'eau (Benouniche *et al.*, 2014c). Cette recherche m'a donc indirectement fait recroiser la question de l'efficacité de l'irrigation mise en avant dans le programme étatique stimulant l'installation du goutte-à-goutte dans un objectif d'économie d'eau, mais elle a surtout suscité mon

intérêt pour le bricolage, entendu comme un processus créatif de transformation de la technologie (et de sa signification) et du contexte des utilisateurs.

Le troisième chantier a été mené dans un tout autre contexte d'irrigation⁶, le périmètre de grande hydraulique du Tadla au Maroc. Dans ce périmètre, la forte présence de l'État et les dynamiques agraires historiques orientées vers les grandes cultures ont fait que l'installation du goutte-à-goutte s'est limitée, dans les années 2000, aux grandes exploitations agrumicoles et à quelques rares petits agriculteurs ayant une relation forte avec les services de l'État en charge de la distribution de l'eau du périmètre (Bekkar *et al.*, 2007). Avec des collègues spécialisés dans l'ingénierie de la concertation et des collègues hydrauliciens, nous avons accompagné des groupes d'agriculteurs dans la conception de leur système d'irrigation à travers une démarche d'apprentissage social (Dionnet *et al.*, 2008). Dans un contexte de coordination hiérarchique (entre ingénieurs et paysans), propre aux périmètres de grande hydraulique, l'idée était de compenser le différentiel de connaissances entre les parties prenantes à travers des visites de terrain, des ateliers de conception participative et un jeu de rôle. Il s'agissait de coproduire des connaissances qui pouvaient être mobilisées par les agriculteurs pour les aider à prendre des décisions au moment de choisir de s'engager ou non dans un projet d'irrigation collectif, et de son élaboration et de sa mise en œuvre (Kuper *et al.*, 2009). Cependant, si la démarche suscitait un vif intérêt, aussi bien de la part des agriculteurs impliqués que des ingénieurs de l'office, et si les apprentissages furent réels, aucun des groupes d'agriculteurs ne s'est engagé dans une démarche collective d'installation du goutte-à-goutte⁷, du fait des conséquences que ce choix technique aurait entraînées sur la conduite de l'exploitation (changement des systèmes de cultures notamment), mais aussi de la prise de risque que représentait l'engagement pour ces collectifs qui n'avaient pas l'habitude de gérer un projet d'irrigation du fait de la forte présence de l'État. Le contraste était saisissant entre l'enthousiasme des (jeunes) agriculteurs dans des zones d'irrigation privée, actifs pour trouver des compétences locales et pour installer un goutte-à-goutte bricolé, puis gagnant en compétence progressivement sans faire appel à l'État, et la réaction prudente des agriculteurs du Tadla, invités à rejoindre un projet collectif et rompus aux négociations complexes avec l'État. Ces différents chantiers de recherche, témoignant de mon enrôlement (comme tant d'autres) par le goutte-à-goutte, ont aussi nourri un engagement à venir encore plus fort.

6. Je distingue trois contextes d'irrigation au Maroc : la grande hydraulique mise en place et encadrée par l'État, l'irrigation communautaire (appelée petite et moyenne hydraulique au Maroc), et l'irrigation privée à l'initiative des agriculteurs et dépendant de pompages dans les rivières ou (le plus souvent) dans la nappe.

7. Certains agriculteurs ont installé individuellement le goutte-à-goutte et certains collectifs ont fait partie d'un projet d'installation collective de goutte-à-goutte financé par la Banque mondiale. Nous n'avons malheureusement pas pu retracer le destin des agriculteurs engagés dans notre démarche d'apprentissage social pour comprendre si la démarche leur a été utile dans les négociations qu'ils ont pu mener pendant ce « grand » projet, par exemple sur les choix techniques. Un des « bricolages » que nous avons observés pendant la mise en œuvre du projet était le branchement, par les agriculteurs, de leurs forages « illicites » sur le réseau sous pression installé par l'État (Kuper *et al.*, 2017c), que nous pouvons expliquer par une recherche d'autonomie et une renégociation de leur dépendance vis-à-vis de l'État (Kuper *et al.*, 2009).

TROISIÈME MOMENT : UNE INTERDISCIPLINARITÉ AU SERVICE D'UN ENGAGEMENT CRITIQUE

J'ai été invité en 2011 par une collègue de l'université de Wageningen à participer à un projet de recherche⁸ visant à analyser les conditions dans lesquelles l'irrigation au goutte-à-goutte « fonctionne », pour qui et à quels coûts, dans un cadre explicitement interdisciplinaire considérant la technologie et la société comme mutuellement constitutives. Le projet permettait de mener des recherches de terrain au Maroc et au Burkina Faso, puis en Algérie, et engageait le débat avec la communauté internationale sur les multiples « promesses » du goutte-à-goutte (Venot *et al.*, 2017). Plusieurs jeunes chercheurs de différentes nationalités, qui réalisaient leur thèse de doctorat avec des regards et des bagages théoriques très différents, ont contribué, avec leurs encadrants respectifs (dont je faisais partie), à multiplier les regards sur la technique. J'ai souvent suivi ces jeunes chercheurs sur le terrain et multiplié les discussions à partir de leurs observations et de leur corpus théorique.

J'avais deux sentiments au début du projet. D'une part, j'étais intrigué par la fascination des artisans et des paysans pour une technologie conçue pour les grandes exploitations, qu'ils braconnaient en quelque sorte, puis bricolaient sur leurs parcelles. D'autre part, j'éprouvais une contrariété croissante par rapport au débat national et international sur l'économie d'eau de l'irrigation et la promesse d'une efficacité de 90 % de l'irrigation au goutte-à-goutte au service d'une intensification de l'agriculture, alors que sur le terrain j'observais une augmentation de la pression sur les ressources en eau corrélée à l'installation du goutte-à-goutte (Kuper *et al.*, 2017b). Ces deux sentiments – la curiosité et la consternation – m'ont accompagné et se sont même renforcés tout au long du projet. Cela montre comment un même objet technique peut générer des émotions très différentes, attirant de ce fait l'attention non pas sur la technologie elle-même mais sur la manière dont différents acteurs, y compris la recherche, s'emparent de la technologie (Kuper *et al.*, 2017a). Ces émotions contrastées m'ont stimulé pour explorer de façon approfondie plusieurs facettes du déploiement du goutte-à-goutte dans un contexte d'irrigation privée dans la plaine du Saïss. Elles m'ont aussi encouragé à adopter deux postures que ma pratique d'interdisciplinarité a nourries : d'une part la production de connaissances, de l'autre un engagement critique vis-à-vis des politiques d'économie d'eau. Différents aspects m'ont amené à cela : mes expériences de terrain au Maroc et mes travaux précédents sur le goutte-à-goutte, ma connaissance approfondie de la technique et des conditions de son déploiement sur le terrain ; mon statut d'enseignant-chercheur en poste à l'IAV, ce qui m'amenait à accompagner des travaux d'élèves ingénieurs et de doctorants dans différents contextes d'irrigation ; la place de cette institution porteuse d'idées dans les débats nationaux sur l'irrigation, en particulier *via* l'organisation de séminaires et l'édition de revues qui incitaient à une prise de position mais aussi à une prise de recul ; enfin un débat international émergent, auquel nous contribuions, stimulant une réflexion critique sur le déploiement du goutte-à-goutte (van der Kooij *et al.*, 2013 ; Venot *et al.*, 2017).

Le goutte-à-goutte avait été mis en politique progressivement par des cadres du ministère de l'Agriculture à partir de la fin des années 1990. Puis, en 2008, le plan national

8. Le projet DRIP (Drip irrigation Realities in Perspective) s'est déroulé de 2011 à 2015.

d'économie d'eau et ses subventions généreuses (80-100 % du coût d'investissement) ont été intégrés dans l'ambitieux Plan Maroc Vert, promettant une intensification agricole tout en évitant d'augmenter la pression sur les ressources en eau. Pour réconcilier ces deux objectifs *a priori* contradictoires, le goutte-à-goutte était présenté comme une solution technique « miracle » susceptible de faire économiser jusqu'à 826 millions de m³ d'eau par an. Pendant la période 2009-2018, 1,17 milliard d'euros ont été dépensés pour équiper 470 000 ha en goutte-à-goutte à la parcelle, ainsi que 361 millions d'euros dans des équipements à des échelles au-delà de la parcelle (Boularbah *et al.*, 2019). Cette mise en politique a changé la donne car cela induisait qu'il fallait continuer de renseigner la fameuse question : est-ce que l'introduction du goutte-à-goutte contribue à économiser l'eau ?, tout en nous penchant sur le pourquoi et le comment de la mise en scène politique d'une technologie considérée comme une panacée pour la crise de l'eau au Maroc (et ailleurs).

Un premier volet du projet a donc consisté à vérifier les promesses d'une économie d'eau sur le terrain, en mesurant les efficacités d'irrigation et en déterminant les volumes d'eau mobilisés à travers des travaux assez classiques dans le domaine de l'hydraulique agricole. Nous avons déjà effectué des mesures dans différentes régions dans le cadre de travaux d'étudiants, qui montraient des efficacités assez basses (Benouniche *et al.*, 2014a). Nous avons pu consolider ces résultats grâce à une campagne de mesures dans 22 exploitations, en mettant en évidence le fait que plus d'un tiers des installations de goutte-à-goutte obtenaient des efficacités inférieures à l'irrigation gravitaire (60 %), soit à cause d'un matériel défaillant (colmatage des goutteurs, fuites, matériel vieillissant), soit à cause d'un pilotage de l'irrigation minimisant le temps passé sur la parcelle (ouvrir les vannes, puis revenir plusieurs heures plus tard pour les fermer) ou assurant une sur-irrigation afin d'éviter tout stress pour des cultures à haute valeur ajoutée sur leurs parcelles (Benouniche *et al.*, 2014b). *A contrario*, certains agriculteurs ayant installé le goutte-à-goutte par le biais d'installateurs locaux étaient tout à fait en mesure de se rapprocher des 90 % d'efficacité théorique. Il s'agissait souvent de jeunes irrigants sur de petites exploitations avec un accès restreint à l'eau. En publiant ces travaux, nous avons bien compris que peu de collègues en hydraulique agricole, à l'échelle internationale, vérifiaient les performances hydrauliques et les pratiques d'irrigation sur le terrain, préférant travailler sur l'efficacité d'irrigation en laboratoire ou sur des parcelles expérimentales.

Nous avons élargi ce travail à une échelle territoriale afin de rendre visible les différents sophismes dans la construction d'une technologie miracle permettant une économie d'eau tout en intensifiant l'agriculture. Pour ce faire, Fatah Ameer a suivi, dans le cadre de sa thèse, l'évolution des superficies irriguées en goutte-à-goutte dans une petite région (3 900 ha) en déterminant, en parallèle, la consommation d'eau souterraine annuelle. Ces travaux ont montré que l'introduction du goutte-à-goutte (passant de 17 % de la superficie agricole en 2005 à 48 % en 2014) a bien entraîné une intensification agricole, notamment à travers la production de fruits et légumes, tout en augmentant considérablement la consommation de l'eau souterraine : de 4,8 millions de m³/an en 2005 à 10 millions de m³/an en 2014, soit une augmentation de 108 % (Kuper *et al.*, 2017b). En conclusion, ni à l'échelle de la parcelle (une irrigation qui dépasse en moyenne de 25 à 75 % les besoins des plantes), ni à l'échelle d'un territoire (une augmentation des prélèvements d'eau pour soutenir l'intensification agricole), il n'était possible de mettre en évidence une économie d'eau grâce au goutte-à-goutte.

Dans cette zone d'irrigation privée, le discours de modernisation accompagnant les politiques publiques promouvant le goutte-à-goutte a bien été entendu par les jeunes agriculteurs, souhaitant s'émanciper « d'une agriculture de hier » (Quarouch *et al.*, 2014 : 162). Le goutte-à-goutte représentait l'image d'une agriculture propre, sans boue, permettant une agriculture entrepreneuriale et expliquant en partie l'engouement pour cette technologie (Van der Kooij *et al.*, 2017). S'appuyant sur la sociologie et sur le domaine de recherche interdisciplinaire des études des sciences et des techniques (STS), cette recherche, autour de la thèse de Saskia van der Kooij, a permis de nuancer l'importance de la performance hydraulique et de l'efficacité, qui revenait dans les discours mais très peu dans les pratiques, et de mettre en avant les multiples « performances » du goutte-à-goutte. En l'installant sur son exploitation, un agriculteur intègre la modernité et devient à la fois un agriculteur (*fellah*) et un entrepreneur (*rajel aâmal*) (Bossenbroek *et al.*, 2015). Ce chantier interdisciplinaire m'a permis d'endosser un rôle critique vis-à-vis du goutte-à-goutte en comprenant les multiples « performances » de la technique pour tous ceux qui sont impliqués dans sa production, sa diffusion et son utilisation (Venot *et al.*, 2017).

Enfin, j'ai pu adopter un tout autre regard sur la technique grâce au travail de thèse de Lisa Bossenbroek. En changeant de perspective théorique, inspirée par les analyses féministes du changement agraire et rural, ce travail est parvenu à montrer comment les sœurs des jeunes agriculteurs avaient des rapports différents avec le goutte-à-goutte : « Faisant référence au goutte-à-goutte comme l'un des symptômes et des manifestations du changement, Fouzia, par exemple, a expliqué que rien n'avait changé pour elle : "C'est bien pour nos frères. Ils n'ont qu'à ouvrir les vannes et ils peuvent faire une sieste ou aller en ville pendant ce temps. Pour nous, rien ne change. La charge de travail ne peut qu'augmenter." » (Bossenbroek, 2016 : 18-19). Elle décrypte un processus « d'enclosure » de l'eau, qui est de plus en plus privatisée pour une agriculture entrepreneuriale, marginalisant ceux qui ne peuvent pas (ou plus) investir dans une telle agriculture, souvent les mêmes jeunes agriculteurs masculins, si enthousiastes hier et amers aujourd'hui (Bossenbroek *et al.*, 2017). Ce même processus entraîne une certaine prolétarianisation des jeunes femmes, puisque le travail dans les exploitations fruitières ou maraîchères a été féminisé depuis quelques années (Bossenbroek *et al.*, 2015).

Cette troisième rencontre avec le goutte-à-goutte a été faite de multiples rencontres (dont seulement une partie est visible dans ce récit) et de travaux, et a constitué un engagement plein et entier avec la technique de goutte-à-goutte. Ma pratique interdisciplinaire s'est nourrie de ces rencontres et a inversement stimulé et alimenté les différents travaux de recherche. Ce moment montre surtout qu'il était possible de combiner les deux postures de recherche, mentionnées plus haut : produire des connaissances tout en privilégiant un engagement critique avec la technique et ses acteurs.

AU FINAL : EN AI-JE VRAIMENT FINI AVEC LE GOUTTE-À-GOUTTE ?

Le récit de ces trois moments de basculement dans ma posture vis-à-vis de et mon intérêt pour le goutte-à-goutte montre la pertinence que revêt le fait d'inviter différents regards sur un tel objet technique. Mon analyse se voulait relationnelle pour comprendre comment des artisans, des paysans, des ingénieurs, des politiques et d'autres acteurs s'emparent ou non de la technique, de manière enthousiaste ou contre leur gré, ce qu'ils en

font et ce que ça leur fait. J'ai aussi assisté à des moments où la technique peut au final s'écarter de ceux et de celles qui n'en veulent pas ou plus, par exemple en rejetant une orientation entrepreneuriale de l'agriculture, associée au goutte-à-goutte. Inversement, je me rappelle de deux jeunes agriculteurs, ayant perdu toutes leurs économies dans leur pratique du maraîchage intensif pour le marché, irrigué au goutte-à-goutte. Ils ont décidé de partir dans un pays du Golfe comme travailleur pour se refaire une santé financière, sans pour autant – au retour – remettre en cause le modèle entrepreneurial de leur agriculture. Il faut dire que l'objet goutte-à-goutte était assez exceptionnel, car il était apprécié sur le terrain pour sa facilité de manipulation et sa symbolique moderniste, enrôlant de nombreuses personnes pour la production, l'utilisation et la diffusion de la technique ; il a été mis en politique, permettant commodément de poursuivre des ambitions d'intensification agricole irriguée tout en affichant une stratégie d'économie d'eau à travers la subvention publique de la technique ; et il y avait un débat émergent dans la littérature internationale, auquel nous avons contribué, adoptant une posture critique vis-à-vis des multiples promesses de la technique. L'objet m'a séduit à travers un cheminement allant de l'évitement, puis l'enrôlement, à l'engagement. Ma pratique interdisciplinaire, partant d'une formation socio-technologique dans le domaine de l'irrigation, s'est beaucoup enrichie au cours du voyage dans les différents mondes du goutte-à-goutte et au contact de collègues et de disciplines très diverses.

La place importante, disproportionnée même, prise par le goutte-à-goutte dans les campagnes et les politiques agricoles marocaines a parfois été déroutante pour moi. Bien évidemment, une analyse par le biais de la science politique, révélant les puissantes coalitions sociales à l'œuvre, est utile pour comprendre le processus de construction d'une solution miracle, associée à une croyance inébranlable dans les bienfaits d'une technologie malgré de multiples preuves du contraire. Mais j'ai clairement sous-estimé la puissance d'un imaginaire technique et social, permettant d'accéder à la modernité, qui arrangeait tant de monde (Kuper *et al.*, 2023). En citant la littérature internationale (ce qui valide au passage notre stratégie consistant à contribuer activement au débat international), le rapport annuel de la Banque mondiale acte finalement en 2022 le paradoxe du goutte-à-goutte : « Contre toute attente, l'adoption généralisée de technologies d'économie d'eau peut avoir accru les pressions sur les ressources en eau » (Banque mondiale, 2022 : 20). Contre toute attente ? Alors que nous avions à de nombreuses reprises souligné, à la fois sur les plans international et national, qu'en investissant dans une technologie efficiente, l'État a finalement subventionné une intensification de l'agriculture couplée à une surexploitation des ressources en eau, aidé en cela par des prêts accordés par des bailleurs de fonds tel que la Banque mondiale ? Le rapport s'inquiète de la surexploitation des eaux souterraines, qui joue habituellement un rôle « d'amortisseur » pour les agriculteurs face aux aléas climatiques, mais il n'évoque ni le gâchis des milliards de dirhams investis dans la technologie depuis 20 ans, ni les questions de justice sociale (y compris pour les générations qui nous suivront) et de durabilité environnementale évoqués dans ce chapitre. Il n'évoque pas non plus l'étonnante capacité des paysans marocains de s'approprier et d'adapter une technique qui ne leur était pas destinée et qui reste sous le radar des politiques publiques. J'avais pris un peu de distance avec l'objet technique ces dernières années, mais à travers l'écriture de ce chapitre et le consternant rapport de la Banque mondiale, je m'aperçois que je n'ai pas totalement coupé les liens. D'ailleurs, je

ne suis pas convaincu que le rapport en question soit le dernier mot de l'histoire et il y aura certainement des rebondissements en perspective.

BIBLIOGRAPHIE

- Akrich M., Callon M. et Latour B., 1988. À quoi tient le succès des innovations ? 1. L'art de l'intéressement. 2. Le choix des porte-parole. *Annales des Mines*, 11-12, 4-17.
- Arrif A., 2015. *La fabrique de l'ingénieur agronome : formation technique et éducation morale. Le cas de l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II*, Casablanca, La croisée des chemins.
- Aubriot O., 2020. The history and politics of communal irrigation: A review. *Water Alternatives*, 15 (2), 307-340.
- Aubriot O. et Riaux J., 2013. Savoirs sur l'eau : les techniques à l'appui des relations de pouvoir ? *Autrepart*, 65, 3-26.
- Banque mondiale, 2022. Rapport de suivi de la situation économique au Maroc. La reprise économique tourne à sec, Washington D. C., Banque mondiale.
- Bekkar Y., Kuper M., Hammani A., Dionnet M. et Eliamani A., 2007. Reconversion vers des systèmes d'irrigation localisée au Maroc quels enseignements pour l'agriculture familiale. *Hommes, terre et eaux*, 137, 7-20.
- Benouniche M., Kuper M. et Hammani A., 2014a. Mener le goutte à goutte à l'économie d'eau : ambition réaliste ou poursuite d'une chimère ? *Alternatives rurales*, 2, <https://doi.org/10.60569/2-a4>.
- Benouniche M., Kuper M., Hammani A. et Boesveld H., 2014b. Making the user visible: analysing irrigation practices and farmers' logic to explain actual drip irrigation performance. *Irrigation Science*, 32 (6), 405-420.
- Benouniche M., Kuper M., Poncet J, Hartani T. et Hammani A., 2011. Quand les petites exploitations adoptent le goutte-à-goutte : initiatives locales et programmes étatiques dans le Gharb (Maroc). *Cahiers Agricultures*, 20 (1-2), 40-47.
- Benouniche M., Zwartveen M. et Kuper M., 2014c. Bricolage as innovation: opening the black box of drip irrigation systems. *Irrigation and Drainage*, 63 (5), 651-658.
- Bichsel C., 2016. Water and the (infra-)structure of political rule: a synthesis. *Water Alternatives*, 9 (2), 356-372.
- Bossenbroek L., 2016. Behind the Veil of Agricultural Modernization: Gendered Dynamics of Rural Change in the Saïss, Morocco, thèse de doctorat, Wageningen, Wageningen University.
- Bossenbroek L., Kuper M. et Zwartveen M., 2017. Sour grapes: multiple groundwater enclosures in Morocco's Saïss region, in Venot J.-P., Kuper M. et Zwartveen M. (eds), *Drip Irrigation for Agriculture: Untold Stories of Efficiency, Innovation and Development*, New York, Routledge, 105-121.
- Bossenbroek L., van der Ploeg J.D., Zwartveen M., 2015. Broken dreams? Youth experiences of agrarian change in Morocco's Saïss region. *Cahiers Agricultures*, 24 (6), 342-348, <https://doi.org/10.1684/agr.2015.0776>.
- Diemer G., Slabbers J. et Horst T. (eds), 1992. *Irrigators and Engineers: Essays in Honour of Lucas Horst*, Amsterdam/Wageningen, Thesis Publishers/Wageningen University.
- Dionnet M., Kuper M., Hammani A. et Garin P., 2008. Combining role-playing games and policy simulation exercises: an experience with Moroccan smallholder farmers. *Simulation & Gaming*, 39 (4), 498-514.
- Edquist C., 2006. Systems of innovation: perspectives and challenges, in Fagerberg J., Mowery D.C. et Nelson R.R. (eds), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, Oxford University Press, 181-208.
- Giordano M.A., Rijsberman F.R. et Saleth R.M. (eds), 2007. "More Crop per Drop": Revisiting a Research Paradigm. Results and Synthesis of IWMI's Research, 1996-2005, Londres, IWA Publishing.
- Hanafi S., Friaia A., Jamin J.Y., Zaïri A., Hamdane A. et Maillhol J.-C., 2015. Les performances des petites exploitations irriguées de la basse vallée de la Medjerda en Tunisie. *Cahiers Agricultures*, 24 (3), 170-176, <https://doi.org/10.1684/agr.2015.0754>.

- Jollivet M. et Legay J.-M., 2005. Canevas pour une réflexion sur une interdisciplinarité entre sciences de la nature et sciences sociales. *Natures sciences sociétés*, 13 (2), 184-188.
- Kadiri Z., 2020. Imprévisible et bricolée : la modernisation rurale et agricole au Maroc. *Hespéris-Tamuda*, 55 (4), 173-196.
- Kuper M., Dionnet M., Hammani A., Bekkar Y., Garin P. et Bluemling B., 2009. Supporting the shift from state water to community water: lessons from a social learning approach to designing joint irrigation projects in Morocco. *Ecology and Society*, 14 (1), 19.
- Kuper M., Venot J.-P. et Zwartveen M., 2017a. Introduction: Panda or Hydra? The untold stories of drip irrigation, in Venot J.-P., Kuper M. et Zwartveen M. (eds), *Drip Irrigation for Agriculture: Untold Stories of Efficiency, Innovation and Development*, New York, Routledge, 1-15.
- Kuper M., Ameer F. et Hammani A., 2017b. Unraveling the enduring paradox of increased pressure on groundwater through efficient drip irrigation, in Venot J.-P., Kuper M. et Zwartveen M. (eds), *Drip Irrigation for Agriculture: Untold Stories of Efficiency, Innovation and Development*, New York, Routledge, 85-104.
- Kuper M., Benouniche M., Naouri M. et Zwartveen M., 2017c. "Bricolage" as an everyday practice of contestation of smallholders engaging with drip irrigation, in Venot J.-P., Kuper M. et Zwartveen M. (eds), *Drip Irrigation for Agriculture: Untold Stories of Efficiency, Innovation and Development*, New York, Routledge, 256-265.
- Kuper M., Mayaux P.L. et Benmihoub A., 2023. The persistent appeal of the California agricultural dream in North Africa. *Water Alternatives*, 16 (1), 39-64.
- Le Grusse P., Mailhol J.-C., Bouaziz A., Zaïri A., Raki M., Chabaca M., Djebbara M. et Ruelle P., 2009. Indicators and framework for analysing the technical and economic performance of irrigation systems at farm level. *Irrigation and Drainage*, 58 (S3), S307-S319.
- Mailhol J., Ruelle P. et Nemeth I., 2001. Impact of fertilisation practices on nitrogen leaching under irrigation. *Irrigation Science*, 20 (3), 139-147.
- Pascon P., 1980. *Études rurales. Idées et enquêtes sur la campagne marocaine*, Rabat, Société marocaine des éditeurs réunis.
- Pereira L.S., Oweis T. et Zairi A., 2002. Irrigation management under water scarcity. *Agricultural Water Management*, 57 (3), 175-206.
- Poncet J., 2009. Du football au goutte-à-goutte : exemple d'une communauté de pratique dans le Gharb. Actes de l'atelier régional du projet SIRMA, 18-20 mai, Grenade, Espagne.
- Poncet J., Kuper M. et Chiche J., 2010. Wandering off the paths of planned innovation: the role of formal and informal intermediaries in a large-scale irrigation scheme in Morocco. *Agricultural Systems*, 103 (4), 171-179.
- Postel S., 2001. Growing more food with less water. *Scientific American*, 284 (2), 46-51.
- Quarouch H., Kuper M., El Hassane A. et Bouarfa S., 2014. Eaux souterraines, sources de dignité et ressources sociales : cas d'agriculteurs dans la plaine du Saïss au Maroc. *Cahiers Agricoles*, 23 (3), 158-165.
- Riaux J., 2021. *Une anthropologie chez les hydrologues. Penser la relation interdisciplinaire*, Versailles, éditions Quæ.
- Van der Kooij S., Zwartveen M., Boesveld H. et Kuper M., 2013. The efficiency of drip irrigation unpacked. *Agricultural Water Management*, 123, 103-110.
- Van der Kooij S., Zwartveen M. et Kuper M., 2015. The material of the social: the mutual shaping of institutions by irrigation technology and society in Segouia Khrichfa, Morocco. *International Journal of the Commons*, 9 (1), 129-150.
- Van der Kooij S., Kuper M., Zwartveen M. et de Fraiture C., 2017. A user-centred approach to irrigation performance: drip irrigation in the Khrichfa area, Morocco. *Water International*, 42 (7), 794-809.
- Venot J.-P., Kuper M. et Zwartveen M. (eds), 2017. *Drip Irrigation for Agriculture: Untold Stories of Efficiency, Innovation and Development*, New York, Routledge.

Chapitre 4

L'irrigation vue du ciel : fascination et engagement critique vis-à-vis de la télédétection

Jean-Philippe Venot

59

Les débats sur les liens entre télédétection et sciences sociales ne sont pas nouveaux¹, comme l'illustre la publication, dès 1998, d'un ouvrage collectif intitulé *People and Pixels* (Liverman *et al.*, 1998)². Les auteurs et autrices y soulignaient notamment que la télédétection permettait de décrire des phénomènes socio-environnementaux à des échelles spatiales et temporelles difficilement appréciables par le biais d'enquêtes et d'autres travaux de terrain privilégiés en sciences sociales, et ainsi de généraliser et de remettre en perspective des observations autrement éparées et partielles. Cependant, si la télédétection présentait un potentiel pour décrypter les relations entre société et environnement, ses utilisations tendaient non pas à renouveler notre compréhension de ces liens, mais à réifier des conceptualisations qui s'étaient révélées problématiques car déterministes (Turner, 2003).

Ces débats ont été relancés au cours de la dernière décennie suite à la démocratisation (relative) des images satellites³, à une amélioration continue de la résolution spatiale et temporelle des données générées, à l'augmentation des capacités de traitement nécessaires pour leur analyse, mais aussi à la mise au point de nouvelles techniques d'imagerie et le lancement de nouveaux satellites dont les produits sont souvent libres d'accès. Kugler *et al.* (2019) soulignent en effet que ce ne sont pas les avancées technologiques qui permettront, en tant que telles, de répondre aux questions que les chercheurs et chercheuses en sciences sociales se posent. Ils réitèrent ainsi une critique faite dès la fin des

1. Je remercie Christina Orieschnig pour sa relecture et ses conseils en ce qui concerne les passages les plus « techniques » de ce chapitre, ainsi que l'ensemble des collègues qui m'ont accompagné dans ma découverte de la télédétection mais que je n'ai pas nommés.

2. Dans ce qui suit, le terme télédétection est utilisé pour faire référence à l'observation de la terre par le biais de satellites et aux images produites sur la base des informations enregistrées par ces derniers. Les premières images satellites de la terre ont été prises en 1959 mais les photographies aériennes (dont les plus anciennes datent des années 1860) ont constitué un support de recherche bien avant cela.

3. Les images du satellite Landsat ont été rendues publiques par l'USGS (United States Geological Survey) et la Nasa (National Aeronautics and Space Administration) dès 2008. Cependant, les images ayant la résolution spatiale la plus fine restent très souvent payantes et chères et ne sont accessibles que pour une minorité d'acteurs ; l'accès et le traitement d'images satellites impliquent des capacités informatiques qui restent importantes, ainsi que des conditions d'accès à Internet qui soient stables, et le traitement de ces images nécessite une expertise spécifique qu'il n'est pas possible d'acquérir partout.

années 1990 mais identifient aussi des enjeux d'éthique en lien avec la confidentialité, la préservation et la traçabilité des données. Ils mettent en exergue le fait que la complexité des processus de production des connaissances et les incertitudes qui caractérisent ces dernières tendent à s'estomper derrière les connaissances produites.

En 25 ans, les usages de la télédétection se sont donc multipliés et ont largement contribué à l'émergence et à la consolidation d'une science qui se veut « globale » et qui vise à apporter des réponses à des enjeux eux aussi globaux. C'est notamment le cas dans le champ des recherches sur l'eau, dans lequel « l'hydrologie spatiale » prend de plus en plus d'importance. Cette tendance questionne tout autant les hydrologues dits « de terrain » (et leurs pluviomètres, moulinets et sondes permettant des mesures *in situ*) que les chercheurs et chercheuses en sciences sociales dont je fais partie et qui soulignent les limites des prescriptions globales à l'aune de la pluralité des réalités vécues (Venot *et al.*, 2022). Leurs relations complexes avec la télédétection sont en partie dues au fait qu'ils et elles s'inscrivent en faux avec deux idées qui sous-tendent l'aura et le pouvoir d'attraction que ces approches ont acquis.

La première idée est que les images satellites donneraient à voir « toute » la réalité terrestre « sans médiation », et ce même si ces images sont, en fait, « fabriquées » (Turner, 2003)⁴. En permettant de « visualiser » des processus complexes à grande échelle, la télédétection leur donne une « réalité » appréciable, d'un regard, par tout un chacun. Le résultat de l'analyse contribue ici activement à légitimer l'analyse elle-même. La deuxième idée est que les données satellites seraient plus faciles à acquérir que des données de terrain. Si la focale est l'individu qui télécharge des images satellites sur un portail en accès libre, il y a une part de réalité dans cette idée, mais cette dernière n'en reste pas moins un paradoxe quand on remet les images satellites en perspective de la sophistication et du coût de l'infrastructure de recherche nécessaire à leur production⁵. Enfin, il y a aussi sans doute une part de frustration dans la relation entre sciences sociales et télédétection : à l'heure du *big data*, le saut d'échelle que permet la télédétection et la technicité nécessaire aux analyses représentent un certain idéal de recherche faisant passer les chercheurs et chercheuses arpentant la surface de la terre pour des personnes appartenant à un autre âge (Turner, 2003).

Dans ce qui suit, j'explique comment j'ai navigué dans cette interface entre sciences sociales et télédétection. Je décris un cheminement fait de prises de distance et de rapprochements successifs, plus ou moins réfléchis, avec la télédétection appliquée à l'identification et à la caractérisation des surfaces irriguées dans divers pays du Sud. Mon propos se concentre donc sur un usage spécifique (mais répandu) de la télédétection : le

4. J'utilise le terme « fabriquer » non pas pour dire que l'élaboration d'images satellites relèverait d'un complot visant à représenter la terre sous un jour particulier, au service d'un agenda politique caché, mais pour souligner que les images que nous sommes amenés à voir sont « reconstruites » sur la base de données chiffrées enregistrées par les satellites et structurées selon un quadrillage dont les carrés (pixels) peuvent avoir des tailles différentes. Ces données sont ensuite « traitées » pour en permettre la visualisation (en pratique il s'agit d'attribuer une couleur à chaque pixel en fonction des données chiffrées qui y sont associées).

5. Les « missions satellites » impliquent des centaines de chercheurs et d'ingénieurs et leur conception dure plusieurs années. La récente mission SWOT destinée à l'étude de la topographie des océans et des eaux de surface continentales a coûté près de 1,2 milliard d'euros. La mission Copernicus 2 de l'Union européenne (et ses six satellites Sentinel) avait un coût estimé à 2,5 milliards de dollars en 2020.

suivi de la couverture et des usages des sols⁶. Au-delà de mon histoire personnelle, je vise à apporter un éclairage sur les pratiques de recherche interdisciplinaire *via* le prisme des outils de recherche. Mon argument principal est qu'en sus des questions de posture, de dialogue et d'écoute qui ont fait l'objet de nombreuses analyses, l'interdisciplinarité peut aussi passer par la « pratique » et par l'« utilisation » d'outils de recherche qui ne relèvent pas – *a priori* – du champ disciplinaire dont chacun et chacune de nous est issu ou se revendique. C'est donc non seulement ma posture vis-à-vis de la télédétection mais aussi ma pratique de cette dernière, au cours des 15 dernières années, seul ou en collaboration, que je vais décrire dans les sections qui suivent, avant de proposer quelques réflexions sur les opportunités que représente le fait de se saisir de ces outils pour des recherches en sciences sociales.

UNE PREMIÈRE RENCONTRE ENTHOUSIASMANTE

Il y a une quinzaine d'années, dans le cadre de mon master, j'effectuais un diagnostic des systèmes agricoles irrigués en Jordanie. Ce diagnostic devait servir de base à une étude sur l'impact d'une nouvelle réglementation sur les prélèvements en eaux souterraines (Venot et Molle, 2008). Si trouver des agriculteurs dans des déserts jordaniens s'étendant à perte de vue relevait de la gageure, j'ai pu le faire au prix de dizaines d'heures de conduite, en naviguant au gré des « taches vertes » qui rompaient la monotonie du paysage. Évaluer la superficie totale irriguée au sein de ces déserts (et donc les volumes d'eau souterraine prélevés) était par contre impossible pour moi et les statistiques agricoles n'apportaient qu'une réponse partielle, notamment parce qu'elles n'étaient pas agrégées à l'échelle des aquifères.

Quel soulagement quand je pus avoir accès à une carte d'usage des sols, élaborée par le ministère de l'Eau et de l'irrigation jordanien avec l'appui de l'agence de collaboration internationale allemande, qui identifiait trois catégories de terres irriguées (cultures annuelles, arbres au feuillage caduc et au feuillage persistant). J'avoue ne plus me souvenir de la démarche suivie mais je triangulais ces données avec mes analyses pour évaluer les quantités d'eau souterraine prélevées. L'expert qui avait coordonné l'élaboration de la carte m'avait précisé qu'elle était issue d'une analyse de deux images satellites Landsat mais je ne me posais pas plus de questions sur la façon dont elle avait été produite et sur la manière dont les superficies irriguées avaient été identifiées. Pour moi, à l'époque, la carte reflétait, de façon incontestable et incontestée, l'étendue des surfaces irriguées dans les déserts jordaniens.

6. Le suivi de la couverture et/ou de l'usage des sols par télédétection consiste à enregistrer la réflectance spectrale de tout élément situé en surface ou subsurface de la terre. Les capteurs qui équipent les satellites enregistrent ce rapport entre l'énergie émise et celle reçue à la surface de la Terre (qu'il s'agisse du rayonnement solaire dans le cas de capteurs « passifs » équipant les satellites dits optiques comme Landsat et/ou d'ondes électromagnétiques dans le cas des capteurs « actifs » qui équipent les satellites dits radar comme Sentinel 1). Le principe de base est que tout élément a une signature spectrale (à savoir une combinaison de données chiffrées, exprimées en fonction des longueurs d'onde du rayonnement reçu) unique. Les analyses de couverture et/ou d'usages des sols consistent donc à définir des « classes » regroupant les pixels ayant des signatures spectrales plus ou moins similaires et à labéliser ces dernières en lien avec ce qui est observable *in situ* : des arbres, une prairie, une rizière, une étendue d'eau libre, etc. Les usages de la télédétection sont bien plus nombreux : suivi des températures, de l'évapotranspiration, de l'humidité des sols, de la qualité de l'eau, des inondations, des feux de forêts, des étendues de neige et de glaciers, etc. La liste est presque sans fin mais ce qui se joue dans ces travaux est très probablement similaire à ce que je décris ici.

UTILISATION ET CRITIQUE : DES DYNAMIQUES PARALLÈLES NON FORMALISÉES

Dans le milieu des années 2000, j'ai eu l'opportunité de réaliser un doctorat. Plus que la discipline (géographie humaine) ou l'université (Paris 10-Nanterre) dans laquelle j'étais inscrit, la caractéristique principale de cette thèse est, selon moi, que je l'ai faite au sein de l'International Water Management Institute (IWMI)⁷, à Hyderabad, en Inde. Pendant 4 ans, j'ai côtoyé des personnes ayant des intérêts et des expertises disciplinaires variés.

À l'époque, l'IWMI venait de structurer une équipe dédiée à la télédétection et aux systèmes d'information géographique, qui s'attachait notamment à cartographier les superficies irriguées à l'échelle mondiale (Thenkabail *et al.*, 2009) et dans certains bassins versants dans lesquels des chercheurs et des chercheuses de l'institut menaient des recherches. Je me souviens d'un groupe de chercheurs et d'ingénieurs (presque exclusivement des hommes) assis en face de multiples écrans d'ordinateur sur lesquels alternaient des cartes et des lignes de code, sur fond noir, au premier étage du bureau principal de l'IWMI situé à Colombo au Sri Lanka.

Il s'agissait là d'un monde qui ne correspondait pas à l'image que je me faisais de la recherche. Jamais je n'aurais pu envisager passer la majorité de mon temps dans une salle sombre et climatisée en face d'un ou de plusieurs écrans. Pour moi, et dans la droite ligne de ma formation initiale d'ingénieur agronome, la recherche impliquait au contraire de risquer l'insolation auprès d'agriculteurs dans leurs champs de riz et de coton.

Si ces pratiques de recherche m'étaient totalement étrangères et ne m'attiraient pas vraiment, leurs produits aiguisaient ma curiosité. Très visible, une carte de plusieurs mètres de haut et de large de la couverture des sols du bassin versant de la Krishna, que j'avais arpenté pour me familiariser avec les paysages agricoles du Sud de l'Inde et les acteurs qui les façonnaient, ornait une des cages d'escalier du bâtiment de l'IWMI à Colombo. À chaque fois que je montais l'escalier, je me faisais la réflexion que la carte ne correspondait pas à ce que j'avais vu : des zones identifiées comme irriguées « sur la carte » ne l'étaient pas « dans la réalité », et *vice versa*.

Le fait que cette carte ne reflétait pas ce que je pouvais connaître du terrain m'amenait à questionner la pertinence de la télédétection « en général », sans doute pour émuler des collègues en sciences sociales plus expérimentés et qui étaient particulièrement critiques vis-à-vis du fait que ces cartes soient présentées comme des outils d'aide à la décision pour rationaliser les usages de l'eau. La curiosité l'emporta tout de même et je m'initiais à la télédétection. Outre la curiosité, cela est sans doute dû à la proximité des chercheurs ayant élaboré la carte du bassin versant de la Krishna, eux aussi basés à Hyderabad et avec qui j'interagissais au jour le jour.

Lors de mes visites de terrain, j'avais noté l'existence de bassins aquacoles dans la région du lac Kolleru dans le delta de la Krishna. S'agissant d'une zone humide protégée dans le cadre de la convention Ramsar, ces derniers n'auraient pas dû exister. L'accès au terrain était difficile d'un point de vue politique (les bassins étaient source de conflits et je ne croisais que très peu d'interlocuteurs pour m'expliquer l'histoire de la région et de ses transformations) mais aussi d'un point de vue pratique : les bassins étaient tous clôturés et, le paysage étant plat, il était matériellement impossible de se faire une idée de leur étendue.

7. <<https://www.iwmi.cgiar.org/>> (consulté le 19/03/2024).

La télédétection m'est alors apparue comme un moyen de saisir l'ampleur du phénomène et son histoire. Cela me permettrait aussi de donner une légitimité toute scientifique à des résultats d'enquêtes qui étaient très partiels. Et, connaissant le terrain, bien sûr, j'éviterai les erreurs comme celles que j'avais pu identifier sur la carte du bassin versant de la Krishna ! Usant de quelques conseils de la part de mes collègues, j'ai cartographié l'évolution, entre 1977 et 2002, de l'occupation des sols du lac Kolleru. Ou plutôt... J'ai téléchargé deux images satellites Landsat (de résolutions différentes) et laissé le soin au logiciel ERDAS-Imagine (qui m'avait été recommandé par un collègue) de générer deux cartes en spécifiant la méthode, une classification non supervisée⁸, et en lui demandant de générer huit classes d'occupation des sols par image (un nombre de classes qui me semblait raisonnable pour rendre compte de l'hétérogénéité de la zone, mais sans qu'il soit réfléchi).

Sur la carte d'occupation des sols de 2002, de nombreux rectangles noirs contigus avaient remplacé une grande zone aux limites incurvées qui apparaissait en bleu sur la carte de 1977 (figure 4.1). J'interprétais cela, à l'aune de mes visites de terrain, comme une conversion de grande ampleur d'une zone humide en bassins aquacoles. Je me souviens très bien de mon enthousiasme à la vue des images. Elles me permettaient de rendre compte, d'une façon qui me semblait « objective », d'une transformation environnementale qui avait fait l'objet de nombreux débats et d'une mobilisation sociale importante, et donc de lui donner corps.

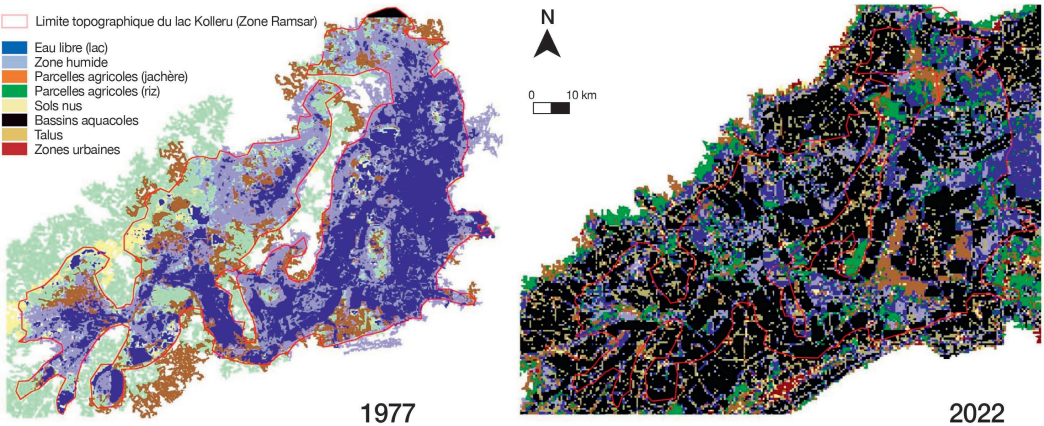


Figure 4.1. Une tentative d'amateur révélatrice à plus d'un titre : classification de la couverture des sols du lac Kolleru par télédétection (adapté de Venot *et al.*, 2007).

Je ne m'arrêtais pas sur ce qui constituait un certain amateurisme. J'avais demandé quelques conseils à mes collègues mais j'avais ensuite travaillé seul sans leur demander si ce que je faisais leur semblait robuste – et je ne sais pas comment ils ont perçu mes

8. Une classification non supervisée signifie que l'opérateur ne prédéfinit pas les classes. Celles-ci sont générées par un logiciel qui « groupe » des pixels dont les réflectances sont similaires sur la base d'une analyse statistique menée par un algorithme. L'opérateur n'assigne une couverture d'usage des sols (un nom) à chaque classe issue de l'analyse qu'*a posteriori* sur la base de ses connaissances propres et, en général, d'un travail de « vérification terrain » (de façon classique, une prise de photographies géoréférencées).

cartes car nous n'en avons jamais discuté. J'avais laissé au logiciel l'initiative de réaliser la classification des images téléchargées sans vraiment questionner comment il fonctionnait – après tout il avait été développé par des spécialistes et je n'avais aucune raison de, ni de légitimité pour le remettre en cause. J'avais choisi un nombre de classes largement au hasard et j'avais associé les classes générées par le logiciel à des types d'occupation des sols sur la base de ma lecture du paysage et sans avoir effectué de relevés de terrain spécifiques.

15 ans plus tard, je ne peux que faire le constat que ces cartes sont également très subjectives. Elles reflètent des choix (les miens et ceux du logiciel) non explicités et il est tout à fait impossible pour moi de dire si l'image de 2002 reflète avec justesse l'étendue des bassins aquacoles qui constellaient le lac Kolleru à cette date. Au-delà de l'anecdote, et comme différents auteurs ont pu le souligner, émerge ce qui fait la force et le danger de la télédétection : les outils permettent, sans une expertise très poussée et avec un coût d'entrée minimal, de conduire des analyses qui offrent un certain gage d'objectivité technique et dont les résultats, souvent sous la forme d'images « qui valent mille mots », sont particulièrement attractifs.

LE PIXEL « INTERMÉDIAIRE » : UNE PRATIQUE HABITUELLE MAIS INSATISFAISANTE ?

Les analyses de télédétection appliquées à l'identification et à la caractérisation des surfaces irriguées (et inondées) reposent sur une « pratique », celle de la classification, qui vise à établir un lien aussi univoque que possible entre la réflectance d'un pixel donné (sa signature spectrale) et le type de couverture/usage des sols dudit pixel dans la réalité.

L'analyse repose sur l'identification de « réflectances type » qui peuvent être associées à une couverture de sol donnée. Établir ce lien implique généralement des campagnes de vérification de terrain, ainsi qu'un travail de calibration/validation (Braun, 2021). Une fois ces réflectances-types identifiées, les différents pixels des images sont associés à une classe en fonction de leur propre réflectance. Cette association est faite sur la base d'une analyse statistique réalisée par un algorithme de classification.

Mais la réflectance de la plupart des pixels n'est pas conforme aux réflectances type. C'est une question à laquelle j'ai été confronté lorsque, quinze ans après ma thèse, et affecté au Cambodge par l'IRD (Institut de recherche pour le développement), j'ai cherché à comprendre comment avaient évolué les surfaces inondées dans le haut delta du Mékong au cours des vingt dernières années (Aires *et al.*, 2020). À l'inverse de mon travail sur le lac Kolleru, lorsque j'avais moi-même bricolé une analyse d'images satellites, le volet télédétection de l'étude a été piloté par un spécialiste. Mon implication consistait surtout en une problématisation et une analyse des résultats sur la base de mes recherches de terrain.

Très rapidement, la question de la manière dont l'algorithme considérait les parcelles semblables à celles photographiées dans la figure 4.2, qui dominent les paysages du haut delta du Mékong une grande partie de l'année, s'est posée. Étaient-elles classifiées comme étant inondées ou pas ?

Alors que notre collègue spécialiste de télédétection privilégiait une classification binaire, nous avons opté pour la création d'une troisième catégorie regroupant les pixels ne se conformant ni à la réflectance d'une étendue d'eau libre, ni à celle d'une étendue couverte de végétation. Il s'agissait pour moi de rendre compte du fait que certaines zones étaient inondées suite à une intervention anthropique et à un contrôle de l'eau pour la mise en culture de parcelles rizicoles.



Figure 4.2. Inondé ou non ? Agriculteur aplanissant une parcelle rizicole dans le delta du Mékong au Cambodge (© Jean-Philippe Venot).

Les chercheurs de l'IWMI avaient eu recours à une stratégie similaire lors de l'élaboration de leur carte mondiale des superficies irriguées en créant une classe intitulée « gestion de l'eau/non irrigué » pour les pixels dont les réflectances ne se conformaient pas suffisamment, selon eux, à celles des pixels qui avaient servi à déterminer les classes « pluvial » et « irrigué ». J'avais considéré cela comme une solution de facilité qui ne disait rien des raisons pouvant expliquer les différences enregistrées par les satellites. Mais quand j'ai dû élaborer une classification reflétant ce que j'avais vu des plaines inondables du haut delta du Mékong, j'ai eu recours à la même astuce.

Pour autant, je reste mal à l'aise vis-à-vis des cartes produites pour plusieurs raisons. Tout d'abord, le pixel intermédiaire reste une abstraction à laquelle il est difficile de donner corps. De plus, si j'ai bien joué un rôle dans la définition du nombre de classes, je n'ai pas réellement compris comment l'algorithme utilisé a effectué la classification (alors que je ne m'étais pas posé de questions sur la façon dont le logiciel ERDAS IMG fonctionnait lors de ma thèse, je me pose maintenant ce genre de questions : c'est aussi cela l'interdisciplinarité). Et finalement, c'est sans doute parce que la valeur ajoutée des cartes produites ne me saute pas aux yeux. Le résultat principal est que la durée et l'étendue des inondations ont augmenté dans la partie cambodgienne du haut delta du Mékong et diminué dans sa partie vietnamienne. Il ne s'agit pas là d'une grande nouveauté : il est bien connu que le Vietnam a construit de nombreuses digues et que ce n'est pas le cas au Cambodge. L'intérêt pour l'outil et son développement a sans doute pris le dessus sur les connaissances produites dans ce cas particulier, mais il était impossible de savoir, *a priori*, ce que l'analyse amènerait à voir.

Au-delà de l'objet de ces travaux et de leurs résultats, l'intérêt de cette expérience est, selon moi, tout autre. En « pratiquant » la classification, j'en ai mieux compris les ressorts.

Cette expérience « pratique » couplée à un appareillage « théorique » en anthropologie du développement et études des sciences et techniques dans lequel je me suis plongé au cours des 15 dernières années, au gré des rencontres personnelles et professionnelles, m'a permis, plus généralement, d'envisager la télédétection sous un autre jour.

ET MAINTENANT : NOUVEAU CHAMP DE RECHERCHE ET MISE EN POLITIQUE

Le fait que la pratique de classification ne permette pas de rendre compte des pixels dans toute leur diversité ne rend pas la télédétection inintéressante pour autant. Les idéaux-types de Max Weber ne sont-ils pas des outils heuristiques puissants, et ce même s'ils ne rendent pas compte des phénomènes sociaux dans toute leur complexité ?

Je ne suis pas sociologue mais je comprends de l'idéal-type qu'il s'agit d'une proposition méthodologique, d'une abstraction d'une réalité donnée élaborée sur la base d'un regroupement de « traits » considérés comme significatifs par celui ou celle qui compose cette abstraction. Certains me feront sans doute remarquer que les idéaux-types ont été pensés pour être soumis à la critique et faire ressortir la complexité des phénomènes étudiés, et que ce n'est pas le cas des classes utilisées en télédétection qui, plutôt que de faire voir cette complexité, tendent à la simplifier. Personnellement, je ne suis pas persuadé qu'il y ait une telle opposition. En effet, de nombreux experts et expertes en télédétection sont les premiers à reconnaître que leurs analyses constituent une représentation de la réalité résultant de choix qu'ils considèrent comme informés, là aussi sur la base de « traits » caractéristiques, et ils interrogent aussi les phénomènes qu'ils étudient à l'aune de cette représentation.

La réorientation progressive de mes recherches dans le champ des études des sciences et techniques m'a permis de prendre conscience du fait que les catégories sont avant tout des constructions théoriques qui reflètent tout autant l'épistémologie de recherche que le processus étudié. Il s'agit là d'un argument bien connu des géographes ainsi qu'en *political ecology* (Robbins et Maddock, 2000), mais la spécificité de la télédétection par rapport à d'autres exercices de cartographie tient sans doute au fait que la dimension humaine tend à disparaître plus facilement derrière une série d'outils techniques en grande partie automatisés (logiciels, algorithmes). Le fait que ce qui est visualisé soit une probabilité d'appartenance à des classes qui relèvent d'une abstraction disparaît derrière l'idée que ces classes constituent la « réalité ».

Au-delà d'une posture critique, cette prise de conscience m'a permis d'identifier de nouvelles façons dont je pourrais me saisir de la télédétection : comme un outil de mise en politique de certains processus socio-environnementaux. Par exemple, quelles pratiques relèvent de l'irrigation et pourquoi ? L'enjeu dans ce secteur n'est plus tant de détecter les superficies dont la mise en culture implique un certain niveau de contrôle et de gestion de l'eau, mais bel et bien la façon dont ces superficies sont classifiées dans les analyses issues de la télédétection. Entrent alors en jeu les discours et les imaginaires de ce qu'est ou devrait être l'irrigation.

J'ai pu en faire l'expérience dans le cadre d'un projet visant à cerner les dynamiques de l'irrigation en Afrique subsaharienne qui rassemblait surtout des chercheurs en sciences sociales, même si nous avons fait appel, ponctuellement, à des experts en télédétection. Le modèle du « système irrigué », le personnage de l'ingénieur, et la notion d'optimisation

et d'efficience de l'usage des ressources en eau ont une emprise encore très importante sur le secteur. Dans un tel contexte, la mise en lumière par le biais de la télédétection d'un développement massif de l'agriculture irriguée porté par des agriculteurs familiaux ne suffit pas à faire de ces pratiques une forme d'irrigation qui soit légitime aux yeux des décideurs (Venot *et al.*, 2021).

En tant que chercheur en sciences sociales, nous insistons sur la complexité et la diversité de ces pratiques et appelions à ce qu'elles soient accompagnées dans le cadre de politiques publiques, au nom des bénéfices que les agriculteurs familiaux en retireraient. Un tel discours ne nous a pas vraiment permis d'asseoir la légitimité de telles pratiques. Peut-être aurions-nous dû, alors, accepter de faire de ces processus dynamiques un « type » ou, pour reprendre le terme, une classe d'irrigation en tant que telle. Sur cette base, nous aurions pu générer une tout autre carte des superficies irriguées qui aurait mis en avant non pas le nombre de saisons de culture ou le type de ressource en eau, mais les modalités de développement de l'irrigation. Nous aurions alors amené à voir une tout autre réalité qui aurait peut-être acquis une certaine légitimité.

CONCLUSION

Dans un article de 1980, Langdon Winner pose la question : « les artefacts sont-ils politiques ? », et souligne qu'il s'agit là d'une question controversée. La controverse tient notamment au fait que la réponse que chacun ou chacune apporte est ancrée dans une culture épistémologique particulière, et donc liée à un ancrage disciplinaire, mais aussi au fait que le terme politique est, lui-même, polysémique. En sciences sociales, la réponse sera très souvent un « oui, bien entendu » ; en sciences naturelles, au contraire, la réponse sera très souvent « non, comment un objet pourrait-il être politique en tant que tel », ses usages pouvant par contre l'être⁹.

Le fait qu'un artefact soit politique (au sens où il matérialise des choix faits par certains acteurs pour diverses raisons qu'elles soient explicites ou non¹⁰) le rend-il moins pertinent pour autant ? Les analyses de couverture/usages des sols issues de la télédétection relevant de choix souvent individuels et plus ou moins transparents, cela doit-il amener les chercheurs et chercheuses en sciences sociales à ne pas s'en saisir comme cela est, il me semble, encore bien souvent le cas ?

J'espère que le lecteur aura compris que ma proposition est tout autre. En effet, je me suis attaché à décrire une démarche interdisciplinaire dans laquelle un chercheur en sciences sociales se confronte « à la pratique » d'outils qui ne relèvent pas – *a priori* – de son champ disciplinaire. Cela ne veut pas dire faire tout, tout seul (chapitre 8), mais faire un peu, progressivement, et à plusieurs. Je me suis ainsi tout d'abord essayé, à l'aide d'un logiciel, à une classification de couverture/usages des sols, une activité consubstantielle à

9. Catégoriser les pratiques de recherche en deux blocs disjoints est réducteur et ne reflète pas les identités multiples que chaque individu peut revendiquer ni l'hétérogénéité interne à chaque bloc mais cela a ici un intérêt heuristique.

10. Il s'agit là d'une acception large du terme politique, résonnant sans doute plus avec les sciences sociales qu'avec les sciences naturelles pour lesquelles le terme politique reste souvent associé à ce qui relève de mauvaises pratiques et de biais cognitifs qui seraient introduits volontairement pour déformer une « réalité » existant indépendamment de celui ou de celle qui l'observe. Par exemple, il est peu probable qu'un expert en télédétection considère l'index NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, Indice de végétation par différence normalisée), largement utilisé pour caractériser la couverture des sols, comme politique en tant que tel. Par contre, jouer sur les valeurs de cet index et sur les noms des classes associées à différentes valeurs pourra être vu comme politique.

la télédétection. Ce bricolage, associé plus tardivement aux cadres théoriques de l'étude des sciences et techniques, m'a permis de mieux comprendre ce qui se jouait dans de telles pratiques. Sur cette base, j'ai ensuite pu dialoguer avec des collègues ayant une expertise plus poussée en la matière, ce qui, dans certains cas, a abouti à des choix de classification différents de ceux qu'ils avaient pu envisager. Je n'ai pas d'expérience contrefactuelle à opposer mais je pense que cette co-construction de l'analyse n'aurait pas eu lieu si je n'avais « pratiqué » la télédétection en amateur. Mais je n'ai fait que soulever le couvercle de la boîte. La façon dont les algorithmes sont construits et fonctionnent reste l'apanage de collègues avec qui j'ai appris à discuter et à travailler. Je ne saurai dire si je m'enfoncerai plus profond dans les entrailles de cette boîte : cela dépendra de l'inspiration du moment et des rencontres. C'est aussi cela l'interdisciplinarité : se laisser porter.

La démarche interdisciplinaire que je décris demande d'aller au-delà d'un certain inconfort pratique¹¹ et de « donner leur chance » à des méthodes qui ne font pas partie de la boîte à outils classique d'une discipline donnée. Je me suis attaché à discuter de la télédétection (qui me semble avoir une aura et un pouvoir d'attraction bien distinct) mais j'aurais tout aussi bien pu parler de modélisation hydrologique ou d'approches participatives. Mais au-delà d'un inconfort pratique, pour un chercheur ou une chercheuse en sciences sociales revendiquant une approche dite « critique », utiliser de tels outils nécessite d'aller au-delà d'un inconfort qui est aussi « conceptuel ». Il s'agit d'accepter une certaine normativité dans une posture que l'on pourrait qualifier de réalisme critique, revendiquée à la fois par des chercheurs en *political ecology* (Forsyth, 2001) et en géographie physique critique (Lave *et al.*, 2018).

Il ne s'agit pas là d'une proposition nouvelle. L'utilisation de méthodes mixtes est depuis bien longtemps une réalité pour de nombreuses disciplines. Depuis 25 ans, de nombreux chercheurs en sciences sociales ont notamment appelé à se saisir de la télédétection en conjonction avec d'autres approches (Liverman *et al.*, 1998 ; Turner, 2003 ; Brondizio et Chowduri, 2010 ; Kugler *et al.*, 2019), y compris dans une perspective émancipatrice et écoféministe (Liftin, 1997 ; Dodge et Perkins, 2009). Ce n'est pas une proposition nouvelle mais il me semble important de la réitérer dans un contexte de débat sur ce qui constitue une « science légitime » et dans lequel les outils comme la télédétection, souvent mis au service d'une science qui se veut globale et porteuse de solutions (fréquemment techno-managériales), tendent à devenir hégémoniques.

Adopter un positionnement critique soulignant que ces approches ne permettent pas de rendre compte de la complexité du monde et/ou renforcent des façons de voir, de comprendre et d'agir qui sont dominantes et en excluent d'autres est certes nécessaire. Ce n'est, je pense, pas suffisant. Cela reste à mon sens une solution de facilité et qui n'entame en rien leur légitimité – comme peut d'ailleurs le souligner Marcel Kuper (chapitre 3) sur un tout autre sujet, le goutte-à-goutte. S'appropriier ces approches, qui ont une dimension normative et prescriptive, mais pour faire valoir d'autres postulats me semble nécessaire. Cela relève d'une interdisciplinarité qui se veut engagée. Il s'agit bien alors de naviguer entre ces deux positionnements – critique et prescriptif –, de « jouer sur les deux tableaux », au gré des discussions, des rencontres, des opportunités et des intérêts du moment. Nous avons tous de multiples facettes, alors pourquoi ne pas

11. Pour moi, cela a consisté en la lecture d'un manuel d'utilisation d'un logiciel faisant référence à des concepts physiques que j'avais laissés de côté depuis le lycée.

accepter d'adopter différentes postures de recherche – même si elles peuvent paraître antinomiques de prime abord.

Pour remettre en perspective cette proposition, sans doute me faut-il préciser d'où je parle. Trajectoires et positionnements personnel et collectif déterminent en effet en grande partie jusqu'où chacun souhaitera et pourra ouvrir les différentes boîtes à outils disciplinaires et aller au-delà du double inconfort pratique et conceptuel que cela implique.

D'aucuns auraient préféré que je commence cette contribution par me présenter mais terminer par cela permet, il me semble, de jeter un autre regard sur ce qui précède. J'ai des bases en mathématique, en physique et en biologie datant de classes préparatoires scientifiques, à l'issue desquelles j'ai suivi une formation d'ingénieur agronome. Tout cela est bien lointain maintenant. Je revendique le fait que mes recherches, mobilisant études des sciences et techniques et anthropologie du développement, relèvent des sciences sociales, et ce même si je n'ai pas réellement suivi de formation académique dans ces domaines. Entre-temps, mon inscription en thèse s'est faite dans un laboratoire de géographie où je ne suis allé, physiquement, que trois demi-journées. Cette hybridation continue, qui s'est faite au gré des rencontres et des circonstances, joue clairement un rôle dans mon intérêt à me saisir de différents cadres théoriques, approches et outils. Mais j'ai peut-être aussi simplement une fascination particulière pour les cartes et la spatialisation des dynamiques sociales. J'ai cru comprendre que c'était cela qui faisait un géographe, ce que je revendique très rarement, et seulement quand « les autres » insistent...

BIBLIOGRAPHIE

- Aires F., Venot J.-P., Massuel S., Gratiot N., Pham-Duc B. et Prigent C., 2020. Surface water evolution (2001–2017) at the Cambodia/Vietnam border in the Upper Mekong Delta using Satellite MODIS Observations. *Remote Sensing*, 12 (5), 800.
- Braun A.C., 2021. More accurate less meaningful? A critical physical geographer's reflection in interpreting remote sensing land-use analysis. *Progress in Physical Geography*, 45 (5), 706-735.
- Brondizio E.S. et Chowdhury R., 2010. Spatial-temporal methodologies in environmental anthropology: geographic information systems, remote sensing, landscape changes and local knowledge, in Vaccaro I., Smith E.A. et Aswani S. (eds), *Environmental Social Science: Methodologies and Research Design*, Cambridge, Cambridge University Press, 266-298.
- Dodge M. et Perkins C., 2009. The “view from nowhere”? Spatial politics and cultural significance of high-resolution satellite imagery. *Geoforum*, 40 (4), 497-501.
- Forsyth T., 2001. Critical realism and political ecology, in López J. et Potter G. (eds), *After Postmodernism: An Introduction to Critical Realism*, Londres, The Athlone Press, 146-154.
- Kugler T.A., Grace K., Wrathall D.J., de Sherbinin A., van Riper D., Aubrecht C., Comer D., Adamo S.B., Cervone G., Engstrom R., Hultquist C., Gaughan A.E., Linard C., Moran E., Stevens F.R., Tatem A., Tellman B. et van den Hoek J., 2019. People and pixels 20 years later: the current data landscape and research trends blending population and environmental data. *Population and Environment*, 41 (2), 209-234.
- Lave R., Biermann C. et Lane S.N., 2018. Introducing critical physical geography, in Lave R., Biermann C. et Lane S.N. (eds), *The Palgrave Handbook of Critical Physical Geography*, Cham, Palgrave Macmillan, 3-21.
- Liftin K.T., 1997. The gendered eye in the sky: a feminist perspective on earth observation satellites. *Frontiers: A Journal of Women Studies*, 18 (2), 26-47.
- Liverman D., Moran E.F., Rindfuss R.R. et Stern P.C. (eds), 1998. *People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science*, Washington D. C., National Academy Press.

- Robbins P. et Maddock T., 2000. Interrogating land cover categories: metaphor and method in remote sensing. *Cartography and Geographic Information Science*, 27 (4), 295-309.
- Thenkabail P.S., Biradar C.M., Noojipady P., Dheeravath V., Li Y., Velpuri M., Gumma M., Gangalakunta O.R.P., Turrall H., Cai X., Vithanage J., Schull M.A. et Dutta R., 2009. A Global Irrigated Area Map (GIAM) using time-series satellite sensor, secondary, Google Earth, and Groundtruth data. *International Journal of Remote Sensing*, 30 (14), 3679-3733.
- Turner M.D., 2003. Methodological reflections on the use of remote sensing and geographic information science in human ecology research. *Human Ecology*, 31 (2), 255-279.
- Venot J.-P., Bowers S., Brockington D., Komakech H., Ryan C., Veldwisch G.J. et Woodhouse P., 2021. Below the radar: data, narratives and the politics of irrigation in Sub-Saharan Africa. *Water Alternatives*, 14 (2), 546-572.
- Venot J.-P. et Molle F., 2008. Groundwater depletion in the Jordan highlands: can pricing policies regulate irrigation water use? *Water Resource Management*, 22 (12), 1925-1941.
- Venot J.-P., Turrall H., Samad M. et Molle F., 2007. Shifting waterscapes: explaining basin closure in the Lower Krishna Basin, South India, IWMI Research Report 121, Colombo (Sri Lanka), International Water Management Institute.
- Venot J.-P., Vos J., Molle F., Zwarteveen M., Gert Jan Veldwisch G.J., Kuper M, Mdee A., Ertsen M., Boelens R., Cleaver F, Lankford B., Swatuk L., Linton J., Harris L.M., Kemerink-Seyoum J., Michelle Kooy M. et Schwartz K., 2022. A bridge over troubled waters. *Nature Sustainability*, 5 (2), 92.
- Winner L., 1980. Do artifacts have politics? *Daedalus*, 109 (1), 121-136.

Partie 2

Déployer l'interdisciplinarité sur les territoires de l'eau

Cette partie illustre des interdisciplinarités construites à partir de l'irruption des terrains et de leurs acteurs. Les récits montrent la construction axiologique de l'interdisciplinarité au contact des situations observées et les formes d'engagement des chercheurs pour produire des savoirs alternatifs sur l'eau.

Veronica Mitroi est sociologue, Jean-François Humbert et Catherine Quiblier sont écologues. À trois, ils nous offrent le récit d'un dialogue exigeant qui se déploie dans deux directions : du côté de l'interdisciplinarité entre sociologie et écologie d'une part, et entre scientifiques et acteurs de l'eau de l'autre. Ce dialogue s'enracine dans un problème très concret et sur un terrain bien circonscrit : la présence de cyanobactéries dans la lagune Aghien en Côte d'Ivoire. On voit que les cyanobactéries sont des microorganismes réunissant beaucoup de monde. On voit aussi que c'est autour de ce terrain et des relations qu'il crée que l'ensemble des acteurs aboutit à une reformulation du projet de départ, en déplaçant les termes du débat et même la place des différents acteurs dans le dispositif de recherche.

Deux hydrogéologues, Ahmed Salem Mohamed et Christian Leduc, et une anthropologue, Jeanne Riaux, entament une aventure interdisciplinaire dans le parc du Diawling en Mauritanie hors-cadre habituel de projet. Éliminant la voix (parfois) prépondérante du bailleur de fonds, et ses termes de références, dont les contraintes en termes d'orientation et de temps, les chercheurs cheminent à leur rythme. La construction d'une interdisciplinarité « par le bas » leur permet d'éviter des écueils évoqués dans d'autres chapitres de ce livre. Ils se focalisent ici sur leur long travail de « composition » pour définir un fil rouge et une méthode à leur rencontre interdisciplinaire. L'aventure continue et enrôle d'autres personnes intéressées autant par ce qui est devenu projet, l'hydrogéologie en société, que par la démarche.

Carole Barthélémy, sociologue, et Jean-Michel Olivier, hydrobiologiste, retracent les conditions de collaboration qui se sont tissées entre sciences sociales et sciences de l'environnement autour du Rhône depuis 1970. Le récit montre le poids des asymétries entre disciplines, et notamment la prééminence de l'écologie pour répondre aux enjeux environnementaux soulevés par les nouveaux aménagements hydrauliques ou la restauration écologique de ce grand fleuve. L'appui institutionnel aux sciences sociales a permis de construire des champs de recherche, d'ouvrir les réflexions aux conditions sociales des politiques publiques menées sur le Rhône. Les auteurs concluent sur la nécessité de poursuivre les collaborations interdisciplinaires pour élaborer des réponses originales à l'urgence hydro-climatique en concertation avec les riverains, les élus et les acteurs locaux.

Chapitre 5

Récit socio-écologique des cyanobactéries de la lagune Aghien (Côte d'Ivoire).

L'interdisciplinarité à l'épreuve du terrain

Veronica Mitroi, Jean-François Humbert et Catherine Quiblier

« La lagune que vous voyez là, elle aussi elle vit, elle aussi elle meurt. »
Enseignant, village Aghien Télégraphe, Côte d'Ivoire

73

PRÉAMBULE

Nous partageons dans ce récit l'expérience interdisciplinaire vécue par une équipe de sociologues et d'écologues français et ivoiriens, qui ont réuni leurs expertises, leurs questionnements et leurs méthodes de travail autour de ces organismes microscopiques que sont les cyanobactéries. Les questions qui nous ont amenés à revenir sur cette expérience collective et à en faire le récit concernent d'un côté les apprentissages interdisciplinaires et, de l'autre, les possibilités de mise en dialogue du travail scientifique autour de ces microorganismes avec les sociétés humaines, qui sont directement concernées mais ignorent souvent leur existence. Du point de vue de la recherche, il s'agissait de mieux comprendre les proliférations de cyanobactéries, qui sont considérées comme un très bon indicateur du processus d'eutrophisation¹ lié aux rejets issus d'activités humaines. Ces proliférations, qu'on appelle également *blooms*, représentent un risque environnemental et sanitaire non négligeable pour des usages essentiels de l'eau, à l'instar de la production d'eau potable. Face à ces enjeux scientifiques et sociétaux, une équipe d'écologues français et ivoiriens² a initié une collaboration interdisciplinaire avec des sociologues³ dans le cadre d'un projet de recherche international intitulé WaSaf - Monitoring and management of water surface ecosystems in Africa. Ce projet (2015-2021) concernait trois écosystèmes d'eau douce de surface utilisés pour la production d'eau potable dans trois pays d'Afrique subsaharienne (Sénégal, Côte d'Ivoire et Ouganda).

1. L'eutrophisation d'origine anthropique est définie comme « la surproduction de matières organiques induite par des apports anthropiques en phosphore et en azote » (ESCO eutrophisation, 2017).

2. Jean-François Humbert (coordinateur du projet) et Pierre-Yves Bulot (iEES Paris, Institut d'écologie et des sciences de l'environnement), Catherine Quiblier et Cécile Bernard (MNHN Paris), Marc Bouvy et Marc Trousselier (UMR MARBEC, Marine Biodiversity, Exploitation and Conservation), Bernard Montuelle (UMR CARRTEL, Centre alpin de recherche sur les réseaux trophiques et les écosystèmes limniques), côté français, ainsi que Mireille Dosso, Julien Coulibaly Kalpy, Aminata Ouattara (Institut Pasteur Abidjan), Félix K. Konan (Université de Daloa), Mathias K. Koffi, Éric Kouamé et Rosine Y. Djeha (doctorants), côté ivoirien.

3. Veronica Mitroi (post-doctorante iEES Paris) et José-Frédéric Deroubaix (LEESU, Laboratoire eau, environnement et systèmes urbains, ENPC, École nationale des ponts et chaussées), côté français, ainsi que Mariatou Koné, Oleh Kam, Fulbert Tra, Ibo Jonas et Crislian Kouadio Ahi (doctorant) de l'université Félix Houphouët-Boigny, côté ivoirien.

Les objectifs initiaux du projet WaSAf étaient (i) de réaliser un diagnostic de l'état écologique actuel et de la vulnérabilité des trois écosystèmes étudiés, (ii) de proposer des méthodologies de suivi sur le long terme de la qualité de l'eau et (iii) de contribuer à la mise en œuvre d'observatoires de ces écosystèmes afin de bancariser les données du suivi et de contribuer à une gestion durable de ces milieux. Notre récit portera uniquement sur les travaux réalisés en Côte d'Ivoire sur la lagune Aghien, où plusieurs approches et dispositifs de recherches interdisciplinaires ont été mis en place par le collectif du projet, en interaction étroite avec des acteurs locaux.

Dans ce chapitre, nous reviendrons sur les trois principales étapes du projet, qui ont représenté autant de moments de définition des objectifs et de structuration du travail interdisciplinaire : (i) la structuration d'une équipe autour d'un objet de recherche commun ; (ii) la définition d'une problématique de recherche partagée ; et (iii) la volonté d'établir un dialogue avec des acteurs de la société. Ces trois étapes ont été autant de « points de passage obligés » (Akrich *et al.*, 2006), en termes de mobilisation des collaborateurs et des « alliés » (chercheurs et acteurs de la société), d'apprentissages et de recherche d'une compréhension partagée des cyanobactéries. Ce récit retrace la manière dont ces alliances visant la production de « savoirs actionnables » (Mormont, 2007), à même d'induire un changement dans les pratiques et les politiques de l'eau, se sont constituées, les difficultés rencontrées et les appropriations qui ont été rendues possibles. Notre chemin vers l'interdisciplinarité, dans le but de rendre utiles les résultats de nos recherches pour la société, s'est réalisé en deux étapes principales. La première était de déterminer comment les chercheurs pouvaient procéder afin que les cyanobactéries deviennent un objet qui ait du sens localement. La seconde consistait à permettre aux acteurs locaux de faire évoluer leur position par rapport à ces microorganismes qui sont des révélateurs de l'augmentation de la pollution dans la lagune.

CONNAÎTRE LES CYANOBACTÉRIES

Élargissement du collectif de recherche au-delà de la communauté des écologues

Les cyanobactéries ont une histoire sur terre de près de trois milliards d'années. Cette histoire est celle d'un extraordinaire microorganisme qui, en inventant la photosynthèse oxygénique, a conduit à un enrichissement en oxygène de l'atmosphère terrestre, ce qui a permis l'émergence de nouvelles formes de vie sur Terre. Présentes dans tous les milieux disposant d'un accès à la lumière nécessaire à la photosynthèse, les cyanobactéries continuent de contribuer au bon fonctionnement de notre planète, en fournissant une partie importante de l'oxygène que nous respirons et en produisant de la matière organique utilisée par beaucoup d'organismes.

Au-delà de leur intérêt évident pour les chercheurs en écologie, connaître les cyanobactéries représente aussi un enjeu social fort. Dans les milieux aquatiques composés d'eau douce, les cyanobactéries peuvent proliférer lorsque les conditions environnementales leur sont favorables. Ces proliférations perturbent le fonctionnement des écosystèmes et peuvent être dangereuses pour la santé humaine et animale car certaines espèces de cyanobactéries sont capables de synthétiser des toxines.

Dans la plupart des plans d'eau et rivières des pays du Nord, les cyanobactéries font l'objet d'une surveillance qui peut conduire, lors des périodes de proliférations, à des restrictions, voire des interdictions, d'usages (baignade, pêche, production d'eau potable) (Levain *et al.*, 2017). Dans les pays du Sud, l'immense majorité des écosystèmes aquatiques

continentaux n'est pas surveillée et les risques sanitaires et environnementaux associés aux proliférations de cyanobactéries sont très peu pris en compte par les pouvoirs publics.

Initialement pensé comme un projet d'écologie centré sur l'étude de la dynamique de développement des cyanobactéries dans des plans d'eau africains utilisés pour la production d'eau potable, le bailleur (FFEM/AFD, Fonds français pour l'environnement mondial/Agence française de développement) a demandé, lors de l'évaluation initiale du projet, que la « dimension sociale » des cyanobactéries soit incluse dans les objectifs. Il s'agissait en particulier d'identifier les « pressions anthropiques » locales s'exerçant dans le bassin versant des plans d'eau étudiés et leurs impacts sur la qualité de leurs eaux. Jean-François Humbert, coordinateur du projet, a alors budgétisé un post-doctorat pour Veronica Mitroi, avec laquelle il avait précédemment travaillé dans le cadre d'un projet interdisciplinaire portant sur l'évaluation de la qualité de plans d'eau en Île-de-France (Mitroi *et al.*, 2022a). Son recrutement a ouvert la possibilité de collaborations avec d'autres collègues sociologues et le développement d'une réflexion plus approfondie sur les rapports entre eau et société. Les sociologues ont proposé de travailler sur des questions relatives aux représentations locales sur la qualité des milieux aquatiques, les facteurs de dégradation et les risques sanitaires associés, ainsi qu'aux formes d'organisation et de gestion locale de ces pratiques et usages de l'eau, ce qui a été facilement accepté par le chef du projet.

La lagune Aghien : du croisement de regards à l'émergence de questionnements communs

La lagune Aghien est située à l'extrémité d'un réseau lagunaire qui entoure l'agglomération d'Abidjan. Cette lagune d'eau douce reçoit les eaux de trois rivières polluées par les eaux usées et/ou les activités agricoles. Huit villages et une dizaine de campements regroupant plus de 12 000 personnes sont installés à proximité immédiate de la lagune.

Au début des années 2000, la lagune avait été identifiée, par les institutions ivoiriennes du secteur de l'eau, comme une ressource potentielle pour la production d'eau potable⁴ pour l'agglomération d'Abidjan (Mitroi *et al.*, 2022b). Pourtant, des expertises antérieures (Humbert, 2012) avaient déjà signalé qu'elle était vulnérable aux proliférations de cyanobactéries et que cela constituait un problème potentiel pour le projet de production d'eau potable mené par l'État. Au moment du montage du projet WaSAF, aucun suivi de la qualité de la lagune n'était réalisé par l'institution en charge de la protection des milieux aquatiques (Minef, Ministère des Eaux et forêts) ou par celle en charge de la production d'eau potable (Onep, Office national de l'eau potable). Ces institutions étatiques étaient les partenaires institutionnels du projet et les bénéficiaires pressentis des méthodologies de suivi que le projet devait permettre de proposer.

Pour réaliser l'évaluation écologique et sociologique de la lagune pendant la première année du projet, chaque discipline a travaillé séparément. Les écologues ivoiriens prélevaient des échantillons d'eau chaque mois afin de déterminer l'état trophique de la lagune et l'importance relative des cyanobactéries dans les communautés phytoplanctoniques. De leur côté, les sociologues organisaient et menaient un travail d'enquête pour comprendre comment les villageois se représentent la lagune et son degré de dégradation, et comment est perçue, ou pas, la présence des cyanobactéries.

4. La construction d'une usine de production d'eau potable utilisant les eaux de la lagune et localisée à son extrémité nord-ouest a d'ailleurs démarré en 2021.

Suite à cette phase de diagnostic, les constats dressés par les deux disciplines étaient sans équivoque mais très contrastés. Le constat des écologues était que la lagune se trouvait dans un état très dégradé (hyper-eutrophisation) avec des cyanobactéries potentiellement productrices de toxines présentes en abondance (figure 5.1A) (Ahoutou *et al.*, 2021). De leur côté, les enquêtes des sociologues mettaient en évidence le fait que la lagune était fortement valorisée localement et qu'elle était utilisée par la plupart des habitants comme une extension de l'espace villageois pour diverses activités domestiques (baignade, vaisselle, cuisine, approvisionnement occasionnel en eau, lavage, etc.), économiques (préparation de l'attiéké, pêche, transport) ou encore socio-culturelles (baignade pour les enfants, etc.) (figure 5.1B) (Kouadio *et al.*, 2020).



Figure 5.1. Images de la lagune Aghien et des travaux scientifiques menés sur cette lagune (sources : clichés A et B, Jean-François Humbert ; clichés C et D, Veronica Mitroï).

A. Prolifération de cyanobactéries visible à la surface de l'eau (trainées vertes). B. Diversités des usages de la lagune (baignade et usages domestiques). C. Installation des enceintes expérimentales (mésocosmes) sur la lagune. D. Laboratoire d'analyse de l'eau installé dans un village de la lagune.

La lagune n'était pas perçue par les villageois comme étant « dégradée », alors que les habitants savaient très bien reconnaître les proliférations de cyanobactéries qui provoquent un changement de la couleur de l'eau vers le vert intense (figure 5.1, photos A. et B.). Mais ces « manifestations » observées dans la lagune n'avaient localement ni la « même réalité », ni le même sens que pour les chercheurs. Les villageois décrivaient les cyanobactéries comme des « petites billes vertes » flottant à la surface de l'eau, appelées aussi « caca de poisson » ou « caca d'*Ahoubé* », en référence à un poisson saisonnier dont la présence est associée aux changements de couleur de la lagune. La couleur verte n'était donc pas du tout perçue comme un potentiel danger écologique ou sanitaire, bien au contraire, elle était considérée comme un très bon signe pour la pêche⁵.

Ces premiers résultats nous ont conduits à discuter des possibilités de mettre en dialogue les savoirs des chercheurs et ceux des villageois, à travers notamment la mise en place d'un dispositif de type science participative, ce qui a fait évoluer les rôles de chaque discipline et leur interaction. Si, pendant la première partie du projet, les sociologues jouaient, par le biais de leurs enquêtes, un rôle de « porte-paroles » des représentations locales⁶, la mise en place d'un dispositif participatif impliquait de faire interagir directement les communautés locales avec les écologues. Ce changement de posture n'était pas évident pour tous les chercheurs participant au projet. Du côté des chercheurs français, si les trois cosignataires de l'article ont été les moteurs de la mise en place d'une démarche de suivi participatif, il a fallu convaincre les autres écologues de l'intérêt scientifique et social de cette démarche. Les collègues ivoiriens ont très vite compris l'intérêt éducatif de cette approche mais, dans le même temps, ils étaient très prudents et voulaient garder un contrôle sur les conditions d'implication des villageois. Il est intéressant de souligner que toutes ces postures n'étaient pas prédéfinies et qu'elles ont été négociées et « ajustées » au fur et à mesure des échanges entre collègues et avec les villageois, comme nous l'expliquerons par la suite.

Faire surveiller les cyanobactéries par les populations

Les objectifs du dispositif de suivi participatif des cyanobactéries étaient de déterminer dans quelles conditions l'implication des populations locales dans la surveillance de ces microorganismes pouvait être complémentaire avec celle réalisée par l'Institut Pasteur d'Abidjan et faciliter l'appropriation locale des savoirs produits et la mise en débat des causes des proliférations de cyanobactéries et des risques sanitaires associés.

Le suivi mis en place dans trois villages reposait sur l'utilisation d'une application smartphone développée sur la plateforme Epicollect5. Cette application permettait de prendre des photos géolocalisées et datées et de renseigner un petit questionnaire. Les sociologues ont travaillé sur les modalités d'implication des villageois et l'évaluation de l'impact de la démarche pour les communautés participantes. La mise en place du suivi participatif a été préparée par un travail de concertation avec les chefferies des trois villages et la réalisation de focus groupes lors desquels nous avons mis en discussion

5. Une observation qui a un sens du point de vue écologique car les milieux très riches en nutriments comme la lagune Aghien sont très productifs en poissons. Cependant, lors de fortes proliférations de cyanobactéries, le manque d'oxygène peut provoquer une forte mortalité chez ces poissons.

6. Un rôle très fréquemment assigné aux sciences sociales dans les projets interdisciplinaires autour de l'eau (Barataud *et al.*, 2018).

l'utilité du suivi et la manière dont il pourrait être réalisé. Lors des focus groupes (réalisés avec des femmes, des jeunes et des hommes exerçant différentes activités), nous avons pu valider collectivement les visions locales sur les cyanobactéries (la manière dont ils les identifient, les nomment, interprètent leur présence). Les écologues ont expliqué aux villageois comment reconnaître les cyanobactéries et pourquoi il était important de surveiller leur développement.

Les chefferies ont ensuite identifié dans chaque village une « sentinelle » référente, à qui l'équipe a fourni un téléphone portable en échange de l'engagement de faire chaque semaine un « rapport » sur l'état de la lagune à un endroit défini avec les chercheurs. Les sentinelles (un instituteur, un représentant des jeunes et un représentant de la chefferie) étaient aussi chargées d'aider les autres villageois pour l'installation et l'usage de l'application.

Pendant les deux années de recueil de données, 443 rapports accompagnés de photos ont été déposés sur le site Internet dédié. Les données du suivi participatif étaient cohérentes par rapport à celles collectées lors du suivi réalisé par l'IP d'Abidjan, les pics de cyanobactéries observés par l'IP étant concomitants à l'augmentation du nombre de rapports locaux signalant ces cyanobactéries. Une part importante de ces données a été fournie par les sentinelles, qui ont toutes tenu et même dépassé leurs engagements initiaux (Mitroi *et al.*, 2020). Même si les données du suivi sont librement accessibles en temps réel sur le site dédié, des retours sous forme d'ateliers ont été organisés deux fois par an pour présenter les résultats dans les villages. Un bulletin de santé de la lagune était également publié pour informer les populations de l'état de développement des proliférations de cyanobactéries et rappeler les risques écologiques et sanitaires associés.

APPRIVOISER LES CYANOBACTÉRIES : DU LABORATOIRE À LA SOCIÉTÉ ET *VICE VERSA*

Des mésocosmes pour comprendre le développement des cyanobactéries

Au-delà de la sensibilisation des populations locales aux dangers liés aux proliférations de cyanobactéries, nous cherchions également à sensibiliser les institutions et les populations aux évolutions possibles de la lagune, dans un contexte où l'on assistait à une intensification des activités humaines potentiellement polluantes dans son bassin versant. Afin de pouvoir définir des scénarios sur l'évolution de l'abondance des cyanobactéries et de la production de toxines par ces microorganismes, une approche expérimentale a été mise en place au niveau de deux villages lors de la dernière année du projet. Des dispositifs expérimentaux appelés mésocosmes (faits de sacs en plastique de 250 l arrimés à des chambres à air, figure 5.1C) ont été installés dans la lagune. Ils représentaient des « modèles réduits » de la lagune dans lesquels les chercheurs pouvaient pratiquer des expérimentations dans des conditions proches de celles de la lagune. Grâce à eux, les écologues espéraient déterminer quel était l'élément nutritif (phosphore, azote, ou les deux) ayant le plus d'impact sur le développement des cyanobactéries et la production de cyanotoxines, et si ces cyanotoxines pouvaient s'accumuler dans les tissus des poissons, rendant ainsi leur consommation dangereuse pour l'homme.

L'implication des villages dans cette action se limitait à des réunions avec les chefferies pour expliquer la démarche, obtenir leur accord et l'aide des villageois pour installer les mésocosmes. Dans le but d'associer plus étroitement les enfants à ces expérimentations, Catherine Quiblier, écologue du MNHN (Muséum national d'histoire naturelle),

a réalisé dans les écoles des deux villages le même type d'expériences en utilisant des flacons remplis avec de l'eau de la lagune.

La participation des sociologues à ce dispositif expérimental était au départ assez réduite et peu définie à l'avance. Il s'agissait principalement d'accompagner Catherine dans les écoles et de poursuivre les entretiens pour qualifier les pressions anthropiques réelles et leur possible évolution. Si les collègues ivoiriens ont beaucoup contribué à la compréhension du contexte local, Veronica, quant à elle, a commencé à s'intéresser de plus en plus aux interactions entre chercheurs et villageois et à la manière dont les visions de ces derniers sur la lagune évoluaient durant le projet. Ainsi est née l'idée d'inviter Monica Jeler, une collègue anthropologue⁷, pour filmer la mise en place de l'expérimentation et le travail des chercheurs sur « le terrain » au contact des villageois.

« Donner à voir » les cyanobactéries : le chemin du laboratoire

Un enjeu majeur des expérimentations était de « donner à voir » les cyanobactéries aux scientifiques, aux populations locales et aux décideurs. Un travail très minutieux et basé sur des protocoles précis s'est mis en place pour déterminer comment les cyanobactéries réagissaient aux diverses situations expérimentales. Chaque matin, un prélèvement d'eau était réalisé dans chacun des mésocosmes. Les échantillons récoltés étaient ensuite filtrés en vue de quantifier les concentrations en chlorophylle *a* (indicatrices de la biomasse du phytoplancton, dont les cyanobactéries), les toxines produites par les cyanobactéries et les microorganismes présents (bactéries et microalgues). 120 filtrations étaient réalisées chaque jour de l'expérimentation. Certains filtres étaient traités sur place, d'autres étaient conditionnés pour être ensuite examinés à Abidjan, à Paris ou à Montpellier. En complément de ce travail, une série de paramètres physico-chimiques était directement mesurée dans chacun des mésocosmes à l'aide d'une sonde dotée de différents capteurs (turbidité, concentrations en oxygène, etc.).

Les sociologues regardaient avec fascination cette équipe de 10-15 écologues qui travaillaient dans une parfaite synchronisation, chacun avec une tâche bien définie. Jamais une équipe de sociologues n'a connu une telle discipline sur le terrain ! Cette rigoureuse organisation était pourtant indispensable pour construire la « preuve scientifique » (Latour, 1995) des changements intervenant dans les mésocosmes au cours de l'expérimentation. À partir de toutes les analyses réalisées, les écologues ont pu faire le récit de l'évolution des communautés microbiennes dans les mésocosmes en fonction des traitements appliqués (Ahoutou *et al.*, 2022).

« Donner à voir » aux villages : « Il y a tout ça dans notre lagune ? »

Pour les populations locales, découvrir les « cyanobactéries des chercheurs » relevait quasiment d'une rencontre de troisième type. Il fallait trouver un « moyen de communication » pour mettre en relation le monde microscopique de la lagune, les méthodes de travail des chercheurs et les populations locales. Si un simple microscope (figure 5.1D.) était suffisant pour « donner à voir » ces microorganismes, il était aussi nécessaire de

7. Monica Jeler était étudiante en anthropologie visuelle à Goldsmiths, University of London, et à la recherche d'un sujet pour réaliser un film de fin d'étude. Ancienne collègue de faculté et amie de Veronica, elles ont toutes deux organisé la venue de Monica en Côte d'Ivoire pour filmer la vie autour de la lagune Aghien et les expérimentations en mésocosmes.

« donner un sens » à leur présence, de construire un (ou plusieurs) récit(s) pour expliquer ce qui favorise leur multiplication, de déterminer comment les cyanobactéries interagissent avec les autres organismes aquatiques (micro- et macro-algues, poissons) et comment les activités humaines affectent leur croissance, et enfin d'évaluer comment les villages sont affectés en retour.

Avant d'arriver « à voir » et à comprendre les cyanobactéries suivies par les chercheurs, les villageois ont d'abord observé les chercheurs eux-mêmes et leurs étranges dispositifs expérimentaux. Dès l'installation des mésocosmes dans la lagune, ces chercheurs sont devenus l'attraction principale et étaient interpellés sur l'objectif et l'utilité des expérimentations. En cherchant un langage accessible à tous, ils tâtonnaient, soignaient leurs réponses, utilisaient des métaphores :

« Villageois : Vous faites quoi avec ces sacs dans l'eau ?

Écologue : Nous voulons faire un bilan de l'état de santé du lac, comme quand vous allez chez le médecin. Vous avez remarqué ces petites billes vertes qui flottent dans l'eau à certaines époques ? Nous voulons comprendre pourquoi elles se développent. S'il y en a trop, c'est un signe d'obésité du lac. Imaginez quelqu'un qui mange trop, beaucoup plus que ce dont son organisme a besoin. Il finit souvent par devenir gros et tomber malade. La lagune, c'est un peu pareil⁸. »

Malgré les nombreuses discussions et explications, le doute persistait sur la compréhension des risques par les populations :

« Écologue : Tu crois qu'ils ont compris, que ça "leur parle" ?

Sociologue : Je ne sais pas. Ils disent que "l'eau coule", et donc que tout ce qui arrive dans la lagune finit par s'en aller. C'est comme-ci, pour eux, la pollution ne s'accumule pas dans la lagune, ils disent même que la lagune "ne se salit pas". L'eau est là pour "se nettoyer", "se purifier", "se fortifier". Je crois qu'il faut leur montrer ce qu'il y a dedans⁹. »

Petit à petit, les deux sites accueillant les mésocosmes et le laboratoire sont devenus des lieux animés où des villageois venaient discuter avec les chercheurs, poser des questions et exprimer leurs préoccupations. Les plus curieux ont pu regarder dans les microscopes et voir les cyanobactéries comme les chercheurs (figure 5.1D). Les villageois ont alors découvert, avec une émotion certaine, la diversité de ces microorganismes. Mais loin de provoquer de l'inquiétude, la réaction immédiate était plutôt de l'émerveillement et même de la fierté. Le proviseur de l'école d'Aghien Télégraphe affirmait avec une émotion certaine en levant la tête du microscope : « Il y a tout ça dans notre lagune, c'est extraordinaire ! Et on ne le savait même pas ! »

Monica a filmé les chercheurs au travail, posé des questions. Elle filmait sans relâche des scènes de la vie quotidienne autour de la lagune, de même que les expérimentations et les présentations/discussions organisées dans les classes de CM2 et de CE1. Un des professeurs du village a donné le ton : « La lagune que vous voyez là, elle aussi elle vit, elle aussi elle meurt. Nous allons apprendre comment est-ce qu'elle vit, ce qu'elle mange,

8. Extrait d'entretien mené par Veronica Mitroi, village Débarcadère, 17 mars 2019.

9. Extrait d'entretien mené par Veronica Mitroi, village Aghien Télégraphe, 19 mars 2019.

comment elle tombe malade, comment même elle peut mourir¹⁰. » Catherine déroulait ses diapos tout en soulevant des nombreuses questions pour les enfants. Ceux-ci parlaient spontanément des poissons, des lamantins, mais aussi des génies aquatiques (*Mini-wata*) qui « mangent l'homme ». Cette lagune leur paraissait à la fois familière et étrange et magique, ce qui contrastait avec la vision très positiviste des chercheurs.

À la fin du cours, les enfants réalisaient chaque jour des mesures dans des flacons qu'ils avaient préparés avec Catherine et constataient le changement de la couleur de l'eau et la croissance des microalgues et des cyanobactéries. Le dernier jour, il était demandé aux enfants de dessiner la lagune. Tous les organismes vivants, y compris des micro-organismes, « fleurissaient » sur les planches, un signe pour nous que le message était passé.

S'APPROPRIER LES CYANOBACTÉRIES

L'épineuse question du « retour » des savoirs

La question de la préparation et de la restitution des données dans les villages a été une véritable épreuve de notre collaboration interdisciplinaire. Si, pour les données issues du suivi participatif, les retours étaient faciles à réaliser parce qu'il agissait de données d'observation, le retour des données expérimentales des mésocosmes était plus complexe. La complémentarité des deux démarches a conduit l'équipe à réaliser des restitutions conjointes des résultats obtenus par ces deux approches. C'est ainsi que l'idée initiale de présenter des graphiques a vite été abandonnée, sous prétexte qu'ils seraient trop difficiles à comprendre. Pour les collègues écologues, il était surtout très difficile d'expliquer leurs résultats sans se départir d'une rigueur scientifique et d'un langage précautionneux soulignant les incertitudes liées à l'extrapolation de la situation expérimentale à l'ensemble de la lagune. La formulation des scénarios d'évolution de la lagune nécessitait notamment d'établir des équivalences entre les « nutriments » ajoutés dans les mésocosmes et les « sources de pollution » dans le bassin versant de la lagune, que les chercheurs n'étaient pas en mesure de quantifier.

La restitution des résultats a été finalement réalisée à travers l'organisation de projections dans les deux villages du film réalisé par la collègue anthropologue, ce qui a donné lieu à des débats très riches. Le film permettait d'associer le travail des chercheurs et les pratiques locales, et ainsi de faciliter la mise en débat des facteurs de dégradation de la lagune. On peut y voir comment, durant les expérimentations réalisées par les scientifiques, la vie dans les villages suivait son rythme :

« Ici, des enfants se baignent alors que, juste à côté, quelques jeunes filles font la vaisselle et qu'un peu plus loin, on lave les pagnes. La doyenne d'un des villages est décédée durant la mission. On sacrifie une vache dont on vide et nettoie les entrailles directement dans l'eau, à quelques mètres des autres activités et des mésocosmes¹¹. »

Vers la fin de notre mission, nous avons été confrontés à un constat, à savoir la grande vulnérabilité de cet écosystème, qui se manifestait dans les premiers résultats de nos expérimentations, comme un miroir de l'observation des multiples usages de cette lagune et des pollutions provenant de ses abords immédiats et de son bassin versant éloigné.

10. *Ibid.*

11. Extrait d'entretien mené par Veronica Mitroi, village Débarcadère, 17 mars 2019.

Mais, au final, qui parle des cyanobactéries ?

La projection du film dans chacun des villages et la présentation des posters expliquant les résultats des suivis participatifs et des mésocosmes a donné lieu à des discussions et à des prises de position politique par les représentants des chefferies. Dans un des villages, ce sont surtout les chercheurs qui ont réalisé les présentations, toujours mis au défi de répondre à des questions qui étaient plus d'ordre socio-politique que scientifique. Le passage de « ce qui pousse dans les sacs » à « ce qui pousse dans la lagune » se faisait sans trop de transition. Même si les chercheurs n'étaient pas en mesure de dire qu'elle était l'origine des nutriments présents dans la lagune, la question de la part relative de la pollution arrivant du bassin versant éloigné (zones périurbaines et agricoles) et de celle d'origine locale (villages autour de la lagune) a été au centre de nombreuses discussions.

Dans le deuxième village, le secrétaire du chef du village a fait lui-même la présentation du film, répondait aux questions et expliquait les réponses données par les chercheurs lorsqu'il estimait qu'elles n'étaient pas à la portée de tout le monde. Il s'est complètement approprié le film et le travail des chercheurs, qu'il a accompagné de près. Il faisait volontairement le tour des villages pour expliquer la « fragilité » de la lagune, la nécessité de la protéger. Mais au-delà du travail habituel de « sensibilisation » attendu de la part des chefferies, celles-ci ont bien compris que la protection de la lagune était un enjeu très important, non seulement pour les villages mais aussi pour la ville d'Abidjan. Ils se sont approprié le discours des chercheurs pour essayer de se positionner en « protecteurs » de la lagune, en monnayant des bénéfices attendus pour les communautés (plus d'investissement de l'État pour améliorer les systèmes d'approvisionnement en eau et d'assainissement) : « Nous, on peut faire de la conscientisation si le gouvernement nous installe des latrines et nous aide. Sinon, comment on peut interdire aux gens de faire leurs besoins dans la lagune ? Il faut leur donner une alternative¹². »

Un autre moment important de dialogue a été la réunion de restitution finale du projet WaSAf qui s'est tenue à Abidjan en mars 2022. Cette réunion a réuni des représentants des villages, les sentinelles du suivi participatif et des représentants des principaux ministères concernés (Environnement, Eaux et forêts) et d'institutions telles que l'Office national de l'eau et le district d'Abidjan. Les chercheurs ont présenté les résultats de leurs travaux et les menaces qui pèsent sur la lagune. Après les présentations, des questions de société ont très rapidement été adressées aux institutions par les représentants des villages, notamment sur la gestion foncière du bassin versant de la lagune, les pratiques d'assainissement, la gestion des déchets dans les villages et leurs conséquences en termes de pollution. Les acteurs locaux ont montré une nouvelle fois qu'ils s'étaient bien approprié les « résultats » et les explications fournies par les chercheurs.

Par ailleurs, si le manque de données était jusque-là systématiquement évoqué par les institutions ivoiriennes pour justifier leur inaction, les représentants des communautés ont bien compris qu'il y avait désormais suffisamment de connaissances pour tirer le signal d'alarme et pour motiver la prise de décisions pour protéger la lagune. Ainsi, si l'objectif initial du projet qui consistait à mettre en place un observatoire de l'environnement sur la lagune en collaboration avec les institutions concernées n'a pas pu aboutir pour des raisons de désengagement de ces institutions (y compris de l'AFD

12. *Ibid.*

financeur du projet), le dialogue recherché par l'équipe du projet avec la « société » a pu se construire sur d'autres bases. Cette situation montre que si les résultats du projet ne se sont pas directement traduits en termes opérationnels d'appui à la décision politique, les approches interdisciplinaires développées ont permis de déplacer ou d'exprimer autrement (Barataud *et al.*, 2018) les rapports de force entre autorités abidjanaises et communautés locales, autour de la qualification des causes de la dégradation de la lagune et de la définition des responsabilités de sa protection.

CONCLUSION

Ce cheminement des problématiques de recherche, des méthodes et des interactions entre chercheurs issus de différentes disciplines et acteurs de la société nous permet de formuler quelques observations sur ce qui semble avoir favorisé les pratiques interdisciplinaires dans ce projet. Ces observations viennent compléter les expériences partagées par d'autres collègues en situation interdisciplinaire (Riaux et Massuel, 2014 ; Barataud *et al.*, 2018). Tout d'abord, l'interconnaissance personnelle des chercheurs, la confiance réciproque au sein du collectif et leurs expériences collaboratives anciennes ont certainement facilité le dialogue interdisciplinaire et la formulation d'objectifs de recherche communs. De plus, le temps relativement long du projet (cinq ans) nous a permis d'aborder de nouvelles questions qui dépassaient celles définies initialement. Il a favorisé la construction d'une relation de confiance avec les villageois et leur implication dans les différents dispositifs, ce qui s'est finalement révélé être le véritable catalyseur de notre rapprochement interdisciplinaire, car plus nous cherchions à mettre en place un dialogue avec les institutions et les communautés, et plus il était nécessaire pour nous de dialoguer et d'avancer ensemble.

Ce glissement qui s'est opéré durant le projet, allant d'un objectif qui était de comprendre (sur les plans écologique et social) les proliférations des cyanobactéries et leur perception par les habitants à la question des moyens qui pourraient être mis en œuvre pour que cette problématique soit mieux « prise en compte » par la société, a été le principal catalyseur de notre expérience interdisciplinaire. Le positionnement des chercheurs a évolué en même temps que leurs questions de recherche, tout comme leurs postures vis-à-vis du terrain et des acteurs, comme cela a pu être relevé dans d'autres dispositifs interdisciplinaires autour de l'eau (Barataud *et al.*, 2018 ; Billaud *et al.*, 2013). Il ne s'agissait plus de se contenter d'observer et de rendre compte de la situation et des représentations existantes, mais plutôt de se demander comment faire évoluer ces représentations vers une compréhension partagée du problème et une prise en compte collective des risques associés à la dégradation de la qualité de la lagune. Ce changement de posture n'était pas une réponse à une demande externe mais une évolution recherchée par les chercheurs eux-mêmes.

À la fin du programme, les collègues écologues ont fait part de leur satisfaction d'avoir eu le sentiment de donner plus de sens à leur travail, au-delà du simple objectif de faire progresser les connaissances scientifiques. Leur plaisir évident d'interagir avec les villageois, d'expliquer leur travail, témoigne de ce besoin de « situer » le travail de recherche dans des contextes sociaux concrets. Si les chercheurs se sont efforcés d'adopter une double posture, à la fois engagée avec les communautés et fidèle à une objectivité scientifique leur permettant par la suite de valoriser leur travail sous forme de publications académiques, il est intéressant de constater que, finalement, ces deux postures ne

se sont pas révélées contradictoires. Au contraire, les résultats des expérimentations en mésocosmes ont pu être valorisés dans des revues spécialisées où les questions interdisciplinaires ne sont pas du tout présentées (parce que peu valorisées ou valorisables), alors que ce même dispositif a été, dans le même temps, un lieu de démonstration privilégié pour développer un dialogue avec les villageois. De la même façon, les travaux d'enquête menés par les sociologues ont facilité le dialogue avec les communautés et la définition des possibilités d'inclusion des villageois dans le dispositif de suivi participatif, tout en leur permettant d'aborder des questions de recherche qui leur sont propres sur la place des chercheurs, de leurs pratiques, postures et savoirs produits dans le cadre du développement des approches environnementales portant sur les ressources en eau. On peut dire que, finalement, le rapprochement interdisciplinaire sur les questions et les objectifs du projet n'a pas empêché que chacune des disciplines concernées conserve aussi son autonomie et apporte ses propres contributions.

Dans cette recherche, la multiplication des arènes d'interaction entre disciplines et avec les acteurs de la société nous a permis de construire un récit pluriel sur les cyanobactéries. Un récit où des variables physico-chimiques et biologiques rencontrent des acteurs sociaux, leurs représentations, leurs pratiques, leurs manières de voir et de savoir. À l'issue de ces travaux, les cyanobactéries apparaissent non seulement comme des microorganismes réagissant aux quantités de nutriments disponibles dans les milieux, mais aussi comme des éléments d'un socio-écosystème incluant des êtres humains qui influencent les dynamiques écologiques, et qui sont en retour affectés par elles. L'explicitation de ces interactions nécessite non seulement la mise en place de pratiques de recherche interdisciplinaires, mais aussi de faire dialoguer la recherche avec les acteurs de la société.

BIBLIOGRAPHIE

- Ahoutou M.K., Djeha R.Y., Yao É.K., Quiblier C., Niamen-Ebrottié J., Hamlaoui S., Tambosco K., Perrin J.-L., Troussellier M., Bernard C., Seguis L., Bouvy M., Pédrón J., Konan F.K., Humbert J.-F. et Coulibaly J.K., 2021. Assessment of some key indicators of the ecological status of an African freshwater lagoon (Lagoon Aghien, Ivory Coast). *PLoS One*, 16, e0251065.
- Ahoutou M.K., Yao É.K., Djeha R.Y., Kone M., Tambosco K., Duval C., Hamlaoui S., Bernard C., Bouvy M., Marie B., Montuelle B., Troussellier M., Konan F.K., Coulibaly J.K., Dosso M., Humbert J.-F. et Quiblier C., 2022. Impacts of nutrient loading and fish grazing on the phytoplankton community and cyanotoxin production in a shallow tropical lake: results from mesocosm experiments. *MicrobiologyOpen*, 11, e1278.
- Akrich M., Callon M. et Latour B., 2006. *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs*, Paris, Presses des Mines.
- Barataud F., Hellec F., Levain A. et Petit S., 2018. Quand les recherches en sciences sociales s'invitent dans la gestion de l'eau. *Natures sciences sociétés*, 26 (4), 395-406.
- Billaud J.-P., Catalon É. et Steyaert P., 2013. De l'instrumentation de la gestion de l'eau à sa territorialisation : objets, savoirs, acteurs. Rapport final, Paris, Ministère de l'Écologie, du développement durable et de l'énergie.
- ESCO eutrophisation, 2017. L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences et prédictibilité, Paris, CNRS/Inra/Irstea.
- Humbert J.-F., 2012. Rapport sur la qualité de l'eau de la lagune Aghien (Côte d'Ivoire), Paris, Inra/UMO Biomco Paris.
- Kouadio C.A., Mitroi V., Deroubaix J.-F. et Jonas I., 2020. L'émergence et les perceptions des risques socio-environnementaux liés aux pratiques d'assainissement et aux usages de l'eau sur la lagune Aghien en Côte d'Ivoire. *African Sociological Review*, 24 (2), 119-144.

- Latour B., 1995. The “pedofil” of Boa Vista: a photo-philosophical montage. *Common Knowledge*, 4 (1), 144-187.
- Levain A., Barthelemy C., Bourblanc M., Douguet J.-M. et Euzen A., 2017. Les dynamiques sociales et politiques associées à l'eutrophisation et à sa prise en charge, in ESCO eutrophisation, L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences et prédictibilité, Paris, CNRS/Ifremer/Inra/Irstea, 949-1129.
- Mitroi V., Deroubaix J.-F., Tall Y., Chrislain A.K. et Humbert J.-F., 2022b. Rendre compte de la dégradation des milieux aquatiques. Le rôle des savoirs dans la mise en place des politiques de protection des ressources en eau en Afrique subsaharienne. *Géocarrefour*, 96 (1), <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.19353>.
- Mitroi V., Kouadio C.A., Bulot P.-Y., Tra F., Deroubaix J.-F., Ahoutou M.K., Quiblier C., Koné M., Kalpy J.C. et Humbert J.-F., 2020. Can participatory approaches strengthen the monitoring of cyanobacterial blooms in developing countries? Results from a pilot study conducted in the Lagoon Aghien (Ivory Coast). *PLoS One*, 15, e0238832.
- Mitroi V., Maleval V., Deroubaix J.-F., Vinçon-Leite B. et Humbert J.-F., 2022a. What urban lakes and ponds quality is about? Conciliating water quality and ecological indicators with users' perceptions and expectations about urban lakes and ponds quality in urban areas. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 24 (6), 701-718.
- Mormont M., 2007. Des savoirs actionnables, in Amoukou I. et Wautelet J.-M. (coord.), *Croisement des savoirs villageois et universitaires. Enjeux pour le développement*, Louvain-la-Neuve, Presses universitaires de Louvain, 169-187.
- Riaux J. et Massuel S., 2014. Construire un regard sociohydrologique (2). Le terrain en commun, générateur de convergences scientifiques. *Natures sciences sociétés*, 22 (4), 329-339.

Chapitre 6

Interdisciplinarité de terrain au Diawling (Mauritanie) : pour une hydrogéologie en société

Christian Leduc, Ahmed Salem Mohamed et Jeanne Riaux

87

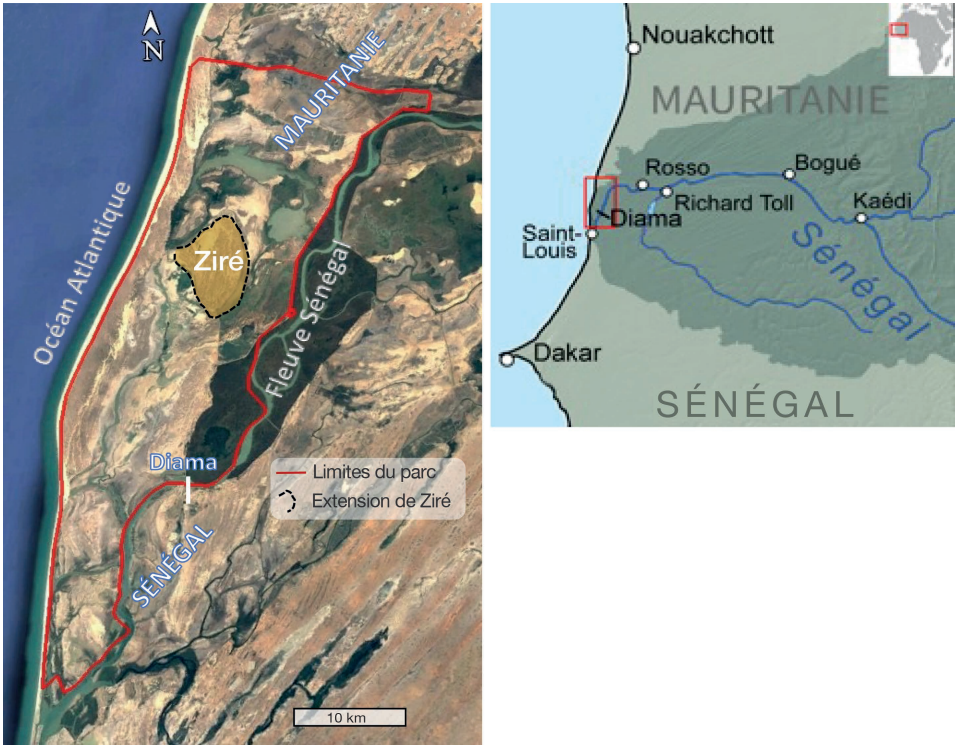
Le récit proposé dans ce chapitre est porté par trois chercheurs : Ahmed et Christian, deux hydrogéologues, et Jeanne, anthropologue. L'un est mauritanien, les deux autres français. Les deux premiers connaissent très bien la Mauritanie et les eaux souterraines, plus que la troisième. La rencontre interdisciplinaire, très progressive, s'est organisée autour d'un terrain de recherche situé dans le bas delta du fleuve Sénégal, sur la rive droite, dans l'emprise du parc national du Diawling (PND). Celui-ci a été créé en 1991 pour restaurer un écosystème qui avait été fortement dégradé au cours des années 1970-1980 par les grandes sécheresses et la construction du barrage de Diama¹. Une de ses fonctions majeures est la gestion des ouvrages hydrauliques recréant une crue artificielle du fleuve Sénégal.

Le Diawling est caractérisé par des interactions complexes entre ressources en eau et société qui en fait tout l'intérêt interdisciplinaire. D'une part, la configuration hydrologique du bas delta a connu des changements importants qui se répercutent rapidement sur les eaux souterraines, notamment sur leur salinité. D'autre part, le passage depuis 1994 à une crue artificielle, gérée par le parc avec les habitants, a sensiblement réorganisé l'espace et son occupation humaine, tout comme l'avaient fait auparavant la sécheresse des années 1970-1980 et le conflit sénégal-mauritanien de 1989. La sédentarisation, la redistribution des groupes sociaux et de la ressource en eau dans l'espace ont eu de fortes répercussions sur les familles, les territoires, les activités productives et la gestion des ressources, dont l'eau.

Le Diawling est un magnifique « terrain scientifique » (lieu et objet d'investigation) à la rencontre du fleuve, de l'océan et du désert, à l'intersection de groupes sociaux variés. Il réunit des personnes passionnées et passionnantes, aimant faire découvrir leurs espaces et leurs activités, que ce soient les habitants, les agents du parc ou les scientifiques. Ce milieu en évolution rapide recèle de formidables « promesses » de recherche, dans la mesure où, contrairement à l'autre rive du fleuve, les analyses sociales ou environnementales, historiques ou hydrogéologiques, y demeurent rares et incomplètes. Ahmed a été attiré par la complexité hydrologique de ce terrain durant sa thèse de doctorat en 2009 et il s'y est

1. Pour une vision plus complète de ce terrain, voir Duvail (2001) et Duvail et Hamerlink (2003), qui analysent les transformations hydrologiques liées à la régulation de l'inondation, ainsi que Meublât et Ingles (1997), qui retracent l'histoire des politiques d'aménagement du fleuve, ou encore les travaux plus récents de Taïbi *et al.* (2019) sur les enjeux de la Réserve de biosphère. Sur la complexité sociale locale, Bonte (1990) donne une idée des dynamiques pastorales, Dia (2001) observe les pêcheurs wolof et Effantin-Touyer et Freire (2016) s'intéressent aux pêcheurs taghrdjant.

ensuite investi progressivement. Christian a mordu à l'hameçon et s'est intéressé à ce terrain dès sa première visite en 2017. Puis Jeanne, qui travaillait sur l'autre rive du fleuve, a aussi été conquise par sa richesse humaine, végétale et animale lors d'une première visite en 2019. Les visites à deux ou à trois se sont alors succédées. En temps de pandémie, le travail s'est largement déroulé à distance, notamment en co-encadrant des stagiaires accueillis et soutenus activement par les collègues du parc. Cela a permis de dessiner progressivement un projet de recherche sur les savoirs hydrologiques, puis un projet d'équipe « Hydrogéologie en société », actuellement déployé en Mauritanie, à partir de cette expérience de terrain.



Pour mettre en récit cette expérience de construction du dialogue interdisciplinaire, nous avons procédé par tâtonnements, en nous interrogeant continuellement sur la rencontre interdisciplinaire et les moyens de renforcer les liens et l'intercompréhension. Nous la restituons d'abord à travers des témoignages individuels retravaillés collectivement, puis nous présentons les convergences qui se sont dessinées sur le terrain et la manière dont notre projet collectif se concrétise actuellement.

CHACUN CHERCHE SON TERRAIN : LES TROIS TÉMOIGNAGES

Dans cette partie, chacun des auteurs expose la manière dont il s'est approprié le terrain « Diawling » et s'est situé dans la construction du collectif interdisciplinaire.

Ahmed Salem Mohamed, hydrogéologue engagé auprès des acteurs des terrains

Je suis enseignant-chercheur en hydrogéologie à l'École supérieure polytechnique de Nouakchott depuis 2013. Mes travaux de recherche ont débuté en 2009 dans le cadre d'une thèse de doctorat sur les aquifères du Trarza (sud-ouest de la Mauritanie), co-encadrée par Christian Leduc. J'ai ensuite poursuivi mes recherches sur la dynamique des eaux souterraines dans le bas delta mauritanien du fleuve Sénégal (Diawling et Aftout es Sahili), à la limite ouest de la nappe du Trarza. Dans cette zone, les fluctuations annuelles des eaux du fleuve (crue) et journalières de l'océan (marée) influencent la dynamique générale des eaux souterraines. En 2019, j'ai été sollicité par le parc national du Diawling (PND) pour participer au comité scientifique pluridisciplinaire de gestion hydrologique du parc (CSH). Ce comité s'inscrit dans la continuité du dispositif participatif constitué dès la création du parc pour gérer la crue artificielle (dates d'ouverture et de fermetures des vannes qui relient le fleuve et le parc). Il associe les habitants à travers des représentants des différents groupes d'activité (pêcheurs, agriculteurs, cueilleuses et éleveurs), les agents du parc et des scientifiques issus de différents domaines. Son objectif est d'évaluer la gestion hydrologique de l'année écoulée et de définir le scénario d'inondation à mettre en œuvre.

Sur ce terrain, je porte donc deux casquettes complémentaires, celle du chercheur et celle de l'expert. Le suivi du niveau d'eau souterraine et de surface mené par le personnel du parc, ainsi que les témoignages des habitants sur la gestion hydrologique (évolution de la salinité par exemple) sont discutés lors des réunions du CSH et permettent d'approfondir les connaissances sur les ressources en eau souterraine et sur l'impact de la crue artificielle. La richesse de la collaboration avec le PND, qui met gracieusement à notre disposition ses locaux et ses observations, ainsi que la contribution de toute son équipe à la réflexion scientifique sont des avantages certains pour le développement de nos recherches.

Au-delà du développement des connaissances hydrogéologiques classiques (hydrodynamique et géochimie), sur lesquelles Christian Leduc et moi travaillons depuis des années, j'ai récemment commencé à intégrer une dimension sociale dans mes recherches. Cela fait écho à des observations lors de campagnes de terrain durant ma thèse, où j'avais constaté que la population détient des informations très utiles pour comprendre les ressources locales, leurs caractéristiques et leurs évolutions. Par exemple, un vieux berger estime le temps de renouvellement du stock d'eau d'un puits en fonction du temps de préparation d'un thé. D'autres habitants se souviennent très bien des événements passés, en particulier des crues et des sécheresses. Ces témoignages m'ont poussé à m'intéresser de plus en plus aux savoirs locaux et à collaborer avec des chercheurs en sciences sociales, notamment avec Jeanne Riaux.

Trois raisons principales ont motivé mon investissement dans la constitution de l'équipe interdisciplinaire au Diawling. La première est de générer des connaissances « socio-hydrogéologiques » nouvelles qui complètent et renforcent les données hydrogéologiques de base acquises grâce au dispositif de suivi régulier du PND. Les informations transmises par la population en diffèrent par une moindre précision (appréciations qualitatives) mais une plus dense couverture spatiale. Ce qui me motive tout particulièrement dans cette collaboration est d'abord de vérifier la solidité de ces connaissances en les comparant avec les données collectées par les hydrogéologues sur le niveau et la salinité de l'eau. Mon ambition est d'aller jusqu'à intégrer ces deux sources de données pour produire des cartes de changement des eaux souterraines, notamment dans les secteurs où les données sont rares et difficiles à obtenir. La seconde motivation est la multiplicité des enjeux et l'implication forte des acteurs locaux

dans la gestion de l'eau. Les échanges avec les habitants et les agents du parc reposent en effet sur un intérêt mutuel. Les personnes qui exploitent et entretiennent les puits connaissent les conditions locales des eaux souterraines et leur évolution dans le temps et dans l'espace. Ces connaissances diffèrent selon le métier de chacun (éleveur, marâcher, etc.) et peuvent se transmettre d'une génération à l'autre au sein des familles. Les échanges avec les habitants permettent aussi de faire évoluer la perception locale de la science, sur la base d'une collaboration et d'une compréhension mutuelle, dans une perspective de gestion plus « intégrée » des eaux souterraines. La troisième raison de mon intérêt est de développer des connaissances hydrogéologiques indispensables pour défendre les propositions lors des réunions du CSH. Pour cela, il importe d'élargir nos investigations aux évolutions possibles de la zone liées aux changements anthropiques actuels et futurs (nouveau port, brèche dans la rive du fleuve à Saint-Louis, exploitation des champs gaziers) et à leurs impacts sur les ressources en eau souterraine, comme la modification de l'échange nappe-fleuve, l'érosion de la dune côtière et le risque d'inondation marine. Ce terrain interdisciplinaire est riche de perspectives scientifiques permettant de mieux documenter les enjeux sociétaux relatifs aux eaux souterraines.

Christian Leduc, hydrogéologue spécialiste des changements d'origine anthropique

Je suis hydrogéologue, chercheur à l'IRD (Institut de recherche pour le développement) spécialisé dans l'évolution des ressources en eau des zones semi-arides suite à des modifications climatiques et anthropiques. Cette perspective évolutive oblige à considérer de multiples échelles de temps et d'espace, à combiner des approches méthodologiques très diverses (surtout hydrodynamique et géochimie) et à toujours analyser de manière critique les multiples sources d'information, scientifiques et non scientifiques.

Le travail de terrain est la base fondamentale de mon expertise hydrogéologique ; je n'ai l'impression de m'approprier vraiment un environnement qu'en le parcourant en tous sens, en me confrontant aux multiples points d'eau et à leurs usagers. Comme l'observe Ahmed, ces lieux permettent des échanges faciles avec la population, souvent succincts, mais révélateurs des multiples dimensions humaines et sociales de l'eau, en complément des aspects environnementaux qui me sont plus familiers. Ces échanges se construisent sur le temps long et c'est souvent fortuitement que l'on découvre les raisons de l'abandon d'un puits ou des pratiques rituelles surprenantes. L'eau apparaît alors comme étant simultanément une ressource indispensable, un support d'interactions sociales et un enjeu symbolique dépassant largement son existence matérielle, ce qui permet des débordements disciplinaires particulièrement stimulants.

Lorsqu'en 2017 Ahmed m'a proposé d'approfondir les travaux menés ensemble dans le Trarza avec une recherche nouvelle dans le Diawling, je n'ai pas hésité. La première mission sur place a confirmé l'intérêt scientifique du sujet : il était possible d'aller bien plus loin dans la compréhension des processus physiques et leur quantification. Nous avons ainsi une belle opportunité de prolonger et de faire évoluer notre collaboration. De même, continuer à travailler en interdisciplinarité avec Jeanne permettait de renouveler les travaux menés ensemble en Tunisie centrale. Là-bas, ses recherches avaient montré que, en décalage par rapport au principe de l'égalité des citoyens devant la loi, les groupes les plus anciennement sédentarisés se voyaient reconnus des droits privilégiés pour l'accès à l'eau par les groupes arrivés plus récemment. Je n'avais jamais soupçonné

une telle complexité humaine. De plus, nous étions aussi tous deux sortis de nos champs habituels pour retrouver dans l'histoire les traces d'un environnement très différent de l'actuel, à travers des chroniques judiciaires révélant un débit d'oued bien plus important autrefois et les souvenirs d'enfance d'un vieil agriculteur décrivant un paysage couvert d'arbres fruitiers totalement différent de la steppe d'aujourd'hui. Tout ceci relativisait les observations et les interprétations des dernières décennies. Dans le Diawling, cet intérêt pour l'histoire, partagé par Ahmed, permettait, une fois encore, d'aller plus loin dans la compréhension que si nous intervenions séparément. Enfin, l'appui institutionnel et l'intérêt manifeste du PND, et l'accueil bienveillant de la population ont été des critères tout aussi essentiels. Il n'y avait plus qu'à se lancer dans l'aventure du Diawling, intellectuellement stimulante et humainement motivante.

Dans l'évolution des ressources en eau des régions semi-arides, l'anthropisation a souvent un impact bien plus fort que le changement climatique. En Mauritanie, la pression démographique sur l'environnement rural est restée faible et l'activité agricole encore largement dépendante des fluctuations pluviométriques. La capitale et la vallée du fleuve Sénégal sont deux exceptions notables à cette anthropisation limitée. Autre exception, le Diawling est un espace totalement anthropisé depuis la mise en service du barrage de Diama en 1986, avec le contrôle de la crue annuelle dans le delta. Il est donc intéressant d'y observer des changements et des adaptations plus rapides et intenses qu'ailleurs. Il s'agit de quantifier les flux en circulation et leurs moteurs, mais aussi de comprendre les causes et les conséquences des actions humaines, individuelles ou collectives, librement décidées ou sous contraintes sociales, économiques ou bioclimatiques. C'est la confrontation d'informations multiples qui permet de mieux comprendre un socio-hydrosystème aussi complexe. Pour cela, la discussion avec les habitants d'un territoire est toujours nécessaire. Avec ou sans filtre (dont celui de la traduction n'est pas le moindre), ils fournissent une vision de leur environnement. Leurs représentations de l'eau souterraine, ressource cachée par excellence, n'ont pas forcément un grand rapport avec la réalité physique mais elles sont la base des logiques des acteurs, partout dans le monde.

Ainsi, lors de nos enquêtes de terrain, nous comparons les dires de nos interlocuteurs sur les fluctuations saisonnières de la qualité de l'eau dans les puits avec nos mesures périodiques de la salinité : une quantification objective mais discontinue de la minéralisation de la nappe *versus* un vécu du quotidien. Les deux sources d'information peuvent diverger, pour des raisons physiques (la réalité hydrogéologique est toujours complexe) ou humaines (le terme de salinité amalgame plusieurs perceptions et peut aussi servir à exprimer d'autres enjeux). De plus, le dialogue peut permettre de modifier, dans le temps et/ou dans l'espace, le dispositif de mesure en permettant de mettre en avant des puits connus de tous pour être singuliers. Par ailleurs, nous voulons donner une profondeur historique à la situation actuelle à travers la recherche d'archives, y compris non scientifiques, et des entretiens avec des personnes âgées. Dans le Diawling, cette remontée dans le temps pourrait par exemple permettre de retrouver des traces de la crue de 1950 qui était parvenue jusqu'à Nouakchott en inondant l'Aftout es Sahéli.

Jeanne Riaux, anthropologue des rapports entre eaux et sociétés

Anthropologue à l'IRD, je travaille sur l'eau depuis mes premières expériences de terrain. Mon doctorat sur des systèmes d'irrigation anciens en Méditerranée m'a amenée à

m'intéresser aux aspects techniques et physiques de l'eau (débits, sources, saisonnalité) afin de comprendre les enjeux liés à l'accès à l'eau, ainsi que les rapports de pouvoir en jeu. J'ai ensuite mené une recherche sur l'implication des hydrologues dans le dispositif réglementaire lié aux sécheresses en France et sur leurs pratiques : mesures de débit/piézométrie, définition de normales et de seuils d'alerte. J'ai ensuite engagé, avec Christian Leduc et Sylvain Massuel, deux hydrogéologues de l'UMR G-EAU (Gestion de l'eau, acteurs, usages), une recherche en Tunisie centrale sur la gestion de la nappe de Kairouan. Nous avons recueilli ensemble des paroles d'acteurs, dans les champs, dans les arènes institutionnelles et scientifiques, et analysé les discours et les savoirs sur lesquels ils s'appuient.

La richesse de ce travail véritablement interdisciplinaire m'a donné envie de poursuivre dans cette voie. J'ai élaboré, en 2019, un projet de recherche sur la rencontre des savoirs hydrologiques vernaculaires et scientifiques sur le fleuve Sénégal. C'est ainsi que j'ai découvert le Diawling, où travaillaient Ahmed et Christian. J'ai choisi de m'investir sur ce terrain où ces deux hydrogéologues semblaient vraiment motivés par un travail interdisciplinaire. D'une part, le Diawling s'est présenté très vite comme un terrain riche, du fait de son histoire hydrologique et des bouleversements des dernières décennies. Mais, surtout, ce contexte de recherche me permet d'avancer sur les deux objets de recherche anthropologique définis précédemment avec les hydrogéologues. Le premier concerne les modalités de production de savoirs hydrologiques et la manière dont savoirs dits locaux et savoirs dits scientifiques peuvent se rencontrer, s'hybrider, se compléter. Sur ce thème, l'engagement des hydrogéologues est fondamental, dans la mesure où mes compétences d'anthropologue ne me permettent pas toujours de décortiquer finement les discours et de comprendre la manière dont ils se complètent ou se contredisent. L'engagement d'Ahmed et Christian dans le travail ethnographique est donc un élément essentiel pour la concrétisation de cette recherche. Mon second objet de recherche est le dialogue entre science et société, ici entre hydrogéologues, acteurs du parc national du Diawling et habitants du bas delta du fleuve Sénégal. Mon intérêt se focalise sur les modalités de circulation des savoirs entre ces différents acteurs, ainsi que sur les enjeux liés à l'engagement des hydrogéologues dans des arènes non académiques. Travailler en interdisciplinarité avec les hydrogéologues et m'insérer dans leur dispositif de recherche m'offre ainsi un point de vue privilégié sur ces relations et ce qui s'y joue.

Cependant, la recherche sur le Diawling a démarré lentement. Il a fallu trois ans pour identifier un point d'accroche collectif et commencer des investigations suffisamment solides pour une recherche réellement interdisciplinaire. Le contexte était nouveau pour moi : un delta très aménagé, un parc labellisé à l'international, des changements historiques très forts dans les organisations sociales et politiques, une société complexe du fait de son histoire et des rapports sociaux qui en sont nés... autant de sujets qu'il fallait d'abord approcher délicatement. Avec Ahmed et Christian, nous avons choisi de collaborer à travers un encadrement interdisciplinaire de stagiaires, ce qui n'est pas chose aisée sur un nouveau terrain, d'autant plus que l'interdisciplinarité implique des réajustements continuels, au fur et à mesure de l'avancée sur le terrain. Nos étudiants ont eu du mal à comprendre où on voulait les amener. Cependant, ces expériences d'encadrement collégial se sont révélées très riches, notamment parce qu'elles nous ont permis d'identifier comment les outils de dialogue de l'anthropologie pouvaient se révéler intéressants. En effet, les hydrogéologues, comme les habitants du Diawling et les agents du parc montrent une réelle motivation

pour se rencontrer et tenter de se comprendre. Cette volonté de partager des connaissances et d'échanger des points de vue s'exprime à travers la qualité des discussions et des échanges que nous avons eus sur le terrain. Cela nous a permis d'identifier progressivement des angles pour une enquête ethnographique (les puits) sur des sujets (la salinisation des eaux souterraines) qui intéressent toutes les personnes en présence.

Le plus important pour moi, sur ce terrain, est la manière dont les propositions de recherche sont accueillies par l'ensemble des interlocuteurs, car même si les intérêts des acteurs en présence semblent se rejoindre, ils sont forcément différents. Cela provoquera à coup sûr des moments de friction et de négociation par la suite, mais pour l'instant, il y a une volonté collective d'avancer ensemble. Cela permet de construire un projet original, innovant, assez risqué scientifiquement et chronophage, mais porteur de perspectives très motivantes. Il n'y a pas de projet préconstruit, pas de questions imposées, ce qui représente une superbe base de départ pour bâtir un projet de recherche interdisciplinaire. Et on le voit se dessiner progressivement à chaque pas. Et on trouve des moyens modestes mais peu contraignants pour le concrétiser peu à peu, sans mettre la charrue avant les bœufs comme on est souvent invités à le faire par les bailleurs.

LE PUIS COMME SUPPORT D'INTERDISCIPLINARITÉ

Nos témoignages montrent bien notre intérêt à collaborer sur le Diawling, du fait de notre curiosité vis-à-vis des acteurs de l'eau et de la singularité des situations, tout en mettant le terrain au cœur de nos démarches scientifiques. Les différences d'approche et de point de vue ont compliqué le façonnage d'une question de recherche commune qui ne serait ni hydro-centrée (comprendre les dynamiques hydrologiques), ni socio-centrée (ethnographier les savoirs en présence). C'est l'évolution de cette réflexion que nous restituons ici.

Lors des premières investigations collectives de terrain, nous avons peiné à trouver un questionnement commun. La proposition de l'anthropologue de documenter les savoirs hydrologiques présents dans le Diawling faisait l'unanimité... mais par quels savoirs débiter et, plus simplement, comment recueillir des savoirs ? Il fallait un élément par lequel entrer sur le terrain. L'inondation artificielle aurait permis de saisir le fonctionnement d'ensemble du parc mais le sujet était trop vaste et les premiers entretiens avec les habitants trop généraux. Jeanne et Ahmed ont alors proposé de s'intéresser aux puits. Les responsables du PND nous ont guidés vers la dune de Ziré (environ 20 km²), où les habitants dépendent de la nappe située sous la dune pour leurs usages domestiques et des activités de petit maraîchage. Or, dans cette zone soumise à l'alternance entre eau salée (saison sèche) et eau douce (crue artificielle du parc), les eaux souterraines représentent une ressource particulièrement fragile du fait de la faible recharge directe et du développement de l'irrigation, avec un risque élevé de salinisation.

Nous avons donc choisi de débiter nos investigations à travers cette question de la salinisation qui revenait de manière récurrente dans les premiers entretiens. Nos interlocuteurs parlaient à la fois de l'histoire longue des puits (quand et pourquoi la zone est devenue plus salée), des fluctuations fines de la nappe (quelle disponibilité de l'eau douce, quand l'eau salée remonte, combien de temps met l'eau douce pour revenir), et des influences saisonnières et du rôle joué par la gestion hydraulique du parc. Ils nous parlaient aussi de leur territoire, à travers la multiplication progressive des puits et les caractéristiques de chacun d'entre eux (lithologie, profondeur, salinité, rendement, etc.). Ces informations nous ont

permis d'engager un dialogue « sérieux » avec les habitants de Ziré afin de comprendre comment ils se représentent la circulation des eaux souterraines. Ils possèdent des connaissances solides sur les dynamiques annuelle et interannuelle des niveaux piézométriques, de la salinité et de la répartition spatiale et temporelle des masses d'eau souterraine (salée et douce). Mais des controverses existent aussi entre eux, notamment entre personnes de générations et de genres différents. Cela montre l'intérêt de prendre en compte le rapport que chaque individu entretient avec son environnement pour en façonner la compréhension. Ainsi, plusieurs « théories » de la circulation des eaux sous la dune de Ziré sont apparues au fil des discussions. L'anthropologue y voit un support ethnographique pour accéder aux imaginaires, aux savoirs et à l'histoire de ses interlocuteurs. L'hydrogéologue y voit une nouvelle source d'information qui peut compléter les approches plus classiques de l'hydrogéologie.

À travers l'histoire des puits se dessine celle des hameaux qui se sont constitués depuis 1989, alors que les familles qui transhumaient sur les deux rives du fleuve ont dû se sédentariser sur une rive, et ainsi changer complètement de vie, d'activités, de rapports au territoire et à l'eau. On voit aussi se préciser les différentes influences extérieures, en particulier au travers des modalités de construction et de financement de ces puits. On voit enfin les activités productives évoluer, notamment avec le développement du maraîchage irrigué et le déclin d'une partie des activités d'élevage. C'est donc aussi un angle d'analyse de l'évolution des rapports que les habitants entretiennent avec l'eau. Ces évolutions dans les usages sont prises en compte dans l'interprétation des évolutions piézométriques. Le puits se positionne ainsi comme un « objet frontière », au sens de Star et Griesemer (1989), ou plus exactement, dans notre cas, comme un objet « passeur de frontières » entre les disciplines qui permet d'avancer ensemble dans la même direction, même si nos horizons de recherche diffèrent.



Figure 6.2. Le puits, à l'intersection du milieu biophysique et des activités sociales, et aussi du parcours des scientifiques (© C. Leduc).

VERS UNE « HYDROGÉOLOGIE EN SOCIÉTÉ »

Ces premières investigations nous ont conduits à penser la suite du terrain de manière interdisciplinaire, même si chacun poursuit des objectifs différents. En poursuivant l'investigation sur les puits, nous documentons l'histoire de l'extension spatiale des puits et leurs caractéristiques (profondeur, niveau, salinité) par le biais d'entretiens qualitatifs. La cartographie de la salinité selon les dires d'acteurs est croisée avec les données mesurées dans les puits, ce qui permet d'interpréter la manière dont nos interlocuteurs évaluent la salinité. En effet, quand les habitants et les hydrogéologues parlent de la salinité de l'eau, ils parlent très probablement de la même chose mais avec des perceptions différentes, liées à la capacité plus ou moins forte d'en différencier les variations et au type d'usage qui est fait de cette eau (eau domestique, irrigation, abreuvement). L'hydrogéologie a résolu l'écueil que représente cette subjectivité grâce à des instruments de mesure comme le conductimètre. Mais la plupart des mesures de niveau et de salinité de la nappe phréatique sont réalisées à l'occasion de campagnes, mensuelles (mesures du PND) ou encore beaucoup plus espacées (nous). Ces relevés très discontinus n'identifient peut-être pas toutes les fluctuations saisonnières et interannuelles de minéralisation de l'eau souterraine que les habitants peuvent noter à travers leurs usages quotidiens de l'eau. De manière plus générale, la comparaison des dires d'acteurs et des mesures ouvre d'intéressantes perspectives de recherche, notamment l'analyse des conceptions locales des dynamiques hydrogéologiques annuelles et interannuelles, ou encore le recueil de données par les habitants. Cela nous permet de nous inscrire dans une perspective de *citizen science*, dans la continuité des travaux menés par exemple en Tunisie (Ré, 2015). Cela permet également d'envisager un dialogue intense et construit entre scientifiques et acteurs de l'eau.

Le puits est en effet l'une des rares manifestations tangibles de la présence et de la circulation des eaux souterraines qui, autrement, sont invisibles et donc très difficiles à concevoir. Même si sa seule présence ne permet pas de comprendre les dynamiques hydrogéologiques, le puits fait partie intégrante de l'environnement et est donc approprié par tous. Il est donc un support particulièrement pertinent pour entamer une discussion avec des utilisateurs réguliers ou occasionnels, hommes et femmes, ayant des préoccupations très diverses. Un tel dialogue est mutuellement enrichissant puisqu'il y a un véritable échange d'informations. Les scientifiques peuvent commenter leurs mesures (pourquoi et comment ils les font, ce qu'elles peuvent indiquer ou non), puis les réinscrire dans des perspectives spatiales et temporelles plus vastes, et enfin expliquer la circulation des eaux telle qu'ils la reconstituent. Les habitants parlent de leurs préoccupations liées à l'eau (quantité et qualité en premier lieu, pénibilité de l'exhaure ou concurrence entre usagers ensuite). Ils partagent aussi leurs observations, émettent éventuellement des idées ne concordant pas avec le cadre conceptuel du scientifique et peuvent pousser celui-ci à modifier son dispositif de mesure pour vérifier une information et la préciser si besoin. Les échanges, notamment avec les plus anciens, permettent aussi de reconstituer l'histoire du puits et de la communauté pour des périodes où il n'y avait pas de mesures scientifiques, en particulier à l'occasion d'événements exceptionnels (sécheresses et crues par exemple).

À partir de ce premier niveau d'échanges, où chacun reste plus ou moins dans son rôle habituel, d'autres interrogations sont susceptibles d'émerger à l'intersection entre les besoins des habitants et les compétences et les intérêts des scientifiques. Cela peut amener à reformuler des questions de recherche, voire à les remplacer par des questions

plus originales. L'interaction avec les acteurs de l'eau permet à la fois de partager des informations, de susciter une réflexion mutuelle, voire d'aider à faire évoluer les pratiques et les usages. Ahmed a bien noté dans son témoignage l'importance pour lui d'entrer dans ce dialogue en tant que scientifique, mais aussi en tant que membre du comité de suivi hydrologique du parc. L'idée sous-jacente de cette posture est que les orientations de nos recherches pourraient émerger à partir d'un dialogue avec les acteurs de l'eau. Le fait que notre projet interdisciplinaire ait peiné à se construire autour d'une question de recherche claire et prédéfinie se révèle alors être une force pour envisager une recherche qui soit réellement orientée vers la société.

Ainsi, même si nous avons tous les trois des intérêts scientifiques différents, issus de nos trajectoires de recherche personnelles, nos récits sont organisés autour de ce que nos recherches peuvent apporter aux acteurs de l'eau (habitants et gestionnaires) sur ce terrain. Cette question devient finalement déterminante dans le façonnage de notre dispositif de recherche, puisqu'il aboutit à un projet intitulé « hydrogéologie en société ». À partir de ces deux points de convergence, le puits et l'hydrogéologie en société, nous avons en effet façonné les contours d'une recherche à proprement parler tournée vers la société. Trois principaux éléments se concrétisent actuellement. Le premier est le lancement en 2023 d'une jeune équipe de recherche² nommée Hassi (puits) et rassemblant une dizaine de chercheurs en hydrogéologie et en sciences humaines. L'objectif est de concrétiser l'idée d'hydrogéologie en société sur trois terrains du pays afin de façonner ensemble des voies de dialogue autour des problèmes relatifs aux eaux souterraines. Le second est la tenue d'une école de terrain interdisciplinaire, organisée et animée collégialement par les auteurs, au Diawling en mars 2023. L'objet central de l'école a été défini avec le conservateur du parc du Diawling, autour du dialogue entre science et société sur la gestion collective de la crue artificielle. Le troisième est la définition de stages associant deux sujets, l'un en hydrogéologie, l'autre en anthropologie, avec un encadrement interdisciplinaire.

À travers ces activités de recherche concrètes, nous abordons la dynamique des puits dans l'espace et dans le temps. Cela nous permet aussi d'avoir accès aux fluctuations des niveaux de la nappe. Nous abordons ainsi les savoirs hydrologiques qui se construisent autour de ces puits, et la manière dont les puits et les observations des acteurs de l'eau sur ces puits peuvent être mobilisés comme sources d'information hydrogéologique. Cela permet de nourrir des questions de recherche individuelles, plutôt disciplinaires, à travers une dynamique collective, interdisciplinaire et en dialogue avec le terrain.

CONCLUSION

L'expérience concrète présentée ici est singulière, comme toute recherche interdisciplinaire. Mais elle se distingue d'autres expériences plus cadrées par sa construction « hors projet ». Cette collaboration a démarré avec très peu de financements, grâce au soutien, modeste mais essentiel, de l'IRD à ses chercheurs travaillant dans les pays du Sud. La contrepartie de cette légèreté financière était la quasi-inexistence de contraintes. Notre association présente évidemment des failles, notamment la lenteur de sa construction probablement due justement à l'inexistence d'impératifs de calendrier. C'est une des forces et des faiblesses majeures de notre aventure, mais cette manière de construire

2. Validée et financée par l'IRD pour trois ans dans le cadre d'un programme d'appui au montage d'équipes de recherche au Sud.

l'interdisciplinarité, en prenant le temps d'articuler nos points de vue et intérêts scientifiques, en assure aussi la solidité. Nous avançons à petits pas, mais ensemble, en renonçant aux chemins qui ne se rencontrent finalement pas. Nous minimisons les risques d'incompréhension entre nous et avec nos interlocuteurs, en comparant constamment nos interprétations, parfois différentes, d'un même discours. Cela nous amène régulièrement à les remettre en cause, voire à retourner vers nos interlocuteurs pour éclaircir, compléter ou approfondir les précédents échanges. Cette approche de l'interdisciplinarité, comme cheminement et rencontre, se différencie fortement d'une réponse à un appel à projet imposant l'interdisciplinarité comme condition du financement. Ces deux approches permettent de faire des travaux intéressants mais notre approche par la base démontre que l'on peut « faire de l'interdisciplinarité » sans grands moyens financiers à condition d'avoir une réelle envie de travailler ensemble. Peut-être même l'absence de cadre administratif (projet, budget, calendrier, livrables, etc.) est-elle un atout pour la réussite d'une démarche interdisciplinaire ?

De fait, nous ne procédons pas, comme souvent, par « frottements » entre les disciplines (Devisme, 2003), mais nous avons besoin de longs moments de tâtonnements pour trouver un chemin commun, pas de « négociations » interdisciplinaires (Massuel *et al.*, 2018) mais plutôt un long et délicat travail de « composition » pour découvrir et articuler les intérêts de chacun, dont ceux des acteurs de l'eau rencontrés sur le terrain. Même en réunissant des conditions d'échange « optimales » (interconnaissance, bonne entente, respect mutuel, volonté de collaborer, terrain en commun, etc.), l'interdisciplinarité reste un cheminement demandant beaucoup de temps pour identifier un objet commun, trouver une cohérence dans les intérêts en présence, dévoiler nos inconforts et les désaccords qui surgissent inévitablement entre chercheurs de disciplines très différentes (Wesselink *et al.*, 2017).

Un autre élément essentiel de notre démarche interdisciplinaire est son profond ancrage sur le terrain. Le terrain se situe au cœur de nos pratiques disciplinaires individuelles mais il est aussi le lieu des investigations menées en commun et d'une grande part de nos discussions. Outre le développement de nouvelles actions scientifiques réciproques, le besoin de nous y retrouver ensemble marque aussi la nécessité de nous confronter régulièrement à sa matérialité et à sa complexité. L'attachement au terrain est encore renforcé par la singularité du Diawling, son contexte géographique et son évolution sociale. Cet ensemble si attractif a constitué un cadre idéal pour construire un projet de recherche commun que les financements souples de l'IRD ont permis de développer.

BIBLIOGRAPHIE

- Bonte P., 1990. Le Sahel mauritanien, *in* Cirad et IEMVT, Élevage et potentialités pastorales sahéliennes. Synthèses cartographiques ; Mauritanie, Wageningen, CTA/Cirad/IEMVT, 13-20.
- Devisme L., 2003. Vertiges de l'interdisciplinarité. Présentation. *Lieux communs. Les cahiers du LAUA*, 7, 7-17.
- Dia A.D., 2001. Réseaux et groupes d'appartenance chez les pêcheurs migrants : le cas des wolofs de n'diogo (Mauritanie). *Bulletin scientifique du Centre national de recherches océanographiques et des pêches*, 28, 54-66.
- Duvail S., 2001. Scénarios hydrologiques et modèles de développement en aval d'un grand barrage. Les usages de l'eau et le partage des ressources dans le delta mauritanien du fleuve Sénégal, thèse de doctorat, Strasbourg, Université Louis Pasteur-Strasbourg 1.

- Duvail S. et Hamerlynck O., 2003. Mitigation of negative ecological and socio-economic impacts of the Diama dam on the Senegal River Delta wetland (Mauritania), using a model based decision support system. *Hydrology and Earth System Sciences*, 7 (1), 133-146.
- Effantin-Touyer R. et Freire F., 2016. Les « guerriers » Taghridjant du delta du fleuve Sénégal : identité et politiques de conservation dans le Parc national du Diawling (Mauritanie). *Cadernos de Estudos Africanos*, 31, 17-40.
- Massuel S., Riaux J., Molle F., Kuper M., Ogilvie A., Collard A.-L., Leduc O. et Barreteau O., 2018. Inspiring a broader socio-hydrological negotiation approach with interdisciplinary field-based experience. *Water Resources Research*, 54, 2510-2522.
- Meublat G. et Ingles J., 1997. L'éternel retour d'une politique de grands projets. L'aménagement du fleuve Sénégal en perspective, in Baré J.-F. (coord.), *Regards interdisciplinaires sur les politiques de développement*, Paris, L'Harmattan, 163-199.
- Ré V., 2015. Incorporating the social dimension into hydrogeochemical investigations for rural development: the Bir Al-Nas approach for socio-hydrogeology. *Hydrogeology Journal*, 23, 1293-1304.
- Star S.L. et Griesemer J.R., 1989. Institutional ecology, "translations" and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social Studies of Science*, 19 (3), 387-420.
- Taïbi A.N., Diarra I. et Kane A., 2019. Des parcs nationaux du Diawling et du Djoudj à la réserve de biosphère transfrontalière : transformation des logiques de gestion du bas delta du fleuve Sénégal. *Noroi*, 252, 73-88.
- Wesselink A., Kooy M. et Warner J., 2017. Socio-hydrology and hydrosocial analysis: toward dialogues across disciplines. *Wires: Water*, 4 (2), e1196.

Chapitre 7

De la nécessité d'espaces de collaborations durables autour de la restauration écologique du Rhône

Carole Barthélémy et Jean-Michel Olivier

99

Si les grands fleuves ont été depuis longtemps considérés comme une ressource, et ont été rectifiés, aménagés et exploités pour l'irrigation, la navigation, la production d'eau potable et la production énergétique, la prise de conscience de leur valeur patrimoniale est plus récente. Le cas du Rhône est représentatif de ce changement. L'émergence d'une appréhension patrimoniale du fleuve repose, en partie, sur une amélioration des connaissances d'ordre écologique. Celles-ci amènent à caractériser les fleuves comme des écosystèmes complexes, ainsi définis par Turnbull *et al.* (2018) : « les systèmes complexes présentent souvent des relations non linéaires entre des composants en constante évolution qui, ensemble, forment le comportement de l'ensemble (comportement émergent) par le biais de relations dynamiques à plusieurs niveaux d'organisation et d'échelle ». Les premières études scientifiques menées sur le Rhône à la fin des années 1970 ont effectivement été confrontées à la difficulté d'appréhender cette complexité et ont motivé des premières études interdisciplinaires. Cette démarche s'est imposée en raison de la nécessité d'aborder conjointement le fonctionnement physique et biologique du fleuve en intégrant ses multiples usages passés et présents. Les premières recherches interdisciplinaires ont ainsi été menées et ont trouvé un second élan, à partir des années 1990, au moment où un programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône a été élaboré en s'appuyant sur une expertise scientifique locale.

Un programme d'accompagnement a effectivement été initié avec pour objectif de structurer un *monitoring* et des méthodologies destinés à étudier la problématique de l'évaluation écologique des effets induits par les procédures de restauration (Lamouroux *et al.*, 2015). La restauration écologique s'est donc inscrite dans le cadre d'une programmation en lien avec les acteurs institutionnels du fleuve, qui ont partiellement financé le suivi en ayant des attentes fortes quant à l'évolution écologique des tronçons après leur restauration. Dans le cadre de ce suivi, les sciences sociales ont été moins sollicitées, et plus tardivement. Un plus faible nombre de chercheurs en sciences sociales engagés autour du Rhône mais, également, les attentes limitées des acteurs institutionnels vis-à-vis de leur démarche et la difficulté que représente le fait de constituer la restauration comme un objet d'études pertinent pour ces disciplines expliquent en partie la teneur des travaux interdisciplinaires portant sur la restauration écologique du fleuve.

Ce sont ces collaborations entre les sciences sociales et les sciences de l'environnement que ce chapitre propose d'évoquer, à partir de l'expérience croisée d'un hydrobiologiste et d'une sociologue prenant part, de manières différentes et depuis plusieurs années, à la production des connaissances relatives à la restauration du Rhône. Le choix d'un récit chronologique s'est imposé car il permettait d'articuler les expériences de deux chercheurs en les replaçant dans l'histoire plus globale à la fois de la restauration du Rhône et de la production scientifique qui l'accompagne. L'interdisciplinarité réalisée résulte d'une articulation complexe, évoluant différemment au gré du temps, entre des cadres institutionnels régissant la restauration du Rhône à différentes échelles et les dynamiques de la recherche sur les grands fleuves.

Le premier temps de ces collaborations relate les débuts des approches scientifiques sur le Rhône aménagé, centrées sur l'hydrobiologie mais initialement pensées en interdisciplinarité. La seconde période voit la réalisation des premières approches croisées entre sciences de la nature et sciences sociales, à partir d'un cas localisé et territorialisé. Le dernier temps est marqué par une remise en question de la position centrale que l'écologie avait jusque-là occupée pour définir les orientations qui devaient être prises pour la restauration fluviale. Les problématiques de la gestion environnementale sont discutées de manière plus globale et les procédures de validation ne reposent plus uniquement sur un système de valeurs basé sur des critères ou des indicateurs de l'état écologique. L'évolution rapide des paramètres clefs du fonctionnement fluvial, tels que l'hydrologie et la température, sous l'influence du changement climatique, impose également une redéfinition des priorités et des enjeux à moyen terme. Ces trois temps se sont déroulés dans des arènes de production scientifique différentes mais dont certaines, portées par des dispositifs de mise en commun, ont joué et continuent de jouer un rôle décisif dans le dialogue interdisciplinaire. C'est en cela que le cas du Rhône est également pertinent à étudier.

LES PREMIERS PAS : DU FLEUVE DES HYDROBIOLOGISTES AUX APPROCHES INTERDISCIPLINAIRES

La période 1970-1980 est marquée par la volonté de l'État français de sortir de la crise énergétique de 1973 en tentant de maximiser la production hydroélectrique. C'est dans ce but que l'aménageur du fleuve, la Compagnie nationale du Rhône (CNR), achève l'équipement du Haut-Rhône français¹ en engageant les travaux de construction des quatre derniers barrages prévus. Contrainte par la législation de mettre en œuvre des études d'impact de la construction de ces barrages², la CNR est confrontée aux faibles nombres de recherches portant sur les grands fleuves. En effet, à cette époque, la plupart des recherches en écologie des rivières sont réalisées dans des cours d'eau de petites dimensions, peu profonds et accessibles à pied. L'échantillonnage des organismes aquatiques dans un grand fleuve comme le Rhône se heurte alors à l'absence de méthodologies pertinentes, ce qui explique en grande

1. Le Haut-Rhône (français) correspond géographiquement au cours du Rhône entre le Léman (bien que l'exutoire du lac soit à Genève) et Lyon. L'expression Haut-Rhône désigne en Suisse le Rhône valaisan.

2. Loi de protection de la nature du 10 juillet 1976, décret du 12 octobre 1977 rendant obligatoire, à compter du 1^{er} janvier 1978, la réalisation d'études d'impact sur l'environnement préalablement à la réalisation d'ouvrages et d'aménagements.

partie la méconnaissance de son fonctionnement écologique, et au fait que le tronçon du Rhône concerné par les futurs aménagements est alors considéré comme « relativement naturel » malgré la présence des barrages situés en amont. Face à ce constat, la CNR s'est tournée vers le monde académique pour tenter de trouver des solutions. Pour les hydrobiologistes lyonnais, dont l'intérêt s'est porté sur le Haut-Rhône dès 1974 (Roux, 1976), les études d'impact représentent alors l'opportunité d'entreprendre des recherches scientifiques sur l'écologie des grands fleuves et de tenter de mesurer les effets de la construction des barrages sur les milieux et les biocénoses. Cette démarche suscite très vite un intérêt scientifique qui dépasse largement le cadre initial, et qui met l'accent sur la nécessité de considérer l'histoire du fleuve et des relations entre la plaine alluviale et les communautés riveraines afin de mieux comprendre son état actuel et d'appréhender l'étude de son fonctionnement (Bravard *et al.*, 1986 ; Bravard, 1987).

Cette approche a très rapidement revêtu un caractère holistique et interdisciplinaire (Roux, 1984) et s'est inscrite dans les recherches du groupe Eau du Programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement (Piren du CNRS), destinées à fournir des connaissances scientifiques mobilisables dans le cadre de la gestion écologique de la ressource en eau. À cette époque, l'équipe comprend majoritairement des hydrobiologistes et des phyto-sociologues, des géographes, des économistes et des informaticiens (Roux, 1982). Le croisement des champs disciplinaires et la formulation interdisciplinaire des problématiques ont débouché sur des connaissances nouvelles et originales sur le fonctionnement des grands fleuves, à travers le concept d'hydrosystème (Amoros *et al.*, 1982). Ces travaux seront publiés dans une série d'articles identifiés par la mention « Structure et fonctionnement des écosystèmes du Haut-Rhône français ». Ce regard nouveau sur l'écologie des grands cours d'eau s'est très rapidement diffusé à l'échelle internationale et les concepts ont été rapidement intégrés dans la communauté scientifique concernée (Ward, 1989).

En dehors du monde académique, ces travaux ont été partagés avec les services de l'État, surtout la CNR, et ont servi à instaurer des débits réservés à Belley (1982) et à Brégnier-Cordon (1984), nettement plus élevés que ceux des aménagements construits antérieurement. En effet, les aménagements hydroélectriques à dérivation (figure 7.1) ont pour vocation de délivrer un maximum d'eau vers les usines hydroélectriques et de déverser un débit minimum dans le lit original du Rhône (appelé Vieux-Rhône). Jusqu'à la mise en application de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006, qui impose une valeur de débit réservé dans les Vieux-Rhône au moins égale au 1/20^e du module, la valeur du débit minimum dans les Vieux-Rhône était généralement très faible (entre 1 et 3 % du débit moyen du fleuve). Cette réduction drastique des débits dans le cours naturel du fleuve avait pour conséquence une réduction importante des surfaces mouillées, des vitesses d'écoulement, des profondeurs, un abaissement du niveau des nappes d'accompagnement du fleuve, une déconnexion et un assèchement des annexes fluviales. Le maintien de valeurs de débits réservés plus élevées, dont le corollaire est une diminution des débits turbinés, avait pour objectif de réduire les impacts environnementaux de la mise en débit réservé des Vieux-Rhône.

Dans les années 1980, un contexte social marqué par une mobilisation naturaliste émerge autour du Rhône. Le projet de barrage de Loyettes, dernier ouvrage prévu par la CNR près de la confluence de l'Ain, a ainsi cristallisé les oppositions et a été abandonné (Flaminio et Le Lay, 2017). Certains chercheurs engagés dans le cadre du Piren sont également des militants, notamment au sein de la fédération régionale pour la protection de la nature (Barthélémy et Souchon, 2009). De nouvelles politiques environnementales, essentiellement portées par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse (RMC), voient le jour et celle-ci va devenir un interlocuteur privilégié des chercheurs, notamment suite à la loi sur l'eau de 1992. Les chercheurs impliqués initialement dans les travaux interdisciplinaires sur le Rhône ont rapidement été intégrés dans les instances de l'Agence de l'eau RMC (conseil d'administration, conseil scientifique du comité de bassin), facilitant ainsi le transfert des savoirs académiques vers la gestion de l'eau et des milieux aquatiques.

Les Piren, déclinés sur d'autres bassins versants, ont également engagé des collaborations scientifiques inédites qui marqueront durablement les espaces naturels concernés (le Piren-Seine par exemple). Ces collaborations s'organisent, entre les années 1980 et 1990, au sein des sciences de l'environnement (hydrobiologie, géomorphologie, chimie des eaux, modélisation) et font du fleuve un hydrosystème qu'il faut étudier dans sa globalité (Amoros *et al.*, 1987 ; Roux *et al.*, 1989 ; Bravard *et al.*, 1992). Si les problématiques portant sur le fonctionnement écologique du fleuve et sur l'analyse des conséquences des différentes phases de son aménagement (endiguements anciens des XIX^e et XX^e siècles et construction de barrages au XX^e siècle) ont fortement mobilisé des chercheurs en biologie, en écologie, en biométrie, en géographie et en économie, les sociologues ou les ethnologues n'ont que très rarement été sollicités au cours de cette première période.

RESTAURATION ET PATRIMONIALISATION DU RHÔNE : QUAND L'ETHNOLOGIE ET LA SOCIOLOGIE S'INVITENT AU BORD DU FLEUVE

C'est à nouveau la rencontre ou l'articulation entre une politique nationale et des engagements à l'échelle du fleuve qui ouvre une seconde période des collaborations scientifiques au sujet du Rhône. Les tensions entre l'aménageur et les militants en faveur de la protection de la nature se cristallisent autour d'un projet de canal reliant le Rhône au Rhin dans la perspective de développer la navigation. Une mobilisation locale s'organise alors que des agents de la CNR sont dépêchés sur place pour commencer à engager les travaux. Mais l'avènement de la cohabitation entre la droite et la gauche, en 1997, contribue à l'arrivée des Verts dans le gouvernement de Lionel Jospin. Ces derniers acceptent de le rejoindre à condition d'abandonner deux projets : le réacteur Superphénix et le canal Rhin-Rhône. Ainsi, en 1998, la déclaration d'utilité publique du canal n'est pas reconduite et les aménageurs retournent à Lyon. Les écologistes alors au pouvoir (représentés par la ministre Dominique Voynet, une élue du Doubs directement concernée et en lien avec les militants locaux) demandent que le financement qui devait être investi dans le canal « retourne » au fleuve et contribue à sa restauration. La lettre du 6 juillet 1998, signée par les trois ministres chargés de l'Industrie, des Transports et de l'Environnement, confie au préfet de la région Rhône-Alpes, coordonnateur de bassin, la mission de définir et de conduire

le programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône. Quatre priorités ont été définies : restaurer les tronçons court-circuités du Rhône par l'augmentation des débits réservés pour les huit grands sites prioritaires en référence au SDAGE (schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux) ; restaurer les lônes (anciens chenaux du Rhône plus ou moins abandonnés par le fleuve) ; restaurer l'axe de migration « Rhône et affluents » et les communications piscicoles ; mettre en place un suivi scientifique de l'ensemble, et accompagner un programme d'animation, de sensibilisation et de soutien aux acteurs. C'est dans le cadre de ce dernier objectif que les collaborations au sein de la communauté scientifique rhodanienne se sont structurées.

Les études en sciences de la nature engagées dans les années 1980 trouvent une continuité dans le programme de restauration. Il s'agit de modéliser et d'évaluer les effets d'une augmentation des débits sur les dynamiques écologiques dans les tronçons situés en aval des barrages de dérivation des ouvrages hydroélectriques (Vieux-Rhône) (Lamouroux *et al.*, 2015). Le programme décennal comprend, dès sa genèse, un volet « territorial » (Barthélémy et Souchon, 2009). L'augmentation des débits et la réhabilitation écologique des plaines alluviales doivent également servir de levier au développement territorial. En effet, l'objectif de réhabiliter les habitats et les biocénoses caractéristiques des fleuves dans un contexte très contraint par les activités humaines s'avère très ambitieux avec des chances de réussite incertaines. Cette incertitude ne relève pas que de questions d'ordre écologique et technique, mais implique des questionnements plus larges sur les points de vue des riverains et des usagers des fleuves, ainsi que sur les grandes orientations politiques et économiques accordées à ces hydrosystèmes (Hein *et al.*, 2021). Le constat partagé par les porteurs du programme est que les aménagements successifs ont éloigné les riverains des berges du fleuve, à l'exception d'usagers « traditionnels » comme les pêcheurs et les chasseurs. Le fleuve n'est plus seulement perçu comme un espace naturel « en danger » mais comme un patrimoine social à valoriser ou à revaloriser. De nouveaux acteurs entrent alors en jeu à l'échelle locale, au travers de syndicats et d'associations qui prennent en charge ce volet patrimonial. L'expression « retrouver un fleuve vif et courant », portée initialement par le maire de la commune de Vernaison et le Syndicat intercommunal de protection des berges et bordures du Rhône en Savoie (SIPBBRS), devient un slogan partagé par les acteurs locaux, institutionnels et scientifiques.

Le suivi de la restauration incluait un volet « sciences humaines et sociales » (SHS) dont l'ambition était d'évaluer le degré de satisfaction des porteurs de projets locaux, mais surtout d'analyser l'impact de ce nouveau mode d'aménagement de l'espace fluvial sur les territoires concernés (Micoud, 2015). Ce nouveau regard porté sur le fleuve allait-il s'exprimer par une réappropriation du fleuve par les riverains, qui en avaient été éloignés au gré des aménagements successifs, et constituer un levier de développement en lien avec les acteurs locaux ? Si la géographie physique, puis sociale se sont depuis le XIX^e siècle emparées de la question rhodanienne (Bethemont, 1997), l'ethnologie et la sociologie ont plus tardé à s'approprier les questions environnementales. Durant les années 1990, ces deux disciplines vont investir le fleuve pour accompagner les actions relatives à la patrimonialisation du fleuve. Celle-ci prend différentes formes : création de la Maison du Fleuve Rhône à Givors alliant activités

muséales, de diffusion scientifique et de recherche, naissance des syndicats intercommunaux en lien avec la restauration du fleuve qui développent des activités culturelles.

C'est à la même période que le CNRS instaure les « Zones ateliers », dont l'objectif est de créer du lien entre le monde scientifique et les acteurs des territoires autour des questions liées à la gestion environnementale au sens large (Lévêque *et al.*, 2000). La Zone atelier bassin du Rhône (ZABR) est créée en 2001 et rassemble des chercheurs de toutes les disciplines, dont les sciences sociales. Le suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône, avec l'intégration d'un suivi socio-ethnologique, tente d'harmoniser les approches en définissant des indicateurs communs visant à mesurer le succès des opérations de restauration, mais est rapidement confronté à des divergences d'ordre méthodologique liées à la nature des données collectées et aux méthodes d'analyse utilisées. Les méthodologies mises en œuvre en écologie dans le cadre du suivi de la restauration écologique du Rhône ont pour vocation de produire des données quantifiées, des métriques et des indicateurs, afin de déterminer dans quelle mesure les objectifs de la restauration ont bien été atteints. Les méthodes employées en sociologie et en ethnologie reposent sur la réalisation d'entretiens dont les contenus sont analysés et interprétés, les approches quantitatives n'étaient alors pas mobilisées. Dans ce contexte, une mise en parallèle de l'évolution temporelle des indicateurs écologiques et de « critères » sociologiques pour évaluer les bénéfices de la restauration écologique du fleuve s'est avérée difficile. Au sein de la ZABR, le dialogue entre disciplines autour de la problématique de l'analyse des effets des procédures de restauration du Rhône repose alors sur la volonté de confronter les points de vue et de proposer une analyse globale des modifications engendrées par la mise en œuvre de la politique de restauration écologique. Entre 2003 et 2006, une recherche post-doctorale consacrée à une analyse sociologique de l'avancée du programme décennal est confiée à une sociologue, immergée dans une équipe de biologistes et de modélisateurs au sein du Cemagref (Centre d'études du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et forêts – Barthélémy et Souchon, 2009). L'approche n'est pas interdisciplinaire ; elle repose sur une enquête menée auprès des différents acteurs engagés dans le programme pour en faire un bilan, mais des échanges entre les différentes disciplines ont lieu lors de séminaires.

En 2008, un programme de recherche (programme « Eaux et territoires » porté par le ministère de l'Écologie, le Cemagref et le CNRS) est initié. Il a pour objectif de comprendre comment s'est façonné le Syndicat du Haut-Rhône (SHR), structure interdépartementale créée en 2003 pour porter localement le programme de restauration du Rhône, incluant élus locaux, gestionnaires, industriels et scientifiques. L'analyse rétrospective de la manière dont la restauration hydraulique et écologique du Haut-Rhône initiée en 2001 avait pu participer à la construction de cette section du fleuve comme un « territoire de projet » (Micoud *et al.*, 2011) constitue une première étude interdisciplinaire associant des chercheurs en sciences humaines et des chercheurs en écologie. Elle a mis en évidence la manière dont, dans un contexte très particulier où scientifiques et industriels avaient des perceptions différentes du système rhodanien (écologique *versus* économique), le SHR s'est frayé une voie pour développer son projet de territoire en s'appuyant sur la conception d'un « fleuve patrimoine ». Cet investissement s'est confirmé au fil du temps avec la montée en

puissance de cette structure. Elle s'est récemment vue confier la compétence Gemapi (Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations) sur un territoire de 240 km², le nombre de salariés est passé de 1 à 9 depuis 2003 (chargés de mission et ingénieurs) et elle gère la réserve naturelle nationale du Haut-Rhône français (1 707 hectares).

LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE AU PRISME DE MULTIPLES ENJEUX SOCIO-ENVIRONNEMENTAUX : UN DIALOGUE DEVENU « INÉVITABLE » ENTRE LES DISCIPLINES ?

Ce sont des événements hydro-climatiques qui vont impulser d'autres échanges interdisciplinaires. Tout d'abord, les inondations catastrophiques des années 1990 et 2000 ont amené l'État et les collectives locales à élaborer le Plan Rhône, programme inter-régional basé sur le principe d'un développement durable du bassin rhodanien et la mise en place de politiques intégrées (Barthélémy et Comby, 2019). L'avènement du Plan Rhône suscite la création d'un nouveau dispositif scientifique, l'Observatoire hommes-milieux (OHM) Vallée du Rhône (VR). Les OHM ont été initiés au sein de l'Institut écologie et environnement du CNRS (INEE). Concernant le Rhône, l'OHM VR est consacré aux effets de la mise en place du Plan Rhône sur les dynamiques socio-environnementales du fleuve. Le cadre conceptuel des OHM (Chenorkian, 2020) est structuré entre un fait structurant, un fleuve fortement aménagé, un événement fondateur, la mise en place d'une politique dite de développement durable, et l'objet focal, la rencontre entre ce fleuve aménagé et une nouvelle modalité de gestion environnementale. L'OHM va rassembler des chercheurs de disciplines différentes pour suivre uniquement les dynamiques sociales, politiques et environnementales du fleuve Rhône. Les thématiques de recherche vont des trajectoires géohistoriques du fleuve (pour requestionner les aménagements du fleuve et leurs effets) à l'analyse des politiques de gestion du fleuve et des risques (inondations et pollutions). La crise dite des PCB liée à la redécouverte dans les sédiments de polychlorobiphényles (PCB), qui entraîne la mobilisation d'expertises et la mise en place d'actions publiques pour contenir la pollution, a été à l'origine de nouveaux rapprochements interdisciplinaires, entre géographie sociale et physique, entre chimie et sociologie (Comby *et al.*, 2014 ; Gramaglia et Babut, 2014). Ces crises socio-environnementales ont été largement investies par les SHS. Sociologie, ethnologie, géographie, droit, histoire et sciences politiques (voir par exemple Barthélémy et Armani, 2015 ; Comby, 2015 ; Guerrin, 2015) se sont saisies de l'objet fluvial, de manière mono-disciplinaire et interdisciplinaire. La recherche sur le Rhône a bénéficié de l'engouement des sciences humaines pour la question environnementale.

Le questionnement de l'OHM est systémique. Des projets de petite envergure, favorisant des collaborations nouvelles, voire risquées, sont financés par l'OHM et témoignent de cette plus grande présence des SHS. La part des projets financés incluant des sciences humaines augmente depuis 2010 : un projet par an relevait des SHS entre 2012 et 2014 (sur une moyenne de 6 projets financés par an) ; 2 entre 2015 et 2017 (sur une moyenne de 7 projets) et 3 pour les années 2018, 2020 et 2022 (pour une même moyenne annuelle de 7 projets). Les sujets qui réunissent des chercheurs des sciences humaines et des sciences de l'environnement concernent les

pollutions (sociologie, histoire et chimie), les politiques et les effets de la restauration écologique (sociologie, géographie, écologie), et adoptent des regards rétrospectifs sur la pratique de l'interdisciplinarité (philosophie, écologie).

Les connaissances produites au sein de l'OHM VR doivent être mises en parallèle avec l'actualité de la restauration du Rhône. Dans le cadre de la mise en œuvre du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) sur le Rhône, de nouveaux projets de restauration écologique centrés sur la redynamisation du transport sédimentaire, notamment dans les Vieux-Rhône, ont été élaborés depuis 2010. Ils ont vocation à démanteler partiellement les anciens endiguements construits au XIX^e et au début du XX^e siècle pour favoriser la navigation (appelés couramment « endiguements Girardon »). Si les premières études articulaient uniquement des données en physique et en biologie, les réflexions actuelles concernant les nouveaux objectifs de restauration s'étendent à d'autres enjeux comme la gestion des inondations, les « attentes » des usagers, les conflits d'usages potentiels, etc. Les « gains » environnementaux apportés par la restauration ne peuvent plus être mesurés à la seule aune des mesures écologiques mais en intégrant les enjeux sociaux. Lors d'un séminaire organisé par l'OHM VR avec les acteurs locaux (le Comité d'orientation stratégique du 23 janvier 2024), le directeur d'un syndicat de gestion d'un territoire rhodanien a évoqué les difficultés qu'il rencontrait pour répondre aux interrogations des usagers lors d'une action de restauration : comment restaurer dans un contexte où il y a des modifications des débits, et des augmentations de la température et de la présence potentielle de polluants dans les sédiments ?

La qualité des échanges et les chances de parvenir à une perspective partagée sur les projets de restauration en cours reposent sur un partage des connaissances qui nécessite une pédagogie adaptée aux différents publics. Si les gestionnaires et les industriels sont relativement bien informés des avancées scientifiques, la diffusion des connaissances est moins aisée quand il s'agit des élus locaux, des membres des associations, des riverains en général, notamment parce que les résultats ne sont pas suffisamment vulgarisés et que peu de temps est consacré au partage des connaissances. Or un débat autour des valeurs associées à des actions de réhabilitation écologique et de la définition d'objectifs pertinents pourrait s'appuyer sur un socle de connaissances partagées. Ce cadre de réflexion s'impose plus que jamais lors de l'évaluation des enjeux de gestion environnementale dans un contexte où l'on assiste à une évolution rapide du climat qui engendre de nouvelles pressions. L'analyse de la forme et du contenu des discussions et des arbitrages nécessite incontestablement une mobilisation interdisciplinaire pour nourrir la concertation et éclairer les choix.

Cette nouvelle manière « intégrée » de penser les objectifs liés à la restauration du Rhône s'incarne particulièrement dans les cultures professionnelles présentes au sein des syndicats locaux. Dans ces structures, travaillent de jeunes chargés de mission ou de projet qui partagent une culture scientifique interdisciplinaire les amenant à dépasser les clivages usuels de la science appliquée. Ces derniers ont parfois fréquenté, lors de leurs études, les dispositifs précités et/ou des laboratoires de recherche qui sont fortement impliqués dans ces dispositifs. Une forme d'acculturation à l'interdisciplinarité (en ayant côtoyé des chercheurs issus de différentes disciplines et travaillé sur

des enjeux socio-environnementaux) leur permet ainsi par la suite de se positionner à l'échelle des territoires et à l'interface des enjeux sociaux et environnementaux.

La manière dont sont construites ces structures locales, avec une instance décisionnelle incarnée par des élus locaux et une gestion administrative, scientifique et technique assurée par des ingénieurs et des chargés de mission, implique une articulation forte entre des enjeux sociétaux divers et une prise en compte des connaissances et des contraintes scientifiques et techniques. De fait, la mise en œuvre des politiques de gestion environnementale induit une concertation dont la réussite repose sur une analyse pertinente des jeux d'acteurs et une capacité à argumenter en faveur des enjeux environnementaux en s'appuyant sur des connaissances scientifiques robustes.

CONCLUSION

L'analyse de la dynamique de recherche impulsée autour de la restauration du Rhône montre que les recherches initiées s'insèrent dans le champ de la « recherche interdisciplinaire et finalisée en environnement » (Arpin *et al.*, 2022). Celle-ci ne s'est pas imposée par « le haut », mais résulte d'un parcours long et complexe entre des dynamiques scientifiques interdisciplinaires, des enjeux socio-environnementaux qui ont concerné le Rhône et généré des questionnements très rapidement posés à l'interface des acteurs institutionnels et locaux et des communautés scientifiques. Les travaux pionniers autour de l'hydrosystème et l'engagement des chercheurs dans les arènes gestionnaires ont durablement marqué la production scientifique traitant du fleuve. Les sciences humaines et sociales sont intervenues plus tardivement, non seulement parce que, de manière générale, elles ont mis plus de temps à se saisir des enjeux environnementaux, mais aussi que les objectifs de la restauration ont longtemps relevé de l'écologie du fleuve sans être discutés dans des espaces sociaux plus larges, faisant intervenir d'autres connaissances. Le suivi global de la restauration s'est donc centré sur des approches en sciences de la nature, partagées avec les personnes des institutions et compatibles avec les critères de l'action publique. C'est à l'échelle locale que les SHS ont fait leur entrée, portées par une appréhension culturelle et patrimoniale de la restauration.

Les premières expériences de l'interdisciplinarité à cette échelle ont été confrontées aux problèmes que posait le fait d'avoir des langages scientifiques trop différents. À noter la difficulté pour la sociologie d'adopter une démarche dite « objective » qui évoquerait la « réussite », ou non, de la restauration, et de réfléchir en termes d'indicateurs, dans le cadre d'un travail qui s'apparentait plus à une évaluation qu'à une réflexion scientifique. Le temps long de la restauration (une vingtaine d'années), les crises socio-environnementales (inondations et pollutions) et le développement des recherches en SHS dans le domaine de l'environnement se sont articulés pour susciter d'autres collaborations interdisciplinaires. Celles-ci se déploient majoritairement au sein de dispositifs de recherche, tels que les ZA et les OHM, qui à l'échelle d'un fleuve permettent de créer des espaces d'échanges, de diffusion et de production de connaissances.

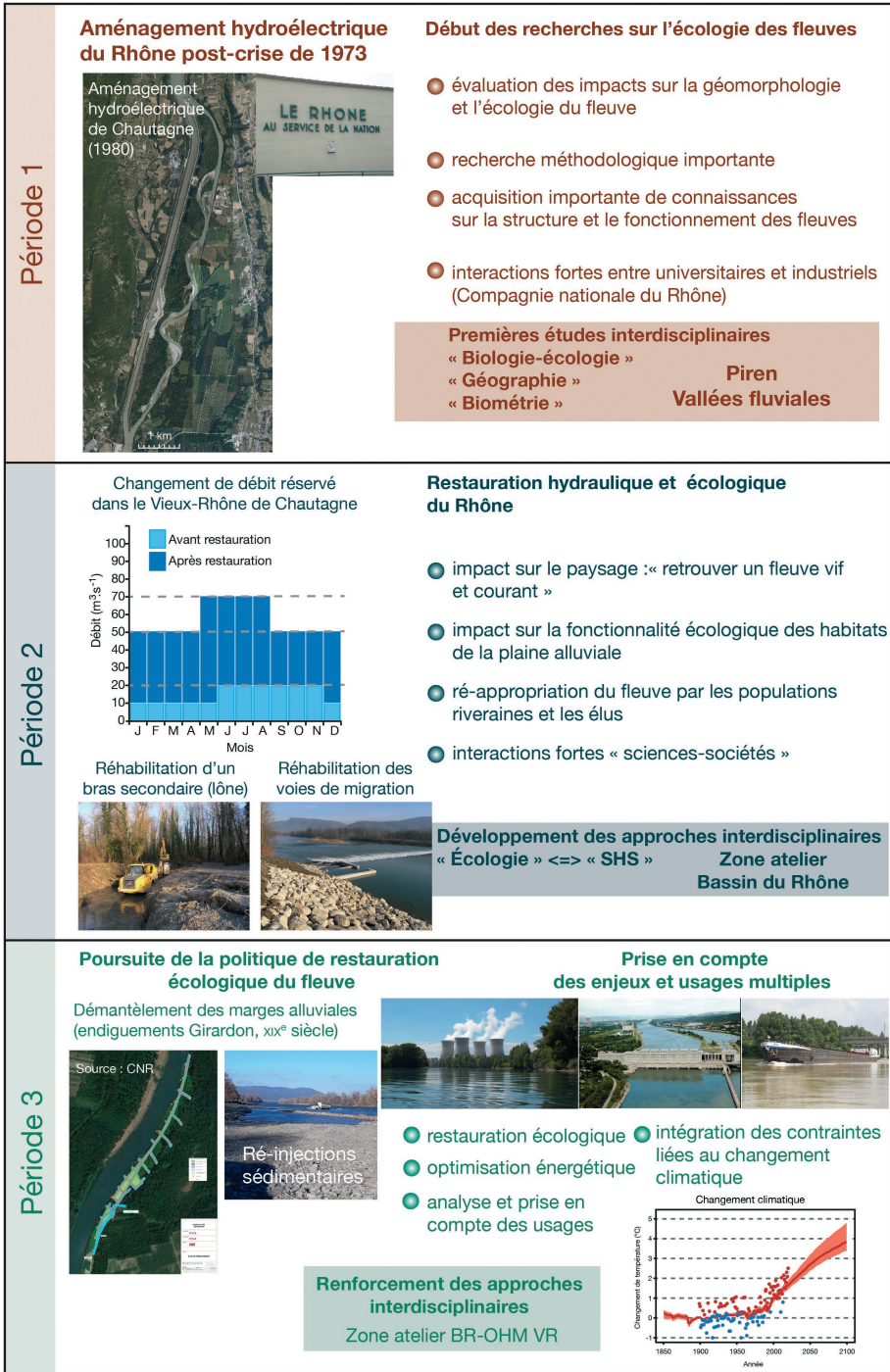
Ces dispositifs de recherche contribuent à dynamiser l'interdisciplinarité, notamment avec une volonté affichée d'intégrer les SHS dans des programmes de recherche portant sur des problématiques environnementales, comme cela a été suggéré à

l'échelle internationale au sein du réseau « Long-Term Ecological Research » (Redman *et al.*, 2004). Cette démarche vise à faciliter le dialogue avec les partenaires non académiques autour de questions importantes portant sur la définition des objectifs de gestion environnementale, lorsqu'il s'agit des problématiques de réhabilitation ou de restauration écologique (Suding *et al.*, 2015). La définition des objectifs de restauration prend en compte le contexte physique, climatique et paysager local, mais elle s'appuie également sur une analyse économique des coûts et, potentiellement, des bénéfices, exprimés notamment *via* une quantification des services écosystémiques (De Groot *et al.*, 2010 ; Grossmann, 2012). Cependant, l'écologie reste trop souvent la discipline sollicitée en priorité lors de la mise en œuvre de programmes de restauration écologique. Dans une revue bibliographique, Wortley *et al.* (2013) ont montré que la grande majorité des travaux traitaient de questions écologiques et que seules quelques études considéraient les aspects économiques ou sociaux. Le cas du Rhône semble ainsi participer d'une dynamique originale dans le paysage scientifique international.

108

Aujourd'hui, le changement climatique interroge avec force la pérennité du système rhodanien articulant aménagement, production d'énergie et gestion environnementale mis en place à partir des années 1980. Un nouveau projet de barrage a été divulgué durant la concertation publique qui a accompagné la prolongation de la concession du Rhône. Celui-ci a mobilisé les scientifiques qui ont publié un cahier d'acteurs au nom de la ZABR. Il est à prévoir que c'est à nouveau l'articulation entre les orientations locales, nationales et européennes en matière de production d'énergie, de gestion de la ressource en eau (Capon *et al.*, 2018) et de protection contre les inondations qui va interroger les pratiques de gestion environnementale de l'espace fluvial et les sciences qui les étudient. En quoi l'interdisciplinarité, éprouvée et structurée de longue date pour le Rhône, va-t-elle pouvoir éclairer ces nouveaux enjeux ? Dans ce contexte, il semble pertinent de continuer à s'appuyer sur les espaces de production et d'échanges interdisciplinaires afin que la multiplicité des enjeux et les contradictions potentielles que leurs prises en charge risquent de faire émerger puissent être révélées et mises en discussion.

Cette évolution récente du climat et du contexte politique et économique provoque et provoquera des bouleversements importants autour du fleuve. L'évolution rapide du cadrage de la réflexion implique de ré-analyser le contexte socio-écologique afin d'évaluer les possibilités de définir et de mettre en œuvre des politiques de réhabilitation écologique et de gestion des milieux aquatiques durables et compatibles avec l'évolution du climat, du fonctionnement de l'écosystème et des sociétés (Hein *et al.*, 2021).



Au cours de la première période (1976-1995), les équipes de recherche se sont structurées autour de la nécessité 1) de développer des recherches méthodologiques pour collecter des données scientifiques sur le système fluvial et 2) de bâtir un socle de connaissances robustes sur l'écologie (*lato sensu*) des grands fleuves afin de répondre à la demande sociétale en lien avec l'aménagement hydroélectrique du Rhône. La deuxième période est marquée par l'émergence d'une volonté politique de réhabiliter le fleuve aménagé à travers la mise en œuvre de procédures de restauration écologique. L'occurrence de situations de crise (inondations, crise des PCB au début des années 2000 et crise climatique et énergétique plus récemment) a stimulé la généralisation de la prise en compte des enjeux économiques, sociaux et environnementaux à l'échelle du bassin du Rhône, et a fortement contribué à l'intensification des approches interdisciplinaires pour les recherches sur le Rhône (troisième période) qui se sont concrétisées au sein des infrastructures mises en place par Institut écologie et environnement (INEE) du CNRS : Zones atelier et Observatoires hommes-milieux.

BIBLIOGRAPHIE

- Amoros C., Richardot-Coulet M. et Pautou G., 1982. Les « ensembles fonctionnels » : des entités écologiques qui traduisent l'évolution de l'hydrosystème en intégrant la géomorphologie et l'anthropisation (exemple du Haut-Rhône français). *Revue de géographie de Lyon*, 57 (1), 49-62.
- Amoros C., Roux A.L., Reygrobellet J.-L., Bravard J.-P., Pautou G., 1987. A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. *Regulated Rivers: Research & Management*, 1 (1), 17-36.
- Arpin I., Jacob T., Beurier A.-G., Hervé C. et Likhacheva K., 2022. La recherche interdisciplinaire et finalisée en environnement en France. Un mouvement scientifique et intellectuel entre dissidence et normalisation. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 16 (4), <https://doi.org/10.4000/rac.28729>.
- Barthélémy C. et Armani G., 2015. A comparison of social processes at three sites of the French Rhône River subjected to ecological restoration. *Freshwater Biology*, 60 (6), 1208-1220.
- Barthélémy C. et Comby E., 2019. Le plan Rhône français, la gestion durable négociée d'un grand fleuve français, in Busca D. et Lewis N. (coord.), *Penser le gouvernement des ressources naturelles*, Québec, Presses de l'université Laval, 271-292.
- Barthélémy C. et Souchon Y., 2009. La restauration écologique du fleuve Rhône sous le double regard du sociologue et de l'écologue. *Natures sciences sociétés*, 17 (2), 113-121.
- Bethemont J., 1997. Le Rhône entre nation et région. *Revue de géographie de Lyon*, 72 (1), 67-75.
- Bravard J.-P., 1987. *Le Rhône du Léman à Lyon*, Lyon, La manufacture.
- Bravard J.-P., Roux A.L., Amoros C. et Reygrobellet J.-L., 1992. The Rhône River: a large alluvial temperate river, in Calow P. et Petts G.E. (eds), *The River Handbook: Hydrological and Ecological Principles*, vol. 1, Oxford, Blackwell Science Publications, 426-447.
- Bravard J.-P., Roux A.L., Amoros C., Richardot-Coulet M., Reygrobellet J.-L., Bournaud M. et Pautou G., 1986. Évolution spatio-temporelle des systèmes fluviaux aménagés : recherches méthodologiques sur le Haut Rhône français. *La houille blanche*, 4 (18), 1-8.
- Capon S.J., Leigh C., Hawen W.L., George A., McMahon J.M., Linke S., Reis V., Gould L. et Arthington A., 2018. Transforming environmental water management to adapt to a changing climate. *Frontiers in Environmental Sciences*, 6, 80.
- Chenorkian R., 2020. Conception et mise en œuvre de l'interdisciplinarité dans les Observatoires hommes-milieux (OHM, CNRS). *Natures sciences sociétés*, 28 (3-4), 278-291.
- Comby E., 2015. Pour qui l'eau ? Les contrastes spatio-temporels des discours sur le Rhône (France) et le Sacramento (États-Unis), thèse de doctorat, spécialité géographie, Lyon, Université Jean Moulin Lyon 3, 2015.
- Comby E., Le Lay Y.-F. et Piégay H., 2014. How chemical pollution becomes a social problem. Risk communication and assessment through regional newspapers during the management of PCB pollutions of the Rhône River (France). *Science of the Total Environment*, 482-483, 100-115.
- De Groot R.S., Alkemade R., Braat L., Hein L. et Willemsen L., 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning management and decision making. *Ecological Complexity*, 7 (3), 260-272.

- Flaminio S. et Le Lay Y.-F., 2017. Vers la construction d'un capital environnemental par la lutte contre un projet d'aménagement ? Le barrage de Loyettes (Rhône-Alpes). *Développement durable et territoires*, 8 (3), <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.11882>.
- Gramaglia G. et Babut M., 2014. L'expertise à l'épreuve d'une controverse environnementale et sanitaire : la production des savoirs et des ignorances à propos des PCB du Rhône (France). *Vertigo*, 14 (2), <https://doi.org/10.4000/vertigo.15067>.
- Grossmann M., 2012. Economic value of the nutrient retention function of restored floodplain wetlands in the Elbe River basin. *Ecological Economics*, 83, 108-117.
- Guerrin J., 2015. A floodplain restoration project on the Rhône River: analyzing challenges to its implementation. *Regional Environmental Change*, 15 (3), 559-568.
- Hein T., Hauer C., Schmid M., Stöglehner G., Stumpp C., Ertl T., Graf W., Habersack H., Haidvogel G., Hood-Novotny R., Laaha G., Langergraber G., Muhar S., Schmid E., Schmidt-Kloiber A., Schmutz S., Schulz K., Weigelhofer G., Winiwarter V., Baldan D., Canet-Marti A., Eder M., Flödl P., Kearney K., Ondiek R., Pucher B., Pucher M., Simplerler L., Tschikof M. et Wang C., 2021. The coupled socio-ecohydrological evolution of river systems: towards an integrative perspective of river systems in the 21st century. *Science of the Total Environment*, 801, 149619.
- Lamouroux N., Gore J.A., Lepori F. et Statzner B. (eds), 2015. Towards a predictive restoration ecology: a case study of the French Rhône River. *Freshwater Biology*, 60 (6), 1069-1236.
- Lévêque C., Pavé A., Abbadie L., Weill A., et Vivien F.-D., 2000. Les zones ateliers, des dispositifs pour la recherche sur l'environnement et les anthroposystèmes. *Natures sciences sociétés*, 8 (4), 43-52.
- Micoud A., 2015. D'une restauration hydraulique et écologique à un territoire de projet : le cas du Haut-Rhône français. *Natures sciences sociétés*, 23 (2), 109-119.
- Micoud A., Armani G. et Olivier J.-M., 2011. Le Haut-Rhône français : d'un fleuve restauré à la construction d'un territoire. Rapport de recherche, Eaux et territoires.
- Redman C.L., Grove J.M. et Kuby L.H., 2004. Integrating social science into the Long-Term Ecological Research (LTER) network: social dimensions of ecological change and ecological dimensions of social change. *Ecosystems*, 7 (2), 161-171.
- Roux A.L., 1976. Structure et fonctionnement des écosystèmes du Haut-Rhône français. I. Présentation de l'étude. *Bulletin d'écologie*, 7 (4), 475-478.
- Roux A.L., 1982. Le Haut-Rhône français : lieu privilégié d'une recherche interdisciplinaire sur la gestion écologique des ressources en eau. *Revue de géographie de Lyon*, 57 (1), 5-6.
- Roux A.L., 1984. Le Rhône aujourd'hui. Bilan et perspectives. Actes du congrès « Po un fiume d'Europa », mars, Milan Ferrare.
- Roux A.L., Bravard J.-P., Amoros C. et Pautou G., 1989. Ecological changes of the French Upper Rhône since 1750, in Petts G., Moller H. et Roux A.L. (eds), *Historical Change of Large Alluvial Rivers: Western Europe*, Chichester, John Wiley and Sons Ltd., 323-350.
- Suding K., Higgs E., Palmer M., Callicott J.B., Anderson C.B., Baker M., Gutrich J.J., Hondula K.L., LaFevor M.C., Larson B.M.H., Randall A., Ruhl J.B. et Schwartz K.Z.S., 2015. Committing to ecological restoration. Efforts around the globe need legal and policy clarification. *Science*, 348 (6235), 638-640.
- Turnbull L., Hütt M.-T., Ioannides A.A., Kininmonth S., Poepl R., Tockner K., Bracken L.J., Keesstra S., Liu L., Masselink R. et Parsons A.J., 2018. Connectivity and complex systems: learning from a multi-disciplinary perspective. *Applied Network Science*, 3, 11.
- Ward J.V., 1989. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, 8 (1), 2-8.
- Wortley L., Hero J.-M. et Howes M., 2013. Evaluating ecological restoration success: a review of the literature. *Restoration Ecology*, 21 (5), 537-543.

Partie 3

Composer sa discipline de l'eau

Cette partie rassemble des témoignages introspectifs pour un retour aux disciplines. Quel a été le « chemin » parcouru ? Jusqu'où peut-on aller ? Comment contribue-t-on à sa discipline par le biais de l'interdisciplinarité ? sont quelques-unes des questions qui traversent l'ensemble des récits regroupés.

Patrice Garin met au cœur de son récit la place des émotions, qui sont déterminantes dans sa pratique. Il décrit la honte de ne pas comprendre la complexité de la société sereer au Sénégal, la frustration de ne pas pouvoir déployer les outils appris par l'agronome, mais aussi l'ivresse et l'exaltation d'explorer des terrains enrichis du regard de ses collègues sociologue et géographe. Le récit donne à voir le mouvement oscillant, voire lancinant, de la pratique interdisciplinaire, en détaillant les formes d'itération entre les moments du collectif et un retour vers soi, sa discipline, son cadre rassurant, pour revenir au dialogue déstabilisant plus confiant, changé et à l'écoute. L'auteur alerte aussi sur la tentation d'une pratique en solitaire de l'interdisciplinarité. En l'absence de remise en doute, mise en critique et perspective, quelle légitimité y a-t-il à emprunter les concepts et les méthodes des autres disciplines ?

Jeanne Riaux, anthropologue chez les hydrologues, nous livre un récit passionnant sur la place des sciences de la société dans deux projets portés par des hydrologues. Elle arrive dans ces projets, forte d'une solide expérience interdisciplinaire, tout en mobilisant ses acquis disciplinaires. L'anthropologue décortique de manière très fine, tel Hippocrate, les symptômes d'une relation interdisciplinaire qui s'est construite de manière déséquilibrée : sur injonction des bailleurs de fonds et dans un flou sur qui sont les « usagers finaux » dont on parle tant. Mais elle ne s'arrête pas là. Mobilisant le concept de « *care* », l'anthropologue souhaite soigner cette interrelation en proposant des remèdes fondés sur l'expérience vécue.

Sylvain Massuel, hydrogéologue, a résolument emprunté le chemin de l'interdisciplinarité dans sa pratique de recherche. À travers ses expériences, l'auteur met en avant l'intérêt de travailler en toute transparence avec des collègues d'autres disciplines, d'expliquer et de rendre légitimes les méthodes, de lever les préjugés, ou encore de comprendre la posture et le vocabulaire de l'autre. Ainsi le chercheur n'est-il pas seul sur un projet. Cependant, les rencontres qui permettent ce travail d'ouverture ne sont pas si courantes. D'ailleurs le récit montre aussi que l'interdisciplinarité ne peut être imposée de l'extérieur. Elle n'est possible que si, avant leur rencontre, les chercheurs de différentes disciplines ont fait chacun une démarche individuelle d'ouverture et un pas de côté par rapport à leur propre discipline.

Le récit de Bruno Bonté revient sur trois situations vécues dans sa pratique de modélisation des socio-hydro-systèmes. Faute de pouvoir se rattacher à une discipline reconnue par le monde académique, cette absence de discipline a marqué le cheminement et les questionnements de l'auteur qui, selon les projets et les personnes, a dû tantôt taire ses compétences pour éviter de froisser, tantôt essayer des critiques sur son manque de légitimité scientifique. Ces situations d'inconforts sont illustrées dans ce récit au service du dévoilement progressif d'une identité scientifique multiple avec laquelle l'auteur finit par se réconcilier. La présence d'un co-auteur dans ce récit très personnel rend compte de la volonté de Bruno Bonté de donner à voir le fait que l'exercice de réflexivité n'aurait pu être conduit seul, et a lui aussi profité du dialogue entre disciplines, ici avec la sociologie.

Chapitre 8

Une difficile entrée en interdisciplinarité : le malaise et l'apprentissage avant le travail commun !

Patrice Garin

115

Le dialogue entre disciplines, modalité centrale des approches interdisciplinaires, exige que les protagonistes soient en mesure de se comprendre alors qu'ils ont recours, sur un même objet, à un vocabulaire et à des notions parfois très différents. Que ceux qui n'ont pas pesté ou soufflé de dépit, été découragés, inquiets, abasourdis, en entendant le charabia d'un collègue d'une autre discipline lors d'un projet pluridisciplinaire lèvent le doigt ! Les premiers échanges peuvent tourner au dialogue de sourds, générant des frustrations et des défiances délétères pour les collaborations ultérieures (Petit, 2022). La recherche pluridisciplinaire est confrontée aux mêmes enjeux de coordination et de gestion des émotions que n'importe quel groupe devant œuvrer de concert. Mais elle est propice à l'exacerbation de ces émotions (Waquet, 2019 : 195). Elle nous place dans des situations de nervosité vis-à-vis de collègues étrangers à nos domaines, d'incompréhension de leurs pratiques de recherche, de surprises vis-à-vis de leurs demandes, de frustration et d'irritation quand on est incompris.

Cette charge émotionnelle est rarement mentionnée dans les retours d'expériences sur ces dispositifs pluridisciplinaires, alors que le rôle clé des émotions dans l'activité de recherche en général (Waquet, 2019) ou en sciences sociales (Héas et Zanna, 2021) a été récemment souligné. Comme le souligne Emmanuel Petit (2022, p. 10) « la recherche serait le lieu où s'évertue un être rationnel, ouvert sur le monde, [...] capable de coopérer avec ses collègues en partageant ses connaissances ». Invoquer le registre émotionnel, ce serait remettre en cause le postulat de l'objectivité du chercheur. Les malaises physiques et psychologiques liés à une incompréhension mutuelle sont souvent tus, cachés par une vision plus neutre et objectivée qui sied mieux à l'activité scientifique : celle d'une collaboration compliquée par le recours à des vocabulaires, des concepts, des méthodes et des formulations propres à chaque discipline. Ce qui est plus rarement documenté, c'est l'influence que peuvent avoir ces émotions fortes sur le questionnement scientifique des participants.

Ainsi, je centrerai mon retour d'expériences d'agronome sur le panel d'émotions contrastées qui m'ont particulièrement marqué au cours de deux premières collaborations avec des chercheurs en sciences sociales, à la fin des années 1980. Je témoignerai de la variété des sentiments qui m'ont animé et des changements de perspectives sur l'analyse des pratiques paysannes, mon thème de recherche depuis le début de ma carrière. Des frustrations m'ont d'abord ramené dans mon champ d'investigation initial du champ

cultivé, pour me rassurer sur mes compétences d'agronome. J'ai ensuite fait évoluer mon questionnement, changé d'approches et d'échelles d'analyse, grisantes par leurs nouveautés et leur puissance explicative, quand j'ai pu dépasser ces malaises initiaux.

Pour retracer les sentiments d'alors, je n'ai eu qu'à feuilleter mes articles d'alors et ma thèse. Non pas que ces écrits relatent ces émotions, mais la relecture des analyses des pratiques agricoles maniant des notions géographiques, sociologiques ou historiques des sociétés agraires étudiées suffit à faire remonter en moi la variété des sentiments ressentis et des souvenirs de situations marquantes. Un compte rendu détaillé dans un carnet de terrain aurait sans doute rendu ce retour d'expérience plus rigoureux. Il ne s'agit ici que d'une introspection 30 à 35 ans après sur ce que je ressens encore comme des traumatismes intellectuels, qui ont construit mes rapports d'attirance et de prudence vis-à-vis des recherches interdisciplinaires.

116

De ma première expérience au Sénégal, je ressens encore les sentiments aigus de honte et de frustration lors de la rencontre avec une sociologue et un géographe. Je tenterai d'éclairer ce qui m'a permis de passer outre. Grâce à eux, l'excitation de la découverte du fonctionnement des sociétés agraires locales a pris le pas sur ces malaises. Sans délaisser le fonctionnement des cultures, j'ai recherché les déterminants des pratiques dans l'organisation sociale et territoriale des activités agricoles. Dans cette première partie, j'insisterai sur la construction, dans le temps, d'une relation de confiance avec ces collègues dépositaires d'autres savoirs et savoir-faire, éclairants pour mes propres recherches. Le questionnement commun, interdisciplinaire, est né ensuite progressivement, de discussions critiques, parfois assez vives, mais dans un respect mutuel de nos hypothèses et postulats respectifs que l'on a pu mettre à l'épreuve à travers un dispositif d'enquêtes conjointes.

C'est avec cette appétence pour une lecture territoriale et sociale des pratiques agricoles que je débutais ma seconde expérience à Madagascar. Il me revient avant tout cette ivresse, cette exaltation, ressentie lors de la confirmation de mes hypothèses sur les trajectoires de pratiques agricoles par des travaux en histoire, « bricolés » moi-même, faute d'historien dans l'équipe. La lecture d'une thèse d'histoire sur l'agriculture de 1820 à 1930 dans ma zone d'étude avait agi comme une révélation. À travers cette expérience si plaisante émotionnellement, car sans heurt ni mise à l'épreuve de mon travail, je soulignerai le risque d'une « interdisciplinarité en solitaire ».

Avant d'aborder ces expériences, il me faut présenter rapidement mon sujet : les pratiques des agriculteurs et les démarches en vigueur à l'époque pour les étudier. Les références citées peuvent sembler datées mais elles expliquent le contexte scientifique dans lequel j'ai été amené à interagir avec les sciences sociales.

LES PRATIQUES DES AGRICULTEURS : DU CHAMP CULTIVÉ AU TERRITOIRE

La mission première de la recherche agronomique est de concevoir des itinéraires techniques : « combinaison logique et ordonnée de techniques qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée » (Sebillotte, 1974). Pour ce faire, les agronomes élaborent des « schémas de fonctionnement du champ cultivé » (Sebillotte, 1987) en couplant des modèles biologiques d'élaboration de production de biomasse et des modèles biogéochimiques des états du milieu. S'appuyant aussi sur des expérimentations, ils en déduisent des itinéraires techniques de référence. Cette conception de références

n'est pas assujettie à la rationalité de l'agriculteur (Darré et Hubert, 1993). Si elle s'appuie sur l'interdisciplinarité de nombreuses sciences du vivant, elle ne requiert pas d'interactions avec les sciences sociales. Elle se focalise sur le « champ cultivé » et privilégie le temps de la saison de culture et des effets cumulatifs sur le futur proche de la rotation.

Dès lors que l'agronome ambitionne d'accompagner un changement technique, il doit aborder les déterminants des pratiques agricoles, définies comme les « manières concrètes d'agir des agriculteurs » (Milleville, 1987). Elles sont appréhendées grâce à une observation au champ des actes de l'agriculteur, de leurs effets sur la culture et le milieu, et à une enquête sur ses motivations et sa logique d'action. Il s'agit d'une deuxième mission de recherche, qui met « l'agriculteur » au centre des préoccupations. En effet, sa pratique procède de sa décision, selon ses objectifs, son savoir-faire et ses savoirs, et ce qu'il perçoit de ses opportunités, de ses contraintes et des risques. Il s'agit d'un postulat d'intentionnalité de ce « décideur-acteur », qui conduit à une intelligibilité et une rationalité de ses choix techniques (Landais et Deffontaines, 1988). L'analyse porte sur la cohérence des actes techniques à travers une approche systémique de l'exploitation, « pilotée » par l'agriculteur-chef d'exploitation en fonction de son projet professionnel et familial (Osty, 1978). Les collaborations avec des micro-économistes et des chercheurs en sciences de gestion aident l'agronome à appréhender cette rationalité individuelle.

Mais les rationalités d'un agriculteur ne sont pas circonscrites à ce qui se passe dans son unité de production. Les modalités d'usages de ses facteurs de production sont cadrées par l'État et des organisations intermédiaires (filières, collectivités, etc.). Ces dernières vont notamment produire des infrastructures visibles dans les paysages, des aménagements parfois séculaires, qui dessinent des configurations spatiales diverses (haies, chemins, boisements communaux, réseaux d'irrigation, de drainage ou de fossés, digues...). Elles génèrent aussi des normes et des règles d'usage qui délimitent des espaces d'autorité ou des cadrages normatifs sur les pratiques agricoles permises. Pour « rendre compréhensibles les pratiques en explicitant les interdépendances entre les systèmes de cultures pratiqués et l'aménagement du territoire » (Papy, 2001), l'approche systémique change d'échelle pour analyser les systèmes agraires (Mazoyer, 1987). Il est ainsi possible de repérer des régularités dans les pratiques au sein d'une petite région agricole, tant dans des pays du Nord (Deffontaines, 1973) que du Sud (Pélissier et Sautter, 1970). Certains faits de localité résultent de l'insertion des agriculteurs au sein de réseaux sociaux (Moisan, 1985). Ils s'y forgent des représentations de la diversité du milieu et des connaissances empiriques qui vont guider leurs pratiques individuelles et collectives. Le territoire dans lequel s'insèrent les agriculteurs constitue ainsi le troisième domaine de recherche sur les pratiques (Benoît *et al.*, 2006). L'ensemble des sciences sociales peuvent alors éclairer l'agronome dans sa compréhension des pratiques.

Ma formation d'ingénieur (1982-1984), axée sur les sciences du vivant, a comporté des modules d'initiation en économie, en sociologie rurale et en géographie afin d'appréhender cette complexité des exploitations dans leur environnement, avec des exemples pris dans les Sud. J'ai bénéficié des témoignages de chercheurs du Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) et de l'Orstom (Office de la recherche scientifique et technique outre-mer) (devenu IRD, Institut de recherche pour le développement) relatant leurs approches systémiques, de la parcelle au territoire. Mais je n'ai bénéficié ni de ces stages collectifs de diagnostic agricole

pluridisciplinaire des années 1990, ni des retours réflexifs sur ces recherches-systèmes au Sud (Sebillotte, 1996 ; Couty, 1990 pour l'Orstom). Mon stage de fin d'études à la Réunion s'est poursuivi avec l'obtention d'un poste d'ingénieur de recherche au Cirad sur la conception d'itinéraires techniques et de systèmes de cultures diversifiés pour des exploitants souvent pluriactifs sur de très petites surfaces en métayage. Avec des collègues agronomes et agroéconomistes, je m'y suis initié à l'arsenal des méthodes propres aux deux premières missions de recherche décrites : observations et suivis au champ, enquêtes quantitative et qualitative, analyses des discours des agriculteurs sur leurs pratiques et sur le fonctionnement de leur exploitation.

MON ENTRÉE EN INTERDISCIPLINARITÉ : D'ABORD UN PROFOND MALAISE LIÉ À MON IGNORANCE ET LA HONTE DE NE PAS COMPRENDRE LE TERRAIN

Mon contrat à la Réunion s'est brutalement interrompu pour remplacer, au Sénégal, un collègue rapatrié pour longue maladie. Mis à disposition de l'Institut sénégalais de recherche agricole (Isra) par le Cirad, j'ai intégré en 1986 un programme pluridisciplinaire de l'IRD « Terrains anciens, approches renouvelées : analyse du changement dans les systèmes agraires sereer au Sénégal ». Le lecteur en trouvera un descriptif détaillé ainsi qu'un panorama des résultats dans un ouvrage collectif (Lericollais, 1999). Il s'agissait de rendre compte de deux décennies d'évolutions d'une société rurale sous l'effet conjugué de sécheresses répétées, d'une croissance démographique active dans des terroirs saturés dès les années 1960, d'actions de développement et de crise du marché de l'arachide, principale source de revenus. La force du programme provenait des monographies de terroir très détaillées entre 1965 et 1972 et de suivis démographiques et médicaux continus depuis, sur ces communautés rurales. Elle provenait aussi de l'implication, 20 ans après, des deux géographes qui les avaient réalisés. Deux démographes, deux sociologues, un anthropologue spécialiste de l'histoire du peuplement sereer, un agropastoraliste, un économiste, deux zootechniciens complétaient l'équipe. Je devais rendre compte des changements de modes de conduites des cultures, de l'évolution de leurs performances et de leur vulnérabilité aux sécheresses ou à d'autres éléments du contexte socio-économique. Ce travail se focalisait sur 3 villages types de la zone, dont celui de « Sob » (780 habitants pour 1 140 ha cultivables) étudié en détail 20 ans plus tôt.

J'intégrais ce programme un an après son démarrage et la saison de culture commençait. Sans tarder, je testais une série d'enquêtes construites à partir de ce que j'avais compris du fonctionnement des exploitations à la lecture des monographies passées. Aidé d'un enquêteur-traducteur chevronné, je me suis lancé sur plusieurs groupes résidentiels de Sob. Un désastre. J'eus toutes les peines du monde à saisir qui pouvait être désigné comme un chef d'exploitation, qui travaillait là, sur quelles parcelles, avec quelle capacité de décision, etc. Je butais sur le fait de simplement identifier les éléments de base d'une exploitation agricole. Ayant dû, pour la première fois, poser mes questions *via* un enquêteur-traducteur, je crus à une difficulté de communication avec lui. Je m'en ouvrais à André Lericollais, géographe co-coordonateur du programme, qui avait réalisé l'ancienne monographie du village, et à Brigitte Guigou, doctorante en sociologie sur les dynamiques familiales de la société sereer. Malgré leurs sourires bienveillants, je compris que j'avais été trop superficiel dans la préparation de mon travail. Je ressentis une grande

honte d'avoir ainsi exposé mon incompetence. Puis cette honte ne fit que s'accroître dans l'après-midi, du fait de mon incompréhension de leurs explications sur les fondements du groupe domestique, constitué par l'unité de prise de repas en commun : la cuisine (*ngak* en sereer). Cette unité domestique est ce qui se rapproche le plus de la notion d'unité de production des agronomes¹. Je peinais à sortir de mon schéma conceptuel d'exploitation familiale européenne, où s'agence facilement, voire se confondent, unité familiale, de résidence, de consommation, de travail, de capitalisation, de transmission patrilinéaire du patrimoine. Malgré leur pédagogie et les schémas de segments de patrilignage et matrilignage, j'étais perdu et frustré. La honte liée à mon incompetence initiale se doublait de celle de ne pas réussir à jongler avec les notions présentées.

Je les quittais inquiet, car conscient que j'avais beaucoup à apprendre sur les fondements de cette société rurale. Mais comment faire ? Je me lançais d'abord dans la lecture d'ouvrages de sociologues, remplis de termes et de notions dont le sens m'échappait, sur les structures de parenté et leurs rôles... c'était décourageant. Mais je n'étais affecté que pour un tiers de mon temps sur ce programme pluridisciplinaire. Je me suis alors consacré quelques semaines à mes autres recherches à l'échelle de la parcelle (voire infra-parcellaire) sur d'autres sites. Elles me ramenaient au cœur rassurant de la première mission d'un agronome, bien distancée de ces questions sociales et de rationalité d'agriculteurs dont la logique d'action m'échappait. Cela m'a réconforté : je savais quand même faire de la recherche !

EXPLORER ENSEMBLE LE TERRAIN, BRICOLER UN DISPOSITIF SANS TROP SAVOIR OÙ L'ON VA, SOUS L'AILE D'UN MENTOR

Après cette phase réconfortante d'agronomie à la parcelle, j'ai décidé d'aborder concrètement, sur le terrain, ce que je ne comprenais pas. J'étais le seul du programme pluridisciplinaire à résider à Kaolack tandis que les autres habitaient à Dakar (250 km). L'équipe se retrouvait à Sob, à mi-chemin, pour un à deux jours toutes les unes à deux semaines. Ces rencontres furent essentielles pour me départir de ma honte et des blocages frustrants que suscitaient les lectures d'ouvrages. J'ai passé plusieurs jours à suivre André ou Brigitte dans leurs enquêtes pour appréhender matériellement ce sur quoi et comment ils travaillaient. Ils m'expliquaient aussi ce qui m'avait échappé lors de mes lectures. Je rendossais la posture de l'apprenti, avec André dans le rôle du maître de stage et Brigitte en tutrice. J'ai vécu cette phase avec soulagement tant elle était riche de clés de compréhension de cette société, puis avec enthousiasme au moment de mon initiation à leurs outils et objets de recherche, dont je compris plus tard qu'ils sont partagés par l'agronome des territoires : lecture des paysages, reconstitution de la dévolution des terres, reconstitution des liens de solidarité entre membres des groupes domestiques...

La relation s'est ensuite rapidement rééquilibrée quand il a fallu élaborer un questionnaire simple et concis, une sorte de recensement sur l'ensemble des *ngak* des villages, pour ne pas perdre des informations de base sur la saison de culture. Chacun dut justifier

1. La cuisine est composée en moyenne de 4 adultes (2 hommes et 2 femmes) et de 4 enfants, avec d'importantes variations. En son sein s'organisent l'essentiel du travail agricole et le partage des terres, avec une priorité aux céréales autoconsommées, quand les parcelles individuelles d'arachide fournissent à chaque adulte son revenu propre. Une fois sur deux, l'unité résidentielle regroupe plusieurs cuisines, selon un mode virilocal. La société sereer est bilinéaire, et tout ce qui a trait à l'épargne (élevage bovin surtout) et à sa mobilisation est géré *via* la lignée utérine (Guigou, 1992).

des indicateurs indispensables à son domaine pour un questionnaire unique faisable en un passage. J'ai commencé à argumenter sur mes étonnements d'agronome sur le fonctionnement de ces exploitations. Je n'oubliais pas ma honte initiale, mais je commençais à me sentir légitime, à avoir confiance en moi dans l'expression de mes besoins d'enquête. Par leur bienveillance, j'avais le sentiment que Brigitte et André donnaient à mes requêtes la même importance qu'aux leurs dans la négociation de ce dispositif d'enquête. Pour André, mes demandes n'étaient pas une surprise, sa culture agronomique lui permettait de les appréhender sans difficulté. Les indicateurs de travail et de productions agricoles étaient ceux qu'il avait mobilisés lors de sa monographie. Pour Brigitte, il a fallu que j'inverse les rôles d'apprenant-instructeur et que je fasse preuve de bienveillance et de pédagogie afin qu'elle saisisse l'intérêt de ces indicateurs pour son étude des relations de solidarité ou de pouvoir au sein des groupes domestiques.

120

Les discussions sont devenues plus animées au moment où l'on a négocié entre nous trois le suivi approfondi, avec des parties propres à chacun, d'un panel commun d'exploitations : sur quels critères constituer l'échantillon, pour recueillir quels indicateurs, quel partage de ces données, etc. L'enjeu était de taille parce qu'il s'agissait d'une pièce maîtresse du dispositif de recherche de chacun et qu'il fallait veiller à ne pas étouffer notre panel par ce suivi au long cours, ni être trop inquisiteur. Il a fallu que chacun explicite son propre questionnement, ses hypothèses et ses besoins. Nous nous sommes mutuellement dévoilé nos objets de recherche et nos outils de base, avec un effort pédagogique pour aller au-delà de nos jargons. Nous avons discuté et critiqué nos dispositifs respectifs afin de les alléger et de les mutualiser au maximum. Nous devions avoir des bases pour saisir intuitivement ce qu'attendaient les autres, sans prétendre maîtriser leur domaine. Ces discussions ont occupé plusieurs après-midis dans le camp proche du terrain, avec l'appui des enquêteurs qui évaluaient la faisabilité des propositions. Il me reste en mémoire le plaisir de ces échanges et de nombreuses digressions, parfois éloignées de la recherche, tissant des liens personnels au-delà de la collaboration professionnelle. Il y a eu des blocages parfois et des argumentations un peu trop passionnées. André levait alors la séance et chacun repartait à ses autres activités et réfléchissait posément à des ajustements. Chacun a dû adapter son dispositif entre ce qui serait fait au sein de ce panel commun, ce qu'il ferait de manière séparée sur d'autres exploitations pour ne pas fatiguer nos enquêtés et ce qu'il devait abandonner. L'opération s'est répétée l'année suivante en tirant les leçons de la première campagne. Une confiance et un respect mutuel sont nés de cette base d'enquêtes et de données partagées. Arrivés à ce stade, nous en étions à une judicieuse coordination pluridisciplinaire de nos travaux. L'élaboration de questions de recherche communes, caractéristiques de l'interdisciplinarité, a ensuite découlé de l'analyse de la première campagne.

André a eu un rôle doublement essentiel, sur le plan personnel et collectif. Il a pris soin de me reconforter et de me remotiver quand j'étais honteux et désemparé, en me proposant de l'accompagner lors de ses relevés de terrain, en me conseillant des lectures plus accessibles et par la clarté de ses explications sur la société sereer. Il avait mené son travail monographique en étant quasiment le seul chercheur permanent sur ce terrain pendant trois ans, avec l'aide d'enquêteurs et l'appui à distance de chercheurs issus d'autres disciplines. Il possédait ainsi une grande culture scientifique dans de nombreux domaines, dont il maîtrisait le vocabulaire et les concepts clés. Il avait monté

ce programme en associant des disciplines qui lui semblaient importantes pour qualifier les évolutions démographiques, sociales, agricoles et environnementales, en allant plus en profondeur que ce qu'il avait fait, seul, 20 ans auparavant. En tant que coordinateur, il a assumé un démarrage lent des actions pour que les scientifiques se sentent à l'aise et s'approprient. Il a délégué à chacun quelques moyens (enquêteurs et budget) et la responsabilité d'œuvrer dans son propre domaine, indépendamment du collectif – en ce qui me concerne l'agronomie à la parcelle – pour donner envie de participer. Il a institué très tôt des présentations informelles sur le terrain, sans rétroprojecteur, afin de discuter à bâtons rompus les travaux de chacun. La mise à l'aise, la curiosité et l'acculturation de tous en priorité ; pas d'hypothèse ni de problématisation imposées au départ, mais le bricolage chemin faisant d'un questionnement et de protocoles composites, une initiation aux méthodes des autres, une attention aux dispositifs d'observations partagés et individuels. Des collectifs de 2 à 5 scientifiques se sont alors auto-organisés, par affinités personnelles et thématiques, sur un sujet ou un dispositif. C'est ainsi que s'est formalisé notre groupe avec André et Brigitte sur l'organisation de l'activité agricole au sein des unités de consommations. Puis je me suis aussi associé avec André et Adama, un zootechnicien, sur la gestion de la fertilité à l'échelle des terroirs. Brigitte a travaillé avec un démographe et un autre géographe sur la gestion des crises alimentaires, auquel je m'associais ensuite, amenant mes données sur la production. Il y a eu aussi des présentations plus formelles de résultats de fin de campagne. Elles n'étaient pas dénuées de critiques, de mises en doute et d'étonnements, que je n'ai pas ressentis comme des attaques personnelles, mais plutôt comme des remarques salutaires pour mes analyses. J'avais des résultats à faire valoir, certes perfectibles. Je n'avais plus honte, je pouvais argumenter. André a ainsi organisé la pluridisciplinarité afin que chacun déploie ses actions sans forcer à des questionnements partagés. Ces phases de découverte et de mise en confiance ont été chronophages. Le temps nous a manqué pour une valorisation au bout de 4 ans. L'ouvrage collectif est sorti 10 ans après. Mais nous n'avons pas vécu ces moments de tensions rapportés dans d'autres projets pluridisciplinaires, liés au sentiment de prééminence d'un domaine scientifique, à des critiques acerbes sur la scientificité de certaines approches ou sur le recours abusif aux jargons disciplinaires.

DES QUESTIONS DE RECHERCHE AUX INTERFACES PAR UN RETOUR À MA DISCIPLINE

Au bout d'une année, j'ai senti le besoin de mettre à l'épreuve mes hypothèses d'agronome. Mes observations sur les essais et placettes chez des agriculteurs ainsi que la bibliographie m'ont amené, à la fin de la première campagne agricole, à une double hypothèse sur les facteurs clés des rendements : la vitesse d'implantation des cultures et les pratiques d'entretien de la fertilité des terres. J'ai donc focalisé mon analyse sur l'organisation du calendrier agricole d'une part, et sur la gestion des fumures animales et l'entretien du parc arboré de l'autre. Parti d'observations à la parcelle, mon questionnement s'est élargi à deux échelles principales d'investigation : l'exploitation et le terroir villageois. Il m'a renvoyé vers la sociologie et la géographie que je venais de découvrir.

Ces hypothèses agronomiques ont conduit d'une part à une étude approfondie avec Brigitte sur l'organisation du travail agricole au sein du groupe domestique et les solidarités entre *ngak*, à partir de notre panel d'exploitations suivies. J'ai pu lui montrer

combien était déterminant le subtil partage des capacités de travail des membres d'un *ngak* et les échanges entre *ngak* d'une même unité résidentielle, pour réaliser au plus vite les semis et les sarclages des parcelles individuelles et collectives, les jours succédant à la première pluie. Cette organisation assurait une répartition assumée des gains et des risques entre les productions vivrières communes au groupe domestique d'une part et les produits de rente de chacun des membres du *ngak* de l'autre (Garin *et al.*, 1999). Elle m'expliquait comment les liens à distance et les migrations contribuaient à la résilience des ménages pour lesquels je soulignais que la production vivrière n'était pas à même de subvenir à leurs besoins (Guigou, 1992).

Avec André et des zootechniciens, nous avons mené une étude sur l'exploitation fourragère des résidus de cultures et des espèces arborées, et la gestion des pacages des animaux à l'échelle du finage (Garin *et al.*, 1990). Ces deux études sur le travail agricole et la gestion des animaux étaient connectées par l'emploi de la main-d'œuvre, les règles d'usage du foncier et les liens familiaux (patrilignagers et matrilignagers). Sans leurs analyses sociologiques, géographiques, zootechniques, je n'aurais pu mettre à l'épreuve mes hypothèses agronomiques à différentes échelles, de la placette au terroir. Sans mes analyses fines de l'évolution des pratiques agricoles et de l'organisation du travail, ils n'auraient pu illustrer la capacité d'adaptation des agropasteurs sereer.

LA TENTATION DE L'INTERDISCIPLINARITÉ EN SOLITAIRE, SANS MISE À L'ÉPREUVE DE L'AUTRE

Cette expérience au Sénégal a forgé mon intérêt pour l'étude des pratiques agricoles et leurs dynamiques sur le temps long. Au lac Alaotra, à Madagascar, je me suis intéressé aux modes de mise en valeur des facettes paysagères et à leurs évolutions sous l'effet de politiques publiques d'aménagement très volontaristes dès le début de la période coloniale. Ces pratiques s'inscrivaient dans un contexte prégnant d'insécurité foncière et de compétitions dans l'expansion des espaces cultivés. J'ai d'abord collaboré avec un géographe et un sociologue dont les approches m'étaient devenues familières. Plus de honte, au contraire, une envie d'approfondir ces interfaces à travers une thèse de géographie du développement, ou en géoagronomie, formalisée plus tard par des agronomes des territoires (Deffontaines, 2004).

Mais mon propos ici n'est pas de rendre compte de mon deuxième couplage entre géographie et agronomie des territoires. L'émotion marquante de cette seconde expérience, c'est une sorte d'ivresse à la lecture de la thèse d'histoire de Célestin Razafimbelo sur l'agriculture de ma zone d'étude de 1820 à 1930 (Razafimbelo, 1984). J'étais fasciné par la profondeur de ses analyses sur les réactions des sociétés paysannes aux politiques coloniales. J'y trouvais de nombreuses clés pour interpréter ce que j'observais, des stratégies foncières aux modalités de travail du sol. Mais pour mettre à l'épreuve ces hypothèses, il fallait que je retrace l'histoire agricole récente. Or il était impossible pour moi d'ajouter un historien dans ce projet de recherche-action, très cadré par son financeur, l'Agence française de développement. Je me suis initié en solitaire aux approches historiques sur la période 1930-1990, riche d'interventions publiques dans cette région considérée comme le grenier à riz de Madagascar. J'ai essayé d'imiter Célestin Razafimbelo dans sa quête de documents d'archives, dans son attention accordée aux croisements de ses sources, dans sa méticuleuse mise en critique des récits anciens en s'intéressant à l'origine de ceux qui

les produisaient, à leur position sociale et politique, aux éléments de justification de leur propos. J'ai lu d'autres historiens de Madagascar. J'ai fouillé les archives de la station agricole du lac Alaotra, créée en 1927. C'était une antenne de l'Institut d'agronomie colonial de Nogent, ancêtre du Cirad, dont la bibliothèque regorgeait de rapports de chercheurs, de services de l'État, d'expertises, de documents de planification et d'évaluation des politiques d'aménagement et de développement sur cette zone. J'ai patiemment reconstitué des statistiques agricoles et recherché des permanences et des ruptures dans les systèmes de pratiques des communautés paysannes face à ces interventions publiques, notamment pour étendre leurs cultures, aménager des rizières et adapter leur élevage bovin. Je me suis plongé avec délectation dans ces archives des services agricoles et coloniales, attentif au fait de croiser mes sources et de prendre mes distances vis-à-vis d'écrits marqués par les cadrages politiques et culturels du moment.

Le Hcéres (Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur) précise :

« Dans la perspective pluridisciplinaire, les périmètres disciplinaires gardent leurs frontières et leur identité : ainsi, une discipline peut utiliser la méthodologie et les instruments d'une ou plusieurs autres disciplines pour traiter une question ou faire avancer un projet de recherche qui est propre à son domaine disciplinaire » (Hcéres, 2018 : 3).

Selon les circonstances, il est fréquent aujourd'hui de s'approprier des méthodes, des concepts ou des résultats d'autres champs disciplinaires que le sien, sans l'appui d'un scientifique averti de ce domaine. Ces emprunts sont devenus monnaie courante, y compris chez les doctorants². Mon expérience d'enrôlement de l'histoire n'a donc rien d'exceptionnel aujourd'hui. Elle fut nettement plus plaisante qu'au Sénégal, mais encore plus chronophage. Les moments d'exaltation, quand je trouvais dans une nouvelle archive les éléments d'explication ou de confirmation que je cherchais, effaçaient la fatigue des longues séances de fouilles documentaires. Doutant toujours de mes conclusions, j'ai failli me noyer dans une quête sans fin de la source de plus, celle qui allait confirmer ou infirmer mes analyses. Je manquais de méthode pour clore cette exploration. Mais surtout, face à la grisurie de la découverte, nulle analyse critique de mon approche par un véritable historien, ni questionnement partagé avec cette discipline. Nulle mise en garde sur les dangers que revêtait le fait de recourir à des concepts et des méthodes peu maîtrisés. Nul avertissement sur des surinterprétations ou des biais de sélection des références historiques trop conformes à mes hypothèses. Des discussions sur ce travail historique, il y en eut de nombreuses avec mes collègues géographes et sociologues, et avec mon directeur de thèse, Jean-Pierre Raison, féru d'histoire³.

Ce travail à l'interface entre l'agronomie des territoires et de gros emprunts à l'histoire a structuré ma thèse en géographie (Garin, 1998). Il a donné lieu à une publication en

2. Lors d'une enquête interne sur la pluri et l'interdisciplinarité à Irstea, sur 249 thèses soutenues de 2012 à 2017, j'ai recensé 40 % de thèses pluridisciplinaires avec des emprunts à d'autres disciplines, selon cette définition de l'Hcéres, 7 % de thèses interdisciplinaires avec un co-encadrement par deux directeurs des disciplines concernées et 53 % de thèses monodisciplinaires.

3. Jean Pierre Raison est l'auteur d'un ouvrage sur les Hautes Terres de Madagascar avec de très nombreuses références historiques (Raison, 1984). Beaucoup de ses références sont empruntées à son épouse, historienne (Françoise Raison Jourde).

anthropologie des techniques (Garin et Penot, 2011). Il bénéficie ainsi d'une certaine validation par des pairs, mais il me manque cette critique intersubjective par un historien : « la corroboration d'une hypothèse par les données dépend toujours de croyances ou de suppositions "d'arrière-plan" (croyances métaphysiques, convictions idéologiques, hypothèses factuelles non testées, valeurs sociales, etc.) » (Petit, 2002 : 45). Cette critique intersubjective m'aurait permis de déconstruire mes présupposés (Longino, 1990, cité par Petit, 2022 : 79) : « L'objectivité [...] consiste en leur participation à une discussion critique collective au travers d'échanges de points de vue et d'allers-retours entre chercheurs. » Faute d'avoir été mis à l'épreuve de cette critique sur le terrain, j'ai été pris d'angoisse les trois fois où j'ai eu à exposer ces résultats : pendant la soutenance orale de ma thèse, dix ans après quand j'en ai présenté des points saillants lors d'un séminaire d'anthropologie des techniques et au moment où cet exposé fut transformé en un écrit soumis à une revue. Je craignais un procès en dévoiement et mésusage de l'histoire et de me voir reprocher mon arrogance de m'aventurer ainsi sur un domaine sans le bagage conceptuel et opérationnel nécessaire. La mise en doute est le devenir de tout résultat de recherche. Ce n'est pas la réfutation de mes analyses qui m'a angoissé, mais la perspective de m'être fourvoyé pendant les six ans de ce travail passionnant sur les archives, par manque de réflexivité sur mes présupposés. Cela m'embarrasse encore aujourd'hui, alors que je n'ai aucune gêne à me prévaloir d'une compétence interdisciplinaire à l'interface entre géographie et agronomie. Mes travaux d'agrogéographe ont été maintes fois discutés dès leur origine par des pairs de ces deux disciplines.

124

DISCUSSION – CONCLUSION

Dans la littérature dominante, les forces et les faiblesses des approches interdisciplinaires se focalisent sur les éléments factuels : difficultés d'élaboration d'un langage commun, originalité des résultats, etc. Le registre émotionnel est rarement mentionné, sauf dans la phase de valorisation, tant l'écriture scientifique très normée de chaque domaine peut mettre en tension les attentes de chacun (Pivot et Mathieu, 2007). Ici, j'ai voulu témoigner du rôle clé des émotions quand on initie l'interdisciplinarité. Pour moi, cela a débuté par un constat douloureux et honteux quant à mes limites intellectuelles, suivi d'un découragement lors de mes tentatives d'apprentissages. Cette honte et ce désarroi ont failli me faire lâcher prise. Lors de ma deuxième expérience, la puissance explicative de mes lectures m'a enthousiasmé, mais il a manqué la mise en critique salutaire d'un historien. Du coup, je doute encore aujourd'hui de la scientificité de mon approche, le pire reproche pour un chercheur !

La pluridisciplinarité a d'abord été pour moi une affaire d'émotions, plus que dans mes expériences de collaborations avec d'autres agronomes avec lesquels les moments d'incompréhension ont été plus rares. Rien ne m'indique que ce type d'expérience soit partagé par beaucoup de collègues, tant le registre émotionnel reste dans le non-dit, si ce n'est le tabou, des actions de recherche.

Depuis lors, je suis resté très impliqué dans des programmes pluridisciplinaires, parfois avec un rôle de coordinateur. Je veille cependant à ne pas reproduire les configurations générant les angoisses passées : éviter autant que possible de m'aventurer sur une interface disciplinaire sans partenaire de l'autre discipline ; investir au préalable dans des lectures sur le sujet abordé, émanant de disciplines variées, des sciences de la nature

aux sciences sociales, en privilégiant les écrits destinés aux praticiens ou aux décideurs publics, accessibles et moins conceptuels. Je me suis souvent inspiré des modalités d'animation initiées par André pour faire face à ces émotions. Les observations conjointes ou des enquêtes faites ensemble, formelles ou informelles, suivies immédiatement de l'explicitation, par chacun, de ces analyses à chaud sont autant de travaux pratiques pour s'initier à la manière de faire et de penser de l'autre. L'immédiateté de l'analyse fait qu'elle est moins conceptuelle et jargonneuse. On n'hésite pas à demander des précisions, on est parfois conquis par un angle de vue inattendu. Ce plaisir de l'exploration conjointe m'a souvent aidé à surmonter les différences de posture et de sens donné à ce qui est vu ensemble, à condition que des affinités intellectuelles s'instaurent aussi ! Cependant, cet apprivoisement mutuel n'a pas vocation à être immédiatement productif en termes de questionnements scientifiques partagés. C'est une aide pour se coordonner, parce qu'on cerne mieux l'autre... et pour tester son envie de travailler ensemble. J'ai constaté aussi la portée didactique et incitative à la collaboration des présentations informelles, sans terrain partagé initialement. Cependant, si elles ne sont pas motivées par une action de recherche immédiate, elles peinent à mobiliser.

Le temps requis pour ces préalables est difficilement compatible avec la mode des projets rassemblant des personnes qui ne se connaissent pas, sur des problématiques prédéfinies, avec peu de marge de manœuvre pour co-construire progressivement leurs sujets. Comme d'autres, j'ai alors rogné sur ces temps d'apprivoisement et j'ai vécu ces tensions, nervosités, irritations qui parcourent ces groupes hétéroclites, même si je n'ai plus connu la honte et l'angoisse de mes débuts.

BIBLIOGRAPHIE

- Benoît M., Deffontaines J.-P. et Lardon S., 2006. *Acteurs et territoires locaux. Vers une géoagronomie de l'aménagement*, Versailles, éditions Quæ.
- Couty P., 1990. PEO : Projet d'établissement de l'Orstom, document annexe. Sciences sociales et recherche multidisciplinaire à l'Orstom, Journées d'études Orstom, 4-6 septembre, Bondy, Orstom, 45.
- Darré J.-P. et Hubert B., 1993. Les raisons d'un éleveur sont notre raison de coopérer. *Études rurales*, 131-133, 109-115.
- Deffontaines J.-P., 1973. Analyses de situation dans différentes régions de France. Freins à l'adoption d'innovations techniques. *Études rurales*, 52, 80-90.
- Deffontaines J.-P., 2004. L'objet dans l'espace agricole. Le regard d'un géoagronome. *Natures sciences sociétés*, 12 (3), 299-304
- Garin P., 1998, Dynamiques agraires autour de grands périmètres irrigués : le cas du lac Alaotra à Madagascar, thèse de doctorat en géographie, Nanterre, Université Paris 10-Nanterre.
- Garin P., Faye A., Lericollais A. et Sissokho M., 1990. Évolution du rôle du bétail dans la gestion de la fertilité des terroirs sereer au Sénégal. *Les cahiers de la recherche développement*, 26, 65-84.
- Garin P., Guigou B. et Lericollais A., 1999. Les pratiques paysannes dans le Sine, in Lericollais A. (coord.), *Paysans sereer. Dynamiques agraires et mobilités au Sénégal*, Paris, éditions de l'IRD, 209-298
- Garin P. et Penot E., 2011. Charrue et variétés de riz. Maîtrise sociale des savoir-faire techniques au lac Alaotra, Madagascar. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 5 (3), 573-598.
- Guigou B., 1992. Les changements du système familial et matrimonial : les Sérères du Siné (Sénégal), thèse de doctorat, Paris, EHESS.

- Hcéres, 2018. Référentiel d'évaluation des unités de recherche interdisciplinaires. Campagne d'évaluation 2019-2020. Vague A., https://www.hceres.fr/sites/default/files/media/downloads/Referentiel_URinter_%20Vague%20A_RECH%20UR_6%20nov.pdf (consulté le 20/05/2024).
- Héas S. et Zanna O. (coord.), 2021. *Les émotions dans la recherche en sciences humaines et sociales. Épreuves du terrain*, Rennes, Presses universitaires de Rennes.
- Landais E. et Deffontaines J.-P., 1988. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Études rurales*, 109, 125-158.
- Lericollais A. (coord.), 1999. *Paysans sereer. Dynamiques agraires et mobilités au Sénégal*, Paris, éditions de l'IRD.
- Longino H.E., 1990. *Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry*, Princeton, Princeton University Press.
- Mazoyer M., 1987. Dynamique des systèmes agraires. Rapport de synthèse présenté au Comité des systèmes agraires, Paris, Ministère de la Recherche et de la technologie.
- Milleville P., 1987. Recherches sur les pratiques des agriculteurs. *Les cahiers de la recherche développement*, 16, 3-7.
- Moisan H., 1985. Perception du territoire et production de référentiels techniques par les agriculteurs, in Jollivet M. (coord.), *Pour une agriculture diversifiée*, Paris, L'Harmattan, 218-232.
- Osty P.-L., 1978. L'exploitation vue comme un système. Diffusion de l'innovation et contribution au développement. *Bulletin technique d'informations du Ministère de l'agriculture*, 336, 43-49.
- Papy F., 2001. Pour une théorie du ménage des champs : l'agronomie du territoire. *Comptes rendus de l'Académie d'agriculture de France*, 87 (4), 139-149.
- Pélessier P. et Sautter G., 1970. Bilan et perspectives d'une recherche sur les terroirs africains et malgaches (1962-1969). *Études rurales*, 37-39, 7-45.
- Petit E., 2022. *Science et émotion. Le rôle de l'émotion dans la pratique de la recherche*, Versailles, éditions Quæ.
- Pivot A. et Mathieu N., 2007. Agnès Pivot : l'écriture, processus heuristique et outil pour le dialogue dans une démarche interdisciplinaire. *Natures sciences sociétés*, 15 (4), 411-416.
- Raison J.-P., 1984. *Les hautes terres de Madagascar et leurs confins occidentaux. Enracinement et mobilité des sociétés rurales*, Paris, Karthala.
- Razafimbelo C., 1984. L'agriculture en Antsihanaka de 1820 à 1930, thèse de troisième cycle en histoire, Paris, Université Paris 7.
- Sebillotte M., 1974. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. *Cahiers de l'Orstom. Série biologie*, 24, 3-25.
- Sebillotte M., 1987. Du champ cultivé aux pratiques des agriculteurs. Réflexion sur l'agronomie contemporaine. *Comptes rendus de l'Académie d'agriculture de France*, 73, 69-81.
- Sebillotte M., 1996. Systems-oriented research in agriculture and rural development. Lectures and debates, Symposium international recherches-système en agriculture et développement rural, 21-25 novembre, Montpellier, Cirad/SAR.
- Waquet F., 2019. *Une histoire émotionnelle du savoir, XVII^e-XXI^e siècle*, Paris, CNRS éditions.

Chapitre 9
Le syndrome de l'axe 0
ou comment soigner
la relation interdisciplinaire

Jeanne Riaux

127

« Dakar, devant mon ordinateur, à plus de 3 000 km de Niamey où se déroule l'atelier de lancement du projet. Liaison défaillante. L'atelier vise à engager le dialogue entre hydro-climatologues et "utilisateurs de la recherche". Pendant l'introduction, je sursaute à la mention de l'axe 0 dont je suis responsable : "Bon, après les présentations des porteurs d'action et les échanges avec les invités, l'axe 0 nous fera un bilan à chaud sur le dialogue avec les acteurs dans l'atelier." Vertige... Il ne s'attend tout de même pas à ce que je dise ce que je pense de leur manière de "dialoguer" avec leurs "utilisateurs finaux"... en leur présence ?! Il ne peut pas non plus s'attendre à une analyse sérieuse de la situation en une matinée !? Mais que peut-il donc bien attendre de l'axe 0 ? »

Journal de terrain, décembre 2021.

Au-delà de son caractère anecdotique, la situation présentée en exergue pose la question de la place que les sciences de la société – l'anthropologie pour ce qui me concerne – peuvent jouer dans un projet porté par des sciences de la nature – ici, des hydrologues¹ –, ou du moins du rôle que l'on peut vouloir leur faire jouer. Elle interpelle notamment sur les quiproquos qui naissent d'incompréhensions fortes sur les approches, les méthodes et les attentes de disciplines qui se connaissent mal entre elles. Cette méconnaissance se traduit souvent par des sollicitations dont le cadre est très flou (Riaux, 2021). Les sciences sociales sont invitées à prendre en charge des aspects « sociaux », sans que ces derniers n'aient toujours été réellement qualifiés.

En réponse à ces sollicitations floues, les sciences de la société peuvent se retrouver dans une position plus ou moins confortable, selon leur degré d'opportunisme. Il est en effet possible de se saisir de l'occasion pour se ménager une niche « socio » dans un projet, sans se soucier des attentes des porteurs. Dans le meilleur des cas, un intérêt commun peut naître. Mais bien souvent, chacun repart avec ses frustrations : les sciences de la société ne se sentent pas entendues tandis que les sciences de la nature ne comprennent pas pourquoi « les sociologues » n'ont pas répondu à leurs attentes, notamment celle de combler l'espace qui se creuse entre science et société.

1. Je travaille avec des hydrologues, des hydrogéologues et des hydro-climatologues. J'utilise le terme englobant hydrologues pour désigner cet ensemble sauf lorsque la distinction est signifiante.

La relation interdisciplinaire qui se dessine dans ces contextes peut vite se révéler déséquilibrée, insatisfaisante, voire contre-productive (Hernandez et Fossa Riglos, 2021). Or les exemples de dialogue sincère et construit entre chercheurs de disciplines éloignées montrent que l'interdisciplinarité peut se révéler stimulante et porteuse de réflexions innovantes. Les retours d'expériences compilés dans l'ouvrage dirigé par Jollivet (1992) en attestent, comme les articles plus récents publiés dans la revue *Nature science société* (par exemple Mathieu *et al.*, 1997 ; Li Vigni, 2021). Mais cette forme d'interdisciplinarité ne se développe qu'à condition que les protagonistes s'engagent volontairement dans la relation et acceptent d'en assumer un certain inconfort (Askland, 2013). C'est le choix que j'ai fait en acceptant de m'engager pleinement dans des projets portés par des hydrologues. Cet engagement correspond aussi à une volonté de façonner, avec eux, de nouvelles manières d'aborder le dialogue science/société. La posture sous-jacente est de dépasser les approches critiques *contre* les hydrologues et leurs pratiques pour avancer constructivement *avec* eux². Pour cela, il me semble d'abord nécessaire de « soigner » la relation interdisciplinaire, comme on peut aussi choisir de « soigner » la relation à l'eau plutôt que d'essayer de la dominer (Domínguez-Guzmán *et al.*, 2022).

Cette métaphore d'une relation nécessitant des soins est née de l'idée de « syndrome de l'axe 0 » qui s'est imposée à moi au cours de deux expériences de recherche récentes : l'une avec des hydrogéologues et l'autre avec des hydro-climatologues. Mon insertion dans ces projets s'est matérialisée par la création d'une « *task 0* » pour l'un et d'un « axe 0 » pour l'autre. Tout en négociant la place et le contenu de mon intervention dans ces deux projets, il m'a semblé que la création de ces « axes 0 » disait quelque chose de la relation interdisciplinaire en construction. Quelque chose de positif, bien sûr, puisqu'une place nouvelle était laissée aux SHS dans ces projets. Mais, en y réfléchissant, l'axe 0 délimite aussi une sorte de non-place marquée par l'usage du zéro. Que dit ce zéro de la relation interdisciplinaire ?

La métaphore du syndrome me permet d'interroger l'état de la relation interdisciplinaire, en traitant ses manifestations tout en analysant les causes de l'état pathologique ainsi révéilé. Ce diagnostic permet ensuite d'envisager des manières de soigner la relation interdisciplinaire, pour qu'un dialogue constructif devienne possible avec les hydrologues. La notion de soin est ainsi comprise à la fois dans sa dimension thérapeutique – affiner le diagnostic et chercher des remèdes pour avancer vers une relation plus équilibrée entre disciplines – et dans sa dimension affective – apporter de l'attention à la relation pour lui permettre de se transformer positivement.

UNE INTERDISCIPLINARITÉ CONSTRUITE AVEC LES HYDROLOGUES

Pour situer la genèse des axes 0, il faut d'abord que je précise « d'où je parle ». J'ai été recrutée à l'IRD (Institut de recherche pour le développement) en 2009, sur un poste destiné à collaborer avec les sciences biophysiques, avec un projet de recherche tourné vers les hydrologues de l'UMR G-EAU (Gestion de l'eau, acteurs, usages). Ce point de départ imprime à ma posture d'anthropologue la particularité de devoir continuellement

2. Dans le domaine de l'eau, les SHS se positionnent généralement de manière critique vis-à-vis des experts et des discours scientifiques qui en sous-tendent l'action (Linton et Budds, 2014). Or cette critique est difficilement audible par les hydrologues qui la disqualifient pour des raisons de forme (« ça n'est pas scientifique »). Le dialogue est alors impossible et la critique ne suscite pas les changements de postures escomptés.

négocier la place de mes questionnements scientifiques dans des dispositifs de recherche qui ne sont pas prévus pour. Ce travail de négociation était nécessaire pour inventer ma « juste » place dans les projets et les dispositifs de recherche des hydrologues.

Or, si l'idée de collaborer avec les sciences sociales est bien acceptée par les hydrologues, en pratique, elle implique de profonds changements dans des postures scientifiques solidement ancrées, ce qui est moins aisément acceptable. De fait, la négociation ne va pas de soi, d'autant plus lorsque la situation initiale de dialogue est déséquilibrée, que le déséquilibre soit d'ordre quantitatif (une anthropologue parmi les hydrologues) ou épistémologique (les sciences « molles » *versus* les sciences « exactes »). Or les situations de déséquilibre sont courantes lorsqu'un chercheur en sciences de la société intègre un programme de recherche porté par des chercheurs en sciences de la nature. Les questions d'âge, de genre et de niveau d'expérience et d'autorité jouent aussi. Avec le temps, ma manière d'entrer en dialogue avec les hydrologues a évolué.

J'ai d'abord travaillé en Tunisie centrale avec des hydro(géo)logues de l'UMR G-EAU. Nous avons façonné la collaboration entre « socio » et « hydro », très progressivement, en mettant le terrain au centre de nos interactions. La construction de ce que nous avons appelé démarche sociohydrologique a bénéficié à la fois d'un temps long et d'un esprit d'équipe renforcé par l'expatriation collective, ainsi que d'un soutien institutionnel fort. Dans cette expérience de recherche, la relation interdisciplinaire reposait sur la reconnaissance des apports et de la légitimité de chaque discipline en présence. La collaboration était réellement collective, continue et équilibrée. Ancrés dans le concret des situations, les quiproquos étaient mis en lumière et discutés, les frustrations et les incompréhensions explicitées, le point de vue de chacun pouvait ainsi être pris en compte. Cela a donné lieu à des analyses qui croisaient l'anthropologie et l'hydrologie pour alimenter des questions de recherche issues du dialogue interdisciplinaire (Massuel et Riaux, 2017 ; Riaux *et al.*, 2020). À la suite de cette expérience, la création de l'équipe SocioHydro au sein de l'UMR G-EAU a permis d'élargir le collectif interdisciplinaire à d'autres expériences de recherche et de susciter une réflexion sur la pratique interdisciplinaire (Massuel *et al.*, 2018 ; Collard *et al.*, 2021). Pour moi, le bilan de cette étape a été la rédaction d'une HDR et l'obtention du grade de directrice de recherche. Je me suis ensuite orientée vers un nouveau terrain, le fleuve Sénégal, et de nouvelles collaborations qui ouvrent une nouvelle étape dans ma manière d'aborder la négociation interdisciplinaire.

UN RÉCIT FONDÉ SUR DEUX EXPÉRIENCES

Cette deuxième étape s'ouvre avec la sollicitation d'hydrologues pour contribuer à leurs dispositifs de recherche. J'y répondais favorablement, mais en venant avec une idée précise de ce que j'entendais apporter au collectif, forte d'un projet de recherche centré sur la construction de « médiations sociohydrologiques » (Riaux, 2021). Mon idée était de me positionner en médiatrice dans le dialogue entre les hydrologues et les acteurs de l'eau afin de favoriser une hydrologie orientée par les enjeux de société. Il ne s'agissait donc plus de négocier les contours du dispositif interdisciplinaire chemin faisant, mais bien de convaincre un groupe d'hydrologues d'infléchir son projet pour y insérer d'autres manières de faire. Pour relater cette expérience, j'ai choisi de m'appuyer sur deux scènes d'interdisciplinarité qui se sont construites en parallèle (encadré 9.1) et dans lesquelles a surgi l'objet « axe 0 ».

Encadré 9.1. Deux scènes d'interdisciplinarités.

Le projet des hydro-climatologues

Le programme Cycle de l'eau et changement climatique (2021-2025) a été initié dans le cadre d'une convention entre l'IRD et l'AFD (Agence française de développement). Un projet aux contours assez vastes pour englober différentes équipes de l'IRD et leurs partenaires, en Afrique de l'Ouest notamment, a été défini. L'objectif est de traduire les avancées scientifiques en « outils d'aide à la décision » et de les « transférer » aux « utilisateurs finaux », pour reprendre les termes du projet. Les évolutions hydrologiques relatives aux changements du climat sont abordées à travers plusieurs enjeux : inondations urbaines, gestion des barrages, prévision climatique, etc. Les hydro-climatologues maîtrisent bien sûr leurs outils et méthodes scientifiques. Par contre, le dialogue avec les « utilisateurs finaux » et la manière de partager les résultats ont été peu réfléchis. C'est l'un des enjeux de ce projet et probablement l'une des raisons qui ont motivé la sollicitation des SHS. L'axe 0, « Accompagnement réflexif du dialogue science/société », matérialise à la fois mon engagement dans ce projet et sa validation par les hydro-climatologues.

La consultance des hydrogéologues³

La seconde scène d'interdisciplinarité s'est constituée entre 2020 et 2021, au cours d'une consultance portée par l'IRD et 2iE (Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement), autour de la question du devenir professionnel des hydrogéologues sahéliens. Un consortium d'experts dominé par des hydrogéologues a été constitué pour répondre à un appel d'offres de la Banque mondiale. La première offre du consortium a été refusée par la Banque mondiale, qui soulignait l'absence de sciences sociales dans les réponses reçues. L'appel a alors été reformulé, avec l'adjonction du sous-titre : « *socio-anthropologist analysis on groundwater national expertise in the Sahel region* ». C'est la raison pour laquelle j'ai été sollicitée. L'objectif était d'insérer une démarche anthropologique dans un dispositif solidement cadré par les hydrogéologues, ce qui s'est matérialisé par la création de l'axe 0 : « *Knowledge mobilisation, consultancy process and methodology* ».

Le récit proposé se structure autour de la genèse de l'axe 0 sur ces deux scènes. Je me centre sur ce qui s'est passé durant la structuration institutionnelle et financière des projets. J'effleure seulement les différentes alliances qui se sont constituées, ensuite, au cours de l'existence de ces deux axes 0 et qui ont été déterminantes dans la construction interdisciplinaire⁴.

Le matériau est constitué à partir de notes prises pendant des réunions, ainsi que des échanges de messages électroniques. Mes réactions et frustrations relatées dans des mails adressés à des collègues extérieurs aux projets sont mobilisées pour documenter ma posture. C'est d'ailleurs dans ce matériau que la formule « syndrome de l'axe 0 » est apparue. C'est en m'interrogeant sur cette formule qu'est née l'idée d'une relation interdisciplinaire qu'il faudrait soigner. Pour être honnête, ce récit est avant tout une recherche du sens de mon engagement « chez » les hydrologues, alors que les deux

3. Le récit écrit avec Youssoupha Tall et Valérie Plagnes (chapitre 2) détaille ce qui s'est joué ensuite dans le travail avec les hydrogéologues.

4. Les alliances nées du travail en commun sont aussi ce qui m'a permis de « tenir » sur ces scènes parfois éprouvantes. J'en profite pour remercier Jean-Christophe Desconnets, Youssoupha Tall, Valérie Plagnes, Benjamin Sultan et Romain Leclercq, complices de choix dans ces nouvelles aventures interdisciplinaires.

expériences relatées ici ont été particulièrement ardues, et parfois décourageantes. Il s'agit en quelque sorte de soigner la relation interdisciplinaire, en soignant ma propre posture, et *vice versa*.

ANAMNÈSE DE L'AXE 0. SYMPTÔMES D'UNE RELATION INTERDISCIPLINAIRE ABÎMÉE

Mon premier objectif est de prendre du recul sur le processus de construction des axes 0 : identifier des régularités entre les deux situations, et mettre en lumière les principales étapes de la négociation interdisciplinaire, leurs significations et les symptômes qui les révèlent afin d'établir un « diagnostic ».

Solliciter les « SHS » : externalisation d'une expertise

Le premier symptôme réside dans les origines mêmes de la sollicitation des SHS. Dans les deux cas, les hydrologues répondent à une injonction extérieure, sans nécessairement se l'approprier. Ces injonctions correspondent à un élargissement du champ d'action des hydrologues, poussés vers le monde non académique. En mobilisant des financements de la Banque mondiale ou de l'AFD, il s'agit en effet d'adopter une posture d'expert ou de passeurs de connaissances vers d'autres sphères de la société que celle de la recherche. Or ce passage est loin d'aller de soi : les hydrologues se retrouvent confrontés à la nécessité d'adapter leurs pratiques, discours et postures à un monde dont ils cernent mal les contours sociopolitiques. D'ailleurs, les premières réponses des hydrologues ne satisfont pas les bailleurs. L'hypothèse est alors faite que le recours aux SHS est la solution ; les sciences sociales posséderaient les clés du monde (« sociétal ») auquel il s'agit de s'adresser.

Encadré 9.2. L'injonction des bailleurs.

Les deux projets ont été longuement négociés avec les bailleurs. Dans la consultance des hydrogéologues, l'adjonction de compétences en SHS a été imposée par le bailleur : « L'équipe d'experts est très bi-disciplinaire : hydrogéologues et spécialistes de l'éducation ou des formations. **Conseil** : diminuer le temps des hydrogéologues et adjoindre les compétences d'un(e) anthropologue dont l'expertise est indispensable, vu les termes de références » (compte rendu d'une réunion avec la Banque mondiale par le porteur de la consultance, février 2021).

Dans le projet des hydro-climatologues, l'injonction est moins directe : « Du point de vue de l'AFD, la production d'outils et l'accompagnement d'institutions du sud (transfert de méthode et de savoir-faire) priment sur la production de connaissance » (remarque de l'AFD sur le cadre logique du projet, 2019). Les hydrologues du projet considèrent que le transfert est du ressort des SHS et assimilent donc l'ambition de l'AFD à un besoin auquel les sciences sociales peuvent répondre.

En accueillant une anthropologue dans leur projet, les hydrologues pensent résoudre un problème, mais en aucun cas ils n'envisagent de modifier la structure de leurs projets, déjà organisés en axes avec des leaders identifiés. L'accueil des sciences sociales se fait en ajoutant des éléments dans l'architecture préexistante. Dans le cas de la consultance, les hydrogéologues ajoutent une dimension anthropologique à leur analyse. C'est ainsi que l'axe 2.2 du projet prévoit une analyse qualitative des trajectoires professionnelles

des hydrogéologues sahéliens, après l'analyse quantitative (axe 1) et l'analyse bibliométrique (axe 2.1). Dans le projet des hydro-climatologues, le dialogue avec la société va être pris en charge par la création de l'axe 4 « Acteurs-transfert-co-construction » porté par les sciences sociales. En arrière-plan se joue la redistribution des fonds déjà attribués : la place de chacun est alors longuement rediscutée.

Par contre, une fois les SHS ajoutées à la structure des projets, la nature des actions de recherche proposée n'est pas discutée. La seule présence des SHS semble répondre à l'injonction des bailleurs. De leur côté, les hydrologues n'ont pas besoin des sciences sociales pour faire ce qu'ils envisageaient de faire.

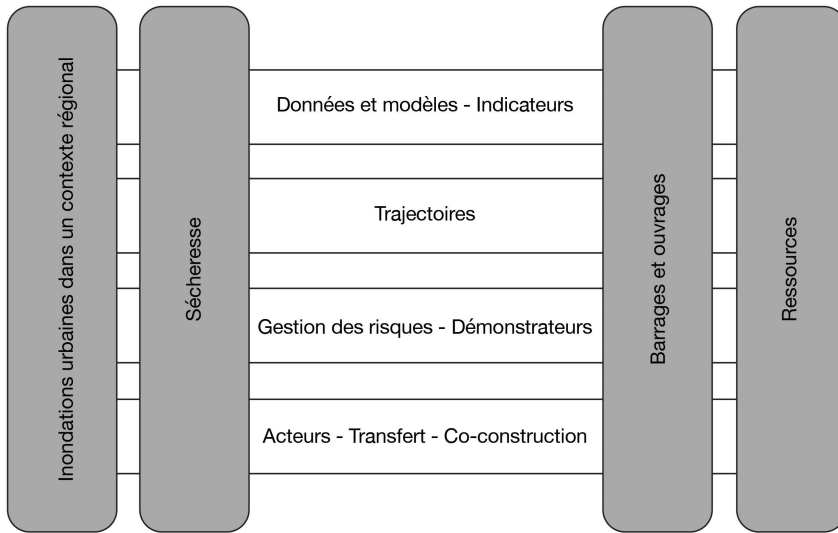
Insérer les SHS dans l'architecture des projets : naissance des axes 0

Bien que symptomatique, le surinvestissement de la forme au détriment du fond est aussi une chance pour les sciences sociales : les propositions sont à peine discutées, laissant le champ libre aux ambitions de l'anthropologue pour se déployer – au moins sur le papier.

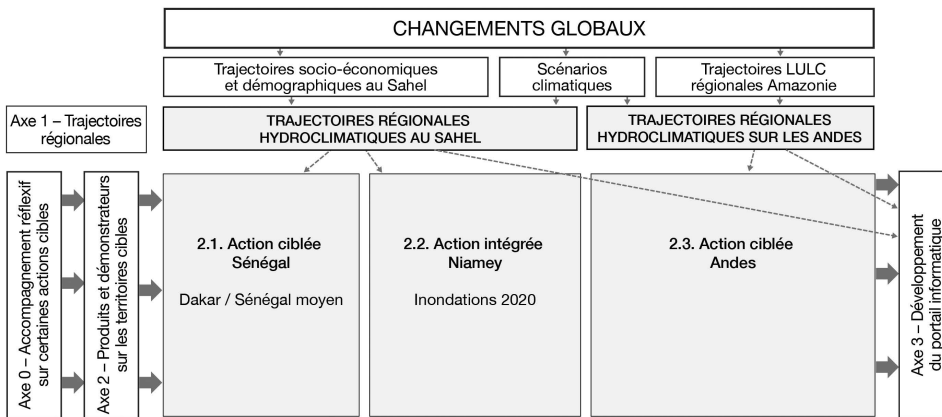
J'ai façonné les axes que l'on m'avait confiés en fonction de ce que je percevais des « besoins » des hydrologues et non en fonction de leurs « attentes » exprimées, ce qui fait une large différence. Aux hydro-climatologues, j'ai proposé un accompagnement réflexif du dialogue avec leurs interlocuteurs non académiques. Aux hydrogéologues, j'ai proposé une trame méthodologique les impliquant dans le recueil et la production d'information sur les hydrogéologues sahéliens. Mais, dans les deux cas, l'ajout d'axes aux projets initiaux n'a pas suffi aux bailleurs, qui souhaitaient une intégration plus explicite des aspects « socio ». L'architecture des projets a été recomposée à plusieurs reprises en dialogue avec les bailleurs, et la place des SHS redessinée, comme l'illustre le projet des hydro-climatologues (figure 9.1).

À travers cet exemple, l'axe 0 apparaît bien comme le fruit d'un compromis. Les propositions de l'anthropologue sont validées et leur caractère structurant pour le projet est reconnu ; elles sont placées en amont des activités, pour irriguer l'ensemble du projet. Surajouté à une architecture préexistante, le nouvel axe délimite un espace nouveau du projet, un espace « 0 ». Le même cheminement a eu lieu dans la consultation des hydrogéologues. Mais, inspirée par le projet avec les hydro-climatologues, c'est moi qui ai proposé l'adjonction d'un axe 0 « qui structure la démarche », porté avec le responsable du projet.

L'appellation axe 0 naît donc de la volonté d'afficher une place structurante pour les propositions de l'anthropologue dans le projet, sans toutefois bouleverser l'organisation pensée avant ces propositions.



Septembre 2019 à avril 2020. Ajout d'un axe SHS (*Acteurs-transfert-co-construction*) dans l'architecture initiale du projet. Avril 2020 : l'axe devient *Réflexivité, acteurs, dialogue*, en accord avec l'AFD.



Novembre 2020 à octobre 2021. L'architecture du projet s'est complexifiée pour intégrer les modifications proposées tout en conservant les activités négociées au départ. L'activité *Réflexivité, acteurs, dialogue* est reconnue comme transversale sur la durée du projet. C'est ainsi que naît l'axe 0.

Figure 9.1. Deux ans de négociations pour aboutir à l'axe 0 - projet Cycle de l'eau et changement climatique (figures réalisées par Chrystelle Negron, Thierry Lebel et Patrick Lachassagne).

Quiproquos sur l'axe 0 : jouer ou faire le jeu ?

La création des axes 0 est déjà un résultat important pour moi : elle marque une inflexion forte des modalités d'insertion des SHS dans ces projets. Il ne s'agit plus de leur ménager une niche dans laquelle elles travailleraient de manière plus ou moins autonome, mais bien de prendre en compte leurs apports tout au long du projet. Toutefois, à ce stade, la nature de ces apports demeure floue, autant pour mes interlocuteurs que pour moi-même. L'investissement transversal dans ces deux projets est un pari inductif : j'avais une idée

assez précise de la direction dans laquelle je souhaitais avancer avec les hydrologues, mais aucune idée de la manière dont j'allais *concrètement* opérer, ni de la direction que les interactions nous amèneraient à prendre. Une large part de la démarche dépendait de l'implication des hydrologues dans les activités proposées.

Or je me suis vite aperçue qu'il y avait des attentes fortes vis-à-vis de cet axe 0 : « animer le projet », « s'occuper du dialogue avec la société », « organiser les ateliers », etc. Tout ce que les hydrologues ne souhaitaient pas faire était renvoyé à l'axe 0. Dans certains cas, cette posture a conduit à une forme de co-construction des contenus avec les hydrologues (encadré 9.3).

Encadré 9.3. Surfer sur le quiproquo pour construire ensemble.

Dans le projet des hydro-climatologues, j'ai beaucoup joué sur le flou terminologique pour avancer dans la négociation. Que signifie, par exemple, « Accompagnement réflexif du dialogue science société » ? Pour moi, tout est dans le « réflexif », qui met de la distance vis-à-vis de l'action. Mais ce terme est assez opaque pour les hydrologues. Je vois bien qu'ils le contournent. Leurs discours laissent plutôt entendre qu'ils attendent de ma part un accompagnement du dialogue, ce qu'ils traduisent par un rôle d'animatrice. J'ai senti leur perplexité quand j'ai refusé d'organiser les ateliers avec les « utilisateurs », plusieurs m'ont demandé qui allait le faire alors ? Et puis, à force de refuser d'endosser les rôles qu'on m'attribuait, est arrivée la question gênante : mais que va faire l'axe 0 alors ? La question est d'autant plus cruciale que j'avais réussi à négocier pour l'axe 0 un budget plus ou moins aligné sur celui des autres axes. Il fallait donc jouer la montre en attendant que le projet démarre et que je trouve des propositions concrètes. L'axe 0 est en effet pensé pour se construire dans l'action. Heureusement, les porteurs d'autres axes, qui avaient déjà fait l'expérience de l'interdisciplinarité, présentaient l'intérêt d'une approche nouvelle. C'est ainsi que nous avons imaginé ensemble la « chaîne de production et de partage des savoirs » que l'axe 0 doit accompagner, en tandem avec l'axe 3 du projet dont le rôle est de traduire les savoirs des hydrologues dans un format accessible aux « utilisateurs » (données, portail, démonstrateurs). En réfléchissant à la manière de remplir nos objectifs complémentaires, est née l'idée de la Cellule d'accompagnement réflexif (CARÉ), qui associe les deux axes pour organiser des retraites réflexives et suivre le cheminement des chercheurs vers leurs interlocuteurs non académiques.

L'axe 0 procède d'un quiproquo : les hydrologues l'acceptent en partie parce qu'ils ne mesurent pas les changements proposés, en partie parce qu'ils pensent sous-traiter le problème du dialogue avec la société. Jouer sur le flou des formulations permet d'attendre que des actions plus concrètes donnent du corps à cet axe. Mais, dans certains cas, ce jeu peut s'avérer plus risqué (encadré 9.4).

Encadré 9.4. Une « sur-responsabilisation » de l'anthropologue.

Pour la consultance des hydrogéologues, les contraintes de temps ont imposé de se lancer rapidement dans l'action. Je me rendais bien compte que ce qui avait été promis pour cette expertise, notamment l'analyse quantitative, impliquait un travail impossible à réaliser sérieusement dans le temps imparti (10 mois). C'est d'ailleurs la raison pour laquelle j'avais refusé de prendre la direction de la consultance lorsqu'on me l'a proposé, le porteur initial, un hydrogéologue, se sentant de moins en moins à l'aise pour réaliser une expertise devenue très anthropologique dans sa formulation.

Je me suis focalisée sur l'analyse qualitative de l'axe 2.2, en mettant en œuvre la méthodologie proposée dans l'axe 0. Les ateliers organisés avec les experts de la consultance se sont rapidement constitués en arènes de dialogue de la consultance dans son ensemble. On y a discuté les hypothèses de départ, enrôlé les hydrogéologues pour se positionner par rapport au sujet de l'expertise, etc. Cela nous a positionnés dans un rôle d'animation du projet, sans que nous en soyons coordinateurs. Au départ, le mélange des genres n'était pas trop coûteux, dans la mesure où l'animation des ateliers permettait de débiter l'ethnographie des hydrogéologues sahéliens. Mais, au final, nous nous sommes retrouvés à jouer en partie un rôle moteur dans l'animation du collectif, ce qui me conduira à assumer l'écriture du rapport final de la consultance, le porteur s'étant désengagé en cours de route. J'ai donc dû plus ou moins endosser les résultats d'une expertise dont j'avais affirmé que j'étais bien incapable de la produire. Heureusement, je n'étais pas seule (chapitre 2) !

Il semble se jouer ici une sorte de « jeu de dupe » : d'un côté, l'anthropologue croit manipuler les hydrologues en introduisant des réorientations profondes dans leur projet, de l'autre, les hydrologues croient avoir pu déléguer à l'anthropologue un ensemble de tâches qu'ils ne maîtrisaient pas. Dans ce jeu et à travers les étapes de négociations des projets, le diagnostic de la relation entre disciplines se révèle bien sombre. Les symptômes sont lourds : asymétries dans la relation, dialogue de sourd, mépris du fond au profit de la forme. Manipulation et instrumentalisation sont en effet des dispositions qui ne permettent pas la rencontre. Pourtant, l'existence même de l'axe 0 porte en elle un certain nombre de « remèdes » pour soigner cette relation, à condition bien sûr que l'interaction puisse changer de registre.

L'AXE 0 COMME POSTURE DE SOIN : BASCULEMENT DU SYNDROME AUX REMÈDES

Les situations d'interdisciplinarité décrites sont bien spécifiques. L'axe 0 n'aurait pas de sens dans le cadre d'un projet où un consensus sur les orientations scientifiques serait à l'origine de la collaboration. Mais le contexte dans lequel s'enracine la mise en œuvre de l'interdisciplinarité est souvent propice à l'expression des déséquilibres, identifiés ici comme des symptômes. Ainsi en est-il de la réponse des hydrologues à des injonctions pressantes des bailleurs pour mobiliser les sciences de la société. Dans les deux cas, l'injonction rencontre des projets déjà organisés. Cela conduit d'abord à des compromis « minimalistes » (l'axe 4 ou l'axe 2.2). La conjonction de l'exigence des bailleurs et de la volonté de l'anthropologue de susciter de réelles interactions permet de dépasser des compromis jugés insuffisants. Cela aboutit à la création d'un axe transversal dont l'ambition est de rendre possible le dialogue interdisciplinaire. Et une fois entérinée dans l'architecture des projets (et dans la répartition des fonds), la création d'un axe 0 se présente comme une voie pour « soigner » la relation interdisciplinaire. La reconnaissance de la transversalité de cet axe de travail permet en effet de légitimer l'enrôlement des autres chercheurs du projet dans ses activités d'une part, et de proposer des activités structurantes dans le projet de l'autre, telles qu'un cadre méthodologique d'ensemble ou un travail d'accompagnement réflexif, l'hypothèse sous-jacente étant que de telles activités sont à même de constituer un cadre pour un dialogue non instrumental, condition de la rencontre interdisciplinaire.

Mais l'axe 0 est d'abord un compromis précaire. Les symptômes du déséquilibre initial demeurent : infériorité numérique des sciences de la société, insuffisance des discussions de fond sur leurs propositions, continuelle nécessité pour les sciences de la société de prouver la légitimité de leurs actions, etc. Ces symptômes valident l'idée d'un « syndrome de l'axe 0 » qui matérialiserait une relation déséquilibrée et insatisfaisante. Mais les symptômes associés à ce qui aurait pu être le « syndrome de l'axe 6.2.4 » auraient probablement été plus prononcés : budget insignifiant, aucune voix dans le pilotage du projet, peu d'interactions avec les autres scientifiques, etc. Bien des chercheurs en sciences sociales en ont fait l'expérience.

Les symptômes spécifiques à la présence de l'axe 0 montrent alors une progression dans la relation. Et l'analyse laisse à penser qu'ils sont aussi porteurs de leurs propres voies de guérison. Ainsi, par exemple, lorsque les propositions de l'axe 0 impliquant les hydrologues dans un processus méthodologique et/ou réflexif transversal au projet sont validées, la sous-traitance aux SHS de ce qui pose problème ne tient plus. L'ajout d'un axe transversal en amont des autres activités impose aussi sa propre prise en compte, ensuite, dans le déroulé du projet. On dépasse ainsi la relégation des SHS au rôle de « supplément d'âme » du projet (Billaud, 2003). De même, le jeu de dupe rendu possible par les quiproquos qui sous-tendent la création de l'axe 0 est une manière d'avancer de manière interdisciplinaire et, chemin faisant, d'appliquer du baume sur la relation à soigner. En construisant un espace « zéro », transversal, l'anthropologue se met en position d'administrer des soins.

Les « outils thérapeutiques » de l'anthropologie

La démarche anthropologique est propice à cette posture de soins. Cette discipline a en effet forgé des méthodes pour favoriser la compréhension d'autrui, qu'il s'agisse de l'observer ou de l'écouter, d'adopter une posture compréhensive ou de prendre du recul vis-à-vis de ses propres manières de penser (Agier, 2016). Décentrement et réflexivité se présentent à la fois comme les forces de l'anthropologue pour entrer dans le monde d'autres disciplines, et comme des outils permettant de construire la relation interdisciplinaire.

Dans sa pratique, l'anthropologue doit accepter de déplacer ses questions de départ en fonction de la rencontre et du terrain. Il lui faut continuellement repenser ses propres postulats et interprétations. L'anthropologue est, de fait, en mesure d'adopter une posture souple et compréhensive pour s'insérer dans un monde qui n'est pas le sien, comme celui des hydrologues. Cela ne va bien sûr pas sans tâtonnements, frustrations et déconvenues, mais ces inconforts font partie du métier. La plasticité de la posture de l'anthropologue sur le terrain se traduit aussi par des savoir-faire en matière de bricolage avec les méthodes et les concepts, pour les rendre signifiants à l'extérieur du cadre pour lequel ils ont été pensés. Cela permet de s'adapter aux différents sujets/objets qui se présentent. L'anthropologue peut s'investir sur le terrain d'autrui, adopter de nouveaux objets d'observation pour servir un questionnement plus large. C'est ainsi, par exemple, que j'interroge la circulation de savoirs hydrologiques en m'appuyant sur les activités des hydrologues avec lesquels je travaille. Enfin, le caractère inductif de l'anthropologie représente aussi une force dans un contexte « axe 0 ». L'anthropologie s'accommode très bien du flou dans les objectifs annoncés, dans la mesure où la démarche ethnographique

se construit en cheminant sur le terrain. Cela laisse, là encore, une grande liberté dans la manière d'avancer avec les hydrologues.

Pour autant, cette capacité d'adaptation n'est pas facile à argumenter auprès des hydrologues qui ont une vision plus cadrée de ce qu'est une démarche scientifique. Il apparaît très vite nécessaire de montrer « l'utilité » de la démarche proposée. Cela contraint l'anthropologue à avancer (plus) rapidement (que souhaité), à tester des propositions avant même de les avoir pensées sérieusement. Il faut alors faire confiance aux baumes disciplinaires : dialogue, décentrement, réflexivité. Personnellement, cette confiance s'enracine d'abord dans la préparation minutieuse et attentive, quasi millimétrée, des scènes de dialogue et de réflexivité qui seront déployées avec et pour les hydrologues⁵. L'idée est qu'elles soient à la fois confortables et « utiles » pour les hydrologues, de manière à les y enrôler (encadré 9.5).

Encadré 9.5. Une retraite réflexive pour concrétiser les propositions de l'axe 0.

Quand le projet avec les hydro-climatologues a démarré, il est devenu nécessaire de concrétiser les propositions en matière « d'accompagnement réflexif ». L'enjeu était de donner à penser la relation science/société, pour que les hydrologues façonnent eux-mêmes les voies d'un dialogue en adéquation avec leurs propositions scientifiques. Des retraites réflexives annuelles ont été proposées : trois jours dans un endroit déconnecté et propice à la réflexion. En amont, un canevas d'animation est soigneusement préparé, avec des exercices incrémentaux pour amener les hydrologues à faire le point sur leurs postures dans le projet et vis-à-vis de la « société ». Des outils de décentrement sont mobilisés en parallèle de moments réflexifs exigeants. Ces activités ont suscité des prises de conscience importantes pour démarrer le projet : le flou dans l'identification des « utilisateurs » et de leurs « attentes supposées », et même dans l'identification des savoirs et des outils à « transférer ». Ce travail collectif permet de clarifier les limites au-delà desquelles il serait trop coûteux d'avancer. Si ce processus réflexif désidéalisait le dialogue avec la société, il permet en contrepartie de l'aborder de manière plus pragmatique.

Dans ce cas, les outils de décentrement de l'anthropologie ont été mobilisés pour initier un processus réflexif avec les hydrologues. Le même cheminement a eu lieu dans la consultance avec les hydrogéologues, en proposant un cadre pour réfléchir ensemble aux caractéristiques de leur métier. Ce type de réflexion permet simplement aux hydrologues de prendre le temps d'engager une réflexion sur des thèmes qu'ils n'ont pas coutume d'aborder dans le cadre de leurs activités scientifiques. Il s'agit là d'une véritable « clé d'entrée » dans leur monde, où se joue leur implication dans la suite des activités de l'axe 0.

Des prises de conscience réciproques pour équilibrer la relation

L'un des principaux apports, pour l'anthropologue, de ce cheminement collectif est de renverser ses propres représentations de la manière dont les hydrologues pensent et travaillent. Ainsi, par exemple dans le projet avec les hydrogéologues, les frontières que j'étais établis entre mondes académiques et opérationnels ont été bouleversées par la présence d'acteurs situés à la frontière de ces mondes : praticiens-chercheurs (dans les administrations, les bureaux d'études et les entreprises de forage) et chercheurs-experts (dans les

5. Deux principaux lieux d'expérimentation dans des contextes moins chargés d'enjeu : le SocioHydro'Lab et la Plateforme Interdisciplinarités (www.ird.fr/psf-interdisciplinarites-2021-2023, consulté le 22/03/2024).

institutions internationales, les projets de développement et les bureaux d'études). Cela dessine une sociologie bien spécifique du monde des hydrogéologues, dont les caractéristiques sont évidentes pour les hydrogéologues eux-mêmes. Ce travail de décentrement m'invite à requalifier la posture des hydrologues dans le dialogue science/société.

Un autre exemple concerne l'activité réflexive des hydro-climatologues. Dans le projet, la création de l'axe 0 correspondait à une volonté de susciter un réveil réflexif sur la nature politique des savoirs qu'ils produisent (Stengers, 2013). Or les hydro-climatologues rencontrés se posent tous des questions sur leurs recherches, les évolutions du climat et la manière de se positionner dans la société. De fait, ils ont *déjà* une activité réflexive profonde et active. Seulement elle ne se situe pas sur le même plan que celle de l'anthropologue. Le projet de l'axe 0 doit alors susciter le prolongement du processus réflexif pour qu'il s'incarne dans les questions de recherche, par exemple.

Ici, l'anthropologue partage l'inconfort des hydrologues. Ces prises de conscience impliquent que l'anthropologue revoie sa posture de « sachant » dans le dialogue interdisciplinaire tel que conçu avec l'axe 0. Si les hydrologues ignorent une grande partie de ce que « sait » l'anthropologue, l'ignorance est réciproque. De fait, pour conserver son apport thérapeutique, l'axe 0 doit s'appuyer sur ces paliers dans la (re)connaissance mutuelle. Les sciences sociales engagées dans la relation de « soin » doivent alors veiller à pratiquer elles-mêmes très sérieusement le travail de décentrement imposé aux hydrologues, sous peine de reproduire à leur tour le dialogue de sourd que le processus réflexif entend dépasser.

CONCLUSION

Alors que jusqu'ici j'ai surtout réfléchi à des situations interdisciplinaires fructueuses, ce texte interroge des situations où le dialogue avec les hydrologues se révèle moins aisé. Pour aboutir à une relation interdisciplinaire équilibrée et satisfaisante, l'idéal serait évidemment que les sciences de la société et les sciences hydrologiques se rencontrent pour construire ensemble leurs projets de recherche. Définir ensemble les termes du contrat interdisciplinaire, *avant* de caler la structure d'un projet, serait certainement plus constructif. L'axe 0 pourrait alors être porté par un collectif associant sciences de la société et sciences de la nature. Mais, dans les projets où les sciences de la société sont « appelées » *a posteriori* pour contribuer à un projet défini par les sciences de la nature et seulement pour répondre aux injonctions d'un bailleur, la relation ne peut pas être d'emblée équilibrée. Pourtant, les projets ainsi construits sont nombreux. Il apparaît donc nécessaire d'équiper des chercheurs en sciences de la société pour faire bouger les lignes de l'intérieur.

Le caractère un peu caricatural des scènes d'interdisciplinarité présentées ici se révèle intéressant pour penser l'action des sciences de la société dans ce type de projets. En effet, les déséquilibres de la relation apparaissent clairement, ce qui permet de les examiner. Et le choix de la métaphore médicale impose de dépasser ces aspects négatifs pour identifier aussi ce qui peut faire « soin » ou « remède ». Pour moi, l'initiative du « soin » incombe aux sciences de la société, parce qu'elles détiennent les outils de dialogue, de décentrement et de réflexivité qui permettent de le faire de l'intérieur.

Par contre, ce travail « de l'intérieur » implique que les chercheurs en sciences de la nature accordent du crédit et de la confiance à leurs homologues des sciences de la société,

qu'ils acceptent de se prêter au jeu de l'inductivité et de la réflexivité. En contrepartie, il est nécessaire que cette forme de confiance soit réciproque ; les sciences de la société doivent aussi accepter d'élargir leurs perspectives sur leurs homologues des sciences de la nature, pour saisir l'existence de nuances et de complexités dans leurs manières de penser le monde.

BIBLIOGRAPHIE

- Agier M., 2016. Epistemological decentring: at the root of a contemporary and situational anthropology. *Anthropological Theory*, 16 (1), 22-47.
- Askland H.H., 2013. My life as a chameleon: finding the anthropological self through interdisciplinary collaboration. *Collaborative Anthropology*, 6, 244-267.
- Billaud J.-P., 2003. De l'objet de l'interdisciplinarité à l'interdisciplinarité autour des objets. *Natures sciences sociétés*, 11 (1), 29-36.
- Collard A.-L., Riaux J., Massuel M., Bonté B., Laurenceau M., Richard B. et Rivière-Honegger A., 2021. Construire un regard sociohydrologique (3). Expérimenter un canevas pour engager la négociation interdisciplinaire. *Natures sciences sociétés*, 29 (1), 77-86.
- Domínguez-Guzmán C., Verzijl A., Zwartveen M. et Mol A., 2022. Caring for water in Northern Peru: on fragile infrastructures and the diverse work involved in irrigation. *Environment and Planning E: Nature and Space*, 5 (4), 2153-2171.
- Hernandez V. et Fossa Riglos M.F., 2021. La question climatique et le tournant social de la science de la complexité. Repenser l'interdisciplinarité et l'intersectoriel à partir d'une anthropologie critique. *Actes de la recherche sur le développement durable*, 1, <https://publications-univ-sud.org/arcd/2021/12/526/> (consulté le 17/03/2024).
- Jollivet M. (coord.), 1992. *Sciences de la nature, sciences de la société. Les passeurs de frontières*, Paris, CNRS éditions.
- Li Vigni F., 2021. Cinq types de travail scientifique « interdisciplinaire ». *Natures sciences sociétés*, 29 (2), 130-140.
- Linton J. et Budds J., 2014. The hydrosocial cycle: defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water. *Geoforum*, 57, 170-180.
- Massuel S. et Riaux J., 2017. Groundwater overexploitation: why is the red flag waved? Case study on the Kairouan plain aquifer (Central Tunisia). *Hydrogeology Journal*, 25 (6), 1607-1620.
- Massuel S., Riaux J., Molle F., Kuper M., Ogilvie A., Collard A.-L., Leduc O. et Barreteau O., 2018. Inspiring a broader socio-hydrological negotiation approach with interdisciplinary field-based experience. *Water Resources Research*, 54 (4), 2510-2522.
- Mathieu N., Rivault C., Blanc N. et Cloarec A., 1997. Le dialogue interdisciplinaire mis à l'épreuve : réflexions à partir d'une recherche sur les blattes urbaines. *Natures sciences sociétés*, 5 (1), 18-30.
- Riaux J. 2021. *Une anthropologie chez les hydrologues. Penser la relation interdisciplinaire*, Versailles, éditions Quæ.
- Riaux J., Ogilvie A. et Jenhaoui Z., 2020. More than water! Hydraulic materiality and the process of resource making: a sociohydrological reading of Tunisian hillside reservoirs. *Journal of Rural Studies*, 79, 125-135.
- Stengers I., 2013. *Une autre science est possible !*, Paris, Les empêcheurs de penser en rond/La Découverte.

Chapitre 10

*Les dimensions sociales de l'eau
en hydrogéologie à travers la pratique
interdisciplinaire*

Sylvain Massuel

141

Hydrogéologue, je caractérise l'évolution à long terme des ressources en eau souterraine dans de multiples contextes. Pratiquer l'interdisciplinarité ne m'est pas apparu comme un choix, mais plutôt comme une nécessité, car la nature même de mes travaux de recherche devait faire appel à des regards extérieurs avec lesquels j'ai appris à composer.

Rappelons que les niveaux et les flux d'eau dans les aquifères, tout comme dans les réseaux hydrographiques, sont en ajustements continus, plus ou moins rapides, autour d'un état d'équilibre. De fait, à quelques exceptions près, les observations hydrologiques se font toujours sur des systèmes en transition. Comprendre une situation hydrologique nécessite par conséquent de toujours replacer les observations dans une perspective de temps plus ou moins longue, afin d'identifier les fluctuations et les grandes tendances qui qualifient le caractère dynamique de l'hydrosphère. Sous le terme « évolution », j'entends les variations relatives à la variabilité saisonnière jusqu'aux variations s'étalant sur plusieurs milliers d'années. Lorsque je m'intéresse à ces évolutions, je cherche à comprendre les origines des états observés à un moment donné et à déduire la part des différents déterminants, en identifiant les moteurs des changements d'origine anthropique ou naturelle et les mécanismes en jeu. L'hydrogéologie définit en revanche clairement le concept de ressource en eau souterraine comme la quantité d'eau naturellement sortante d'une nappe ou, en exploitation, comme le débit pompé n'affectant plus la variation du stock d'eau dans l'aquifère (Schoeller, 1962 ; Castany et Margat, 1977). On comprend alors aisément que le concept de ressource en hydrogéologie ne peut être dissocié de celui de réserve, représentant cette variation de stock. Alors que la réserve résulte d'un équilibre entre recharge et décharge sur un temps donné, la ressource est implicitement renouvelable et s'apparente à un flux (en opposition au stock). S'intéresser à l'évolution des ressources en eau revient donc également à comprendre l'évolution de la réserve souterraine. En comparaison avec les eaux de surface, l'évolution des volumes d'eau dans les aquifères est un marqueur extrêmement intégrateur des changements d'origine naturels ou anthropiques, par l'amplitude des réactions et leur étalement dans le temps et dans l'espace (leur inertie). Un fleuve réagira rapidement à des variations climatiques ou environnementales sur son bassin versant, tandis que les niveaux d'eau dans les aquifères pourront être impactés avec plusieurs dizaines d'années de retard et porter les traces de ces changements sur plusieurs dizaines d'années, voire bien au-delà.

Les niveaux d'eau souterraine observés dans le présent sont généralement l'héritage d'une histoire complexe et d'interactions multiples. Mes travaux cherchent à comprendre cet héritage qui permet d'éclairer le passé pour mieux comprendre le présent et envisager les évolutions futures possibles. C'est aussi le moyen de poser différemment certaines questions liées à la gestion de l'eau.

Comprendre et chercher à représenter ces systèmes dans toutes leurs complexités est un enjeu pour les sciences hydrologiques. Les interactions en présence font intervenir des phénomènes physiques mais aussi sociaux. L'eau est source de transformation des sociétés qui en retour transforment cette ressource. Les moteurs des évolutions de la ressource sont donc physiques et sociaux. Se focaliser uniquement sur les processus physiques gouvernant les flux hydriques engendre le risque de rester aveugle à des facteurs expliquant une large part des phénomènes observés. Tenter d'interpréter sous le prisme des sciences hydrologiques certains de ces facteurs est un défi épistémologique fort. Au cours de mon parcours de recherche, une quête de sens parsemée de rencontres et de collaborations scientifiques m'a progressivement conduit à prendre conscience de la réalité de ce défi avant de prétendre y apporter une contribution méthodologique. Cette contribution choisit la voie de la pratique interdisciplinaire s'appuyant sur des méthodes, des connaissances et des regards différents qu'il est impératif de croiser pour être capable de représenter avec la justesse nécessaire les systèmes complexes et leurs évolutions potentielles.

Je m'attache ici à relater cette progression et à montrer en quoi elle représente une contribution disciplinaire pour l'hydrogéologie et, plus généralement, pour les questions ayant trait à la gestion de l'eau. J'interprète d'abord certains de mes premiers travaux de recherche, entrevoyant déjà des relations majeures avec les sociétés, puis je présente les progrès méthodologiques réalisés à travers l'ouverture à d'autres disciplines de plus en plus éloignées. Cela pour parvenir *in fine* à une compréhension plus holistique des situations en lien avec l'évolution des réserves en eau tout en montrant comment ces connaissances améliorent l'appréhension des systèmes hydrologiques et leurs représentations.

LES PRÉMICES : DES ACTIVITÉS HUMAINES QUI « PERTURBENT » LE CYCLE HYDROLOGIQUE NATUREL

« Impact anthropique » et hausse « paradoxale » des réserves souterraines au Sahel : les premiers signes d'une intervention humaine à prendre en compte

Ma première expérience de recherche s'intéressait aux dynamiques hydrologiques en zone sahélienne pour comprendre l'évolution de la ressource en eau souterraine dans un contexte où l'on assistait à des changements environnementaux et climatiques marqués (changements globaux). Il s'agissait de distinguer les effets de la variabilité naturelle des effets anthropiques et climatiques à plus long terme afin d'expliquer, et potentiellement prédire, les évolutions possibles de la ressource.

La zone sahélienne représente un intérêt majeur pour étudier l'impact des changements globaux sur les hydrosystèmes. Elle présente des bilans hydrologiques aux amplitudes très faibles (quelques mm/an) et donc très sensibles aux différents changements. Les réactions des hydrosystèmes y sont plus rapides et contrastées qu'en zones tempérées. L'augmentation des débits des grands fleuves sahéliens en dépit de la baisse de la pluviométrie a été qualifiée de « paradoxe hydrologique sahélien » (Descroix *et al.*, 2009) et constitue toujours aujourd'hui un phénomène emblématique cristallisant les interactions climat-homme-milieu. Ce

« paradoxe » s'exprime au sud-ouest du Niger sous la forme d'une augmentation à long terme depuis les années 1950 des réserves de l'aquifère du Continental Terminal (Leduc *et al.*, 2001) malgré un déficit pluviométrique fortement marqué depuis les années 1970 (Nicholson, 2001) jusqu'aux années récentes (Sheen *et al.*, 2017). Cette hausse piézométrique ne correspond pas à un recouvrement des réserves suite à un effet conjoncturel de la sécheresse des années 1970 et 1980, mais bien à un ajustement vers un nouvel état d'équilibre issu de modifications durables des conditions de recharge de la nappe.

Mes premières investigations concernaient l'analyse des photographies aériennes anciennes qui montrait dans cette région le triplement des surfaces cultivées entre 1950 et 1992 au détriment de la savane arborée naturelle, avec en parallèle l'extension des réseaux de drainage et la progression du nombre de mares dans tout le paysage (Leblanc *et al.*, 2008). Dans cette région semi-aride, le ruissellement apparaît par refus à l'infiltration des eaux précipitées. Lorsque l'intensité des précipitations surpasse la capacité d'infiltration du sol, l'eau en excès se met en mouvement. Or, ici, les cultures de mil extensives impliquent une augmentation de la proportion de sols nus sujets à l'encroûtement, détériorant la capacité d'infiltration, et favorisent donc le ruissellement. Les vastes plateaux entrecoupés de paléo-vallées créent de multiples dépressions topographiques sans exutoires. Le ruissellement accumulé dans ces dépressions s'infiltré alors jusqu'à la nappe, élevant localement les niveaux d'eau de plusieurs mètres et contribuant à la hausse générale.

Les modifications observées en surface induisaient donc des changements sensibles de la recharge souterraine indirecte. La sécheresse des années 1970 et 1980 avait initié des changements profonds dans les pratiques agricoles et l'occupation des territoires, qui à leur tour avaient contribué à modifier durablement la ressource, contrecarrant les effets du déficit pluviométrique. Ce qui pouvait apparaître comme un paradoxe du point de vue hydro(géo)logique strictement quantitatif (moins de pluie et plus de recharge) n'en était plus un si l'on considérait les changements anthropiques de l'occupation du sol en lien avec les processus d'écoulement de surface et de recharge profonde.

Intérêt du décloisonnement des approches hydrologiques de surface et souterraine

Au début de mes travaux, les approches hydrologiques d'une part et hydrogéologiques d'autre part ne parvenaient pas à déterminer précisément les mécanismes expliquant la dynamique entraînant une hausse de la nappe. Un désaccord portait sur des estimations quantitatives incompatibles, alors que le processus d'accroissement de la recharge indirecte issue de l'augmentation du ruissellement faisait consensus. Les approches souterraines proposaient des valeurs de la recharge multipliées par 10 entre 1950 et 1992 (Leduc *et al.*, 2001) alors que les modèles hydrologiques simulaient une augmentation du ruissellement de 30 % à 70 % en conjuguant l'effet du changement du régime pluviométrique et les modifications environnementales (Séguis *et al.*, 2004).

L'hydrologie se focalisait sur les bassins versants élémentaires, inférieurs à 2 km², tandis que l'hydrogéologie étudiait les 5 000 km² de la nappe régionale. Ces échelles spécifiques représentaient une contrainte pour les comparaisons susceptibles d'être effectuées. Séguis *et al.* (2004) avançaient également la possibilité d'une évolution de l'infiltration sous les mares – de nouvelles surfaces moins colmatées se trouvant submergées (donc avec une capacité d'infiltration supérieure) augmentaient *de facto* la part des volumes ruisselés infiltrés – et une diminution des prélèvements par la végétation éradiquée des bas-fonds,

là où la nappe est la plus proche de la surface. Une apparition de nouvelles mares, donc de nouvelles zones d'infiltration, pouvait expliquer une forte augmentation de la recharge concentrée tout en nécessitant un accroissement du ruissellement dans des proportions moindres. D'autres zones d'infiltration profonde pouvaient aussi avoir été négligées.

Pour tester la cohérence des hypothèses controversées de recharge indirecte, je devais faire naturellement un pas vers l'hydrologie et investiguer les écoulements de surface en lien avec le souterrain. Pour cela, je choisisais de forcer la modélisation régionale de l'aquifère avec l'ensemble des points de recharge indirecte simulée pour reproduire la dynamique de hausse observée. Considérer conjointement les écoulements en surface et en souterrain s'avérait représenter une avancée méthodologique notable pour le développement d'un modèle à même de simuler le ruissellement de surface sur un ensemble de bassins versants élémentaires délimités à partir de l'inventaire des points de recharge. La modélisation distribuée des flux dans l'aquifère en réponse au forçage de la recharge par le ruissellement simulé me permettait d'utiliser les séries piézométriques collectées depuis plus d'une décennie comme variables de calage, ce que la qualité/quantité des données relatives au ruissellement de surface ne permettait pas d'envisager auparavant. Le modèle reproduisait la hausse générale de 18 cm.an^{-1} des niveaux de la nappe tout en respectant la gamme de paramètres hydrodynamiques connus sur l'aquifère. Cependant, les simulations ne parvenaient pas à représenter la variabilité inter-annuelle de la recharge de manière satisfaisante (Massuel *et al.*, 2011).

L'approche conjointe hydrologie-hydrogéologie apportait de nouvelles perspectives là où, séparément, chaque discipline se heurtait à des limites inhérentes aux spécificités des zones sahéliennes, dont la rareté et l'incertitude des données. Cette appréhension multidisciplinaire des phénomènes a constitué l'intérêt méthodologique principal de ce travail de recherche en ouvrant des pistes d'investigation majeures qui ont orienté mes travaux ultérieurs : la détermination des lacunes dans l'identification des zones de recharge de la nappe *via* la caractérisation des processus d'infiltration profonde (Massuel *et al.*, 2006), la détermination de l'impact sur la modélisation hydrologique de l'incertitude sur les champs de pluie (Vischel *et al.*, 2009) et la nécessité de mieux contraindre les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère phréatique (Boucher *et al.*, 2012).

Recharge artificielle des aquifères : des bilans hydrologiques aux logiques de gestion

Par son action sur la savane naturelle, l'homme avait donc durablement participé à la modification des bilans hydrologiques. La suite de mes travaux m'a conduit à percevoir plus intimement cette relation avec l'eau, notamment autour des structures de collecte et de stockage du ruissellement. Généralement construites en travers du lit des cours d'eau intermittents, elles sont extrêmement répandues dans le monde, en particulier dans les zones semi-arides (Downing, 2010). Ces petits barrages ou lacs collinaires doivent généralement constituer des réserves d'eau potable, favoriser la production agricole, réduire l'érosion, écrêter les crues ou contribuer à la recharge artificielle des nappes. En Inde, depuis la révolution verte, le développement de l'agriculture irriguée et la mobilisation progressive de l'ensemble des ressources en eau de surface ont poussé les gestionnaires à promouvoir l'exploitation des eaux souterraines (Shah, 2005). Devant la chute généralisée des niveaux des nappes qui a suivi, l'option consistant à stimuler la recharge des aquifères en réhabilitant ou en construisant des milliers de petits réservoirs a été retenue.

Je contribuais alors à l'étude fine du bilan hydrologique d'un petit barrage représentatif afin de mettre en évidence les processus d'échanges avec la nappe. Les résultats montraient que l'efficacité de la recharge ne dépassait pas 60 % sur les deux années d'observation, avec presque 40 % de reprise évaporatoire. La modélisation numérique 2D montrait que les taux d'infiltration étaient très sensibles aux pompes dans les zones proches du réservoir du fait de la continuité hydraulique de la nappe avec le plan d'eau. Le rayon d'influence de la recharge était extrêmement limité, avec près de 80 % des volumes infiltrés remobilisés par les puits dans les 100 premiers mètres autour du réservoir (Massuel *et al.*, 2014).

D'un point de vue hydro(géo)logique, ces ouvrages ne permettaient donc pas une « gestion optimale » de la ressource, provoquant des pertes conséquentes du fait de l'évaporation des eaux ruisselées rendues indisponibles en aval, pour un gain discutable sur la réserve souterraine. Suivant cette logique, les recommandations étaient alors d'arrêter de multiplier ces structures et d'en mobiliser la ressource en priorité en saison sèche afin de les vider le plus rapidement possible et de limiter l'évapotranspiration. Pourtant, du fait de nos activités répétées sur le terrain, les multiples échanges avec les irrigants et le dialogue avec certains gestionnaires me permettaient d'envisager le fait que la logique hydrologique pouvait ne pas être le seul facteur susceptible d'influencer et d'expliquer la situation observée en termes de gestion. Ces objets remplissaient en fait aussi d'autres fonctions que le simple stockage, à savoir des fonctions économiques, écologiques et sociales (Reyes-Garcia *et al.*, 2011), comme le maintien d'un mode traditionnel d'accès à l'eau ou la matérialisation de l'action publique (Raju et Shah, 2000), qui jouaient un rôle prépondérant dans la justification des stratégies de gestion.

De fait, ces expériences, en m'obligeant à regarder au-delà de l'hydrogéologie, ont progressivement contribué à remettre en question ma façon d'appréhender les stratégies de gestion des ressources en eau. D'abord, en concentrant mon attention sur l'optimisation des bilans en eau, je comprenais progressivement que cet objectif pouvait ne pas être partagé par tous les acteurs, tout en découlant d'un raisonnement parfaitement logique. Il allait alors falloir apprendre à reconnaître le fait qu'il était nécessaire d'acquérir des connaissances qui pouvaient ne pas porter uniquement sur les processus hydrologiques. Les différentes situations rencontrées autour des petits barrages démontraient clairement que la planification et les logiques de gestion dépendaient amplement, voire principalement, des contextes économiques, politiques et sociaux. Il s'avérait que les déterminants hydrologiques et environnementaux ne jouaient qu'un rôle accessoire dans les décisions qui étaient prises en matière de gestion, ce qui balayait un certain nombre de mes préjugés, à commencer par l'idée que l'apport de connaissances hydro(géo)logiques, aussi pertinentes soient-elles pour préciser les bilans en eau, conduisait nécessairement à une meilleure gestion.

LA DÉCOUVERTE DES DIMENSIONS SOCIALES DE L'EAU PAR LE TERRAIN ET LA PRATIQUE INTERDISCIPLINAIRE

Une pratique interdisciplinaire ancrée sur le terrain : du débit des puits à la logique des prélèvements

Cette prise de conscience s'est réellement renforcée au Maghreb, au contact des sciences humaines et sociales (SHS) de l'unité de recherche G-EAU (Gestion de l'eau, acteurs, usages) que j'ai rejointe en 2011. Au Maghreb, l'agriculture irriguée soutenue

par l'utilisation des eaux souterraines a progressivement remplacé les grands systèmes publics d'irrigation à partir des eaux de surface. Les eaux souterraines alimentent plus de 500 000 exploitations agricoles en Algérie, au Maroc et en Tunisie, et les puits irriguent des zones qui connaissent une croissance continue, estimées à plus de 1,75 million d'hectares en 2016 (Kuper *et al.*, 2016). Le développement économique repose sur la ressource en eau souterraine qui connaît une exploitation intensive et croissante amorcée il y a près de 40 ans, ce qui questionne la pérennité de ce modèle dans un contexte où les réserves sont mal connues. En Tunisie, la nappe de la plaine de Kairouan affichait en 2010 une baisse générale continue moyenne d'environ 30 m depuis les années 1970 (Leduc *et al.*, 2007). Les scénarios prospectifs visant à établir les stratégies pour la planification des ressources en eau étaient essentiellement basés sur l'évolution du nombre de puits et des niveaux de la nappe phréatique. En effet, les prélèvements souterrains sont des variables complexes à estimer dans les régions où le captage des eaux souterraines est fortement dominé par les initiatives individuelles, avec de multiples puits dispersés dans le paysage. À l'échelle de petits territoires, les méthodes directes nécessitent de mettre en œuvre ou d'adapter des procédés contraignants et coûteux. À l'échelle régionale, les méthodes sont indirectes (clôture du bilan hydrique, fluctuation de la nappe, télédétection et demande en eau des cultures, etc.). Ces méthodes sont très intégratives, elles fournissent des images figées de situations évoluant parfois rapidement et ont comme point commun de se concentrer essentiellement sur la dimension comptable des prélèvements, en ayant pourtant l'ambition de prédire des tendances futures pour la gestion. Mes travaux sur l'aquifère de la plaine de Kairouan devaient déterminer précisément les prélèvements régionaux et leur évolution en adaptant des méthodes directes à l'échelle de la petite exploitation (Massuel *et al.*, 2017).

Pour la première fois, je conduisais des mesures et des expérimentations avec une anthropologue (Jeanne Riaux), et de fait, j'étais impliqué malgré moi dans de multiples entretiens interminables avec les acteurs de terrain. D'abord perçue comme une perte de temps, je trouvais progressivement un intérêt à cette démarche, qui entraînait en résonance avec mes premiers questionnements sur les usages de l'eau autour des petits barrages. Cela représentait de nouveau une ouverture disciplinaire, mais cette fois en direction d'une discipline épistémologiquement très éloignée. Outre les étapes consistant en une clarification du vocabulaire et des concepts, indispensables pour lever les divers malentendus qui peuvent naître de problèmes de compréhension, la phase d'échanges ayant généré le plus de rapprochement a été le dévoilement des fondamentaux des démarches et des méthodes. Ce travail a conduit à une totale transparence, contribuant ainsi à une meilleure compréhension de la posture scientifique et à une sorte de légitimation réciproque en remettant en cause certains préjugés. Cela a permis de valider des démarches dont on acceptait de ne pas nécessairement comprendre toute la portée ni l'ensemble des fondements. En retour, des hypothèses implicites et des biais méthodologiques étaient révélés, nous amenant à un décentrement du regard porté sur notre propre démarche. Ce faisant, les dimensions sociales, territoriales et politiques de l'eau étaient explorées collectivement à partir de documents d'archives, de cartes anciennes et d'entretiens collectifs sur le terrain et dans les administrations. Progressivement, les perceptions du terrain et la compréhension des pratiques scientifiques de chacun ont évolué et un partage plus approfondi a débuté. Des repères et des objets d'observation communs se dessinaient

(exploitations agricoles, sources, puits, groupes sociaux, tuyaux, etc.), donnant naissance à une expérience interdisciplinaire élargie. Il fallait expliciter et s'appropriier les concepts des deux disciplines, justifier ses démarches, confronter des sources d'information variées (mesures, mémoire, archives) et identifier des convergences pour produire des hypothèses communes (Riaux et Massuel, 2014). Ce travail avait finalement conduit à reconstruire l'histoire complexe de l'évolution des forages et des dynamiques de prélèvements expliquant les problèmes actuels. Les visites et les discussions récurrentes permettaient de garder un lien étroit avec les exploitants et de s'informer de tout changement dans le modèle et le calendrier de culture, les pratiques d'irrigation, les zones irriguées ou l'équipement de pompage, des éléments qui s'avéraient particulièrement précieux pour comprendre les logiques de prélèvement.

Les puits et les forages ont de multiples caractéristiques techniques mais aussi de multiples usages. Il est impossible de déterminer les prélèvements et leur évolution sans une compréhension contextuelle et qualitative de la nature et du rôle de ces ouvrages. Avant le début de la baisse des eaux souterraines, les puits étaient peu profonds, voire artésiens à l'aval de la plaine. Puis les agriculteurs ont dû s'adapter à la baisse de la nappe phréatique en approfondissant leurs puits traditionnels. Le Code de l'eau tunisien, qui fixait une profondeur limite de forage à 50 m, avait généré des techniques d'approfondissement illicites dans le fond des puits, tolérées par la police des eaux, mais limitant le rendement des ouvrages. Après la révolution de 2011, la menace de sanctions s'était dissipée et les réalisations de forages profonds (> 90 m) pouvaient s'accélérer pour remplacer les puits approfondis en fournissant un accès à la nappe pour plusieurs années avec des débits plus importants (multipliés par 3). Par ailleurs, les processus d'héritage avaient conduit à une division progressive des terres suite à des conflits fréquents entre héritiers. Il n'était pas rare de voir le puits de la parcelle familiale abandonné faute de volonté d'investir dans l'entretien ou l'approfondissement tant que la succession n'était pas réglée et que l'attribution de la terre était en suspens. Afin d'éviter d'avoir à partager ce puits, de nouveaux puits pouvaient être forés pour chaque parcelle divisée, ou pour pratiquer une irrigation plus intensive et obtenir les mêmes revenus avec des surfaces plus petites. Les titres de propriété foncière étant très rares et les propriétaires ne vivant pas forcément sur leur parcelle, il était fréquent de trouver des puits forés exclusivement pour sécuriser la propriété foncière, ou pour le prestige social, ces puits étant rarement utilisés pour l'irrigation. Nous projetions alors par exemple que les forages profonds allaient dominer l'accès privé à l'eau avec un abandon massif des puits traditionnels approfondis. La course à l'accès aux eaux souterraines et la réduction des surfaces par exploitant allaient générer une pratique plus intensive de l'irrigation au détriment des petites exploitations.

Ces investigations ne révélaient sans doute qu'une petite partie de la variété des prélèvements, mais il y avait cependant suffisamment d'indications pour remettre en question les schémas conceptuels d'estimation des prélèvements régionaux basés uniquement sur le nombre de puits et pour mettre en perspective leur évolution possible. Toutes ces pratiques avaient suivi des trajectoires et des logiques qu'il était possible d'identifier et d'extrapoler. Une histoire et des processus décisionnels complexes déterminaient les volumes prélevés et leurs usages. Je réalisais qu'ils n'étaient pas de simples volumes sortant de l'aquifère, bornés par les propriétés de l'aquifère ou la demande climatique, mais qu'ils intégraient des logiques sociales liées aux différents acteurs et à leur rapport

avec la ressource. Comprendre le présent et proposer des scénarios prospectifs ayant une probabilité significative de se réaliser nécessitait donc de poser un regard sur l'ensemble de ces mécanismes. De même, cela changeait la manière de prendre en compte et de représenter ces prélèvements dans les modèles souterrains (Massuel *et al.*, 2017).

Un questionnement interdisciplinaire sur la durabilité des eaux souterraines

La suite de mes travaux sur l'aquifère de la plaine de Kairouan allait alors stimuler cette réflexion, en mettant en perspective la notion de surexploitation des eaux souterraines. Ce regard croisé permettrait au final de poser différemment les problèmes de gestion de l'eau et de réfléchir au concept d'exploitation durable au regard d'aspects non hydrologiques ou des logiques des différents acteurs.

Bien que la réserve en eaux souterraines de la nappe de la plaine de Kairouan fût assez mal connue, les experts et les gestionnaires se focalisaient sur une conjecture qui supposait un épuisement de la ressource en assimilant baisse et surexploitation. Les mesures étaient donc logiquement orientées vers la réduction de la demande en eau (goutte-à-goutte, paquet technique) et la maîtrise des prélèvements (limitation des pompages, zones d'exclusion), mais sans pourtant que cela n'ait d'effets réellement perceptibles après plus d'une décennie (à la fois sur l'économie d'eau et sur la chute des niveaux de nappe). Les travaux caractérisant la géométrie et les paramètres physiques de l'aquifère, montraient que le stockage en eau souterraine était d'environ 18.10^9 m³ en 2013 (Jerbi *et al.*, 2018). En 1968, ce stockage atteignait presque 21.10^9 m³, soit une perte de plus de 12 % en 45 ans (1968-2013). La totalité de cette réserve n'était potentiellement pas mobilisable et inégalement répartie sur le territoire, mais de nombreux pompages profonds étaient déjà productifs et la qualité de l'eau ne montrait pas de détérioration majeure en fonction de la profondeur. L'hydrodynamique permettait de relever une réserve souterraine en baisse constante, dont l'origine était partagée entre des prélèvements excessifs et des choix d'aménagements hydrauliques ayant déplacé et potentiellement réduit la recharge souterraine.

Là où mon expertise d'hydrogéologue allait produire de nouvelles recommandations sur les volumes durablement prélevables ou redéfinissait les zones potentiellement épuisées à l'horizon 2050-2100, le partage de mes points de vue avec ceux de Jeanne Riaux orientait les réflexions dans une tout autre direction (Massuel et Riaux, 2017).

Cette autre orientation était de questionner plutôt l'origine du discours arguant d'une surexploitation et les enjeux de gestion qu'il occultait. Car nous avons remarqué que, dans ce discours, le phénomène de surexploitation, ses causes et les nécessités d'améliorer la gestion des eaux souterraines étaient toujours positionnés au début de l'argumentaire. Telle une pétition de principe, le phénomène de surexploitation était présenté comme un fait évident et établi, assumant l'existence d'une définition scientifique simple et consensuelle de la surexploitation des eaux souterraines alors qu'une telle définition n'existe pas en hydrogéologie. Le fait de définir la surexploitation d'une nappe ne se réduit pas à une simple question de bilans, mais dépend de la définition des contraintes à se fixer pour l'exploitation et du préjudice acceptable à une époque donnée. Le sens que l'on donne à la notion de surexploitation dépend très largement des critères auxquels on la confronte et des acteurs qui définissent ces critères. Sur le terrain, le constat d'une baisse des niveaux d'eau était partagé par l'ensemble des acteurs et considéré comme un changement notoire. Pour autant, en dehors des scientifiques, le problème mis en avant n'était

pas l'épuisement de la ressource mais plutôt l'accès à l'eau, avec des inquiétudes portant sur la capacité des petites exploitations à « suivre la nappe », et donc à assurer leur pérennité sur le territoire. Pour les administrations, le problème était plutôt le maintien de l'autorité publique et de la capacité des agents à légitimer leur présence sur le territoire. La surexploitation cachait en réalité une grande variété de difficultés, cristallisant des enjeux multiples et occultant les problèmes particuliers de chacun. En se focalisant sur l'épuisement de la ressource, la situation était réduite à un problème de bilans. De fait, les règles et les incitations proposées n'étaient pas efficaces ou pas appliquées puisqu'elles allaient à l'encontre des problèmes que chacun essayait de gérer, créant des tensions et des incompréhensions entre les différents acteurs en présence.

En interrogeant la construction de la situation en cours et son historique dans un contexte bien défini, nous pouvions alors déterminer si les problèmes relevaient effectivement des compétences de l'hydrogéologie et dans quelles mesures les connaissances hydrogéologiques pouvaient y apporter des solutions. Cette étape dans la pratique de l'interdisciplinarité a représenté pour moi une progression méthodologique disciplinaire fondamentale. Elle montrait que, pour une application à la gestion de l'eau, la réflexion sur la nécessité, la nature et le type de connaissance hydrogéologique à produire méritait au moins autant d'attention que la production elle-même, et que cette réflexion devait aussi être conduite avec les disciplines maîtrisant les corpus de connaissances appropriés au contexte étudié. En pratique, le questionnement préliminaire des problématiques de gestion détermine la question hydrogéologique, et non l'inverse.

POSITIONNEMENT AU SEIN DE LA COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE

Comprendre et représenter les relations entre l'eau et les sociétés

Le concept de cycle de l'eau est à l'origine de l'établissement de l'hydrologie en tant que discipline scientifique. Selon ce concept, le caractère dynamique de l'hydrosphère est totalement lié à l'apport d'énergie solaire dans un cycle naturel de changements d'états et de mouvements gravitaires sans fin. Les modifications environnementales et climatiques engendrées par les activités humaines « perturbent » pourtant les composantes de ce cycle à un point tel qu'il est difficile aujourd'hui d'étudier des hydrosystèmes totalement naturels. Des initiatives majeures ont donc été lancées au sein de la communauté des sciences hydrologiques pour mieux « intégrer » les activités anthropiques et leurs interactions avec les différentes composantes du cycle de l'eau. Parmi elles, la décennie 2013-2022 de l'AISH « *Panta Rhei* »¹ (Montanari *et al.*, 2013) fait suite à la mise en œuvre des fondements d'une nouvelle discipline : la socio-hydrologie, dont la vocation est de mieux comprendre les dynamiques du cycle hydrologique et de soutenir la gestion durable de l'eau (Sivapalan *et al.*, 2012). Les systèmes couplés « homme-eau » y sont vus, pensés et représentés par la communauté des sciences hydrologiques. Les aboutissements les plus courants sont la proposition de cadres de modélisation incluant des comportements humains dans des simulations hydrologiques. Ces approches se heurtent cependant à d'importantes limites en matière de représentation des faits sociaux, de nature qualitative et non quantifiables. La majorité des approches proposent des descriptions simplifiées,

1. La décennie scientifique 2013-2022 de l'Association internationale des sciences hydrologiques, intitulée « *Panta Rhei – Everything Flows* », est consacrée aux activités de recherche sur les changements dans l'hydrologie et la société.

limitées à certaines perceptions, ou moteurs de comportements et de prises de décision. Ces recommandations du champ de l'hydrologie ou de l'économie sont adossées à des conceptions techniques et économiques de la rationalisation et de l'optimisation de la gestion (Wesselink *et al.*, 2017), et souvent à l'affirmation selon laquelle la gestion intégrée des ressources en eau (Gire) est la solution à tous les problèmes de l'eau (Molle, 2008). En miroir du cycle hydrologique, la géographie critique et l'écologie politique travaillent sur le concept de cycle hydrosocial qui représente le processus « socio-naturel » à travers lequel l'eau et les sociétés se façonnent mutuellement dans l'espace et au cours du temps (Linton et Budds, 2014). Au-delà des simples infrastructures ou des actions humaines sur l'eau, interviennent les significations données à l'eau, les mécanismes de formation des perceptions, les circonstances politiques et culturelles, l'établissement des droits ou les formes d'appropriations. En parallèle, d'autres communautés épistémiques ont également développé leurs propres cadres de référence, mais les publications existantes témoignent du faible niveau d'interactions dans l'utilisation de ces différents cadres qui restent ancrés dans leurs communautés épistémiques proches. Les approches ainsi proposées semblent de fait se limiter à une représentation très partielle, et donc potentiellement biaisée, des phénomènes d'interaction « homme-eau » pour certaines, ou « eau-sociétés » pour d'autres, comme si elles abordaient ces interactions sans se donner les clés pour en comprendre les mécanismes de manière intrinsèque, car amputés de points de vue essentiels à la compréhension fine de ces interactions.

Une approche interdisciplinaire complémentaire à la socio-hydrologie

Partant de cette analyse, je défends l'idée que la recherche d'universalité et le caractère quantitatif et mécaniste des approches développées en socio-hydrologie représentent une limite à dépasser. En effet, les boucles de rétroactions entre des éléments des socio-hydro-systèmes étudiés sont influencées par un certain nombre de déterminants généralement identifiés *a priori*, et ce essentiellement par les sciences hydrologiques. Les transformations caractérisant les interactions entre l'eau et les sociétés s'opposent ainsi à une représentation mécaniste des phénomènes selon laquelle les mêmes causes produisent les mêmes effets. Certains déterminants majeurs des évolutions appartiennent de fait au domaine des sciences sociales, ce qui entre en contradiction avec l'approche hydrocentrée proposée par la socio-hydrologie. Je suis donc partisan d'une approche qui met en avant deux particularités : l'ancrage fort sur le terrain et l'acceptation du caractère spécifique du cas d'étude. La construction d'un récit scientifique collectif permet d'identifier et d'appréhender les déterminants sociaux et environnementaux qui dominent l'évolution des systèmes. Puis, grâce au dialogue interdisciplinaire, entre en jeu un processus de négociation entre les différents points de vue disciplinaires en présence. Cette forme de négociation socio-hydrologique me paraît complémentaire à l'approche socio-hydrologique, car elle est nécessaire pour avoir une représentation équilibrée des phénomènes, et donc une compréhension plus aboutie des problèmes relatifs à l'usage ou à la gestion de l'eau. Dans ce processus, les modèles et les quantifications ne sont pas au centre de la réflexion. L'ambition est de promouvoir le dialogue entre chercheurs de disciplines différentes, suffisamment compréhensible pour être entendu par les différentes parties prenantes des recherches, un dialogue remettant en question les idées communément admises dans l'objectif de les dépasser le cas échéant (Massuel *et al.*, 2018).

Retour disciplinaire et enrichissement méthodologique

Mon positionnement scientifique tend désormais vers une cohabitation des différents points de vue par l'intermédiaire de la pratique interdisciplinaire. Il n'est pas impératif d'adopter l'ensemble des corpus de connaissances et méthodologiques de toutes les disciplines, mais de faire en sorte qu'elles puissent coexister et devenir complémentaires quand la situation l'exige. Il ne s'agit pas de prôner l'intégration forcée (par l'adoption de valeurs et de normes), mais bien de favoriser les échanges continus entre les différentes communautés afin de créer des passages et de faire en sorte que les regards « experts » puissent trouver un intérêt à se rencontrer et à produire des représentations plus holistiques des systèmes étudiés, et donc potentiellement une manière plus appropriée de poser les problèmes et les questions de recherche eau-sociétés.

Je pratique donc une interdisciplinarité tout en restant discipliné, dans le sens où je reste dans ma communauté épistémique tout en découvrant ce qui se passe en dehors. En cela, je considère que je contribue à enrichir ma discipline, à en modifier les contours ou les cadres conceptuels, pour les faire progresser. Cela se traduit concrètement par une construction différente des questions de recherche avec la modeste satisfaction, en cernant mieux les situations, de répondre plus utilement aux enjeux liés à la gestion de l'eau. La représentation des systèmes évolue vers des formes plus holistiques, stimulant la réflexion méthodologique. Le modèle devient un moyen et non plus une finalité, ses formes se discutent et se négocient. Les approches s'adaptent et se renouvellent au gré des situations. Cette pratique demande cependant un engagement important et génère en retour quelques inconvénients notoires. Le chemin est long et laborieux, générant parfois de la frustration tant les retours en arrière sont fréquents et la progression parfois atone. Par définition, on ne pratique pas seul. On ne pratique pas non plus avec tout le monde. Il faut donc un ensemble de conditions qui réunissent à la fois des individus, des postures, des problématiques et des projets, pour lesquelles les opportunités ne sont pas légion. Le travail interdisciplinaire teinte également durablement mon parcours scientifique et tend à me positionner en marge de ma communauté épistémique. Cela se matérialise essentiellement lors des évaluations de mes activités de recherche où ce que je présente comme des progrès méthodologiques dans ma discipline peinent à être reconnus et valorisés comme tels. Ils sont généralement perçus comme étant en décalage par rapport à ce qui est attendu de l'excellence scientifique dans ma discipline, voire considérés comme de simples digressions, ce qui n'incite pas nécessairement à poursuivre dans cette voie. Mais quand bien même la digression scientifique serait de nos jours dépréciée, c'est aussi un moyen de mieux revenir, et les avantages que j'y trouve sont à la hauteur du chemin parcouru.

BIBLIOGRAPHIE

- Boucher M., Favreau G., Nazoumou Y., Cappelaere B., Massuel S. et Legchenko A., 2012. Constraining groundwater modeling with magnetic resonance soundings. *Ground Water*, 50 (5), 775-784.
- Castany G. et Margat J., 1977. *Dictionnaire français d'hydrogéologie*, Orléans, BRGM, Service géologique national.
- Descroix L., Mahe G., Lebel T., Favreau G., Galle S., Gautier E., Olivry J.-C., Albergel J., Amogu O., Cappelaere B., Dessouassi R., Diedhiou A., Le Breton E., Mamadou I. et Sighomnou D., 2009. Spatio-temporal variability of hydrological regimes around the boundaries between Sahelian and Sudanian areas of West Africa: a synthesis. *Journal of Hydrology*, 375 (1-2), 90-102.

- Downing J.A., 2010. Emerging global role of small lakes and ponds: little things mean a lot. *Limnetica*, 29 (1), 9-24.
- Jerbi H., Massuel S., Leduc C. et Tarhouni J., 2018. Assessing groundwater storage in the Kairouan plain aquifer using a lithology model (Central Tunisia). *Arabian Journal of Geosciences*, 11 (10), 236.
- Kuper M., Faysse N., Hammani A., Hartani T., Marlet S., Hamamouche M.F. et Ameur F., 2016. Liberation or anarchy? The Janus nature of groundwater use on North Africa's new irrigation frontiers, in Jakeman A.J., Barreteau O., Hunt R.J., Rinaudo J.-D. et Ross A. (eds), *Integrated Groundwater Management: Concepts, Approaches and Challenges*, Dordrecht, Springer, 583-615.
- Leblanc M.J., Favreau G., Massuel S., Tweed S.O., Loireau M. et Cappelaere B., 2008. Land clearance and hydrological change in the Sahel: SW Niger. *Global Planet Change*, 61 (3-4), 135-150.
- Leduc C., Favreau G. et Schroeter P., 2001. Long-term rise in a Sahelian water table: the Continental Terminal in South-West Niger. *Journal of Hydrology*, 243 (1-2), 43-54.
- Leduc C., Ben Ammar S., Favreau G., Béji R., Virrion R., Lacombe G., Tarhouni J., Aouadi C., Zenati Chelli B., Jebnoun N., Oi M., Michelot J.L. et Zaoauri K., 2007. Impacts of hydrological changes in the Mediterranean zone: environmental modifications and rural development in the Merguellil catchment, Central Tunisia. *Hydrological Sciences Journal*, 52 (6), 1162-1178.
- Linton J. et Budds J., 2014. The hydrosocial cycle: defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water. *Geoforum*, 57, 170-180.
- Massuel S., Amichi F., Ameur F., Calvez R., Jenhaoui Z., Bouarfa S., Kuper M., Habaieb H., Hartani T. et Hammani A., 2017. Considering groundwater use to improve the assessment of groundwater pumping for irrigation in North Africa. *Hydrogeology Journal*, 25 (6), 1565-1577.
- Massuel S., Cappelaere B., Favreau G., Leduc C., Lebel T. et Vischel T., 2011. Integrated surface water-groundwater modelling in the context of increasing water reserves of a regional Sahelian aquifer. *Hydrological Sciences Journal*, 56 (7), 1242-1264.
- Massuel S., Favreau G., Desclotres M., Le Troquer Y., Albouy Y. et Cappelaere B., 2006. Deep infiltration through a sandy alluvial fan in semiarid Niger inferred from electrical conductivity survey, vadose zone chemistry and hydrological modelling. *Catena*, 67 (2), 105-118.
- Massuel S., Perrin J., Mascré C., Mohamed W., Boisson A. et Ahmed S., 2014. Managed aquifer recharge in South India: What to expect from small percolation tanks in hard rock? *Journal of Hydrology*, 512, 157-167.
- Massuel S. et Riaux J., 2017. Groundwater overexploitation: why is the red flag waved? Case study on the Kairouan plain aquifer (Central Tunisia). *Hydrogeology Journal*, 25 (6), 1607-1620.
- Massuel S., Riaux J., Molle F., Kuper M., Ogilvie A., Collard A.-L., Leduc O. et Barreteau O., 2018. Inspiring a broader socio-hydrological negotiation approach with interdisciplinary field-based experience. *Water Resources Research*, 54 (4), 2510-2522.
- Molle F., 2008. Nirvana concepts, narratives and policy models: insight from the water sector. *Water Alternatives*, 1 (1), 131-156.
- Montanari A., Young G., Savenije H.H.G., Hughes D., Wagener T., Ren L.L., Koutsoyiannis D., Cudennec C., Toth E., Grimaldi S., Blöschl G., Sivapalan M., Beven K., Gupta H., Hipsey M., Schaeffli B., Arheimer B., Boegh E., Schymanski S.J., Di Baldassarre G., Yu B., Hubert P., Huang Y., Schumann A., Post D.A., Srinivasan V., Harman C., Thompson S., Rogger M., Viglione A., McMillan H., Characklis G., Pang Z. et Belyaev V., 2013. "Panta rhei—everything flows": change in hydrology and society—The IAHS scientific decade 2013–2022. *Hydrological Sciences Journal*, 58 (6), 1256-1275.
- Nicholson S.E., 2001. Climatic and environmental change in Africa during the last two centuries. *Climate Research*, 17 (2), 123-144.
- Raju K.V. et Shah T., 2000. Revitalisation of irrigation tanks in Rajasthan. *Economic and Political Weekly*, 35 (23), 1930-1936.
- Reyes-García V., Aubriot O., Ariza-Montobbio P., Galán-Del-Castillo E., Serrano-Tovar T. et Martínez-Alier J., 2011. Local perception of the multifunctionality of water tanks in two villages of Tamil Nadu, South India. *Society & Natural Resources*, 24 (5), 485-499.

- Riaux J. et Massuel S., 2014. Construire un regard sociohydrologique (2). Le terrain en commun, générateur de convergences scientifiques. *Natures sciences sociétés*, 22 (4), 329-339.
- Schoeller H., 1962. *Les eaux souterraines. Hydrologie dynamique et chimique : recherche, exploitation et évaluation des ressources*, Paris, Masson & C^{ie}.
- Séguis L., Cappelaere B., Milési G., Peugeot C., Massuel S. et Favreau G., 2004. Simulated impacts of climate change and land-clearing on runoff from a small Sahelian catchment. *Hydrological Processes*, 18 (17), 3401-3413.
- Shah T., 2005. Groundwater and human development: challenges and opportunities in livelihoods and environment. *Water Science & Technology*, 51 (8), 27-37.
- Sheen K.L., Smith D.M., Dunstone N.J., Eade R., Rowell D.P. et Vellinga M., 2017. Skilful prediction of Sahel summer rainfall on inter-annual and multi-year timescales. *Nature Communications*, 8 (1), 14966.
- Sivapalan M., Savenije H.H.G. et Blöschl G., 2012. Socio-hydrology: a new science of people and water. *Hydrological Processes*, 26 (8), 1270-1276.
- Vischel T., Lebel T., Massuel S. et Cappelaere B., 2009. Conditional simulation schemes of rain fields and their application to rainfall-runoff modeling studies in the Sahel. *Journal of Hydrology*, 375 (1-2), 273-286.
- Wesselink A., Kooy M. et Warner J., 2017. Socio-hydrology and hydrosocial analysis: toward dialogues across disciplines. *Wires: Water*, 4 (2), e1196.

Chapitre 11

Quand le cheminement interdisciplinaire du modélisateur dévoile sa discipline

Bruno Bonté et Anne-Laure Collard

Dans ce chapitre, l'exercice de la mise en récit m'a permis, Bruno Bonté, de poser un regard réflexif sur un cheminement interdisciplinaire très personnel. Or, n'étant coutumier ni de ce format d'écriture, ni de l'exercice de réflexivité, j'ai bénéficié de l'accompagnement d'Anne-Laure Collard, sociologue, pour aboutir à ce texte. Cette implication explique que, chemin faisant, elle est devenue co-auteur de ce récit qui reste écrit à la première personne.

Dans les semaines qui ont suivi mon recrutement à l'UMR G-EAU (Gestion de l'eau, acteurs, usages), j'ai présenté mon projet de chargé de recherche lors du séminaire hebdomadaire d'animation scientifique de l'unité. À cette occasion, la première remarque à mon encontre formulée par un des collègues a été pour le moins déstabilisante. Selon lui, le profil de poste pour lequel j'avais été recruté ne correspondait pas à celui d'un chargé de recherche et n'avait donc pas sa place dans l'unité. Cette intervention a soulevé brutalement la question de mon positionnement de chercheur « en modélisation » dans un monde académique encore très fortement organisé par disciplines. De fait, mes activités de recherches font intervenir de nombreuses disciplines. Plus encore, mon activité de modélisation n'a de sens qu'en interaction avec des chercheurs d'autres disciplines. On pourrait penser que le fait de s'inscrire soi-même dans une discipline est un préalable à l'analyse d'un travail interdisciplinaire. Dans ce chapitre, je prends en fait le problème à contre-pied. Je pars de plusieurs de mes expériences pour m'amener à clarifier ma posture et mes pratiques de recherche. L'enjeu est d'identifier et de caractériser la cohérence d'ensemble de mes pratiques de modélisation des socio-hydrosystèmes à la croisée de différentes disciplines académiques. Ainsi, dix ans après, j'espère pouvoir apporter une réponse à cette question de positionnement à laquelle je n'avais pas su répondre au moment de mon recrutement.

Ma formation d'origine comportait déjà un caractère pluridisciplinaire propre aux sciences de l'ingénieur. J'avais suivi un parcours d'ingénieur généraliste, puis un master en informatique appliqué à l'intelligence artificielle, une thèse en informatique appliquée à la modélisation et à la simulation, et enfin un post-doctorat en mathématiques appliquées. À l'époque de mon recrutement, à défaut de me positionner sur une discipline scientifique, j'avais identifié trois axes pour organiser mes activités de recherche. Le premier est la modélisation intégrée, ce qui consiste à développer et à utiliser des modèles de socio-hydrosystèmes pour l'étude et la gestion de ces systèmes. Les modèles sont issus de différentes disciplines, principalement l'hydrologie, l'hydrogéologie, l'hydraulique, l'agronomie, l'économie et, dans de rares cas, l'intelligence artificielle. La modélisation intégrée permet de regrouper ces disciplines dans un cadre commun, celui de

l'informatique appliquée à la modélisation et à la simulation des systèmes dynamiques. Le second axe est la modélisation participative. Les origines et les principes de cette approche renvoient aux sciences cognitives, aux sciences de gestion et à la géographie. Le troisième axe est l'analyse des systèmes complexes par le biais des mathématiques appliquées. Trois expériences de travail interdisciplinaires organisent le regard réflexif que je me propose de porter sur mon cheminement interdisciplinaire.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE INTERDISCIPLINAIRE : DIALOGUE INTERDISCIPLINAIRE ENTRE MODÉLISATEURS

Si tous les modélisateurs construisent des modèles, ils ne constituent pas pour autant un groupe homogène. Un modélisateur hydrologue ne va pas avoir les mêmes pratiques et postures qu'un modélisateur économiste ou écologue. Pourtant, pour simplifier, je me présente parfois moi-même comme un « modélisateur ». L'expérience qui suit illustre comment ce positionnement, ou plutôt cette absence de positionnement, peut poser problème. Elle donne également de premiers éléments pour me situer parmi les modélisateurs.

Quelques notions techniques pour comprendre la « co-simulation »

Dans le domaine de la modélisation et de la simulation des systèmes dynamiques (des modèles dans lesquels on représente le temps qui s'écoule), le modélisateur est celui qui construit le modèle, c'est-à-dire qui choisit les paramètres (valeurs fixes) et les variables d'états (valeurs qui vont évoluer avec le temps au cours de la simulation), qui écrit les équations, fixe les valeurs des paramètres, choisit l'état initial, etc. Parfois, c'est également lui qui conçoit et programme le simulateur, ou même qui développe des plateformes de modélisation et de simulations génériques permettant à d'autres modélisateurs de simuler facilement leurs propres modèles. Dans tous les cas, il est important de distinguer le modèle – objet conceptuel formalisé sous la forme de diagrammes spécifiques, d'équations ou de règles – et le simulateur – qui est le code informatique, le programme, utilisé pour réaliser la simulation. C'est le simulateur qui permet de passer des équations du modèle aux séries temporelles qui présentent l'évolution des variables d'états. Il sert à calculer les sorties du modèle en fonction des entrées. Dans un modèle « pluie-débit » par exemple, le simulateur va calculer l'évolution du débit dans la rivière au cours de l'année (les sorties) en fonction de la pluviométrie quotidienne (les entrées).

Démarche de co-simulation : une « double » interdisciplinarité

La première expérience dont je rends compte se déroule sur plusieurs années dans le cadre d'un projet de recherche que je coordonnais, et d'une thèse dont j'étais l'encadrant principal. L'objectif du projet et de la thèse était de co-construire un modèle de simulation qui intègre les dynamiques hydrologiques spatialisées à l'échelle d'un bassin versant et celles des usages agricoles. Ce modèle avait pour finalité de pouvoir être utilisé par des acteurs de terrain. L'objectif était de faciliter les discussions sur la gestion des périodes de basses eaux entre deux catégories d'acteurs qui ne se comprenaient pas : les gestionnaires qui interviennent à l'échelle du cours d'eau, et les agriculteurs qui travaillent au niveau de leur exploitation ou du périmètre irrigué qui les concerne.

Pour réunir dans un seul modèle couplé ces deux visions, j'avais proposé une démarche dite de co-simulation. Dans cette démarche, le modèle hydrologique, le modèle

agronomique et le modèle de gestion de l'exploitation agricole (ici provenant de chaque discipline) sont simulés à partir de leurs plateformes de simulation d'origines. Le travail de co-simulation consiste à faire communiquer les simulateurs entre eux. Cela demande d'une part de comprendre finement chaque modèle pour les faire interagir entre eux en fonction des échelles et des unités considérées, et d'autre part de connaître le fonctionnement des simulateurs et leurs plateformes respectives. La dimension « interdisciplinaire » de cette pratique de modélisation renvoie donc à deux aspects. Le premier aspect concerne la manipulation de modèles issus de disciplines qui s'intéressent à des objets modélisés que le modélisateur ne maîtrise pas. Les modélisateurs appellent ces disciplines des disciplines « thématiques » (hydrologie et agronomie dans cet exemple). Le second aspect est lié à la mobilisation des disciplines propres à la modélisation et à la simulation (comme les mathématiques, l'automatisme ou l'informatique), qui servent à la compréhension et à la modification des simulateurs et des plateformes. Cette double interdisciplinarité est similaire à celle vécue par le chercheur en statistique et décrite par Francis Laloë (2016).

Revendiquer son identité : un enjeu d'explicitation des complémentarités

En me présentant auprès de mes collègues comme un « modélisateur », mon rôle dans le dialogue interdisciplinaire n'était pas suffisamment clair. Pourtant, j'intervenais à deux niveaux. Le premier relevait d'un exercice de modélisation des prises de décision des agriculteurs au sein d'un périmètre irrigué. Le second niveau consistait à déployer la démarche de co-simulation en articulant le modèle de périmètre irrigué, le modèle hydrologique et un modèle agronomique de croissance des plantes.

Mon premier rôle a été bien compris par mes partenaires. Pour les hydrologues, il s'agissait d'un apport dans une discipline « thématique » : nous construisions la partie « système d'exploitation agricole » du modèle couplé. Je construisais pour cela un modèle du périmètre irrigué dans une plateforme de modélisation et de simulation spécifique. Mon second rôle était plus flou pour eux, notamment parce qu'il était parfois délicat pour moi de me revendiquer comme spécialiste en modélisation et simulation. En certaines occasions, cela pouvait laisser entendre que je mettais en question les compétences des autres chercheurs modélisateurs d'autres disciplines. C'est ainsi que, lors d'une formation à la plateforme de modélisation hydrologique organisée par une hydrologue, je n'ai pas osé apporter des précisions ou questionner des points de détail sur son fonctionnement. N'ayant jamais utilisé cette plateforme, comment justifier le fait que je connaisse mieux certains de ses aspects que la formatrice qui l'utilisait tous les jours ? Cela s'explique par le fait que si le chercheur hydrologue modélisateur maîtrise le modèle qu'il a construit lui-même, souvent, il connaît peu la plateforme de modélisation et de simulation. Il en est le plus souvent un utilisateur. Or la conception et l'utilisation des modèles et des simulateurs de systèmes dynamiques ont été théorisées et outillées informatiquement et conceptuellement (Zeigler *et al.*, 2018). Ces théories et ces cadres conceptuels donnent une compétence particulière aux modélisateurs venant de l'informatique comme moi.

Dans le cadre de la co-simulation, il était nécessaire de réaliser des bilans de la quantité d'eau présente dans le système modélisé. Usuellement, l'hydrologue le fait à partir des entrées et sorties du système étudié (pluviométrie, débits, évapotranspiration) sans considérer les stocks d'eau présents dans le bassin versant (dans les sols et les rivières représentées), qui ne sont pas mesurables dans la réalité et donc non utilisés dans les bilans

d'eau classiques. Le fait de ne pas introduire les stocks d'eau dans le bilan impliquait un mode de calcul lourd à réaliser sur une simulation entière de plus d'une année, difficile à mettre en œuvre dans une démarche de co-simulation. Or en modélisation et simulation, l'accès aux variables d'état du modèle en cours de simulation (dans notre cas les stocks d'eau nécessaires aux calculs des écoulements) fait partie des éléments à prendre en compte lors de la spécification du plan d'expérience (l'ensemble des simulations que l'on va réaliser avec le modèle). Cela est particulièrement important lors de l'étape de vérification propre à la simulation (Zeigler *et al.*, 2018). Alors que la validation d'un modèle consiste à valider le fait que le comportement en entrée-sortie du modèle est bien représentatif du comportement du système modélisé, la vérification consiste à s'assurer que le comportement d'entrée-sortie généré par le simulateur correspond bien à celui décrit par le modèle. Elle passe par une vérification de la cohérence des entrées, des variables d'états et des sorties de simulation. Une manière de faire est de passer par des composants spécifiques (le cadre expérimental) qui décrivent le contexte dans lequel est expérimenté le système étudié (Traoré et Muzy, 2006). La plateforme de modélisation et de simulation du modèle hydrologique est modulaire, un modèle est composé de « composants » que l'on « branche » les uns à la suite des autres (un composant « irrigation », un composant « évapotranspiration », etc.). Dans la perspective de la co-simulation, nous avons créé un composant de type « cadre expérimental » que nous avons ajouté au simulateur hydrologique pour pouvoir perturber le modèle hydrologique par les résultats du modèle d'usage agricole. Ce faisant, nous disposons donc d'une meilleure manière de réaliser les bilans hydrologiques, plus adaptée à notre travail de co-simulation. Mon doctorant, restant sur l'idée que les bilans hydriques étaient de la responsabilité de l'hydrologue, n'a jamais accepté mon mode de calcul. Cela a posé divers problèmes au sein du projet.

Il n'y avait en fait pas de bonne ou de mauvaise manière de faire les bilans. Dans les deux cas on vérifie la règle de conservation de la matière. Les stocks et les flux sont en effet déterminés par l'hydrologue. Mais, du fait de mon expertise en modélisation et simulation, j'ai pu trouver une méthode de calcul plus adaptée à notre étude. Ce travail montre en fait une belle complémentarité entre ces deux métiers. La reconnaissance académique d'une discipline scientifique de modélisation et simulation permettrait d'éviter des situations désagréables comme celle lors de laquelle j'ai semblé remettre en question les compétences de l'hydrologue dans son propre domaine. Elle favoriserait la complémentarité entre le chercheur en hydrologie utilisateur et concepteur de modèles et le chercheur en modélisation et simulation en charge de la simulation des modèles.

La difficile reconnaissance d'une approche interdisciplinaire de co-simulation

Les sources d'inconforts et d'incompréhensions liées à cette expérience interdisciplinaire ne se sont toutefois pas cantonnées à un problème de délimitation des domaines d'expertises de chacun. J'ai pu constater que les chercheurs impliqués dans le projet ou amenés à l'évaluer, et ayant des cultures de modélisation différentes, y ont chacun vu des intérêts et des objectifs différents. L'agronome pensait à l'optimisation du rendement des périmètres irrigués¹, l'hydrologue espérait des résultats de simulations plus proches de la réalité²,

1. Retour d'un *reviewer* sur un texte soumis à *Agricultural Systems*.

2. Demande de la co-directrice de thèse hydrogéologue de mesurer l'évolution « du Nash » (Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient, coefficient d'efficacité du modèle Nash-Sutcliffe).

les géographes cherchaient à tester des scénarios de gestion co-construits³, et moi, en tant qu'adepte de la modélisation participative, je cherchais une représentation explicite susceptible d'être utilisée pour favoriser les discussions entre acteurs⁴.

À mon sens, la démarche de co-simulation constituait en elle-même une cohérence d'ensemble à la réunion des modèles disciplinaires. Le fait qu'elle n'ait pas été comprise de la même manière par tous montre que ce n'était pas le cas. Cette réalité est inconfortable pour moi. Cet inconfort vient en partie du fait que la démarche de co-simulation est « dispersée ». Elle ne répond pas aux attentes classiques des disciplines mobilisées. Elle articule des cultures de modélisation et des approches de la participation différentes. En soi, le cadre n'est pas stabilisé et peine à être reconnu ou compris dans son ensemble par les chercheurs disciplinés en présence. Ce cadre mouvant demande en réalité à chacun de sortir de sa zone d'expertise et de confort, sans que cela n'ait été vraiment discuté en amont.

Si cela ne s'est pas trop senti lors de l'évaluation du projet de recherche, cela est ressorti clairement lors de l'évaluation du travail de thèse. Les membres du jury, de manière académique et discipliné comme le veut l'exercice de la thèse, n'ont évalué que les résultats propres à leurs disciplines. Le doctorant a été félicité pour sa compréhension du terrain, sa rigueur, sa maîtrise des outils et des méthodes mobilisés et la conscience de ses limites dans chacune des différentes disciplines impliquées. Mais peu de choses ont été dites sur la vision globale apportée par l'approche interdisciplinaire et sa plus-value. Cela pose question pour le doctorant qui a soutenu sa thèse en « sciences de l'eau ». Plus généralement, comment puis-je aider mon doctorant à construire son identité scientifique si l'évaluation par les pairs ne permet pas une critique de son travail dans sa globalité ? S'inscrire dans une communauté interdisciplinaire qui aurait une culture commune de la modélisation le permettrait peut-être ? Mais cela a-t-il suffi pour moi-même ? C'est ce que j'explore dans l'expérience suivante.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE : UN DIALOGUE INTERDISCIPLINAIRE ANIMÉ PAR LES MODÉLISATEURS

La seconde expérience concerne mon travail dans un projet de recherche sur l'impact des mesures d'adaptation au changement global. L'ambition était de développer un cadre d'analyse commun pour une « bonne adaptation » du territoire. L'idée était de coordonner les mesures prises dans certains secteurs (agriculture, tourisme, urbanisme, etc.) ou à certaines échelles de manière à ce que l'adaptation des uns n'entraîne pas de nouveaux problèmes pour les autres.

La démarche ComMod au service d'un dialogue interdisciplinaire

L'étude des secteurs d'activité était réalisée de manière disciplinaire : sociologie, sciences de l'eau, écologie de la conservation, informatique appliquée à la modélisation et à la simulation, et sciences de gestion. Les chercheurs appartenaient presque tous à la communauté de la « modélisation d'accompagnement » (ComMod) à laquelle je me rattache également. Cette communauté interdisciplinaire voit le processus de modélisation collaborative, c'est-à-dire le fait de construire ensemble une représentation d'un

3. Proposition des partenaires du projet de l'UMR responsable de la partie « recherche participative ».

4. Proposition personnelle d'atelier mais qui n'a jamais vu le jour.

problème donné, comme une manière d'apprendre ensemble sur le problème étudié. Non seulement, le modèle obtenu est une représentation commune et partagée, mais les échanges et les négociations qui sont nécessaires pour arriver à la construction du modèle ont autant d'importance à nos yeux que le résultat obtenu. Ils permettent d'explicitier les points de vue et les enjeux des uns et des autres et de mieux comprendre le fonctionnement global du système étudié et les interactions entre domaines d'expertise. Dans sa version classique, le processus de modélisation « accompagne » un collectif d'acteurs pour gérer les ressources partagées d'un territoire (Barreteau *et al.*, 2010). Il s'agit de spécifier ensemble l'objet sur lequel portera la décision de gestion appréhendé comme un système dynamique, de se mettre d'accord sur le fonctionnement de ce système, et d'évaluer puis de choisir le chemin désiré pour le territoire en question.

Dans ce projet, l'ambition était de construire un modèle pour accompagner un processus de réflexion collective interdisciplinaire entre chercheurs, et non un processus de décision. Dans cette perspective, les rôles de chacun ont été rapidement et clairement définis, tous jouant le jeu, les collègues celui de chercheurs disciplinés connaisseurs des secteurs d'activité du territoire, et moi-même celui de chercheur en informatique, à la coordination du processus. Mon rôle était d'organiser la co-construction du « modèle interdisciplinaire » par les chercheurs afin d'intégrer les représentations issues des disciplines du projet sur les enjeux pris en compte. Cette partie du travail était bien identifiée, elle fait partie intégrante de mon activité de recherche en modélisation et simulation. J'étais aidé dans cette tâche par les autres ComModiens du projet.

Une légitimité individuelle trouvée au sein d'une communauté

Sur le volet simulation, mon positionnement est similaire à celui adopté dans la première expérience. La fabrique d'un jeu de rôles entraîne un changement de méthodes par rapport à celle élaborée pour la mise en place d'un modèle de simulation informatique. Mais si la construction d'un jeu de rôles est moins technique que celle d'un modèle avec des agents, je revendique tout de même un statut d'expert. En effet, concevoir et implémenter le simulateur revient à concevoir et à construire les différents éléments qui constituent le jeu (rôles des différents joueurs, séquence des phases de jeu, scénarios, but du jeu, éléments à observer pendant les phases de jeu, organisation du débriefing) et à les documenter de manière non ambiguë.

Sur le volet de la modélisation, mon positionnement était par contre bien différent car l'approche de modélisation consistait à co-construire un modèle conçu dès le départ comme un modèle intégré. Il ne s'agissait donc plus de réunir des modèles préexistants déjà formalisés. Au contraire, tout était à concevoir et à implémenter, du modèle conceptuel au simulateur. Mon travail de recherche en tant que modélisateur consistait ici à concevoir et à mettre en œuvre une méthode qui permettait à des chercheurs de différentes disciplines de travailler ensemble à la construction d'un modèle pour à la fois définir une problématique commune et y répondre. C'est un exercice typique d'une pratique d'interdisciplinarité que je pratique et que j'apprécie particulièrement. Il consiste à échanger soit en petit groupe, soit deux à deux entre chercheurs ayant une appartenance disciplinaire différente pour identifier les enjeux que chacun considère comme pertinents pour comprendre la situation étudiée et à les amener à les synthétiser dans un modèle en utilisant un cadre conceptuel commun. En pratique, ce cadre conceptuel se compose de

concepts suffisamment généraux pour être spécialisés dans différents domaines comme les concepts d'« infrastructure », ou de « territoire ». Mon travail est d'explicitier le cadre conceptuel et de le faire évoluer pour qu'il puisse articuler les préoccupations de tous.

En tâtonnant, le collectif s'était entendu sur une méthode pour parvenir à construire un jeu de rôle et à mettre sur pied une session de jeu avec un groupe d'acteurs du département du Gard (Bonté *et al.*, 2019). Le processus de modélisation, à travers la construction d'un objet commun et d'une manière collective d'aller vers les acteurs, a été, de l'avis de tous, un élément fédérateur dans le projet. La méthode utilisée a ainsi porté ses fruits. Elle a reçu un bon accueil puisque des chercheurs et des acteurs de terrain nous ont par la suite contactés pour réitérer la démarche. Elle a bien correspondu à un intérêt de la part de l'équipe projet puisque ces demandes ont donné lieu à de nouvelles sessions de jeu.

Mon apport personnel, outre celui d'animer la conception et la mise en œuvre de la méthode de modélisation participative, a été de décrire et de généraliser cette méthode et d'y apporter une version informatisée du jeu. La réutilisation de la méthode et du dispositif informatique sur le terrain sud-africain du projet a permis d'éprouver sa généricité. J'ai ainsi un résultat clair à faire valoir dans la partie modélisation participative de mon activité de chercheur en modélisation et simulation (Bonté *et al.*, 2020). Toutefois, cette expérience m'a posé plusieurs problèmes, dont deux que je développe ensuite.

De l'intérêt d'explicitier et de négocier la finalité de l'interdisciplinarité

Depuis mon travail de master, je suis habitué aux travaux de modélisation participative au sein de la communauté ComMod, mais je n'avais pas conscience que nos pratiques n'étaient pas celles de tous. Deux des sept chercheurs qui constituaient notre groupe de travail ont refusé de participer aux ateliers de modélisation participative que je proposais. J'attribuais leur refus à un défaut de conception de ces ateliers ou à une mauvaise utilisation de ma part du cadre de la robustesse de Anderies *et al.* (2004) sur lequel ces ateliers se basaient, ou encore à mon manque de compétences en facilitation. Je me rends compte aujourd'hui, en revenant vers mes collègues de l'époque pour l'écriture de ce chapitre, que mon erreur de cadrage du processus de modélisation participative se trouvait ailleurs. Il s'agissait d'un malentendu sur la manière de travailler en interdisciplinarité. Ces deux chercheurs, qui n'appartenaient pas à la communauté ComMod, ne connaissaient pas la nature du processus dans lequel ils s'engageaient. Là où j'attendais des échanges permettant de tester le cadre d'analyse et de l'affiner ensemble, ces derniers attendaient un atelier « efficace » au cours duquel j'aurai mobilisé leur expertise pour répondre à une question que j'aurai formulée au préalable. Ils n'avaient pas mesuré le temps d'implication et la nature exploratoire du processus proposé. Encore une fois, mon positionnement n'avait pas été suffisamment clair. Mais, cette fois-ci, le manque de clarté n'avait pas trait à la discipline scientifique, mais à la finalité de mon travail de recherche. Le malentendu aurait certainement pu être évité en organisant une discussion autour des attentes que les participants avaient de ce travail de modélisation en commun. Cette étape est d'ailleurs identifiée dans les formations à l'approche ComMod (Trébuil *et al.*, 2015). Elle permet de prendre le temps d'explicitier les intérêts de chaque acteur à s'engager dans le processus. Cependant, cette étape n'est pas facile et consommatrice en temps parce que les motivations de l'engagement sont hétérogènes et que ces motivations évoluent au cours du processus, tout comme les objectifs collectifs que le groupe sera amené à fixer.

Comment construire la validité du travail collectif ?

Le second sentiment d'insatisfaction liée à cette expérience est apparu au moment de la rédaction collective de l'article qui décrit la démarche et l'utilisation du premier jeu dans le Gard (Bonté *et al.*, 2019). Bien qu'ayant coordonné la rédaction de l'article, je ne parvenais pas à comprendre tout à fait les interprétations de mes collègues dans la partie discussion du papier, car je ne maîtrisais pas les concepts et le vocabulaire utilisés. Les résultats du papier ont consisté à agréger des analyses disciplinaires des possibles mesures d'adaptation contre-productives que l'on pouvait discuter avec les acteurs puisqu'elles étaient apparues durant la session de jeu. J'avais l'impression que mes collègues pouvaient mener ces analyses sans moi. Mon point de vue était que je n'avais aucune connaissance à apporter au collectif ni sur le cadre d'analyse, tellement nous l'avions fait évoluer, ni sur le terrain. Je n'avais pas non plus le recul ou les connaissances disciplinaires liées aux secteurs d'activités étudiés. Quel pouvait alors être mon apport dans cette analyse commune ? Non seulement, cette question m'a mis dans une situation très inconfortable au moment de l'analyse mais, de plus, elle m'a amenée à remettre en question par la suite mes travaux en modélisation participative. J'ai ainsi renoncé au montage de projets mobilisant la méthode que nous avons développée, alors que mes collègues s'attendaient à poursuivre le travail initié. Ce souci, lié à mon positionnement, est en fait le même que celui observé lors de la première expérience : personne n'est capable d'évaluer la vision d'ensemble produite par le processus interdisciplinaire. Or, comme j'occupais une position de coordination du processus interdisciplinaire, je m'étais attribué cette responsabilité. Mais comme de nombreux éléments m'échappaient aux niveaux des concepts, des épistémologies et des méthodes de l'ensemble des disciplines en jeu, je n'étais naturellement pas en mesure d'apporter seul cette validation. C'est là que mon positionnement de coordinateur du processus interdisciplinaire m'a posé problème et m'a laissé un sentiment d'insatisfaction. Je ne renie pas ce rôle qui, je pense, peut apporter quelque chose à la validation du processus de modélisation. Je pourrais par exemple me pencher sur l'étude des usages du modèle par rapport aux types d'usages connus dans l'épistémologie de la modélisation et de la simulation (Varenne et Silberstein, 2013), ou chercher à évaluer le processus ComMod en le documentant mieux de manière à être capable d'évaluer les effets (Perez *et al.*, 2010). Mais ces éléments ne concernent qu'une petite partie de ce qui a fait le modèle.

Je pense aujourd'hui que la position de coordination du processus interdisciplinaire ne doit ni m'extraire de l'analyse qui est faite des résultats de simulation ou des sessions de jeux, ni me faire porter seul la responsabilité de la validité scientifique de notre travail. Ces deux aspects doivent être réalisés collectivement pour donner un sens au dispositif. En effet, le dispositif (jeu ou modèle) se construit par le dialogue interdisciplinaire. Ainsi, le modèle n'est valide, voire peut-être même utile, dans aucune des disciplines prises individuellement. C'est également à travers un dialogue interdisciplinaire, dans lequel le modélisateur a toute sa place, que cette utilisation du modèle et cette validité vont pouvoir se construire. Mais comment mettre en place ce dialogue ?

TROISIÈME EXPÉRIENCE : UN DIALOGUE INTERDISCIPLINAIRE AU-DELÀ DE LA MODÉLISATION

En 2015, j'ai encadré une thèse sur les modalités d'organisation sociale au sein de systèmes oasiens du centre du Sahara algérien et leur résilience. À cette occasion, l'étudiant en thèse et moi avons construit un modèle multi-agents qui intégrait plusieurs

dimensions des travaux de recherches menés : en hydrogéologie sur les comportements de la nappe, en génie rural sur la demande en eau agricole, en géographie sur la gestion des infrastructures locales de captage d'eau basées sur des galeries drainantes artificielles appelées *foggaras*. J'ai sollicité Anne-Laure Collard, en tant que sociologue, pour qu'elle nous aide à construire les guides d'entretiens semi-directifs dédiés à l'étude de l'action collective dans le cadre de l'entretien et du fonctionnement des *foggaras*. Notre dialogue avec Anne-Laure a débuté par une mise en regard de nos terrains et de nos travaux. Alors que, *a priori*, peu de choses nous rassemblaient (entre une sociologue méfiante vis-à-vis de l'usage des modèles et un modélisateur), nos discussions ont révélé que tous les deux, à notre manière, nous définissions les infrastructures hydrauliques comme le point de départ d'une mise en problématique des situations observées (Collard *et al.*, 2021). Ce point commun a suscité une envie mutuelle de compréhension et d'explication de nos méthodes et approches. Lors de ces échanges répétés, l'utilisation que je faisais des modèles a suscité de nombreuses discussions. Il en a résulté une présentation commune au colloque « Sciences et sens des modèles » organisé par la Société d'ethnologie française. Notre question était : « Pourquoi avoir modélisé les *foggaras* ? ».

Pour une sociologue, l'apport d'un tel modèle pour comprendre les changements de la gestion de l'eau était curieux, voire contestable. À plusieurs reprises, elle m'a cependant sollicité pour que je lui explique mes motivations, intéressée par le fait de comprendre ma pratique de recherche, davantage que par les apports de la modélisation. Cela revenait à me prêter au jeu d'explicitier mes pratiques de modélisation, ce qui était plutôt agréable dans le sens où il n'était pas question de les justifier, comme c'est souvent le cas, mais de les rendre plus accessibles. Nos échanges m'ont amené à décortiquer le modèle construit, sa spécificité par rapport à d'autres, à expliquer ma manière de construire une réalité abstraite, mais surtout les finalités de cette modélisation. J'ai dû faire preuve de pédagogie pour rendre intelligible les enjeux techniques des outils de modélisation que je mobilise : le choix des entités représentées et de leurs attributs, des variables utilisées en forçage comme scénarios d'entrée du modèle, le cadre d'interprétation des résultats, mon rôle. Par ailleurs, Anne-Laure me questionnait sur la finalité du modèle. Quel intérêt avons-nous trouvé à modéliser les systèmes oasiens, selon elle à les « simplifier », alors même que le doctorant était originaire du terrain étudié et en avait une connaissance fine ? Elle me demandait pourquoi j'encourageais mon doctorant à partir dans ces directions pour sa thèse, mais également quel était mon intérêt, par rapport à ma propre activité de recherche, dans ce travail de modélisation.

Je n'avais pas eu l'occasion auparavant, ou pris le temps, de me pencher sur mes propres motivations plutôt que sur l'intérêt scientifique du modèle ou du processus de modélisation. J'étais habitué à justifier ma pratique de modélisation auprès des revues scientifiques, des jurys de thèse ou des bailleurs. Je n'étais pas habitué à chercher cette justification pour moi-même. À travers ce dialogue, cette justification a surtout pris la forme d'une exploration. L'effort d'explicitation de ma pratique a laissé place à la réflexion et a gommé l'impératif d'une recherche de légitimité. Notre dialogue a pris forme au sein d'une bulle réflexive dans laquelle il était possible d'exprimer tout haut ce qui parfois est pensé tout bas. Mais l'exercice était tout de même éprouvant. Tout d'abord, le processus est long et laborieux. Il requiert aussi beaucoup de patience de part et d'autre. Ensuite, parce qu'il sort de la logique de justification, l'exercice implique de questionner mes activités, et donc quelque part mon identité scientifique. Mais la démarche réflexive sur

mon parcours, mes choix, mes inconforts est plus que satisfaisante dans le sens où elle m'a permis de prendre le temps de réfléchir pour moi-même.

Après de nombreux échanges avec Anne-Laure, nous avons fini par formaliser une présentation satisfaisante pour tous les deux (Bonté *et al.*, 2022). Elle portait sur notre analyse du sens donné au modèle dans le cadre de la thèse. Mais ce n'est pas tant le résultat de notre travail réflexif qui m'intéresse ici que le processus. Comme je le disais plus haut, ma formation me donne des outils conceptuels pour situer les différents usages des modèles de simulation. Pour la thèse en question, ces usages étaient justifiés par la théorie de la modélisation et de la simulation (Zeigler *et al.*, 2018), en épistémologie (Varenne et Silberstein, 2013) et mise en pratique en contexte de modélisation participative (Voinov et Bousquet, 2010). Ces références me donnaient des cases dans lesquelles positionner mes activités de modélisation en général. Mon travail de positionnement avant cette démarche réflexive consistait alors à trouver dans quelle case me situer. Mais là où je considérais que mon travail était terminé, ce qui était pour moi un résultat (je me situe dans telle ou telle case) était un point de départ de la démarche réflexive initiée avec Anne-Laure. Les discussions avec ma collègue m'ont conduit à me demander pourquoi, en tant que chercheur en modélisation en général et en lien avec mon sujet d'étude foncièrement politisé de la gestion de l'eau en particulier, j'avais choisi de me positionner dans telle ou telle case. Et d'ailleurs, était-ce réellement un choix ou étais-je amené à cette pratique par le contexte de ce travail de recherche mais sans moi-même y prêter attention, sans avoir mesuré ma liberté de choix et m'être positionné plus clairement ? Et, donc, ces cases qui m'étaient offertes me correspondaient-elles réellement dans ce cas précis ? Le travail réflexif ne m'a donc pas amené à acquérir de nouvelles connaissances sur les *foggaras* mais à me poser de nouvelles questions sur mon métier de chercheur en modélisation.

CONCLUSION

À défaut de pouvoir m'inscrire dans une discipline reconnue, l'écriture de ce chapitre m'a permis de dévoiler une identité scientifique qui ne se rattache pas à une catégorisation classique. Mon identité de chercheur m'amène à emprunter des méthodes, à rejoindre des finalités et des postures traditionnellement identifiées comme relevant de telle ou telle discipline académique. Cette identité trouve sa légitimité au sein de communautés scientifiques interdisciplinaires. Elle est fluide et plurielle, dans le sens où elle évolue dans le temps, mais surtout car elle m'amène à adopter des postures, à mobiliser des compétences, à endosser des rôles différents selon les projets et les collectifs de recherche.

Dans mon cas, certaines facettes de cette identité peuvent s'apparenter à des réflexions disciplinaires. C'est le cas par exemple des travaux sur la conception des simulateurs évoqués dans la première expérience, qui sont les plus proches de ma thèse en informatique. C'est également le cas de la question de la conception du jeu de rôles dans la deuxième expérience, même avant qu'il soit informatisé. D'autres facettes de cette identité ne se définissent par contre que dans le travail interdisciplinaire. Ainsi, le fait de concevoir et de tester des outils et des méthodes pour faire modéliser ensemble des chercheurs de disciplines différentes, ou de construire un modèle qui pourra alimenter les débats entre disciplines ou entre des acteurs des territoires, fait partie de mon identité scientifique. Ces questionnements sont interdisciplinaires mais peuvent être discutés au sein de communautés scientifiques. Grâce au recul que m'a donné l'écriture de ce chapitre,

je me rends compte que les finalités et les motivations de mon engagement professionnel restent relativement stables. Elles consistent à vouloir accompagner des personnes ou des collectifs dans leurs réflexions. Dans ce but, le modèle et le simulateur ainsi que leur processus de construction sont vus comme un support au raisonnement. Les questions sur la finalité (ou les finalités) du ou des différents participants à la réflexion représentent un nouveau volet de ce raisonnement. Ces questionnements eux aussi peuvent, et parfois doivent, être accompagnés. Pour faire cela, il est possible de créer cette « bulle réflexive » dont il était question dans la troisième expérience. Cette pratique peut se faire ou être débattue au sein de collectifs adéquats, interdisciplinaires, à même à la fois de discuter de la forme de la pratique réflexive et du fond, des choix réalisés dans un contexte de modélisation interdisciplinaire.

La caractérisation de cette identité scientifique, qui était initialement un préalable à l'étude de mon travail interdisciplinaire, est peut-être, *in fine*, le résultat le plus important du travail réflexif que constitue la rédaction de ce chapitre. Le fait de conscientiser cette identité et d'être capable de l'explicitier peut permettre de dépasser les malentendus qui sont nés dans la première expérience, les situations d'inconfort ou d'insatisfaction rencontrées dans la deuxième expérience, voire les situations d'insécurité telles que celles évoquées dans l'introduction. Sans avoir besoin de s'inscrire dans une discipline académique unique, il est aujourd'hui possible de légitimer ses résultats scientifiques et leur contribution au cas par cas en se rattachant à la « bonne » communauté. Cela est plus compliqué lorsque le travail est collectif. Toutefois, si le cadre de travail interdisciplinaire est explicité suffisamment rigoureusement, il n'y a pas d'instrumentalisation d'une discipline par une autre, ni d'imposture d'un chercheur qui réaliserait un travail qu'il ne maîtrise pas. L'ensemble des chercheurs impliqués dans le processus interdisciplinaire sont responsables de la production collective et de son caractère scientifique.

Dans ce contexte, la pratique réflexive est possible, outillée, et peut être débattue au sein de communautés savantes. Cette réflexivité est coûteuse mais elle m'a permis de retrouver une forme de légitimité dans ma pratique de modélisateur de socio-hydrosystèmes. Cela ouvre pour moi des perspectives très concrètes. Rien ne m'empêche plus, pour traiter notamment de ces aspects réflexifs qui peuvent être de l'ordre du sensible, de faire intervenir des disciplines artistiques. Les débats réflexifs seraient alors menés entre des modélisateurs, des chercheurs en sciences sociales, des chercheurs en sciences de la nature et des artistes prêts à s'engager dans ces processus de recherche. Ma propre légitimité dans une telle démarche ne saurait être remise en cause. Tout d'abord, elle s'inscrirait dans une dynamique de recherche déjà engagée et justifiée. Ensuite, l'évaluation de ces travaux ne reposerait pas sur moi mais sur les communautés scientifiques et artistiques des participants qui auraient chacun la charge d'y porter nos réflexions communes. Ainsi, le fait de conscientiser mon identité scientifique au travers de ce récit, m'aura également permis de m'en libérer.

BIBLIOGRAPHIE

- Anderies J., Janssen M. et Ostrom E., 2004. A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. *Ecology and Society*, 9 (1), 18, <https://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art18/> (consulté le 18/03/2024).
- Barreteau O., Bousquet F., Étienne M., Souchère V. et d'Aquino P., 2010. La modélisation d'accompagnement : une méthode de recherche participative et adaptative, in Étienne M. (coord.), *La*

modélisation d'accompagnement. Une démarche participative en appui au développement durable, Versailles, éditions Quæ, 21-46.

- Bonté B., Therville C., Bousquet F., Abrami G., Dhenain S. et Mathevet R., 2019. Analyzing coastal coupled infrastructure systems through multi-scale serious games in Languedoc, France. *Regional Environmental Change*, 19 (7), 1879-1889.
- Bonté B., Idda S. et Collard A.-L., 2022. Modéliser la foggara : une manière de participer au débat sur l'avenir des foggaras et de l'agriculture oasienne ?, SEF - Ethnographies plurielles #10. Science et sens des modèles. Usages et méthodes des modèles. Simulations et systèmes de représentations en SHS, octobre, Montpellier, Université de Montpellier/Société d'ethnologie française.
- Bonté B., Therville C., Bousquet F., Simi C., Abrami G., Guerbois C., Fritz H., Barreteau O., Dhenain S. et Mathevet R., 2020. Simulating together multiscale and multisectoral adaptations to global change and their impacts: a generic serious game and its implementation in coastal areas in France and South Africa, in Garbolino E. et Voiron-Canicio C. (eds), *Ecosystem and Territorial Resilience: A Geoprospective Approach*, Amsterdam, Elsevier, 2021, 247-278.
- Collard A.-L., Riaux J., Massuel M., Bonté B., Laurenceau M., Richard B. et Rivière-Honegger A., 2021. Construire un regard sociohydrologique (3). Expérimenter un canevas pour engager la négociation interdisciplinaire. *Natures sciences sociétés*, 29 (1), 77-86.
- Laloë F., 2016. *Statistique et recherches interdisciplinaires. Implication d'une discipline sans objet*, Versailles, éditions Quæ.
- Perez P., Aubert S., Daré W., Ducrot R., Jones N., Queste J., Trébuil G. et Van Paassen A., 2010. Évaluation et suivi des effets de la démarche, in Étienne M. (coord.), *La modélisation d'accompagnement. Une démarche participative en appui au développement durable*, Versailles, éditions Quæ, 153-181.
- Traoré M.A. et Muzy K., 2006. Capturing the dual relationship between simulation models and their context. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 14 (2), 126-142.
- Trébuil G., Barnaud C., Daré W., Le Page C. et Mathevet R., 2015. Identifier et formuler une question clé initiale partagée, in Étienne M. (coord.), *La modélisation d'accompagnement : partager des représentations, simuler des dynamiques*, Nantes, Inra, 43-60.
- Varenne F. et Silberstein M., 2013. *Modéliser et simuler. Épistémologies et pratiques de la modélisation et de la simulation. Tome 1*, Paris, éditions Matériologiques.
- Voinov I. et Bousquet F., 2010. Modelling with stakeholders. *Environmental Modelling & Software*, 25 (11), 1268-1281.
- Zeigler B.P., Muzy A. et Kofman E., 2018. *Theory of Modeling and Simulation: Discrete Event and Iterative System Computational Foundations*, 3^e édition, Londres/Amsterdam, Academic Press/Elsevier.

Conclusion

Eau en société et interdisciplinarités

Anne-Laure Collard, Jeanne Riaux et Marcel Kuper

L'eau a ceci de particulier qu'elle est fluide, qu'elle circule. Elle s'écoule, ruisselle et s'infiltré dans les sols, dans les cours d'eau. Elle circule au sein des sociétés qui cherchent à la capter et à la contrôler à l'aide d'une diversité de pratiques, de techniques, de normes et de règles. À l'inverse d'autres éléments de l'environnement, l'eau est à la fois mouvante, visible et saisissable. Pour cela, elle invite à la rencontre entre disciplines, en pénétrant des milieux et des lieux investis autant par le sociologue, l'hydrologue ou le géographe. En liant des espaces et des acteurs, la fluidité de l'eau impose aux chercheurs de déplacer leurs regards pour comprendre comment les liens entre les hommes et l'eau se sont tissés et ce qu'ils sont en train de devenir. C'est ainsi, par exemple, que peu à peu les personnes venant puiser de l'eau au puits ne sont plus réduites à des usagers prélevant une ressource ; elles deviennent porteuses de savoirs hydrologiques légitimes. De manière assez propice, l'eau amène à rapprocher des disciplines, sa matérialité, qui se traduit par une forme d'« inertie structurelle » (Aubriot, 2000), y aidant en inscrivant dans le temps et sur les territoires des organisations sociales complexes qui œuvrent à diriger sa fluidité. Mais si l'eau semble appeler au dialogue interdisciplinaire, les récits produits dans le cadre de cet ouvrage nous rappellent qu'il n'est pas simple à construire. Il y a dans l'eau, peut-être plus que pour d'autres objets de l'environnement, des évidences *a priori* partagées qui demandent à être déconstruites et discutées pour s'assurer d'un dialogue équilibré. L'idée de penser l'eau en relation avec les acteurs est l'une d'entre elles, tout comme celle de donner une place aux techniques. Mais la place et la définition qui leur sont attribuées varient selon la finalité de la recherche ou des regards disciplinaires. La démarche se révèle bien différente quand les acteurs sont considérés comme de simples préleveurs et usagers de l'eau, ou comme des détenteurs de savoirs. De même, si, pour les uns, ce sont les effets hydrauliques d'un objet technique qui retiennent leur attention, pour les autres, ce même objet sera avant tout un point de départ pour une mise en problématique.

La singularité de l'eau est peut-être aussi contenue dans la manière dont cet objet induit l'axiologie des chercheurs qui avancent en interdisciplinarité. La répétition de situations où l'eau vient à manquer ou, à l'inverse, à devenir trop abondante là où ce n'était pas le cas a participé à remettre en évidence la place de l'eau comme élément vital pour boire, se nourrir et habiter nos territoires. Alors que les hommes pensaient avoir su « maîtriser » les flux, les « gérer », l'eau vient rappeler qu'elle n'est jamais acquise, que ses flux ne sont jamais complètement domptés. Les changements de plus en plus visibles en termes de disponibilité et de qualité suscitent une évolution des postures des chercheurs, qui s'engagent de plus en plus dans une recherche qu'ils jugent « nécessaire »,

et plus seulement stimulante. Ainsi, l'eau participe-t-elle de cette volonté de répondre à l'urgence qu'il y a à renouveler nos interprétations de situations incertaines, risquées ou bien non pérennes, et à produire d'autres lectures et savoirs sur les rapports qui se nouent entre eaux et sociétés. L'interdisciplinarité est reconnue comme l'une des voies fécondes pour y parvenir. Cette forme d'engagement peut permettre de dépasser des oppositions épistémologiques qui empêcheraient tout dialogue, en ouvrant à de nouvelles finalités de recherche et manières d'agir.

Dans les récits discutés collectivement dans cet ouvrage, la place des objets techniques est prépondérante. Ils sont régulièrement présentés ou justifiés comme des supports pertinents pour nourrir le dialogue ou le susciter, même si le plus souvent les regards se déplacent progressivement pour aller interroger d'autres choses. L'interdisciplinarité demande aux chercheurs d'aller vers des objets méconnus, des terrains qui ne sont habituellement pas les leurs, ou d'user de méthodologies non éprouvées dans leurs disciplines. Le dialogue commence souvent par une invitation pas toujours explicite, plus ou moins chaleureuse ou choisie, mais pour autant adressée à l'autre, à venir regarder de plus près ce qui interroge. Petit à petit, l'intérêt répété du collègue en génie des procédés pour les capacités filtrantes du sol karstique conduit la sociologue à y regarder de plus près et finit par interroger les conditions sociales d'émergence du sol comme traitement tertiaire pertinent. Le recours omniprésent aux cartes issues de la télédétection pousse le chercheur en sciences sociales à questionner la portée de la manipulation de telles données dans la prise de décision, jusqu'à s'y investir lui-même. L'attention portée par les écologues dans le fait d'étayer des mésocosmes conduit les sociologues à vouloir les rendre intelligibles aux pêcheurs concernés par des eaux polluées. En cela, l'interdisciplinarité contribue à redéfinir les contours d'objets originaux de l'eau en société. Souvent arides ou rugueux, sans cela, certains d'entre eux resteraient très probablement discutés au sein de communautés épistémiques peu en proie avec les dimensions sociales. Resituer en société ces eaux souterraines, polluées, salées, irriguées, traitées, etc. par la pratique interdisciplinaire implique de défaire des frontières qui organisent toujours la pensée et souvent les disciplines (volume, usages, débit, liens). En effet, les axiologies interdisciplinaires des chercheurs impliquent de resituer ces eaux et leurs objets en société en leur redonnant leur épaisseur sociale et politique, ou en les interprétant à partir du « sens commun » (Stengers, 2020) pour peser dans la décision, faire reconnaître la pluralité des rapports à l'eau ou encore alerter des risques encourus.

Pratiquer l'interdisciplinarité permet de tendre vers une approche plus équilibrée de la production de savoirs par « les autres » : lorsque les scientifiques travaillent ensemble, les sciences sociales ne caricaturent pas les approches des sciences de la nature et, réciproquement, les sciences de la nature reconnaissent la valeur des approches des sciences sociales. Cela conduit à une interprétation moins réductrice de la production des savoirs hydrologiques et des épistémologies qui les sous-tendent, et à une possible prise en compte des approches sociales ou politiques par les sciences de la nature. Cela se répercute sur les identités disciplinaires et les pratiques scientifiques, marquées par un voyage chez les autres. Ce voyage réciproque s'effectue dans un mouvement de « maïeutique croisée » (Riaux, 2021). Les regards disciplinaires se nourrissent et s'enrichissent, et plus profondément, les méthodes et les épistémologies des uns sont mobilisées pour répondre à des questions habituellement posées et suggérées par d'autres, devenues siennes. Les

interdisciplinarités présentées dans ce livre reposent sur un dialogue plus ou moins étroit, et l'idée de ne pouvoir ou de ne pas vouloir se saisir seul de l'« épaisseur physique ou sociale de l'eau » est partagée. Au contraire, la découverte des mondes sociaux qui organisent le partage de l'eau, ou bien celle de la diversité moléculaire de l'eau qui définit le danger, ou encore celle des dynamiques de circulation des flux sont interprétées comme des horizons nouveaux pour réinterroger l'eau en société. Ces portes ouvertes sont comprises comme des possibles pour renouveler nos regards disciplinaires et interroger ce qui fait « problème » en réintroduisant des dimensions oubliées ou manquées de l'eau.

En illustrant des manières de vivre dans un monde interdisciplinaire, les onze aventures rassemblées dans cet ouvrage montrent que cela requiert de la volonté, de l'imagination et une certaine ténacité. Comme ce livre l'affirme, l'interdisciplinarité n'est pas une pratique de recherche comme les autres. Elle est le plus souvent située et ancrée, ce qui fait qu'elle n'est pas une méthode que l'on peut transposer d'une équipe, d'un projet ou d'un terrain à l'autre. Les expériences passées, « réussies », ne peuvent être simplement reproduites telles des recettes miracles qu'il faudrait seulement adapter à la marge. Au contraire, la construction d'une axiologie partagée est une aventure singulière, qui se façonne selon les situations observées, les cadrages imposés et les personnes impliquées. Cela s'illustre par un changement progressif de position vis-à-vis de l'objet technique qu'est le goutte-à-goutte tout en acceptant de ne pouvoir ralentir sa diffusion, ou bien en redéfinissant les contours d'une communauté scientifique (les hydrogéologues sahéliens) pour politiser la réponse à une expertise, ou encore en mobilisant la télédétection comme un objet politique et en voulant partager sa posture avec les sciences sociales. Par ailleurs, l'interdisciplinarité ne peut se pratiquer avec tous. Si les invitations au « voyage » doivent être acceptées, le temps est nécessaire pour identifier qui pourrait devenir un allié, qui est susceptible de vouloir/pouvoir se questionner pour construire, chemin faisant, un sens à la recherche. Or, souvent, l'organisation de la recherche par projet ne le permet pas, ce qui pourtant permettrait d'éviter des expériences malencontreuses comme cela arrive souvent, où les uns se sont sentis instrumentalisés, parfois trahis, quand les autres n'ont pas vu de quoi il s'agissait. Prendre le temps de la réflexivité pour accompagner la pratique de l'interdisciplinarité éviterait de s'engager dans des projets interdisciplinaires où les axiologies sont déjà écrites et n'ont pas pour objet d'être discutées.

La réflexivité imposée par la mise en récit présente ce potentiel herméneutique de décryptage des malaises, des inconforts, voire parfois des plaies créés par les expériences interdisciplinaires (Pivot et Mathieu, 2007). Prendre le temps d'y revenir offre la possibilité de ne pas s'y appesantir mais, au contraire, d'en faire un matériau riche pour produire des manières originales et créatives de dialoguer avec d'autres disciplines. L'exercice d'écriture individuel ou collectif est intense, mais celui de partager son expérience, de la verbaliser, l'est tout autant. Il permet de se rassurer, de se questionner, et d'oser aller plus loin dans sa réflexion et dans sa pratique. Le monde interdisciplinaire tel que nous proposons de l'habiter devrait être rythmé par des moments de respiration réguliers, des bulles suspendues dans le temps et dans l'espace, au sein desquelles la créativité serait mise au service du partage, du débat et de la discussion pour faire éclore des initiatives interdisciplinaires au profit d'une science ancrée dans la société. Car c'est bien de cela qu'il s'agit. Quelle que soit notre manière de faire, nos méthodes ou nos disciplines, ce qui se dégage de ce livre est une volonté partagée de donner du sens à la recherche en s'engageant dans

la société pour trouver des manières de penser l'eau en société qui ne se résumeraient pas à notre capacité à la quantifier, à la mesurer ou à la planifier.

Donner les moyens à une recherche interdisciplinaire est urgent et nécessaire parce qu'elle a un rôle à jouer dans le façonnage de l'eau en société. Pour cela, les relations interdisciplinaires doivent être soignées. Des moments de réflexivité, de respiration doivent être aménagés, planifiés et, surtout, reconnus dans le processus de production de connaissances. À l'origine, la composition de ce livre était une occasion de proposer aux chercheurs une parenthèse pour prendre le temps de réfléchir à leurs pratiques et d'en débattre. Il est désormais une invitation, voire un appel, de la part de ce collectif auprès d'autres chercheurs qui travaillent sur l'eau, ou sur d'autres questions environnementales, en interdisciplinarité à échanger, partager, à se rassurer, en partageant leurs expériences heureuses ou malheureuses, stimulantes ou déprimantes. Un appel pour une approche de l'interdisciplinarité par ses pratiques, pour avancer sans chercher à définir ce que devrait être l'interdisciplinarité ou à préjuger de ce qui en relèverait ou non. Un appel autour de l'idée que l'interdisciplinarité est l'une des manières pour continuer à approfondir la compréhension du lien environnement/société en s'appuyant sur les propositions originales qui naissent de la rencontre de chercheurs avec des épistémologies très différentes.

BIBLIOGRAPHIE

- Aubriot O., 2000. Comment « lire » un système d'irrigation ? Un angle d'approche pour l'étude de systèmes irrigués traditionnels, illustré de cas pris au Népal. *Territoires en mutation*, 7, 37-50.
- Pivot A. et Mathieu N., 2007. Agnès Pivot : l'écriture, processus heuristique et outil pour le dialogue dans une démarche interdisciplinaire. *Natures sciences sociétés*, 15 (4), 411-416.
- Riaux J., 2021. *Une anthropologie chez les hydrologues. Penser la relation interdisciplinaire*, Versailles, éditions Quæ.
- Stengers I., 2020. *Réactiver le sens commun. Lecture de Whitehead en temps de débâcle*, Paris, La Découverte/ Les empêcheurs de penser en rond.

Liste des auteurs

AIT MOUHEB Nassim,
chercheur en génie des procédés, INRAE,
UMR G-EAU, Montpellier

BARTHÉLÉMY Carole,
sociologue, Université Aix Marseille,
UMR 151 LPED, Marseille

BONTÉ Bruno,
modélisateur des socio-hydro-systèmes,
INRAE, UMR G-EAU, Montpellier

COLLARD Anne-Laure,
sociologue, INRAE, UMR G-EAU,
Montpellier

GARIN Patrice,
agronome et géographe, INRAE, UMR
G-EAU, Montpellier

HUMBERT Jean-François,
écologue, INRAE, iEES, Paris

KUPER Marcel,
chercheur en gouvernance des systèmes
irrigués, Cirad, UMR G-EAU,
Montpellier

LEDUC Christian,
hydrogéologue, IRD, UMR G-EAU,
Montpellier

MASSUEL Sylvain,
hydrogéologue, IRD, UMR G-EAU,
Montpellier

MOHAMED Ahmed Salem,
hydrogéologue, École supérieure
polytechnique de Nouakchott,
Mauritanie

MITROI Veronica,
sociologue, Cirad, UMR G-EAU,
Montpellier

OLIVIER Jean-Michel,
écologue, CNRS, UMR 5023 LEHNA,
Lyon

PLAGNES Valérie,
hydrogéologue, Université Sorbonne,
UMR METIS, Paris

QUIBLIER Catherine,
écologue, UMR 7245 MCAM, MNHN,
CNRS, Paris

RIAUX Jeanne,
anthropologue, IRD, UMR G-EAU,
Montpellier

TALL Youssapha,
sociologue, IRD, UMR G-EAU,
Montpellier

VENOT Jean-Philippe,
géographe du développement, IRD,
UMR G-EAU, Montpellier

Derniers ouvrages parus dans la collection

Une anthropologie chez les hydrologues. Penser le dialogue interdisciplinaire

Jeanne Riaux

2021, 166 p.

Savoirs locaux en situation. Retour sur une notion plurielle et dynamique

François Verdeaux, Ingrid Hall, Bernard Moizo (sous la dir.)

2019, 204 p.

Pour un savoir soutenable. Une théorie de l'interdisciplinarité

Robert Frodeman

Traduit par Alexis Galmot

2019, 102 p.

Coordination éditoriale : Géraldine Doité

Édition : Yann Lézénès

Mise en page :  EliLoCom

Achévé d'imprimer en juillet 2024 par

xxxxx

Numéro d'impression : xxxxxxxx

Dépôt légal : xxxx 2024

Imprimé en France

Onze récits originaux de chercheurs de diverses disciplines (sociologie, génie des procédés, sciences de l'eau, modélisation informatique, anthropologie, hydrogéologie, agronomie, écologie) illustrent dans ce livre des manières concrètes de pratiquer l'interdisciplinarité en vue de construire des recherches engagées sur l'eau en société. Dans un monde interdisciplinaire, ils témoignent de situations heureuses ou inconfortables vécues par les chercheurs, et des arrangements déployés pour composer avec les inattendus de telles pratiques. L'ouvrage suggère des façons nouvelles de travailler sur l'eau, et propose de rendre intelligibles les relations que les sociétés entretiennent avec elle, autour de grands enjeux : pollution, salinisation des eaux souterraines, restauration écologique, optimisme technologique, dans différentes régions du monde. Au-delà de la singularité de chaque histoire vécue, ces récits soulignent les enjeux transversaux de la pratique interdisciplinaire à la fois dans les expériences individuelles ou collectives : identité et engagement du chercheur dans la société, finalités de la recherche, ou encore apprentissages réciproques, propices au dépassement des frontières disciplinaires. Ce livre s'adresse notamment aux chercheurs et étudiants qui entreprennent ou envisagent une recherche interdisciplinaire.

Anne-Laure Collard est sociologue, chargée de recherche à l'UMR Gestion de l'eau, acteurs, usages (G-EAU) et INRAE. Elle étudie la manière dont les relations entre eaux et société se tissent, par le prisme des sciences et des techniques, dans des situations où l'eau vient à manquer.

Jeanne Riaux est anthropologue, directrice de recherche à l'Institut de recherche pour le développement. Elle a façonné une anthropologie centrée sur la construction de savoirs hydrologiques, scientifiques et vernaculaires, notamment au sein d'instances de décision.

Marcel Kuper est directeur de recherche en gouvernance de l'eau à l'UMR G-EAU et au Cirad. Il étudie les dynamiques contemporaines des systèmes irrigués et s'intéresse aux acteurs, aux institutions et aux infrastructures de ces systèmes.



éditions
Quæ

Éditions Cirad, Ifremer, INRAE
www.quae.com



NSS
Natures
Sciences
Sociétés
DIALOGUES

Prix TTC : 32 €

ISBN : 978-2-7592-3806-4



9 782759 238064

ISSN : 1772-4120

Réf. : 02952