



HAL
open science

Savoirs d'action publique ou action publique des savoirs ? Une géographie politique de l'eau

Sara Fernandez

► **To cite this version:**

Sara Fernandez. Savoirs d'action publique ou action publique des savoirs ? Une géographie politique de l'eau. Environnement et Société. Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 2021. tel-04420739

HAL Id: tel-04420739

<https://hal.inrae.fr/tel-04420739>

Submitted on 26 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**École doctorale de géographie de Paris
Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne**

**Savoirs d'action publique
ou action publique des savoirs ?**

Une géographie politique de l'eau.

Sara FERNANDEZ

Dossier d'habilitation à diriger des recherches

Garant : Géraud MAGRIN

Volume 3 – Volume original

Jury :

Géraud MAGRIN, Professeur, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (garant).

Xavier ARNAULD DE SARTRE, Directeur de recherche, CNRS.

Kathryn FURLONG, Professeure, Université de Montréal.

David BLANCHON, Professeur, Université Paris Nanterre.

Julie TROTTIER, Directrice de recherche, CNRS.

Pierre-Benoît JOLY, Directeur de recherche, INRAE.

Olivia AUBRIOT, Chargée de recherche HDR, CNRS

Juin 2021

À Tiago, Léonard, Rosalie et Fayçal.

Sommaire

Remerciements	4
Résumé.....	5
Introduction.....	6
Chapitre 1. Analyser les relations entre eaux, savoirs et pouvoirs.....	10
Chapitre 2. Les voies d'eau : catégories, infrastructures hydrauliques et organisations sociales...	65
Chapitre 3. Représenter et gouverner le manque d'eau: relocaliser les indicateurs globaux.....	101
Chapitre 4. Rendre lisibles les spatialités et les temporalités de l'action publique.....	155
Chapitre 5. La gestion de l'eau à l'épreuve du changement climatique.....	205
Conclusion et perspectives.....	229
Annexe : proposition de définitions pour cadrer la problématique du manque d'eau	232
Liste des sigles et acronymes	233
Bibliographie.....	236
Table des illustrations.....	256
Table des matières	258

Remerciements

J'ai été accompagnée dans ce travail par Géraud Magrin dont les conseils ont largement contribué à son aboutissement. Je l'en remercie chaleureusement.

L'UMR GESTE est un collectif stimulant et bienveillant au sein duquel j'ai la chance d'effectuer des recherches depuis 2013, de travailler avec des collègues de différentes disciplines en sciences humaines et sociales, et où j'ai pu encadrer mes premiers doctorants et post-doctorants dans de très bonnes conditions. Je voudrais ici remercier en particulier Rémi Barbier pour nos collaborations et échanges quotidiens, pour ses conseils, sa générosité et son humour toujours salubre.

Je suis très reconnaissante aux membres du jury de cette HDR d'avoir bien voulu en faire partie, et de discuter de mes travaux.

Enfin, je voudrais remercier toute ma famille et mes proches, pour leur patience et leur soutien sans faille, toutes générations confondues.

Résumé

L'eau a une matérialité élargie, bien au-delà de sa seule formule chimique. Cette matérialité est décrite et mise en forme par des qualifications, des quantifications, ou encore des commensurations spécifiques, des règles et des équipements qui définissent des conditions d'accès, qui peuvent être contestées. L'eau est également saisie par des pratiques, qui ont des dimensions symboliques, sensorielles et qui font l'objet d'attentions (ou d'inattentions) sociales et politiques. Si la description ou encore la qualification de l'eau contribuent à faire advenir des assemblages sociotechniques qui soutiennent des pratiques et interagissent en retour avec l'eau, l'eau déborde aussi régulièrement des dispositifs qui essaient de la découper, et elle peut alors imposer un nouveau script à l'action collective ou publique.

Cette recherche porte sur l'articulation entre milieux, savoirs et pouvoirs. Elle s'intéresse plus spécifiquement aux relations entre savoirs et action publique dans le domaine de l'eau, en tant que forme de catégorisation particulière de la nature qui articule légitimation, compromis, essentialisation et contestations. Elle mobilise et discute des approches issues de la *Political ecology* et des *Science studies*, travaillées sur quatre objets. Le premier concerne l'eau au prisme de sa capacité de transport avec une perspective historique, dans les sud-ouest de la France et de l'Espagne. Nous questionnons ici les articulations entre la construction d'infrastructures et de catégories administratives. Le deuxième correspond aux indicateurs du manque d'eau à l'échelle mondiale depuis les années 1970. Nous proposons alors une périodisation des luttes paradigmatiques qui ont été associées à la construction et à la promotion de ces indicateurs. Le troisième porte sur la mobilisation d'indicateurs et de l'analyse coûts-bénéfices dans deux cas français : le sud-ouest (pénurie) et le nord-est (pollution saline d'origine industrielle). Nous montrons en quoi ces instruments de gestion contribuent à façonner des temporalités et des spatialités de l'action publique. Le quatrième, enfin, interroge la mise à l'agenda du changement climatique en s'appuyant sur le cas des Vosges. Nous y analysons comment une telle mise à l'agenda travaille les savoirs sur l'eau et l'action publique localement.

Nous montrons que les processus politiques et leurs réalisations matérielles rendent lisibles certaines dimensions de l'eau, qu'elles produisent, d'un même mouvement, des formes d'invisibilité et d'ignorance, façonnent des géographies politiques de l'eau. Nous montrons comment les savoirs interviennent aussi dans la construction de possibles politiques.

Introduction

« la critique ne consiste pas à dire que les choses ne sont pas bien comme elles sont. Elle consiste à voir sur quel type d'évidences, de familiarités, de modes de pensée acquis et non réfléchis reposent les pratiques que l'on accepte » (Foucault, 1994)¹

Ce volume de position et de projet scientifique articule un bilan de travaux déjà menés, des analyses inédites, ainsi que des perspectives et de nouvelles pistes de recherches. Il s'inscrit dans la continuité des travaux conduits depuis ma thèse soutenue en 2009. Il donne aussi à voir certaines inflexions des questionnements, un élargissement des objets et des terrains étudiés, qui me permettent d'opérer une certaine forme de cumulativité des données d'analyse (Pumain, 2005), mais aussi une forme de réflexivité sur la manière dont j'explore la gestion de l'eau.

L'eau a une matérialité élargie, polymorphe, bien au-delà de sa seule formule chimique. L'eau est une matière en mouvement, qui change d'état, très distribuée dans l'espace, qui peut être un milieu, un habitat pour des êtres vivants, une ressource pour produire de la nourriture, de l'électricité ou une menace lorsqu'elle inonde des villes, qu'elle vient à manquer ou qu'elle véhicule des maladies. Cette matière est mise en forme par des qualifications, des quantifications, ou encore des commensurations spécifiques, des règles et des équipements qui définissent des conditions d'accès, qui, à leur tour, peuvent être contestées. L'eau est une matière saisie par des descriptions, des pratiques ou des sens, qui font l'objet d'attentions (ou d'inattentions) politiques. Si la description ou encore la qualification de l'eau contribuent à faire advenir des agencements sociotechniques qui interagissent en retour avec l'eau, l'eau déborde aussi régulièrement des dispositifs qui essaient de la découper, de la maîtriser ou de la contenir (Bouleau G., 2019). On n'a donc pas affaire à des fonctionnements du social sans aucun point fixe, en particulier environnemental.

La forte dimension symbolique² de l'eau marque depuis bien longtemps les représentations collectives autant que les actes quotidiens (Barraqué et Roche, 2011). Elle est associée à des savoirs, qu'ils soient liés à l'expérience ou le produit de pratiques scientifiques. Elle peut être politisée et s'inscrire dans des instruments d'action publique de diverses manières dans l'espace et dans le temps.

¹ M. Foucault, Dits et écrits, 1954-1988, volume IV, Gallimard, Paris, 1994, p. 180.

² Nous retenons la définition de l'activité symbolique proposée par C. Chivallon (2008: 82) en tant que « mise en œuvre de tout langage, verbal et non verbal, destiné à traduire des représentations et leur donner leur substrat perceptible au travers de mots, d'objets et d'agencements matériels, bref, au travers d'une mise en visibilité ».

G. Bouleau (2019), par exemple, montre qu'à partir du XIX^e siècle en France la régulation des rejets dans les milieux aquatiques a été légitimée entre autres par l'idée de l'autoépuration des cours d'eau, soutenue par l'image mythique d'une nature puissante et capable de régénération par l'élimination des souillures. Une telle image fut associée à des développements métrologiques et à des analyses qui lièrent teneur en oxygène dissous, matière organique et qualité de l'eau. Aujourd'hui, si l'action publique continue à s'appuyer sur l'autoépuration des milieux aquatiques, une telle capacité de régénération de la nature est considérée comme étant non seulement limitée mais aussi relativisée par la mise en lisibilité de nouveaux polluants qui continuent bien à « ne pas être à leur place » (Douglas, 1966). Il s'agit par exemple des nutriments même loin à l'aval des rejets, ou encore des substances toxiques, telles que les polychlorobiphényles (PCB), dont la rémanence dans le milieu peut être longue et qui peuvent se concentrer dans les organismes vivants. Au XIX^e siècle, l'autoépuration a soutenu une régulation à géométrie variable des rejets plutôt que leur interdiction. Une telle logique prévaut encore aujourd'hui. La mise en place de traitements plus ou moins sophistiqués des eaux usées dépendit aussi du pouvoir que pouvaient exercer les riverains de l'aval sur les villes, comme le montre la comparaison réalisée par L. Lestel et C. Carré (2017) entre Paris, Berlin, Bruxelles et Milan.

Les canalisations, stations de traitement et enterrements des rivières urbaines ont produit de nombreux services aux habitants, tout en les séparant aussi durablement de leurs cours d'eau (Carré et Deutsch, 2015). Ces infrastructures, les métrologies et les savoirs qui les informent ont aussi délégitimé et exclu la capacité sensorielle des usagers ou des riverains dans la perception et la détection des dangers (Spackman et Burlingame, 2018).

Depuis une quinzaine d'années en France, le tout à l'égout tend à être remis en question au profit de techniques alternatives pour la gestion urbaine des eaux pluviales (noues, fossés, tranchées, puits d'infiltration, bassins, toitures stockantes, espaces verts...) et d'une rationalisation des eaux usées domestiques ou industrielles raccordées aux réseaux, au service de villes qui s'effaceraient pour devenir plus perméables et qui internaliseraient davantage les pollutions. Ces propositions sont toujours soutenues par l'image d'une nature capable de régénération, incarnée en particulier par les zones humides ou les zones d'infiltration, négligée par l'ingénierie hydraulique et ses réseaux enterrés. Il s'agirait désormais de valoriser les capacités circulatoires et métaboliques des sols et de la végétation, comme guide d'action à moindre coût vers un futur désirable alors que le climat change. Ces promesses de transitions écologiques portent aussi des ambiguïtés, en particulier si exalter l'agentivité d'une nature qu'il s'agirait seulement de piloter, de conserver ou de jardiner, s'accompagne d'un déni des limites écologiques ou de mécanismes plus larges de dégradation de l'environnement. La critique du tout-à-l'égout s'accompagne d'une remise en question des pratiques

quotidiennes des habitants et de la pollution de l'eau qu'elles génèrent³. Il ne s'agirait plus d'évacuer au plus vite mais de préserver la qualité de l'eau en amont de son usage. Ce type de transition pose alors toute une série de questions, en particulier celles du partage des responsabilités qu'elle opère, de la réversibilité de choix sociotechniques passés, de la maintenance de ces infrastructures dites vertes, ou encore de la constitution de filières pour s'approvisionner en produits alternatifs. Elle pose enfin celle des changements du sens même des pratiques et de ses marqueurs sensoriels⁴.

En France, l'eau est donc un enjeu pour l'action publique et l'ingénierie depuis plusieurs siècles (Boucheron, 2004). Plus récemment, elle a été un objet majeur dans la construction du ministère de l'Environnement (Saglio, 2007). Elle apparaît régulièrement dans les médias comme un totem des effets des changements climatiques, ou encore de la privatisation des services publics. C'est une question qui fait l'objet régulièrement de mobilisations sociales depuis plusieurs décennies, que ce soit pour lutter contre la délégation des services publics d'eau potable, contre les grands barrages ou la destruction de zones humides. Ce qui est souvent appelé « école française de l'eau » dans les sphères internationales peut sans doute se prévaloir de certaines réussites, mais elle a aussi généré des dégâts. Les modèles qui lui sont associés (la grande hydraulique agricole, le partenariat public-privé ou la gestion par bassin) ne rendent par ailleurs pas toujours compte de la complexité et de la trajectoire de la gestion de l'eau en France (Bouleau G. et Guérin-Schneider, 2011). Si les grandes catégories, opposant communautés locales, grandes multinationales et technocraties ont bien une capacité explicative, elles ne permettent pas non plus de saisir tous les enjeux, ressorts ou effets de la gestion de l'eau. A. Ballestero (2019) par exemple propose de déplacer la focale pour investir davantage la manière dont des acteurs, aux prises avec des rivières, des lacs, des infrastructures ou encore des réseaux d'eau confinés dans les sous-sols naviguent avec ces catégories contradictoires, les réinvestissent et les connectent avec leurs expériences passées et leurs aspirations futures.

Je m'intéresse donc à l'articulation entre environnements, savoirs et pouvoirs. J'étudie plus spécifiquement les relations entre savoirs et action publique dans le domaine de l'eau, en tant que forme de catégorisation particulière de la nature, qui articule légitimation, compromis, essentialisation et contestations.

Le chapitre 1 présente la problématique, le cadre théorique et les approches mobilisés pour analyser les relations entre eaux, savoirs et pouvoirs. Dans les chapitres suivants, je travaille ce cadre à partir de quatre entrées distinctes. Ces entrées illustrent la diversité des questions de recherche

³ Que ces pratiques soient ménagères (détergents chimiques...), cosmétiques, de santé (médicaments humains et vétérinaires), de transport (carburants) ou de jardinage (pesticides)

⁴ Voir les travaux menés par des collègues de l'UMR Geste (Rémi Barbier, Carine Heitz, Marjorie Pierrette et François-Joseph Daniel), dans le cadre du projet Lumieau-Stra (<https://www.strasbourg.eu/lumieau-stra>).

concernant les dimensions spatiales et temporelles des relations entre eaux, savoirs et pouvoirs. Le chapitre 2 porte sur l'eau au prisme de sa capacité de transport avec une perspective historique. Il analyse le rôle des voies d'eau dans la construction des espaces de marges que sont le sud-ouest de la France et le sud-ouest de l'Espagne jusqu'au début du XX^e siècle. Ce cas me permet d'étudier les articulations entre la construction d'infrastructures et de catégories administratives. Les chapitres 3 et 4 portent sur les instruments de commensuration. Le chapitre 3 propose une périodisation des luttes paradigmatiques associées aux indicateurs du manque d'eau à l'échelle mondiale. Le chapitre 4 traite des indicateurs et de l'analyse coûts-bénéfices (ACB) en tant qu'instruments de gestion des temporalités et des spatialités de l'action publique. Ce chapitre s'appuie sur deux cas français : le sud-ouest (pénurie) et le nord-est (pollution saline). Le chapitre 5 interroge la mise à l'agenda du changement climatique et la manière dont elle travaille les savoirs sur l'eau et l'action publique localement, en s'appuyant sur le cas des Vosges. La conclusion, enfin, propose de nouvelles perspectives de recherche.

Chapitre 1. Analyser les relations entre eaux, savoirs et pouvoirs

1.1 Problématiser les relations entre savoirs et action publique

Quelles sont les relations entre, d'un côté, des manières de décrire, qualifier, catégoriser, quantifier à la fois l'eau et ses relations aux sociétés, et, de l'autre, des façons de gouverner ces mêmes relations ? Que font les productions technoscientifiques à l'action publique ? Inversement, que fait l'action publique aux productions technoscientifiques ? Que peut-on dire des effets spatiaux et temporels de ces articulations ?

Depuis les années 1970, et de manière plus intense depuis les années 1990, l'environnement est gouverné par des nombres, voire des « grands nombres » insérés dans des modèles plus ou moins probabilistes (Desrosières, 2010), notamment pour gérer les tensions entre logiques industrielles et prise en charge des dégâts qu'elles génèrent (Bonneuil et Pestre, 2015; Gautreau, 2018; Miller et Rose, 2008; Raffestin, 1980). La science, dans ses approches quantitatives et ses visées universelles, serait alors devenue le moyen efficace et privilégié d'une action publique qui cherche à contrôler, à distance, des espaces de plus en plus larges.

Le statut de ces nombres reste pourtant ambivalent. Comme l'ont bien montré S. Boudia et N. Jas (2014) sur les substances toxiques, ces nombres peuvent tout autant être craints que désirés. Ils peuvent être débattus et contestés dans l'espace public ou encore être tout simplement ignorés (Richter et al., 2018). À titre d'exemple, Rayner (2012) analyse comment, dans les années 1990, furent gérées des connaissances inconfortables dans le domaine de l'eau aux États-Unis. Les agriculteurs du Maryland proches de la baie de Chesapeake ou les entreprises du bâtiment californiennes ignoraient les prévisions météorologiques saisonnières pourtant bien disponibles, parce que la réglementation imposait des contraintes dès lors que la pluie était annoncée, que ce soit en matière d'épandage ou de gestion du risque d'érosion. Mieux connaître la probabilité d'occurrence de la pluie revenait alors à limiter leurs marges de manœuvre dans la conduite de leurs activités. Rayner analyse aussi le cas des prévisions météorologiques produites par la NOAA (Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique)⁵ qui les voyait comme un moyen d'améliorer l'efficacité de la gestion des services d'eau potable. Il s'agissait de réaliser des prévisions des écarts par rapport à des moyennes statistiques, correspondant aux normales saisonnières pour la température et la pluviométrie. Ces prévisions n'intéressèrent cependant pas les gestionnaires des services d'eau. Elles rendaient visibles une caractéristique fondamentale de leurs pratiques qui était

⁵ *National Oceanic and Atmospheric Administration.*

d'éliminer les irrégularités mais dont le succès résidait justement dans leur invisibilité vis-à-vis des usagers ou des élus. Ces prévisions ne leur donnaient alors pas de prise pour reconfigurer leurs pratiques. Elles représentaient une stratégie trop risquée.

Si, depuis les années 1960 en France, les pratiques de l'État en matière d'environnement relèvent toujours bien de logiques de classification, de standardisation, d'abstraction et de normalisation (Gautreau, 2018; Scott, 1998), elles ont aussi évolué. Dans le domaine de l'eau, ces changements sont caractérisés par le passage d'une logique à dominante équipementière, avec une intervention directe et matérielle dans l'espace (Lorrain, 2004), à une logique davantage de pilotage (appels à projet, dispositifs d'évaluation, indicateurs, mise en circulation de modèles...), couplée, aussi, à un décalage grandissant entre les compétences transférées et les ressources fiscales des collectivités territoriales (Pasquier, 2016).

En France, depuis les années 1970, les données de suivi des cours d'eau ont été multipliées par dix, en particulier avec la mise en œuvre de la Directive cadre sur l'eau (DCE). Les petits laboratoires privés et publics, départementaux ou municipaux ont aujourd'hui disparu au profit d'une poignée de laboratoires qui ont de grandes capacités de traitements de données (Bouleau G. et al., 2017). Il semble alors qu'on assiste bien au déploiement, voire à la généralisation, de pratiques standardisées qui permettraient à l'État français de gouverner à distance les populations et les milieux aquatiques par les nombres. C'est aussi ce que semble révéler la mise en place non seulement de doctrines nationales, souvent elles-mêmes cadrées à l'échelle européenne, mais aussi de guides et de réseaux pour la circulation de procédures qui se veulent homogènes pour la gestion du risque d'inondation ou des sécheresses. Cependant, on peut aussi voir dans ces dispositifs le signe de tentatives toujours partiellement déçues et sans cesse renouvelées pour circonscrire une tendance à la dispersion et à l'entropie, inhérente aux affaires d'eau, caractérisées par la primauté d'arrangements locaux, la mobilisation locale sélective et diversifiée des multiples dispositifs de gestion de l'eau disponibles, voire de dispositifs produits localement où ils constituent une ressource politique avant d'être, éventuellement, repris et normalisés à l'échelle nationale. C'est le cas par exemple des débits d'objectif d'étiage (DOE), d'abord formalisés dans le bassin Adour-Garonne dans les années 1990, avant d'être saisis non seulement par la police de l'eau localement pour la gestion des crises à partir des années 2000, mais aussi par l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (Onema) dans les années 2010 pour les transférer à d'autres territoires français, dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE. Enfin, sur certains territoires et sur certains enjeux liés à la gestion de l'eau, l'État semble bien se retirer et de manière plutôt désorganisée, sans pour autant se renouveler ni chercher à se maintenir différemment, du fait, entre autres, de contractions significatives des effectifs et des budgets (Dedieu C., 2019).

Par action publique, je désigne, à la suite de Lascoumes et Le Galès (2007), une pratique du pouvoir et un espace sociopolitique. Il s'agit de « l'action qui est menée par une autorité publique (seule ou en partenariat) afin de traiter une situation perçue comme posant un problème » (Lascoumes et Le Galès, 2007, p. 5). Elle est une forme de transaction entre gouvernants et gouvernés. En France, l'action publique dans le domaine de l'eau n'est pas limitée à l'administration d'État. Elle inclut aussi des collectivités locales, des établissements publics, tels que les Agences de l'eau, et des organisations au sein desquelles d'autres catégories d'acteurs sont représentées telles que les usagers de l'eau ou des associations comme les Comités de bassin ou les Commissions locales de l'eau (Cle). C'est aussi vrai dans d'autres pays, comme l'Espagne par exemple. L'action publique implique, en particulier avec le développement de la doctrine du nouveau management public (*New public management*) à partir des années 1970, des recompositions significatives de l'administration et de l'expertise, caractérisées par des formes de décentralisation et le recours à des instruments contractuels (Benamouzig et Besançon, 2005). Cette action peut se faire, de manière plus ou moins transparente, avec d'autres acteurs qui n'ont pas les mêmes sources de légitimité ni les mêmes pouvoirs, qu'il s'agisse de corps de métiers, d'entreprises concessionnaires ou d'associations. Le rôle des savoirs en matière d'action publique environnementale relève souvent davantage d'une mise en lisibilité d'un enjeu pour le saisir politiquement et institutionnellement, que de son traitement ou de sa gestion effectifs (Lascoumes, 1994).

L'action publique environnementale présente par ailleurs une caractéristique particulière : elle cherche à trouver des compromis entre la temporalité et la spatialité des organisations sociales et celles des milieux, compromis qui peuvent relever de la désinhibition, de l'accommodation, de la restauration, ou encore d'une promotion des utilités de la nature. Elle cherche à trouver des ajustements entre le temps de la politique, des organisations et des pratiques et celui de l'eau ou des milieux aquatiques. Ce sont les formes concrètes prises par de tels ajustements que je propose d'étudier.

Les travaux de Lascoumes et Le Galès (2004; 2007) en sociologie politique ont structuré un champ de recherche sur les instruments, dont l'analyse révèle les transformations du sens de l'action publique, de son cadre cognitif et normatif ainsi que de ses résultats (Halpern et al., 2019). Ces auteurs ont proposé une typologie d'instruments qu'ils distinguent par le type de rapport politique qu'ils organisent entre gouvernants et gouvernés et par le type de légitimité sur lequel ils reposent (Lascoumes et Le Galès, 2004, p. 361).

Une telle typologie se révèle utile pour saisir l'action publique environnementale contemporaine dans le domaine de l'eau. Pour autant, elle n'épuise pas la question des relations entre gouvernants

et gouvernés, en particulier parce qu'en se focalisant d'abord sur l'agir administratif, sans aborder ses relations à l'agir gestionnaire, elle a alors accordé moins d'attention à d'autres logiques d'action et à certaines dimensions matérielles. Elle aborde peu la question des équipements qui se révèlent pourtant cruciaux pour organiser matériellement et spatialement les relations entre gouvernants et gouvernés dès qu'il s'agit d'eau. Les équipements hydrauliques tels que les barrages réservoirs ou les réseaux d'irrigation contribuent à des transformations agraires, à façonner des économies qui, à leur tour, favorisent des techniques de mesure et des justifications multiples. Les développements infrastructurels peuvent par ailleurs aussi être très contingents. Des travaux d'histoire contrefactuelle ont par exemple montré que le développement industriel étasunien aurait aussi été possible en se fondant sur un système de canaux plutôt que sur le système ferroviaire (Jarrige et al., 2018). Ce type de travaux contribue à limiter les risques d'une *wig history* qui expliquerait les choix technoscientifiques strictement par leur efficacité intrinsèque.

Les infrastructures sont bien ce qui tient, ou plutôt tient au-dessous (*infra*), autrement dit soutient la matière circulante qu'est l'eau et l'organisation sociale réticulaire qu'elle rend possible. Les infrastructures, en tant que systèmes techniques d'ampleur, ont bien des propriétés politiques. Elles peuvent s'inscrire dans une logique de rationalisation du monde, être capables d'imposer des pratiques, avoir des effets systémiques ou au contraire susciter des futurs inattendus et s'inscrire dans un pluralisme technologique plus attentif à la diversité des intérêts sociaux et à l'environnement (Jarrige, Le Courant et al., 2018). Les instruments, comme les infrastructures, contiennent des savoirs scientifiques qui font l'objet de ce que P. Lascoumes (1996) a appelé un transcodage, c'est-à-dire un processus qui présente des similitudes avec la traduction telle qu'elle a été conceptualisée par M. Callon (1986) mais aussi des spécificités parce que ce processus n'est pas circonscrit aux arènes de la production scientifique. Pour l'action publique, on a plutôt affaire à un travail de codage entre des champs hétérogènes, qui relève de l'agrégation de nouveaux savoirs, du recyclage de pratiques, de la production de compromis et de l'organisation des populations ciblées, pour, dans un même mouvement, qualifier, mobiliser et juger. Ainsi, les instruments comme les infrastructures peuvent structurer et organiser de nouvelles recherches finalisées. Ils peuvent aussi être remis en question par des schèmes cognitifs, des schèmes d'action humaine ou des débordements (Callon, 1999) de l'eau elle-même.

Pour englober à la fois les instruments, mais aussi les équipements et les savoirs qui leur sont associés, nous proposons de mobiliser la notion plus large de dispositif d'action publique. Pour Foucault, le dispositif recouvre à la fois des éléments très hétérogènes, qu'il s'agisse de discours scientifiques, politiques ou moraux, de règles, d'équipements, de pratiques et ce qui les lie, en réseau. Il se caractérise à la fois par sa nature, sa fonction : celle de vecteur matériel des pouvoirs

(Revel, 2002: 23-25), ainsi que par sa capacité à se maintenir au-delà des logiques qui ont présidé à son déploiement et à se retrouver, aussi, à gérer les effets qu'il a lui-même produits (Beuscart et Peerbaye, 2006).

L'action publique environnementale telle qu'elle se dit et se pratique interroge la géographie depuis plusieurs décennies. La territorialisation de l'action publique renvoie à des questions d'épaisseur non seulement spatiale mais aussi temporelle de l'organisation des sociétés. Dubresson et Jaglin (2005) distinguent deux grands corpus attachés à cette question. Le premier renvoie à une opération de transformation des politiques publiques qui promet d'être plus efficace et plus satisfaisante, « à la fois plus vertueuse (par la professionnalisation et l'expérimentation dans les territoires infranationaux) et plus citoyenne (par la proximité et la participation des individus) » (Faure, 2020: 29), parce qu'elle s'inscrirait dans des espaces plus petits, plus proches des espaces vécus, rendant alors possible la construction d'un capital social et d'institutions plus durables. Dans cette perspective, la territorialisation de l'action publique reviendrait à la fois à rendre compte d'un phénomène contemporain et à le performer, parce qu'il serait capable d'assurer une meilleure gestion des affaires collectives. Le deuxième, d'inspiration foucauldienne et deleuzienne, s'inscrit plutôt dans la lignée des travaux de Raffestin (1980). Il revient à analyser la production d'entités particulières que sont les territoires et les acteurs qui s'y inscrivent, sans adopter de posture normative positive *a priori* à son égard. La territorialisation est un processus appropriatif (Di Méo, 1991). Elle est l'exercice d'un pouvoir par l'appropriation de ressources matérielles et cognitives et le déploiement d'équipements. Une telle appropriation est, d'un même mouvement, exprimée et réalisée. Elle produit des lieux, autrement dit une territorialité, c'est-à-dire une manière particulière d'occuper et d'habiter l'espace. Elle est aussi la production d'un espace vécu, qualifié et requalifié par des pratiques, des perceptions et des représentations d'acteurs (Di Méo, 2011). La déterritorialisation correspond alors à un processus de décontextualisation et d'abstraction d'un ensemble de relations qui permet leur actualisation dans d'autres contextes et situations. La déterritorialisation est un mouvement qui libère ou délie des origines. La reterritorialisation, enfin, est une opération de réinscription de pratiques dans de nouveaux espaces appropriés, aménagés, représentés.

Quatre grandes hypothèses structurent cette recherche :

- H1 : Les processus politiques et les luttes qui les traversent contribuent à façonner les formes et les domaines possibles de ce que l'on sait sur ce qu'est l'eau et notre relation à elle.
- H2 : En retour, ces connaissances interviennent dans la construction de possibles politiques.

- H3 : En mettant en forme et en encodant l'eau dans des catégories, les savoirs participent de sa territorialisation, de sa déterritorialisation ou de sa reterritorialisation.
- H4 : Les relations entre savoirs, technologies, gouvernement ou gestion sont déterminées socio-historiquement et géographiquement. Les incertitudes qui entourent ces relations légitiment le recours à l'enquête, en multipliant les focales et les cas étudiés, avant de pouvoir, éventuellement, généraliser, voire juger.

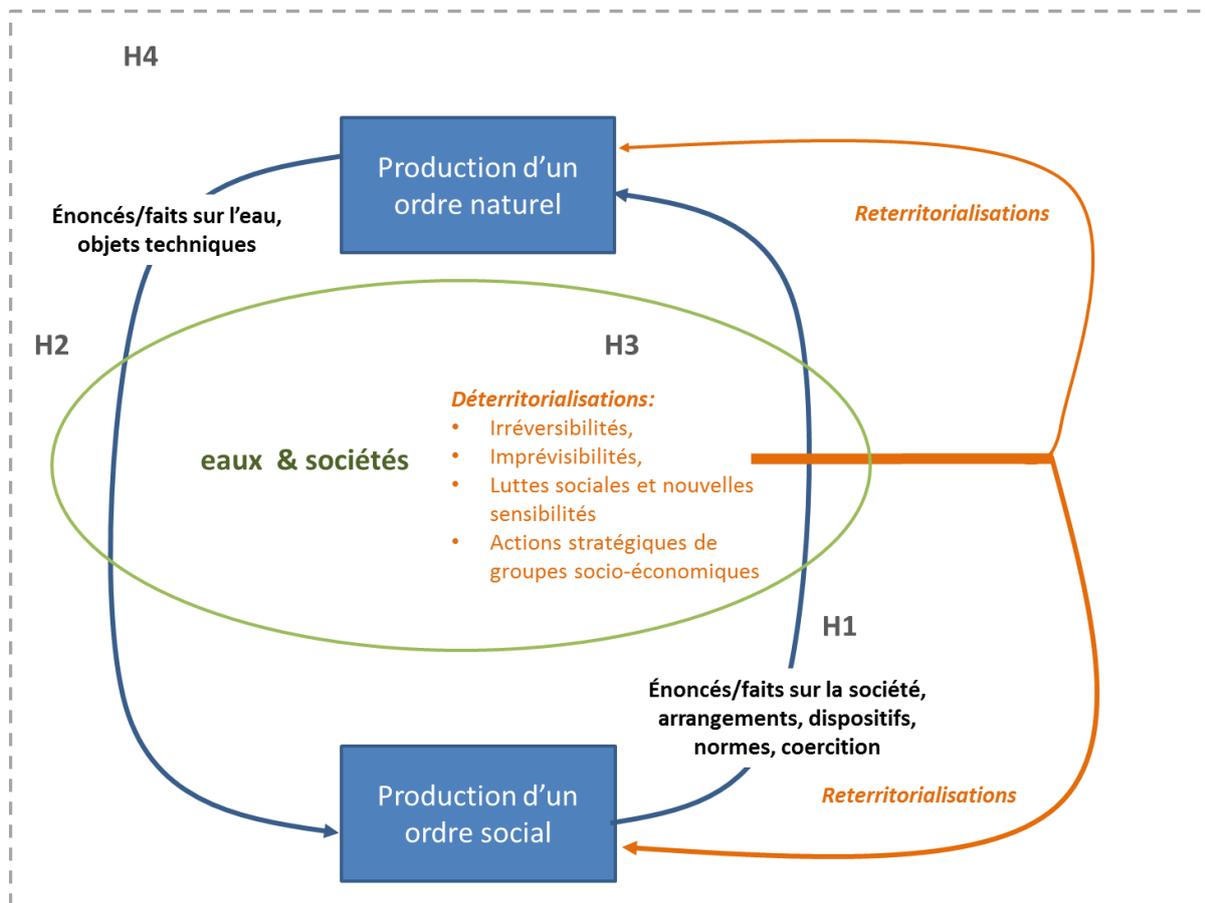


Figure 1 : Schéma représentant la problématique et les hypothèses de recherche (source : Auteur).

Les trois premières hypothèses mises à l'épreuve concernent les relations entre sciences, sociétés et environnement. La quatrième concerne ce qui, dans ces relations, peut être généralisable ou est au contraire circonstanciel et conjoncturel (Figure 1).

Dans le travail de co-production entre ordres naturels et sociaux (Jasanoff, 2005), je m'intéresse plus spécifiquement aux relations qu'entretiennent action publique, production de savoirs, circulation et usages de l'eau. Les questions à la fois (i) des contextes et des usages de la production scientifique relative à l'eau, (ii) des formes prises par l'action publique dans ce domaine, (iii) des relations entre productions scientifiques et actions publiques et de leurs effets, sont problématiques. Les conditions d'émergence, les usages et les effets des catégories, des instruments et des équipements ont des

dimensions à la fois spatiales, temporelles et politiques qui interrogent la géographie humaine. Pour les aborder, je mobilise en particulier des travaux issus des champs de la *Political ecology* et des *Science studies*.

Dans ce premier chapitre, je discute la littérature qui traite :

- de la place de la généralisation ou de l'adaptation à des situations dans la capacité des sciences à structurer l'action publique, à trancher ou à s'imposer (section 1.2),
- des relations entre natures et sociétés (section 1.3) et en particulier des relations entre savoirs et ignorances (section 1.4),
- plus spécifiquement des relations entre eaux et sociétés (section 1.5) et des relations entre infrastructures hydrauliques, savoirs et pouvoirs (section 1.6).

1.2 Sciences et politiques, généralisations ou topologies ?

« *space matters in the conduct of scientific enquiry* » (Livingstone, 2010).

D'un côté, la modernité se caractériserait par une tendance à survaloriser la capacité des sciences à dire le vrai et des solutions technologiques à faire le bien, en toute circonstance, partout et dans n'importe quel domaine (Latour, 1987). La science moderne opère en effet une distinction de ses produits vis-à-vis d'autres formes de savoirs en leur conférant une portée générale. Pour leur faire confiance et les rendre crédibles, il faudrait donc que les faits scientifiques ou les techniques soient désincarnés : sans lieux, ni pratiques ou dispositifs associés. Il s'agit là d'une manière de rendre compte des pratiques des sciences expérimentales encore assez largement répandue.

La controverse entre Boyle et Hobbes dans l'Angleterre de la deuxième moitié du XVIII^e siècle analysée par Shapin & Schaffer (1993) constitue pour Latour l'une des premières matérialisations du grand partage caractéristique de la modernité (et certains diront de la seule qu'il ait proposée), où « la représentation des choses par l'intermédiaire du laboratoire est à jamais dissociée de la représentation des citoyens par le contrat social » (Latour, 1991, p. 139). En cherchant à saisir les ressorts sociaux et politiques de l'expérimentation alors qu'elle ne domine pas encore le champ scientifique, Shapin & Schaffer montrent que son succès ne va pas de soi. Ils identifient plusieurs technologies à la fois matérielles et rhétoriques qui permettent à Boyle à la fois d'effacer son geste dans la fabrique de la nature, de définir qui est légitime pour en parler et comment. Au prix de nombreux efforts, d'une trajectoire chaotique et rugueuse, de déplacements multiples, la machine devient un médiateur normalisé des relations à la nature et structure aussi autour d'elle une communauté d'expérimentateurs en expansion. En rupture avec la philosophie, Boyle privilégie un

art littéraire où les faits expérimentaux parleraient d'eux-mêmes. Ce faisant, Boyle et ses alliés organisent un nouveau régime de véridiction où prévaut le débat feutré, autrement dit la controverse, et où la certitude se défait de la convention. En analysant finement les arguments scientifiques avancés sur ce qu'est la nature et les manières légitimes de la saisir, Shapin et Schaffer décèlent, en creux, les politiques concurrentes que ces arguments soutiennent. Hobbes refuse toute prétention à accéder à la vérité qui se libèrerait de la tutelle de l'autorité politique. Pour Hobbes, la connaissance est au service d'un ordre politique établi qu'il s'agit de maintenir. Pour Boyle et la Royal Society, au contraire, établir une frontière avec le débat politique et ses codes est nécessaire pour que se construise un espace où la diversité et les oppositions soient à même de construire une œuvre commune.

Depuis les années 1980, en analysant les pratiques scientifiques et les formes d'administration de la preuve, les travaux menés dans le champ des *Science studies* ont bien montré leur caractère situé, non-binaire et collectif, ont décrit et historicisé les processus impliqués dans la production à la fois de l'objectivité et de la justesse normative (Knorr-Cetina, 1981; 1983; Latour et Woolgar, 1979). C'est au prix d'efforts considérables et de toute une série de médiateurs qui permettent le calibrage, la standardisation et la reproduction que les énoncés deviennent des faits ou que les innovations se transforment en techniques crédibles, incontestées et qui circulent (Livingstone, 2010; Pestre, 2013; Shapin et Schaffer, 1993). Des historiens des sciences ont par ailleurs distingué différents styles de mathématiques, de physique ou de génétique, selon quelles étaient déployées en Écosse, aux États-Unis ou en Allemagne (Shapin, 1998).

Les *Science studies* ont stimulé la capacité à abolir et à redessiner de nouvelles frontières entre les mondes techniques, naturels et sociaux. Elles ont contribué à repeupler matériellement et socialement l'ordre expérimental, en révélant son caractère créatif : « il n'est pas un enregistrement passif et immédiat de données, mais un engagement actif et prolongé avec le monde matériel, un labeur et une aventure » (Pestre, 2013, p. 43-62). Ainsi, le faire et le savoir-faire du chercheur, ou plus exactement de collectifs de chercheurs et de chercheuses, est important dans la définition de l'horizon des possibles. Les sciences expérimentales et leurs produits auraient donc bien des lieux.

Par ailleurs, la science expérimentale n'est pas la seule forme de science contemporaine. Sur les questions d'environnement en particulier, que ce soit le climat, la diversité biologique, les sols ou les eaux, les sciences mobilisées intègrent aussi et peut-être surtout des pratiques naturalistes ou encore de modélisation et de gestion de bases de données. Les pratiques de modélisation et de production de données fondées sur des outils mathématiques et informatiques d'abord conçus dans le contexte de la Deuxième Guerre mondiale, ont fait l'objet d'un déploiement inédit à partir des

années 1970. Elles sont devenues centrales dans l'analyse des socio-écosystèmes. « Les données ne sont pas données » et il serait plus juste de les appeler des « obtenues » (Latour, 1993, p. 171-225) : elles demandent des efforts collectifs considérables de collecte et de formatage sur la durée, qui peuvent relever d'une modélisation (Guillemot, 2009). Les données ne servent pas seulement à construire un modèle⁶, à valider les résultats qu'il produit⁷, mais elles sont aussi elles-mêmes produites par des modèles⁸. Certes, dès que les modèles simulent le climat futur et ses effets, une mise en regard avec des données observées est impossible. Pour autant, la représentation du passé n'est pas non plus qu'une simple somme ou compilation d'observations, mais bien une construction complexe mêlant observations et modèles. Ainsi, la robustesse des modèles n'est pas strictement définie en fonction de l'adéquation de leurs simulations avec des observations, dont la capacité à représenter directement des éléments de nature (température, débit, pluie, vents...) aurait été résolue en amont une bonne fois pour toute, serait indiscutable et indiscutée. On a plutôt affaire à une co-construction entre la robustesse des modèles et des données.

Dans le champ de l'environnement et de l'écologie, les pratiques de modélisation et de construction de données ont eu aussi la particularité de participer de la construction de cadrages globaux et holistes des enjeux (Demeritt, 2001; Turnhout et al., 2016), d'un renouvellement des relations entre sciences et politiques et d'une mise en économie de l'environnement. Pour dire les faits, les scientifiques font de plus en plus appel à des modélisations complexes, alors même qu'ils divergent sur l'appréciation fine des phénomènes (Turnhout et Boonman-Berson, 2011).

À l'opposé de ces tendances, depuis les années 1990, des chercheurs promeuvent aussi des méthodologies propres à une « science consacrée à des situations uniques » (Blandin, 2019, p. 77) qui renvoient aussi à celles de la prospective⁹ pour l'expertise environnementale (Mermet, 2005) mêlant des objectifs à la fois de description des systèmes, de rétro-explication et de modélisation de trajectoires possibles.

Des recherches ont aussi mis en évidence que l'ancrage territorial d'énoncés ou d'innovations ne serait pas nécessairement un obstacle à leur circulation et pourrait même la stimuler. Dans leur

⁶ Des observations servent à caler un modèle en construction.

⁷ Des observations servent à « débiaiser » les sorties du modèle.

⁸ Des observations sont ré-analysées par des modèles, modèles qui permettent en retour de produire de nouvelles données qui viennent compléter ces observations retravaillées.

⁹ Les réflexions sur la prospective sont nées d'une critique de la tendance, d'une remise en question des frontières entre variables exogènes et endogènes, entre déterminismes et hasards, sur lesquelles les politiques publiques se fondent. Les décisions publiques ou encore les projets s'appuient tous sur des hypothèses, plus ou moins explicites, sur le futur. Avec une perspective critique sur la capacité des sociétés à connaître le futur, la prospective revient à déployer des corpus de méthodes pour structurer le débat, expliciter les déterminismes, mais aussi les hasards, ce qui relève de stratégies ou d'affects, leurs sources de légitimité et les moyens épistémologiques d'en rendre compte.

travail sur l'usage et la circulation de pompes à eau au Zimbabwe, De Laet et Mol (2000) montrent que c'est en devenant parfaitement malléables que les techniques s'imposent, en se transformant sans cesse pour être capables à la fois de circuler et de s'adapter aux socio-écosystèmes dans lesquels elles s'insèrent et qu'elle contribuent aussi, en retour, à modifier. Par ailleurs, si la circulation d'un lieu à un autre paraît renforcer la robustesse ou la force des énoncés ou des innovations et la confiance qu'on leur accorde, des exemples montrent aussi la permanence de techniques et de savoirs qui restent attachés à certains territoires et qui peuvent être utilisés, à ce niveau, comme une ressource politique. Dans le cas des Piren (Programmes interdisciplinaires de recherche sur l'environnement) sur les grands fleuves par exemple, les représentations scientifiques des ripisylves de la Garonne, des polluants de la Seine ou de l'hydro-morphologie du Rhône ont donné lieu certes à des généralisations hors de leur lieu de naissance, mais sans que l'une des représentations ne remettent en cause les autres qui se sont maintenues localement, où elles ont pu être utilisées en tant que ressource politique par les Agences de l'eau ou être au contraire ignorées, dans le cadre de controverses sur la construction d'équipements (Bouleau G. et Fernandez, 2012). La trajectoire des dispositifs de franchissement piscicole dans les cours d'eau, telle qu'elle est actuellement étudiée par J. Pongerard dans le cadre de sa thèse de doctorat¹⁰, montre comment des techniques s'accommodent à la fois de discours scientifiques qui s'uniformisent en ce qui concerne la fonction, l'utilité ou les raisons d'être des passes-à-poissons et d'une diversité de formes prises localement par ces techniques lorsqu'elles s'inscrivent matériellement sur des cours d'eau. Ainsi, des savoirs et des techniques peuvent aussi être jugés robustes et crédibles, circuler ensuite largement, tout en résistant à des formes de normalisation.

Saisir les conditions de production des savoirs et des techniques liés à l'eau et leurs usages requiert donc un recours à l'enquête pour comprendre leur caractère plus ou moins situé, leur capacité à politiser de nouveaux enjeux, à circuler, à s'inscrire dans des dispositifs d'action publique, ou au contraire à être ignorés. C'est aussi le recours à l'enquête qui peut permettre de comprendre, le long de ces processus, les transformations dont ces savoirs et techniques font l'objet.

1.3 Natures et sociétés : une question de frontières indues ?

Dans cette section, je propose une analyse des transformations de l'étude des relations entre natures et sociétés dans le champ de la géographie humaine, en particulier au sein des courants de la *Political ecology* (section 1.3.1) et de la géographie « plus qu'humaine »¹¹ (section 1.3.2), champs qui ont des liens entre eux tout en ayant aussi des apports différents. Je reviens ensuite sur des concepts

¹⁰ Thèse de sociologie en cours de préparation (2018-2021), sous la direction de R. Barbier et de S. Fernandez (UMR GESTE, Université de Strasbourg/École normale supérieure de Cachan).

¹¹ *More-than human geography*.

issus des *Science studies* que ces courants mobilisent : la symétrie et les non-humains (section 1.3.3). Je discute enfin le potentiel heuristique et les limites d'une dissolution des frontières entre humains et non-humains (section 1.3.4).

1.3.1 La *Political ecology*: une approche critique des relations entre sociétés et environnements

La *Political ecology* puise ses racines dans la volonté de politiser une écologie culturelle fondée sur des analyses systémiques locales. Elle est partie de travaux de chercheurs et de journalistes anglo-saxons qui proposaient une étiologie alternative pour expliquer la dégradation de l'environnement aux théories néo-malthusiennes et aux théories de la modernisation qui accompagnèrent l'avènement de l'Aide publique au développement (APD)¹², en liant cette dégradation à la manière dont le pouvoir était distribué, en particulier en Afrique. Si ces travaux ont bien un ancrage dans des histoires et des territoires particuliers, ils ont aussi en commun de vouloir situer les écologies locales dans une économie politique plus large (Gautier et Benjaminsen, 2012). Ils ont montré comment l'économie capitaliste produit non seulement une société mais aussi une nature qu'elle instrumentalise dans sa quête perpétuelle de nouveaux profits (Smith, 1984). Ils ont appréhendé la nature et la société comme un ensemble unifié d'échanges métaboliques médiés par des valeurs d'usage et d'échange, déterminés par des régimes de production et de propriété, l'organisation du capital et la répartition du pouvoir (Foster, 2000; Watts, 1983).

Plusieurs d'entre eux se sont appuyés sur des écrits de Marx pour proposer et travailler de nouveaux concepts : celui de rupture métabolique chez Foster (1999), ou de conditions de production chez O'Connor (1988; 1996) afin de renouveler la théorisation de la question écologique (Fressoz, 2012a; Lamy, 2016). Pour Foster, Marx soutient l'idée d'une coproduction historique de l'homme et de la nature médiée par le travail et la technique. Marx ne pense pas de déconnexion possible des sociétés humaines vis-à-vis de la nature et estime plutôt qu'il y a certains métabolismes qui sont, à terme, insoutenables, tels que le métabolisme urbain qui se déploie au XIX^e siècle et qui rompt avec les campagnes environnantes, ou, en s'appuyant sur les travaux du chimiste J. von Liebig, le métabolisme de l'agriculture industrielle incapable de renouveler la fertilité des sols (Foster, 2000).

¹² L'Aide publique au développement (APD) englobe des flux, qu'il s'agisse de dons, de prêts avec facilités de paiement, de compétences, de pratiques ou de technologies entre Nations (donateurs/bénéficiaires). Elle est donc une pratique ancienne d'investissement public à distance, dans des colonies ou territoires extérieurs, directement ou indirectement. À partir du discours d'investiture du Président Truman aux États-Unis en 1949, elle a aussi fait l'objet d'innovations. Elle est devenue le cadre de la construction d'une nouvelle géopolitique mondiale marquée d'abord par la Guerre froide et la fin des impérialismes européens, au nom d'une réduction des inégalités économiques entre les pays. À partir des années 1960, l'OCDE cadre l'APD en l'associant à tout un appareillage statistique pour renseigner les flux financiers entre pays et définir la liste des bénéficiaires (Comité d'aide au développement).

Pour O'Connor (1996), le capitalisme se caractériserait par une seconde contradiction majeure¹³, fondée sur l'incapacité du capital et de ceux qui le détiennent à maintenir à terme les conditions de production, c'est-à-dire ce qui détermine la création de marchandises. Ces conditions résident non seulement dans la force de travail et la qualité de la vie, mais aussi dans les infrastructures collectives (de transport par exemple) et, enfin, dans le milieu. Pour O'Connor, les rapports de production capitaliste organisent les flux de matières et d'énergie d'une manière qui n'est pas, sur le long terme, soutenable parce que, au fond, ces flux ne sont pas circulaires : ils ne retournent pas suffisamment vers les travailleurs, du fait d'une extorsion de leur surtravail, ni vers le milieu naturel, du fait d'une logique extractive de la matière. Pour O'Connor, c'est ce qui explique alors la multiplication et l'intensification des crises à la fois sociales et écologiques. Ces travaux ont fait l'objet de controverses dans le cadre de revues telles que *Capitalism, Nature, Society*, ou *Ecological economics*, non seulement sur la prise en compte de l'écologie dans les écrits de Marx, mais aussi sur les capacités de réforme du système aujourd'hui liées aux questions du rôle de l'État et de l'efficacité des instruments de régulation sociale et environnementale.

Les travaux des *Political ecologists* ont politisé la nature en montrant comment des dynamiques économiques, sociales et politiques produisent des natures plus ou moins polluées, plus ou moins diversifiées, plus ou moins capables de produire de la biomasse, etc. et comment, en retour, un tel formatage de la nature génère ou reproduit des inégalités sociales. Ainsi, l'érosion des sols (Blaikie, 1985; Roose, 1977), la famine (Shenton et Watts, 1979; Watts, 1987) ou encore l'emprise spatiale et la diversité des forêts (Peluso, 1988) ne sont pas considérées comme des données naturelles, universelles et exogènes mais comme le résultat de processus historiques qui façonnent des conditions d'accès socialement différenciées (régimes de propriété, rentes, etc.). Ces travaux mettent en lumière les asymétries économiques et sociales ou les formes de violence que produisent ou renforcent certains discours relatifs à la surpopulation (Harvey, 1974) ou encore à la désertification (Watts, 1983). Ils cherchent à mieux saisir les nouvelles frontières du capital, qui se situeraient, depuis les années 1990, en particulier dans l'intégration des savoirs locaux et de nouvelles formes de valorisation de savoirs sur la nature au sein de logiques d'investissement, de transmission et de mise en valeur marchande (Escobar, 1996).

Depuis les années 2000, des *Political ecologists* investissent, au-delà de la seule construction sociale et politique de la nature, la fonction performative des discours et des questions de production de sens ou de représentations, la matérialité de la nature, son agentivité propre et ses capacités à résister ou

¹³La première contradiction du capitalisme réside dans les antagonismes entre forces productives et contrôle des moyens de production, qui s'incarnent dans la baisse tendancielle des taux de profit, des salaires et donc de la consommation, c'est-à-dire dans une tendance du capital à ne pas trouver les débouchés nécessaires à sa reproduction.

à produire des effets inattendus (Braun, 2008; Robbins, 2007), en s'appuyant sur des approches et concepts développés dans le champs des *Science studies* (Demeritt, 2002; Forsyth, 2003; Gautier et Benjaminsen, 2012).

C'est en particulier le cas de P. Robbins (2007), dans son ouvrage dédié « au peuple du gazon ». Il construit sa problématique autour d'une contradiction observée chez les personnes qui traitent chimiquement leurs pelouses aux États-Unis. Il s'agit généralement d'urbains appartenant à la classe moyenne, informés, éduqués, qui sont sensibles aux enjeux écologiques et qui sont conscients des dégâts produits par les biocides sur la santé, puisqu'ils se protègent lorsqu'ils les utilisent, protègent mêmes les pattes de leurs chiens avec des chaussons et interdisent à leurs enfants de marcher sur le gazon. Pourtant, ils s'inscrivent dans un consensus culturel étasunien et prennent soin de leurs pelouses afin que le gazon (graminées) soit uniforme, homogène et vert en toute saison, en déployant des efforts considérables pour contrôler sa croissance végétative verticale et horizontale ainsi que ses périodes de dormance et de reproduction. Pourquoi ? P. Robbins multiplie les focales et montre comment des facteurs hétérogènes, tels que les logiques déployées par les acteurs de la production industrielle de pesticides en crise, le marché immobilier, la nature même de la monoculture de gazon, ou les formes de contrôle social exercé par les voisins agissent et font que les personnes traitent leurs pelouses avec des produits chimiques, malgré ce qu'ils en savent. Pour ce faire, P. Robbins combine plusieurs méthodes: la production de cartes à partir d'images satellites, une enquête nationale des propriétaires de maisons individuelles, des entretiens qualitatifs et une étude ethnographique d'un quartier dans l'Ohio. Il utilise aussi des travaux existants pour historiciser et situer la représentation des gazons dans le paysage étasunien et présenter l'écologie du gazon. Un des points développés par P. Robbins renvoie à l'agentivité du gazon lui-même qui interpelle, formate et construit des sujets. La forme prise par le gazon étasunien en fait un objet politique et économique qui demande à ses sujets du travail et des intrants chimiques. L'industrie sélectionne des variétés de gazon telles que, sans herbicides, on obtient de nombreux pissenlits, et donc un gazon qui sans herbicides ne serait pas net. Les sujets que produit la monoculture intensive d'un gazon vert intemporel sont ceux qui supportent le fardeau de la deuxième contradiction du capitalisme entre accumulation et durabilité, dans un processus d'individuation des responsabilités et de calcul des risques. Si les sujets obtempèrent c'est parce qu'il leur importe d'appartenir à des communautés de voisinage qui soient fières d'eux, et aussi parce qu'ils font confiance à toute une expertise qui favorise la désirabilité de la monoculture du gazon, dont l'hégémonie peine encore à être ébranlée par l'émergence d'alternatives que P. Robbins décrit à la fin de son ouvrage.

Dans le courant des années 1980 et 1990, les travaux des *Political ecologists* se sont en effet déplacés vers une critique de l'idée selon laquelle la nature pourrait être saisie hors de certaines réalités

sociales et politiques pour chercher davantage à discerner à la fois la nature et la société (Castree, 1995). Ils ont analysé les mécanismes à l'œuvre dans la construction des étiologies dominantes relatives à la dégradation de l'environnement pour mieux rendre compte de leur caractère situé, de leur contingence, des conditions de leur avènement ainsi que des effets sociaux et politiques de leur universalisation (Escobar, 1996; Fairhead et Leach, 1996; Peet et Watts, 1996; Trottier et Perrier, 2017). Depuis les années 1990, les catégories sociales d'analyse sont aussi davantage discutées : le terrain social devient plus ouvert, hétérogène et indéterminé (Ribot et Peluso, 2003; Robbins, 2007; Trottier et al., 2019). La *Political ecology* étudie en particulier les formes d'institutionnalisation de catégories qui qualifient les socio-natures, en cherchant à traiter de manière plus symétrique les discours sur la nature et les discours sur la société, sans pour autant renoncer à une certaine forme de réalisme de la crise écologique (Bouleau G., 2017a). Ces travaux s'attachent à discuter à la fois la nature des dégradations et les responsabilités enchâssées. Ils cherchent à davantage situer les problèmes d'environnement et les relations de causalités qui entourent les dégradations de l'environnement, en caractérisant les cadres sociaux et politiques qui les façonnent. Ils cherchent aussi à identifier les gagnants et les perdants des politiques environnementales menées (Forsyth, 2003).

1.3.2 Le néo-matérialisme de la géographie « plus qu'humaine »

Le mouvement académique vers une analyse de la production mutuelle de la nature et de la société, ainsi que de ses effets, s'est aussi incarné depuis les années 2000 dans le courant d'une géographie dite « plus qu'humaine » (Whatmore, 2002; 2006) fondée sur des ontologies relationnelles, non-essentialistes et non-machiniques. Des géographes anglo-saxons, influencés par la théorie de l'acteur-réseau et le tournant à la fois matériel et performatif dans les sciences sociales, ont proposé de renouveler les pratiques de recherche en géographie pour les rendre multi-naturelles (Lorimer, 2012). Selon cette approche, la capacité à circonscrire des situations et à les faire vivre, la capacité à penser, organiser et faire advenir des futurs ou à construire sur le temps long des régimes de gestion n'est plus l'apanage des sociétés humaines, que ce soit collectivement ou individuellement. Ce courant de la géographie propose de sortir du dilemme entre constructivisme et réalisme environnemental en s'intéressant aux relations à la fois matérielles et sensibles entre humains et non-humains et en se fondant sur l'idée selon laquelle la nature n'est pas que ce que les humains en disent ou en font (Granjou, 2016). La nature n'est pas qu'une matière qui attendrait d'être perçue, dite, pensée, mise en forme, représentée, construite socialement. Elle est aussi une matérialité qui agit sur le social, qui peut lui imposer un script, un scénario. Le réel se repèrerait alors quand s'exprime une résistance : il est ce qui ne se plie pas aux injonctions des propositions cherchant à le décrire ou à l'expliquer, ni aux pratiques qui s'appuient sur elles. Il y a donc bien là une forme

d'épreuve de la réalité. Une telle posture fait écho à des analyses contemporaines dans le champ de la biologie, telles que celles du biologiste T. Heams (2019) qui définit le vivant comme une mise en mouvement adaptative de la matière.

Plutôt que de polariser les questions sur le sens donné aux non-humains, le courant de la géographie « plus qu'humaine » propose de saisir ce qu'ils font, leur action performative sur le monde. Reconnaître une telle capacité d'action (ou agentivité) est-il une nouvelle forme d'animisme, voire de techno-animisme (Bennet, 2010) ? Dans les écrits de la géographie « plus qu'humaine », cela revient plutôt, en général, à reconnaître à la nature la capacité de changer par elle-même, de susciter du futur et à penser avec les sciences de l'environnement (Granjou, 2016), en étudiant les agencements socio-naturels ou sociotechniques en tant que producteurs de représentations, de cultures, etc... Lorimer (2006) par exemple analyse comment des pratiques de conservation biologique produisent une compréhension particulière de la biodiversité qui n'est pas strictement le fruit des savoir-faire des scientifiques, mais plutôt d'une rencontre entre ces savoir-faire et l'agir du vivant non-humain, dans sa diversité et sa dynamique. C'est ce qui, pour Lorimer, rend la question de la conservation particulièrement complexe et problématique. La vie se fait dans le mouvement matériel plus que dans la seule pensée discursive.

Avec cette géographie « plus que représentationnelle » et « plus que cognitive », la question de la perception n'est pas tant évacuée que revisitée, davantage incarnée, expérientielle et tactile (Ingold T., 2000). La géographie « plus qu'humaine » s'appuie sur l'idée développée dans le champ des *Science studies* selon laquelle la compréhension des ressorts et des trajectoires de l'action ne peut faire l'économie d'une analyse des objets ou des éléments de nature parce que ces derniers constituent l'action en s'assemblant avec les humains ou, dans le cas du vivant, parce qu'ils ont aussi une capacité d'action indépendante des humains. Dit autrement, il est nécessaire d'étudier les relations que les humains tissent avec l'environnement qui les entoure, c'est-à-dire les rapports pratiques et situés à la matérialité du monde, pour mieux comprendre les sociétés humaines. Pour autant, porter une attention renouvelée à la présence des choses ne doit pas non plus revenir à essentialiser une telle présence, à considérer qu'elle s'imposerait d'elle-même aux sens sans médiateurs qui encapsulent des manières de connaître ces choses (Demeulenaere, 2017).

Une telle approche fait écho aux travaux de la sociologie pragmatiste sur la notion de prise (Bessy et Chateauraynaud, 1995) qui articule représentations, matières et corps. Cette notion pose alors la question symétrique de la déprise. De la même manière, des géographes qui s'inscrivent dans la géographie « plus qu'humaine » insistent aussi sur le détachement, voire le rejet. Ils pointent la nécessité de considérer les ambiguïtés et les ambivalences de nos relations à nos environnements,

qui ne sont pas nécessairement harmonieuses ni exemptes de conflits. Elles peuvent par exemple, comme l'analyse F. Ginn (2014) en étudiant la place des limaces dans les jardins anglais, aussi relever d'une éthique du détachement.

Diversifier les focales devient un moyen de faire exister une multiplicité de sensations corporelles, émotionnelles et affectives. Ce courant pose des enjeux méthodologiques pour décentrer l'analyse de manière effective, puisqu'il ne s'agirait plus seulement de se fonder sur les discours des humains sur la nature ou leur rapport à elle (Dowling et al., 2017), mais de suivre en pratique comment se constituent des agencements particuliers entre humains et non-humains, ou encore d'être plus attentifs à la manière dont, concrètement, les non-humains agissent. S. Hinchliffe et al. (2005) par exemple caractérisent les processus matériels d'écriture de la catégorie « rat d'eau » dans le cadre d'un plan local de protection de la biodiversité à Birmingham. Ces processus impliquent un engagement sensoriel des écologues amateurs qui apprennent à complexifier, densifier leur lecture des traces laissées par ces petits rongeurs. Ces processus produisent aussi des rats d'eau plus divers et singuliers. S. Whatmore et ses collègues (Donaldson et al., 2013; Landström et Whatmore, 2014; Whatmore et Landström, 2011) ont mené des expériences de recherche pluridisciplinaire dans le domaine de la gestion du risque d'inondation, c'est-à-dire un enjeu où la modélisation paraît à la fois centrale mais toujours incomplète, du fait, entre autres, de la singularité des événements qu'elle cherche à représenter, de la grande taille des espaces en jeu et de la multiplicité des processus qui peuvent, eux, être très locaux. S. Whatmore et ses collègues élaborent des dispositifs pour transformer la confiance accordée aux savoirs. Il s'agit aussi pour ces chercheurs de pluraliser ces savoirs afin de favoriser la constitution de publics qui les produisent et s'en saisissent pour transformer la gestion du risque d'inondation, lorsque celle-ci est dans l'impasse.

Les méthodes de recherche déployées dans le champ de la géographie « plus qu'humaine » s'appuient encore largement sur ce que les acteurs disent faire, penser ou se représenter. Ces méthodes ne permettent pas nécessairement d'accéder directement ou facilement à ce qu'ils font. Comment rendre compte de ce qui fait sens pour les autres autrement que par ce qu'ils nous en disent ou écrivent ? Est-ce possible ? L'observation participante est un moyen de saisir l'engagement des personnes en situation, mais toujours de manière discontinue et partielle. En pratique, la plupart des chercheurs qui s'inscrivent dans le courant de la géographie « plus qu'humaine » continuent de mobiliser des techniques traditionnelles de recueil de discours : entretiens, archives, littérature grise, journaux, enquêtes ethnographiques ou formes d'auto-ethnographies, productions d'images (dessins, films)... techniques qu'ils renouvellent aussi en s'appuyant sur des formes de triangulation et en étant attentifs à la nuance, à la contingence ou encore aux dimensions émotionnelles, affectives, sensorielles qu'ils déduisent des textes, observations, images ou sons. Certains

géographes réhabilitent par ailleurs l'entretien dans sa capacité à saisir des pratiques quotidiennes (Hitchings, 2012). Ainsi, appréhender les non-humains se fait toujours par la manière dont certains humains, qu'ils soient géographes, sociologues, biologistes, géomorphologues, amateurs, touristes ou encore riverains en parlent. Il s'agit toujours de discours savants ou profanes sur la drosophile, l'éléphant, la bactérie *Escherichia Coli* ou les coulées d'eaux boueuses. Il s'agit toujours d'une inférence à partir d'observations ou de questions posées à d'autres.

La géographie « plus qu'humaine » et le courant néo-matérialiste qui la caractérise, héritier du constructivisme radical, empruntant à la philosophie deleuzienne et à la théorie de l'acteur-réseau, permet d'accorder davantage d'attention aux affects et aux volontés individuelles. Or, la plupart des travaux menés qui s'inscrivent dans ce champ se situent hors des sphères productives: les jardins individuels, les pratiques de conservation d'espèces en ville, Au fond, le concret qui les intéresse ne concerne pas vraiment le travail (Pineault, 2017), et c'est bien là une de leurs limites.

Ainsi, une attention accrue portée aux formes d'altérité et au caractère incertain du monde, à l'inventivité de la matière et du vivant grâce à une multiplication, autant que possible, des sources de données et des méthodes pour les collecter et les mettre en forme, contient un potentiel heuristique. Cela peut aussi contribuer à renouveler les modalités de prise en charge de la question environnementale.

1.3.3 Symétries et non-humains

Dans les années 1970, Barnes (1974) et Bloor (1976) développèrent leur programme dit « fort » de sociologie des sciences, qui introduisit le principe de symétrie. Il revient à utiliser le même type de causes (sociologiques) pour expliquer la trajectoire des énoncés, que la postérité les aient jugés faux ou vrais. La raison devient alors ce qu'il y a à expliquer : elle est le produit d'une série d'opérations qui ont été transformées en boîte noire. Ce programme fut ensuite repris ou amplifié entre autres par Collins (1992), dont les textes conféraient un rôle mineur à la nature dans la production des savoirs. À partir des années 1980, Callon, Latour, Woolgar ou Law ont critiqué une explication strictement sociale de l'issue des controverses, et ont plutôt proposé d'inclure les dimensions matérielles de la science et de décentrer l'analyse vers le rôle des objets dans la production de faits scientifiques (Gingras, 2000). Pour analyser à la fois la production matérielle de l'objectivité (de la nature) et la manière dont on met en ordre la société, ces derniers proposèrent de généraliser le principe de symétrie en incluant les « non-humains » considérés comme activement impliqués dans les trajectoires technoscientifiques et dans la définition de ce qu'est la société.

La symétrie revendiquée par ce qui deviendra ensuite la théorie de l'acteur-réseau chercha ainsi à brouiller les frontières entre humains et non-humains. Cependant, dans la mesure où, dans la pratique, l'analyse porte sur les relations entre les uns et les autres, il y a bien aussi une forme de reconnaissance plus ou moins explicite d'une distinction entre les deux. L'idée d'une symétrie généralisée a fait d'ailleurs l'objet, à son tour, de nombreuses critiques. Une telle symétrie se fonde en effet sur des asymétries d'association puisque, comme je l'ai déjà développé plus haut pour la « géographie plus qu'humaine », les non-humains qui comptent sont ceux qui sont mis en mots ou en images par des humains, en particulier par les sciences de la nature ou les sciences physiques (Dubois, 2017; Weller, 1997). Si les tenants de la théorie de l'acteur-réseau affectionnent les acteur-à-tirets, ce sont toujours les humains qui manipulent, détectent ou analysent les non-humains (Gingras, 2012). Latour (2007) donne une place plus importante aux objets matériels en mettant alors le langage en retrait, pour autant cela n'efface pas non plus ce dernier.

L'idée de symétrie généralisée a pu être une hypothèse heuristique stimulante dans les années 1980. Barbier & Trépos (2007) ont cependant insisté sur le caractère contre-productif d'une remise en cause sans limite des qualités qui définiraient ce qu'est un acteur : elle heurte le sens commun qui associe action et intentionnalité. Elle revient aussi à rejeter le bien-fondé d'analyses des causes et des effets, qui, selon Latour lui-même (1988)¹⁴, ne serviraient au fond qu'aux mythes prométhéens ou à assouvir une vindicte populaire en quête de bouc émissaire. Pourtant, la normativité gagne à ne pas être que strictement procédurale et les analyses qui permettent de traiter des questions de responsabilité, de justice ou d'équité sont aussi nécessaires. La recherche des causes peut en effet contribuer à mettre en lumière ou à inventer des solutions ou des alternatives pour l'avenir qui ont été ignorées, tout en considérant aussi qu'il y a de la contingence, du hasard et des accidents qui échappent à la maîtrise ou aux responsabilités humaines.

Enfin, comme l'indiquent Barbier & Trépos (2007), l'idée d'une symétrie généralisée n'est pas nécessaire pour renouveler une compréhension de l'action qui la rende plus située et distribuée, en s'appuyant sur la reconnaissance d'une capacité de faire-faire des non-humains, qu'il s'agisse d'objets techniques ou d'éléments de nature. Selon cette perspective, analyser le débit des cours d'eau par exemple revient alors à suivre les acteurs qui ont construit cette catégorie, les savoirs sur l'eau qu'ils y ont inscrit, les techniques qu'ils ont déployées pour le faire, leurs motivations, les dispositifs qu'ils ont produit et la manière dont, en retour, ces processus ont façonné les débits des cours d'eau en régulant des conditions d'accès à l'eau. Il s'agit aussi d'être attentif à la manière dont la dynamique des débits des rivières elle-même est capable de retravailler ces processus.

¹⁴ « La croyance aux causes et aux effets est toujours, d'une certaine manière, l'admiration pour une chaîne de commande ou la haine d'une foule à la recherche de quelqu'un à lapider » (Latour, 1988, p. 162).

Les notions de symétrie et de non-humains ont donc aidé à déplacer la focale et à montrer comment, dans le cours de l'action, les objets techniques ou les éléments de nature ne sont ni négligeables, ni des contraintes absolues. Elles permettent de connecter la socialisation de la nature, c'est-à-dire les rapports à la fois matériels et idéels tissés avec le milieu, et la socialisation humaine (Descola, 2005). Respecter un principe de symétrie dans l'analyse revient alors à essayer de passer autant de temps à analyser les humains que leurs interactions avec leurs environnements, par le prisme de descriptions, de récits, de savoirs et de dispositifs, sans pour autant conférer à tous une dimension politique. Il s'agit de considérer qu'ontologiquement il y a, dans la société, une dimension non-humaine.

Dans le domaine de l'eau, nous portons une attention particulière non seulement aux rapports qu'entretiennent divers acteurs (des sphères de l'action publique, scientifique, riverains, usagers, associations de protection de la nature) avec les infrastructures hydrauliques, mais aussi avec la circulation de l'eau dans la nature ou avec les êtres vivants qui la peuplent.

1.3.4 Continuités et discontinuités

La tendance à homogénéiser ou à produire des continuités systématiques et *a priori* dans l'analyse entre, d'un côté, les humains, qu'il s'agisse d'un ministre de l'Agriculture ou de l'Environnement, d'un directeur de multinationale, d'un ouvrier, d'un agriculteur, d'un agent de la police de l'eau ou d'un animateur de Sage (Schéma d'aménagement et de gestion des eaux), et de l'autre, tout ce qui ne serait pas humain, qu'il s'agisse d'une perceuse, d'un dictionnaire, d'un trou-noir, d'un orang-outan, d'un mollusque, de Dieu, d'un virus, d'une fougère, d'une diatomée ou de sédiments, est problématique.

La question des frontières entre le vivant (qu'il soit humain ou non-humain) et la matière inerte fait l'objet de débats dans le champ de la biologie. Dans son ouvrage récent, T. Heams (2019) s'intéresse à la définition biologique de la vie. Il critique un certain nombre d'axiomes et de métaphores qui ont façonné et façonnent encore aujourd'hui la biologie ou la représentation politique que l'on s'en fait. Il propose de concevoir une vie « sans frontières ». En s'appuyant sur les recherches sur les origines de la vie, sur la diversité des scénarios pré-biotiques que les biologistes produisent, T. Heams montre que le vivant ne s'est pas extirpé du minéral et qu'il a plutôt toujours entretenu des relations avec lui à géométrie variable (p. 15-40). Heams privilégie aussi la dimension collective et relationnelle des entités matérielles qui ont façonné le vivant. Il s'intéresse aux pratiques hétérogènes rassemblées aujourd'hui sous le vocable « biologie de synthèse » pour interroger les cadrages contemporains de

la fabrique du vivant (p. 41-113). L'intérêt des recherches sur les protocellules¹⁵ ou la xénobiologie¹⁶ résiderait avant tout dans leur capacité à rediscuter les frontières du vivant et à reformuler, aussi, la question de ses origines. T. Hems montre que, malgré les moyens financiers et techniques considérables alloués depuis la fin des années 1990, les programmes de recherche en biologie de synthèse n'ont pas tenu leurs promesses : ils n'ont pas, à ce jour, permis de construire du vivant autonome et dynamique de toutes pièces. Pour certains, ce ne serait qu'une question de temps. Hems formule une autre hypothèse : si le vivant résiste, c'est parce que ces programmes de recherche s'appuient sur des axiomes qui n'en sont pas, en particulier le réductionnisme à la fois théorique et méthodologique fondé sur l'idée selon laquelle le simple précéderait le complexe, et une représentation machinique selon laquelle, une fois les pièces agencées, le vivant réaliserait la fonction prévue avec précision et régularité : « l'idée qu'une cellule simplifiée puisse être un châssis à compléter » (p. 131). Hems montre que la vie n'est pas un chemin vers l'ordre et qu'elle est plutôt, du moins en grande partie, ce qui résiste à la stabilité selon des modalités particulières. Il discute également l'idée selon laquelle le vivant serait caractérisé par des propriétés telles que la complexité ou l'auto-organisation. Pour Hems la distinction entre le vivant et la machine réside plutôt dans l'existence d'une finalité intrinsèque qui serait le propre du vivant, alors que les fonctions de la machine, elles, sont des extensions matérielles de décisions humaines. Pour autant, selon Hems, la finalité intrinsèque qui caractériserait le vivant ne se réduit pas à l'efficacité. Elle se réalise en interaction avec un environnement et elle est, en quelque sorte, évanescence dans la mesure où, dès qu'on change d'échelle d'analyse, elle peut disparaître. Ce biologiste retravaille les distinctions entre entités inertes et vivantes, pour mieux abolir ces catégories qui ne renverraient, au fond, qu'à des pratiques de laboratoire mettant en scène artificiellement une dichotomie qui n'existe pas au dehors. Ces pratiques de laboratoires, et en particulier celles incarnées par la biologie de synthèse, sont vaines si elles cherchent à reproduire méthodiquement et mécaniquement ce que le vivant fait de manière créative, foisonnante et aveugle. Hems propose plutôt de décentrer l'analyse sur l'hybridité, les réseaux multiples de dépendances et les surprises que le monde vivant sait produire. C'est pour lui le moyen à la fois de renouveler les recherches dans le champ de la biologie et de lutter contre la brevetabilité et la privatisation du vivant. C'est en donnant à voir un vivant sans limites, que T. Hems met en évidence les biais sélectifs des cloisonnements que la biologie de synthèse produit, biais qui légitiment ensuite la marchandisation du vivant.

¹⁵ Les protocellules renvoient à l'idée d'un système minimal qui posséderait les caractéristiques complètes du vivant. Pour les chercheurs engagés dans ces recherches, ces caractéristiques sont au nombre de quatre : hérédité, métabolisme, compartimentation et évolutivité. Il s'agit de produire du vivant en laboratoire à partir de la chimie.

¹⁶ Elle revient à tester la possibilité de remplacer les quatre constituants de l'ADN (acide désoxyribonucléique) par d'autres molécules. L'ADN est, avec l'ARN (acide ribonucléique), la seule molécule héréditaire utilisée par le vivant.

Cependant, distribuer actions et pouvoirs dans des formes réticulaires qui les redéfiniraient sans cesse a aussi été vivement critiqué dans le champ des sciences sociales parce que cela revient à produire de nouvelles formes d'anonymisation et de dépolitisation, à sous-estimer les hiérarchies et les rapports de domination. Depuis une quinzaine d'années, dans le champ des *Science studies*, de la sociologie pragmatique ou de la géographie « plus qu'humaine », des travaux sont réflexifs par rapport à une indifférenciation des humains et/ou des non humains et proposent de la dépasser de diverses manières.

Dans le champ de la sociologie des sciences, Latour (2012) lui-même a récemment proposé de réintégrer des formes de distinction entre ce qu'il appelle différents modes d'existence, ayant chacun leurs conditions de félicité et d'infélicité propres, et qui seraient incommensurables entre eux.

Dans le champ de la géographie « plus qu'humaine », des travaux réintègrent des propriétés, capacités ou potentialités différenciées au sein du vivant non-humain, qui existent ou s'expriment en interaction avec des humains. Lorimer (2007), par exemple, étudie avec une approche relationnelle ce qu'il appelle le charisme différencié des non-humains, en s'appuyant sur le cas de deux espèces étendards de la biologie de la conservation au Royaume Uni, le râle des genêts (oiseau) et la lucane (insecte). Ce charisme explique les opérations de tri et de sélection opérées dans les politiques de conservation. Si ce charisme reste résolument anthropocentré puisqu'il émane de perceptions humaines et ne revient pas à ériger les non-humains en sujets, il ne les réduit pas non plus à des objets. En s'appuyant sur l'éthologie, Lorimer distingue plusieurs formes de charisme liées entre elles, et fondées sur différentes manières de saisir et de valoriser l'altérité ou, au contraire, la proximité. Le charisme écologique serait en particulier associé au caractère plus ou moins détectable pour les êtres-humains des rythmes et des moyens de communication du vivant non-humain. Lorimer (2006) a mis en évidence que malgré les innovations techniques, les cartes représentant la distribution de différentes espèces au Royaume-Uni en disent plus sur la capacité des biologistes à les repérer que sur la répartition de ces espèces dans l'environnement. Le charisme esthétique catalyserait les sensibilités et les émotions et diffère, par exemple, selon qu'on arrive à plus ou moins personnifier des espèces. Enfin, le charisme corporel s'exprimerait dans les rencontres physiques et ce qu'elles suscitent, que cela relève de l'intérêt, de la préoccupation, de l'attachement ou de la jouissance. Ce type d'analyse permet de rendre compte de la préservation de la biodiversité en action.

Dans le champ de la sociologie pragmatique, les travaux de Chateauraynaud cherchent à faire tenir ensemble une attention aux choses en train de se faire d'un côté, et aux rémanences, aux effets de structure de l'autre. Comment rendre compte du pouvoir et de ses effets durables dans des

expériences pratiques sans pour autant l'essentialiser ? Comment redonner de l'épaisseur aux réseaux ? Comment analyser les processus d'emprise (Chateauraynaud, 2015) dont la performativité réside dans l'invisibilité ? Comment identifier les mécanismes de déprise ou encore de dés-emprise et les contre-pouvoirs qui les portent ? Chateauraynaud s'intéresse aux dispositifs décrits par les acteurs eux-mêmes comme des systèmes de pouvoirs, grâce à la fois à leurs perceptions du monde environnant et à leurs états intérieurs : une façon d'éviter, d'un côté, de s'inscrire dans des opérations de dévoilement, et de l'autre, de se limiter à une perspective qui ne reconnaîtrait le pouvoir que lorsqu'il se révèle dans des épreuves. C'est en général lorsque le scandale éclate, grâce à des lanceurs d'alerte, que les processus d'emprise sont rendus, après coup, visibles. Chateauraynaud propose de remonter le plus en amont possible de la crise pour retracer les liens d'emprise et se défaire ainsi d'une focale sur l'étude des dynamiques des controverses et des affaires situées dans l'espace public. Il s'agirait aussi de ne pas se limiter à une cartographie des réseaux, à une comptabilisation du nombre de liens, pour accorder davantage d'attention à la nature des liens, à la manière dont les acteurs les qualifient, et aux opérations qui en favorisent le contrôle et produisent des asymétries de pouvoir. Chateauraynaud propose de saisir les dynamiques et les relations entre d'un côté des formes d'emprise sur le cours des choses et, de l'autre, des normes et des institutions. L'enjeu est de qualifier les ressorts des opérations d'emprise : faculté à activer un impératif de justification, à contrôler les centres de calcul et les outils d'évaluation, à octroyer de la reconnaissance et à organiser des systèmes de dons et de contre-dons ; et ceux qui les réalisent. Chateauraynaud propose aussi de repérer les éventuelles formes de contre-pouvoirs et les opérations qui cherchent ou arrivent à se défaire de ces emprises.

Selon les tenants de la théorie de l'acteur-réseau, les grands dualismes¹⁷ structurent, dans le monde moderne, les perceptions, discours et institutions, tout en étant adoptés sans discussion. Ils mériteraient pourtant d'être questionnés voire dissouts, parce qu'ils renverraient plutôt, dans la pratique, à des mécanismes de construction conjointe entre humains et non-humains qui travaillent à produire des hybrides et des frontières, toujours temporaires.

Des chercheurs questionnent aujourd'hui l'idée selon laquelle la profonde intrication entre monde matériel et sociétés a été vraiment ignorée par la modernité. U. Beck (1992) a proposé une rupture, et donc une frontière, entre une première modernité qui aurait été fondée sur une croyance dans le progrès sans modération, inconsciente de ses actes et de leurs effets, et une deuxième modernité, à partir des années 1980, animée par une réflexivité sur les relations que l'humanité tisse avec son environnement, qu'il s'agisse de risques ou d'attachements. Pour l'historien de l'environnement J.B.

¹⁷ Nature/Culture, Sciences/Société, Sciences/Politique, Fait/Représentation, Fait/Valeur, etc.

Fressoz (2011) au contraire, « nous n'avons jamais été modernes, et nous l'avons toujours su ». Le problème ne serait pas que la modernité ait disjoint systématiquement nature et société, soit incapable de penser leur enchevêtrement et d'agir en fonction. J.B. Fressoz donne l'exemple des juristes anglais du XIX^e siècle qui s'appuyèrent sur le droit médiéval permettant de déclarer des objets coupables et ainsi de faire payer les compagnies de chemin de fer en cas d'accident. J.B. Fressoz et F. Locher montrent par ailleurs qu'entre le XV^e et la fin du XIX^e siècles, agir sur le climat, c'était aussi « la perspective vertigineuse de fabriquer de nouveaux hommes, de nouveaux peuples » (Fressoz et Locher, 2020: 11). L'arbre a eu, dans des sociétés agraires où le bois était un matériau central pour le transport, la construction, l'énergie, une charge politique considérable.

Pour l'historien A. Rabinbach (2004), l'apparition du concept moderne d'énergie, au début de l'ère industrielle, marquerait même plutôt une forme d'effacement de la distinction entre sociétés et nature, toutes deux considérées comme des réservoirs indifférenciés d'énergie transformables en force de travail. Au XIX^e siècle, la thermodynamique transforma la notion de travail en principe d'organisation à la fois pour la nature, la société (les corps) et ses productions qui devinrent les composantes d'une machine universelle à convertir de l'énergie. Dans cette perspective de « l'homme-machine », ou plus largement du « vivant-machine », le travail n'est plus une constante anthropologique ou une activité sociale et économique et devient une catégorie de l'expérience organique comme non-organique applicable à tout mouvement, quelles que soient ses qualités. Avec ce cadrage, Rabinbach estime que le travail comme l'énergie, ainsi que leurs limites, c'est-à-dire l'entropie, le déclin, la fatigue ou le surmenage, furent largement investis scientifiquement et politiquement, au moins jusqu'à la Deuxième Guerre mondiale avec des perspectives normatives très diverses. Ce qui est resté aujourd'hui de la métaphore de « l'homme machine », c'est « la vision d'une société dont le potentiel productif est lié à un calcul qui détermine dans quelle mesure on peut réduire les risques sociaux sans mettre en danger la croissance industrielle et sans restreindre les libertés » (Rabinbach, 2004, p. 466). Ainsi, ce serait plutôt l'effacement des frontières entre nature et société qui aurait nourri une représentation machinique du vivant, représentation qui, à son tour, influencerait largement les sciences biologiques.

Pour ces historiens (Bonneuil et Fressoz, 2013; Fressoz, 2012b; Fressoz et Locher, 2020), l'idée d'une prise de conscience récente par une humanité indifférenciée, et donc implicitement pacifiée de la fragilité du monde qui l'entoure, est à la fois historiquement fautive et problématique. JB Fressoz et F. Locher (2020) ont bien montré comment la question du climat, en tant que menace ou opportunité, a été, entre le XV^e et la fin du XIX^e siècles, le produit d'intrications profondes entre d'un côté des manières de concevoir et d'objectiver des phénomènes biophysiques et l'agir humain, à des échelles

et selon des étiologies particulières, et de l'autre, des luttes pour s'approprier des ressources, coloniser ou transformer des territoires en distribuant des responsabilités.

Il s'agirait donc plutôt de centrer les efforts sur l'analyse des mécanismes de marginalisation des savoirs et des alertes, des luttes et des divisions politiques qui ont traversé et qui traversent encore aujourd'hui les sociétés.

C'est par exemple ce que fait Chamayou (2018) quand il s'appuie sur le cas de Coca-Cola, et plus largement de l'industrie de la cannette et de la boisson, pour montrer que la promotion active du recyclage dès les années 1950 aux États-Unis fut un moyen efficace de contrer les tentatives de retour à la consigne obligatoire qui était en vigueur jusque dans les années 1930, et d'interdiction des contenants jetables. L'industrie arriva ainsi à prendre des décisions néfastes pour l'environnement en construisant une responsabilité écologique individuelle des consommateurs. Elle fit de la politique tout en dépolitisant les enjeux écologiques. Les mécanismes à l'œuvre se nourrissent de la construction ou de la dissolution de frontières. L'industrie chercha en effet à opposer échelle micro et échelle macro, comportements individuels et action politique. Elle opposa l'efficacité d'une réforme pacifique des pratiques individuelles au nom d'une éthique et d'un bon sens partagé par tous, à une action politique jugée veine et stérile. Pourtant, militer et fabriquer ses propres produits ménagers n'ont rien d'incompatibles. Ce qui l'est en revanche ce sont des injonctions à une responsabilité écologique et des incitations à toujours consommer plus.

Dans le domaine de l'eau, A. Ingold (2017; 2018) montre comment, au XIX^e siècle, la pénurie et les savoirs naturalistes qui la décrivent constituèrent une ressource mobilisée par les juristes pour circonscrire l'espace d'action de l'administration et préserver celui des tribunaux. Dans ce cas, la description de la nature engagea alors des formes d'indisponibilité à l'emprise de certains acteurs, qu'il s'agisse de propriétaires riverains ou de la police administrative. Pour l'administration des Ponts et Chaussées, la description de la nature réduite à ses dimensions naturalistes constituait plutôt un moyen de définir de nouveaux territoires disponibles à leur régulation. Dans ces conflits, la matérialité de l'eau distribua donc des droits d'accès et des espaces de compétences.

En m'appuyant sur ces travaux, je contribue ainsi à rendre compte des mécanismes qui expliquent la production de hiérarchisations particulières des choses environnantes, hiérarchisations que des humains produisent, pour des raisons auxquelles on peut, ou non, adhérer et qui ont des effets à la fois sur la nature de la nature et sur notre relation à elle, mais aussi des effets distributifs auxquels des acteurs peuvent s'opposer. Les interdépendances entre les humains et leur environnement biophysique n'ont pas toutes les mêmes qualités, ni les mêmes épaisseurs sociales et historiques.

Leur mise à plat, leur mise en visibilité ou leur mise en discussion n'est pas une évidence, c'est plutôt un acte politique, qui est le produit d'âpres négociations.

1.4 Savoirs et ignorances

La gestion de la confiance dans l'espace public et médiatique accordée au travail scientifique et à ses résultats, qui sont autant descriptifs que prescriptifs, est devenue une question politique cruciale. Et cette question contribue à son tour à renouveler les travaux de chercheurs dans le champ de la géographie humaine et de l'étude sociale des sciences.

Ainsi, l'analyse des articulations « expertes » de ces savoirs avec l'action publique se complexifie (Barbier et al., 2020; Landström et Whatmore, 2014). S. Jasanoff a conceptualisé la notion de science règlementaire (Borraz et Demortain, 2015) pour qualifier une manière particulière de produire des savoirs au service de protocoles règlementaires ou de procédures judiciaires, au nom de la santé ou de l'environnement. Il s'agit donc de savoirs destinés à produire des normes pour réguler les activités industrielles (Jasanoff, 1990) ou pour résoudre des différends judiciarisés (Jasanoff, 2009) essentiellement dans les contextes étasuniens et européens (Jasanoff, 2005). Des travaux plus récents que nous menons à l'UMR Geste proposent d'élargir l'analyse aux savoirs ordinaires qui accompagnent au quotidien l'essor de l'action publique environnementale, avec une multiplication des échelles territoriales et des commanditaires (Barbier, Daniel et al., 2020). Ces savoirs s'avèrent pluriels, que ce soit d'un point de vue matériel ou épistémologique, que ce soit dans leurs objectifs ou dans leurs modes de vérification. Ils peuvent en effet viser à définir la performance d'une nouvelle technologie de traitement des eaux usées pour élargir le champ des réutilisations possibles. Ils peuvent aussi s'inscrire dans des dispositifs qui visent à la fois à définir l'état d'un système, via une métrologie, et à hiérarchiser les actions à déployer : des indicateurs qui définissent un état de référence du milieu aquatique ou encore des cartes qui circonscrivent les espaces vulnérables aux inondations. Un des enjeux est aujourd'hui d'investiguer les pratiques de l'expertise dans la réalité ordinaire des pouvoirs. L'expertise est valorisée parce qu'elle s'appuie sur des savoirs à la fois abstraits et opératoires, pragmatiques, orientés vers l'action. Mais cette action n'est évidemment pas abstraite et désincarnée et il est donc nécessaire de la qualifier. De quels acteurs s'agit-il ? Quelles sont leurs propriétés, leurs raisons, leurs motivations, leurs manières d'être et de faire ? Au-delà des acteurs, il s'agit aussi, et peut-être d'abord, de caractériser les situations dans lesquelles ces constructions se déploient, leurs relations à des institutions ou à des régimes de gestion.

La question de la confiance et des incertitudes renvoie plus largement à celle de l'ignorance. L'historien des sciences D. Pestre (2013, p. 65-74) distingue plusieurs manières de l'aborder. La première est celle des récits de la science moderne sur elle-même : l'ignorance serait ce que seule la

science moderne peut éradiquer grâce à la production de savoirs vérifiés. Pourtant, on ne sait toujours pas grand-chose des effets sanitaires et environnementaux d'un très grand nombre de molécules produites par la chimie de laboratoire. Par ailleurs, les fonctionnements institutionnels des sciences ne favorisent pas, le plus souvent, l'investissement sur des questions trop exploratoires. C'est contre ce type de discours de la science sur elle-même que le champ des *Science studies* s'est structuré depuis les années 1980 en donnant à voir que les pratiques scientifiques sont toujours situées et que l'ignorance est constitutive de la production de savoirs. Ces travaux s'inscrivent dans les propositions de Foucault pour une approche généalogique des savoirs, fondées sur la diversité des régimes de véridiction dans l'histoire.

La deuxième est celle des mécanismes de production stratégique de l'ignorance. C'est ce que fait l'industrie du tabac lorsqu'elle entretient un « marché du doute » en finançant des recherches focalisées sur la multiplicité des causes du cancer (Proctor, 2011), ou encore les *think tanks* conservateurs étasuniens lorsqu'ils déploient, après 1989 et la chute du mur de Berlin, des efforts considérables pour relativiser le rôle des émissions de gaz à effet de serre dans le changement du climat (Oreskes et Conway, 2010).

La troisième est celle du partage entre savoirs et ignorances comme manière de gouverner les personnes et les choses. Il existe une tension inhérente à la science dont les résultats se définissent toujours comme à la fois vrais et en devenir. Quand cette tension est associée à de fortes asymétries de pouvoir, elle pose un certain nombre de problèmes, même s'ils ne relèvent pas vraiment d'une stratégie délibérée de fabrication de l'ignorance. Pestre présente le cas des pays en développement. Il critique l'asymétrie dans la manière dont sont valorisées différentes formes d'ignorance. L'ignorance des chercheurs occidentaux et les erreurs qu'ils peuvent faire contribuent, *in fine*, à augmenter leurs savoirs, leurs publications et à nourrir leurs vies de savants, en général ailleurs : ils apprennent de leurs erreurs, tout en ne doutant pas lorsqu'ils conseillent ou expertisent. Ceux que l'APD construit comme étant les bénéficiaires de ces savoirs sont, eux, structurellement placés en position d'infériorité : ils sont ignorants, dans la mesure où on ignore leurs savoirs ou leurs pratiques. C'est d'ailleurs ce qui justifie souvent le recours à une expertise savante. Ensuite, ce sont eux qui subissent les erreurs savantes. Pestre s'appuie sur le cas des agronomes français et de la promotion des techniques de labour profond en Afrique subsaharienne. À partir de cette analyse et pour favoriser un partage plus équitable de l'ignorance, Pestre (2013, 74-86) promeut la construction d'un ordre de l'expertise fondé sur la confrontation contradictoire et sur un pluralisme des formes de savoirs mobilisés.

Dans une logique programmatique, L. Mc Goey (2012) a proposé de développer une sociologie de l'ignorance visant à qualifier la multiplicité des effets de l'ignorance sur les ordres sociaux et politiques, effets qui peuvent être tout aussi bien émancipateurs que répressifs. La nouvelle sociologie politique des sciences (Frickel et Moore, 2006) a quant à elle proposé d'analyser les asymétries à l'œuvre dans les processus de non-production de connaissances, les recherches non financées et pourtant jugées nécessaires par des mouvements sociaux ou des acteurs de la société civile (Frickel et al., 2010; Hess, 2015). D'autres travaux ont insisté sur les effets de cadrage et organisationnels plus que sur les stratégies délibérées pour expliquer la production de l'ignorance (Girel, 2017). À titre d'exemple, G. Magrin (2016) a étudié la construction et le maintien de la fiction de la disparition du lac Tchad. Les preuves scientifiques en faveur d'un assèchement global, linéaire et tendanciel du lac sont pourtant bien ténues. Cela ne les empêche pas d'être adoptées sans discussion par toute une série d'acteurs, incluant la NASA. Pourquoi ? Magrin montre comment le spectre de la pénurie d'eau contribue à légitimer un projet hydraulique d'envergure pour réalimenter le lac avec de l'eau du bassin du Congo. Il montre comment ce spectre intervient aussi plus largement dans un jeu complexe de négociations géopolitiques et économiques. La question de l'eau est politisée conjointement de deux manières. Vis-à-vis des médias et du grand public, la charge symbolique de l'eau permet aux États d'exemplifier leur souci de prendre en charge un enjeu environnemental d'envergure, de proposer une réponse à l'urgence suscitée par les effets sociaux et écologiques du changement climatique, tout en légitimant un projet porteur lui-même de plusieurs effets écologiques ou sociaux négatifs. L'eau sert de support de négociation entre les États riverains du lac Tchad, de la France, de la Chine ou encore des États-Unis sur d'autres enjeux stratégiques tels que le pétrole ou le contrôle militaire de la région. Ironiquement, l'urgence écologique et l'eau sont invoquées pour, *in fine*, soutenir l'économie carbonée à l'origine des dérèglements climatiques.

Les travaux récents de J-N Jouzel et de F. Dedieu (2013) sur les pesticides en France proposent une compréhension de l'ignorance qui dépasse l'opposition entre un acte stratégique d'un côté, et un effet organisationnel involontaire lié à la production de savoirs de l'autre. Ils montrent comment l'administration est capable à la fois d'intégrer des savoirs épidémiologiques gênants, tout en mobilisant des ressources qui domestiquent et désamorcent ces mêmes savoirs : l'ignorance devient alors un moyen de renforcer la routine des organisations malgré les épreuves auxquelles elles font face (Dedieu F. et Jouzel, 2015; Jouzel, 2019).

Dans le sud-ouest de la France, l'analyse du calcul et de l'adoption de seuils de débits des cours d'eau à même de contraindre les prélèvements permet d'étudier le rôle des études, c'est-à-dire de productions textuelles, à travers lesquelles des acteurs combinant expertise hydraulique, hydrologique et compétence politique construisent le manque d'eau et pèsent simultanément sur les

modalités de son partage. Dans le cas du bassin de la Midouze par exemple, qu'il s'agisse d'augmenter le seuil en associant débit et qualité ou de l'abaisser en les dissociant, les modalités de qualification et de gestion de l'eau restent solidaires d'un cadrage par la variable débit. Les mises à l'épreuve, aussi bien matérielles que politiques ne produisent pas de débats sur les incommensurables ou sur des formes de commensuration alternatives. Les études réalisées produisent bien de nouveaux problèmes tenant aux relations entre débit et vie aquatique ou prélèvements et de nouvelles solutions tenant à la faisabilité technique ou financière d'ouvrages. Pour autant, elles ne conduisent jamais à rediscuter une polarisation des efforts de connaissance sur un aspect pourtant très spécifique du problème et des solutions. Ainsi, les études, et les énoncés hydrologiques qu'elles produisent, acquièrent un caractère performatif quand elles permettent à l'action publique de gagner en cohérence, en alignant des modalités de qualification et de gestion de l'eau très spécifiques. Or cette mise en cohérence écarte certains acteurs, certaines temporalités et disqualifie d'autres savoirs. Elle conduit à faire du débit le seul prisme par lequel tous les enjeux, que ce soit de l'agriculture, de la vie aquatique ou de la qualité des milieux, sont rendus visibles et gouvernés. Dans les bassins de la Garonne, de la Midouze ou de l'Aveyron, l'analyse montre que des modélisations sophistiquées reviennent, *in fine*, à réduire la complexité des phénomènes environnementaux au point de désamorcer les alertes environnementales, et dans le même temps, à rendre toujours plus indiscutables les politiques qui ont participé à ces mêmes problèmes environnementaux. Alors que des éléments de nature interpellent la gestion et appellent à un ajustement, la modélisation participe activement à essentialiser des politiques sectorielles inscrites dans le temps long, qu'elles concernent l'industrie chimique, la production d'électricité ou la maïsiculture irriguée. Elle contribue à désamorcer l'interpellation, et en creux, à produire des formes d'ignorance sur l'état de cet environnement (Fernandez et Debril, 2016; Gaudin et Fernandez, 2018).

Dans le cas de la gestion des ions chlorure dans le bassin du Rhin, notre analyse a montré, à la suite de M. Leroy (2006) et de J. Blanck (2016), que les études sont des procédés par lesquels différents acteurs transforment le temps en ressource stratégique. Elles allongent la temporalité de l'action en la mettant en suspens tout en ne la transformant pas non plus complètement en inaction quand il n'y a pas d'accord sur le bien-fondé d'une solution. Les études constituent une promesse d'organiser et de structurer un collectif pour produire un accord. C'est ce que fit le gouvernement français dès lors que l'injection dans le sous-sol n'était plus une option. C'est aussi ce que fit le Comité de bassin Rhin-Meuse à partir de la fin des années 1990 alors que les soudières ne pouvaient plus augmenter leurs rejets, après un contentieux juridique dont l'issue leur fut défavorable. Les études activent un droit à l'oubli qui s'accompagne d'une mise en invisibilité de toute une série de problèmes. Ainsi, par exemple le risque de corrosion de la canalisation est le plus souvent ignoré alors qu'il est

consubstantiel de celui des chlorures. La corrosion est en effet l'enjeu qui cadre, qui explique même, les normes de concentration limite en ions chlorure relatives aux eaux brutes et à l'eau potable depuis les années 1960. C'est aussi elle qui explique en grande partie la mobilisation des acteurs néerlandais pour la mise en place d'une gestion internationale de la qualité de l'eau du Rhin à partir de la fin des années 1940. C'est elle qui rendit inopérante la solution d'injection que les soudières promouvaient dans les années 1970, problème que le Comité de bassin Rhin-Meuse avait d'ailleurs déjà identifié une décennie plus tôt. Le risque de corrosion fut pourtant évacué dès qu'il s'agit d'étudier, de nouveau, le projet de transfert des rejets salins par une conduite, un calcoduc, vers le Rhin dans les années 1990. Il fut absent de toutes les analyses, avant de revenir sur le devant de la scène en 2015 pour porter l'estocade finale à un projet de calcoduc déjà moribond. De même, la question de l'acceptabilité de la conduite pour les territoires traversés fut invisibilisée pendant longtemps pour n'être découverte qu'en 2015. Dans le courant des années 2000, le projet de la Direction régionale de l'agriculture et de la forêt (Draf) de Lorraine qui visait à déployer des solutions d'approvisionnement alternatif en eau brute pour les collectivités jusqu'alors alimentées à partir du pompage des eaux d'exhaure des mines du bassin ferrifère fut mis en œuvre. La preuve du caractère disproportionné du coût du calcoduc avait donc déjà été en quelque sorte administrée. Les seules solutions qui auraient permis de réduire de manière effective les concentrations en ions chlorure du Rhin, de la Meurthe et de la Moselle sans générer des problèmes de corrosion ingouvernables (valorisation du sel solide en Alsace, systèmes de traitement à la source, etc.) ont toujours été faiblement investies ou rapidement et durablement écartées. Aucune étude n'a jamais porté sur les logiques de l'industrie de production de soude et de son expansion. Alors que le responsable est ici assez clairement désigné, il arrive quand même à rester hors cadre. Finalement, ce qui détermine le plus le cadrage du problème et de ses solutions c'est l'idée que l'État et les entreprises se font de l'économie des activités industrielles en jeu. Les solutions qui viendraient perturber le marché du sel sont systématiquement évacuées. Une solution n'est mise en œuvre pour gérer les rejets des Mines de potasse d'Alsace que lorsque leur fermeture est officiellement programmée. Le calcoduc prend un caractère plus ou moins réalisable selon que les soudières veulent étendre ou non leur activité. Les études activent donc l'ajournement en participant au maintien d'états d'indétermination (Fernandez et Rozan, 2020).

Ainsi, la fécondité des travaux qui relèvent de « l'agnotologie » (Proctor et Schiebinger, 2008) réside dans leur capacité à prêter une attention particulière aux luttes et aux mécanismes qui participent de la sélection des savoirs investis, et, en creux, de ce qui est renvoyé à l'ignorance. Ils permettent de rendre lisible les efforts déployés pour promouvoir des fictions qui conviennent, et leurs effets.

1.5 La géographie humaine et les relations entre eaux et sociétés

Comment la géographie humaine a-t-elle abordé les relations entre eaux et sociétés ? Pour contribuer à répondre à cette question, je propose, dans un premier temps, une analyse partielle et partielle de l'histoire de la géographie de l'eau en France, au travers de l'une de ses figures emblématiques, J. Béthemont (section 1.5.1). J'étudie dans un deuxième temps la littérature anglo-saxonne dans le champ de la *Political ecology* qui s'est spécifiquement intéressée à l'eau (section 1.5.2).

1.5.1 L'eau de la géographie française « classique »

Je propose ici de discuter et de situer deux ouvrages de J. Béthemont, le premier ayant été publié en 1977 (Bethemont, 1977) et l'autre plus de vingt ans plus tard, en 1999 (Bethemont, 1999). Professeur de géographie à l'Université Jean Monnet de Saint-Etienne et fondateur de l'Institut de géographie rhodanienne basé à Lyon, J. Béthemont (1928-2017) est l'un des artisans de la géographie de l'eau en France entre les années 1970 et 2000. Il est en particulier connu pour ses travaux sur la région méditerranéenne. Béthemont est souvent considéré pour sa contribution à structurer une géographie de l'eau à l'interface entre sciences physiques et sciences sociales (Blanchon, 2012), entre matérialité et symbolique.

Dans son ouvrage publié en 1977, la géographie de l'eau que Béthemont incarne (p. 1-32) renvoie très explicitement à la construction d'un cadre pour qualifier mais aussi gérer les relations entre eau et sociétés d'une manière très particulière, qui est celle que construit un réseau international d'hydrologues sous l'égide de l'Unesco (Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture)¹⁸, sur lequel nous reviendrons dans le Chapitre 3. Dans cet ouvrage, Béthemont opère un travail explicite de qualification de la situation, qui relève d'une épistémologie compréhensive (Orain, 2003, p. 200) même si cette épistémologie n'est pas explicitée et si l'ouvrage porte aussi des dimensions analytiques et normatives. L'eau fait l'objet d'une quantification d'un côté des flux (m^3/s) et des stocks (m^3) disponibles et de l'autre des usages selon ce qu'ils prélèvent, consomment ou qu'ils rejettent de l'eau avec une qualité plus ou moins dégradée. Ce modèle s'organise autour d'une référence à un risque de déséquilibre quantitatif présent ou futur, exprimé en mètres cubes, entre une ressource unique et différents types de besoins. Dans l'ouvrage, ces deux grandes catégories sont essentialisées et peu problématisées. La plupart des données que Béthemont mobilise, sans les discuter, ont été collectées et publiées par des hydrologues associés au programme de l'Unesco. Le rendu s'inscrit dans une volonté de prise directe avec un objet, sans s'attarder sur les approches ou

¹⁸ *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.*

méthodes qui construisent une telle prise, et avec une intertextualité limitée (Orain, 2003, p. 181). Pour Béthemont (1977, p. 33-77), ce sont d'abord les techniques hydrauliques qui, en extrayant, stockant et déplaçant l'eau, articulent les deux grandes catégories « ressources » et « besoins », et qui offrent des solutions aux risques de dérèglement de leurs relations. Béthemont propose une description encyclopédique, renseignée par des exemples issus de différents pays. Il présente ensuite une nouvelle source de déséquilibre, provoquée par ces mêmes techniques hydrauliques. Ces techniques sont donc d'abord considérées comme des solutions pour ensuite devenir de nouveaux problèmes : elles sont porteuses de risques environnemental, sanitaire et social, qui peuvent être gouvernés, selon l'auteur, grâce à une complexification de la qualification et de la quantification de la ressource et grâce à des compromis. Béthemont promeut une analyse systémique, par bassin versant, à même de susciter des consensus et une planification concertée et efficace, dont la forme varierait selon des types de construction régionale fondés sur différentes filières d'usage de l'eau : hydroagricole, hydroélectrique ou multi-usages comme dans le cas de la *Tennessee Valley Authority*. Le livre est donc caractérisé par une tension entre d'un côté une représentation de l'eau unifiée selon des catégories universelles et de l'autre une description des relations entre hydrographie superficielle, souterraine et organisation spatiale humaine, avec des exemples qui se veulent idéaltypiques et emblématiques et qui conduisent l'auteur à insister sur la diversité et la contingence des principes d'organisation spatiale et de leurs relations à l'eau.

On retrouve également cette tension dans l'ouvrage de Béthemont (1999), publié plus de 20 ans plus tard et qui porte sur les grands fleuves. La problématique qui traverse l'ouvrage, même si elle n'est pas explicitée, est celle de l'absence de déterminisme naturel. Les caractéristiques physiques des fleuves n'expliqueraient pas la manière dont ils sont saisis, territorialisés, utilisés par les sociétés humaines. Pour Béthemont, cela n'empêche pas la recherche d'une forme de classification des relations entre sociétés et grands fleuves. Béthemont caractérise et classe ce qu'il définit comme grand fleuve pour produire des typologies. Il n'explique pas pourquoi il s'intéresse aux grands fleuves, mais il liste les caractéristiques hydrauliques des fleuves qui comptent à ses yeux: leurs débits, la taille de leur bassin versant ou leur longueur. Il circonscrit par ailleurs les questions sociales à la notion de ressource, que les débits sont à même de produire (p. 7-17). Cela permet alors à Béthemont de connecter des grands fleuves à de grands aménagements et à de grandes connexions qu'il caractérise (p. 98-112). Béthemont s'appuie tout au long du texte sur des exemples issus des cinq continents, qui révèlent certes une forme d'érudition déjà présente dans son livre publié en 1977, mais aussi l'importance qu'il accorde à la pédagogie par l'exemple. Il donne à voir à la fois sa quête d'exhaustivité et sa volonté de saisir le caractère singulier des fleuves. L'ouvrage se caractérise, comme celui de 1977, par une très faible intertextualité, comme si ce qui était écrit

relevait d'une simple description, d'une reproduction de faits indiscutables et indiscutés, qui peuvent être directement saisissables et réinscriptibles (Orain, 2003, p. 38). On a affaire, chez Béthemont, à une forme de réalisme qui opère parce qu'il ne se dit pas. Ceci s'applique autant à la définition, à la sélection des caractéristiques des fleuves, aux savoirs géologiques, hydrologiques ou climatologiques sur lesquels ils s'appuie pour en rendre compte qu'aux multiples cas qu'il présente avec un format très court, qui se veut frappant mais qui, en contrepartie, contient aussi des ambiguïtés. Ainsi, Béthemont insiste sur le « caractère aléatoire ou imprécis des critères quantitatifs » (p. 10), tout en mobilisant ces critères sans jamais les discuter. Il donne à voir la variabilité des modules (débits moyens interannuels) du fleuve Sénégal mais sans jamais préciser ce que recouvre leur « caractère aléatoire et imprécis » : un manque d'investissement dans la métrologie ou la modélisation impliquées dans le calcul des débits ? La complexité propre des régimes des cours d'eau concernés et de ce qui les explique ? ... Plus loin, Béthemont reprend des études sur le Sénégal et le Nil qui montrent une baisse tendancielle des débits moyens sur un siècle. Pour les expliquer, il renvoie le lecteur aux travaux de M. Leroux concernant « les hypothèses sur la dynamique du climat ». M. Leroux (1938-2008) est une figure du climato-scepticisme français du tournant des années 2000 connu pour sa critique des modèles numériques et de la communauté des physiciens de l'atmosphère, qu'il juge inaptes à bien comprendre l'évolution du climat et ce qui l'explique. Leroux remet entre autres en question le rôle des concentrations en CO₂ dans le changement du climat. Béthemont n'aborde à aucun moment de front la question climatique dans son ouvrage et les controverses qui l'entourent. Il dévoilera cependant un certain scepticisme quand, dans un recueil d'entretiens réalisés à la fin de sa vie, il dit l'angoisse suscitée par d'un côté la croissance démographique qu'il livre comme un fait indiscutable, et de l'autre le changement climatique qu'il qualifie quant à lui de « réel ou supposé » (Daudel, 2010, p. 130).

Les cas que Béthemont mobilise dans son ouvrage publié en 1999 correspondent à des associations particulières entre sociétés et « grands fleuves », qui entrent en tension avec une visée globalisante, sans que cette tension ne soit vraiment problématisée ou discutée. À titre d'exemple, dans le chapitre 3, Béthemont estime que l'un des problèmes de la gestion de l'eau réside dans l'intervention d'«organismes d'État qui se préoccupent peu de rentabiliser les investissements qu'ils gèrent » (p. 122). Plus loin, dans le chapitre 4, Bethemont estime au contraire que « en dehors des États-Unis, la plupart des aménagements réalisés à l'initiative des organismes étatiques sont gérés en fonction d'objectifs et selon des contraintes imposées par les États qui poursuivent entre autres objectifs la rentabilisation d'investissements toujours considérables » (p. 152). Toujours dans le chapitre 4, Béthemont développe ensuite une sous-section sur les grands fleuves et le défi alimentaire, qu'il introduit avec un discours alarmiste : « le XXI^e siècle s'ouvre sur le problème

angoissant de l'ajustement des ressources alimentaires à la croissance démographique (...) la question alimentaire relève de l'urgence planétaire » (p. 154). Il estime ensuite pourtant aussi que la disponibilité en calories croît plus vite que la population et que le problème n'est pas vraiment celui des quantités produites à l'échelle globale mais plutôt celui des conditions d'accès, qui seraient déterminées par la distance entre production et consommation et par la solvabilité des personnes. Dans l'ouvrage, Béthemont oscille entre des critiques anti-malthusiennes et des alertes qui font de la démographie la principale menace qui pèse sur l'eau. Les positions qu'il avance ne sont jamais vraiment présentées explicitement comme une contribution à des débats ou des controverses. À la fin de sa vie, il réitérera sa visée exhaustive, en estimant qu'il « s'efforce de saisir (...) avec plus ou moins de succès, la totalité des faits et problèmes liés à l'eau... » (Daudel, 2010, p. 102), et en reconnaissant alors aussi qu'il se débat « dans un faisceau de contradictions mais aussi de tensions stimulantes » (Daudel, 2010, p. 136).

On peut situer l'ouvrage de 1999 dans le contexte des critiques dont font l'objet les grandes infrastructures hydrauliques, en particulier hydroagricoles, depuis la fin des années 1980, que ce soit par des chercheurs économistes, géographes ou écologues, des associations de protection de la nature ou l'action publique environnementale, en France et ailleurs. Béthemont a d'ailleurs contribué à ce travail critique dans le contexte méditerranéen. Dans son ouvrage de 1999, il semble plutôt vouloir réhabiliter la légitimité des ouvrages hydrauliques, ou du moins rééquilibrer les critiques dont ils font l'objet en nous livrant aussi leurs vertus. Ainsi, dans le chapitre 2 (p. 53-82), la construction du barrage d'Assouan était pour Béthemont une nécessité absolue pour répondre à la pression démographique : « la rupture avec la tradition passait obligatoirement par la construction d'un barrage dont la capacité devait être telle (162 km³) qu'elle puisse garantir à la fois une meilleure régularité de la ressource, un étalement du calendrier agricole sur toute l'année et la conquête de terres nouvelles » (p. 62). Dans le chapitre 3, Béthemont critique l'analyse du géographe britannique JA Allan¹⁹ pour qui le barrage d'Assouan est un investissement plus ostentatoire qu'utile : l'équivalent d'une pyramide, une manière de commémorer le pouvoir (p.96). Sans vraiment en administrer la preuve, Béthemont met en avant les crues « misérables » du Nil (p. 96), qui, dans les années 1970, ne permettaient plus de culture de décrue, ou encore les dénigrement dont faisait l'objet le barrage de la part des États-Unis pour fragiliser l'URSS (Union des républiques socialistes soviétiques) qui le finançait, en contexte de Guerre froide. Béthemont accorde une place importante aux aménagements des rivières par les « grandes civilisations hydrauliques », qui ont historiquement vu le jour en réponse à des crises sociales ou environnementales (p.94-98). Lorsqu'il liste et classe les « grands impacts » des « grands travaux » (p. 112-129), c'est d'abord pour relativiser ces impacts en

¹⁹ Que nous retrouverons dans le Chapitre 3.

donnant à voir que, si ces travaux modifient le transport des sédiments ; la déforestation et les extractions de matériaux en sont également responsables sur le long terme. Ensuite, Béthemont s'attache plus spécifiquement à décrire les impacts des ouvrages hydrauliques sur la circulation des sédiments, des poissons et sur la qualité chimique de l'eau, les trois dimensions alors inscrites dans la définition de l'état des masses d'eau retenue par la DCE adoptée en 2000. Il présente aussi les situations particulièrement dramatiques de la Volga et des Trois-Gorges. Le modèle de Béthemont est celui de systèmes, les fleuves, qu'il qualifie et qui sont sujets à des situations successives d'équilibres et de déséquilibres, d'actions et de rétroactions, au sein desquelles les ouvrages constituent à la fois une réponse à des désordres, engendrent eux-mêmes des désordres, et sont ensuite, à terme, porteurs de nouveaux ordres, « qui ne sont pas forcément désastreux » (p. 128), dans une sorte de géographie séquentielle.

Pour Béthemont, les grands fleuves sont soumis à une série de menaces : démographiques, aménagements, pollutions et compétition pour l'eau, nourries par ce qu'il appelle « des politiques hédonistes », « commandées, pour l'essentiel, par la demande et les moyens financiers.... [en ne prenant] en compte que les problèmes immédiats sans se soucier du long terme » (p. 236). À cette politique, Béthemont oppose une « politique patrimoniale », inspirée de la logique du développement durable, à même selon lui de concilier équilibres écologiques et un meilleur accès à l'eau (p. 237). Béthemont n'explique pas ces choix, qui n'épuisent pourtant pas les débats sur le devenir de l'eau. Les « politiques hédonistes »²⁰ que nous décrit Béthemont s'appuieraient sur une demande unique et indifférenciée. Tout se passe comme si les logiques à l'œuvre et que Béthemont critique étaient simplement mues par la recherche du plaisir et l'évitement de toute souffrance de la part d'individus hédonistes consuméristes. Béthemont n'interroge pas, entre autres, les logiques industrielles, les filières de gestion des sols, les politiques publiques qui les soutiennent ou les stimulent, qui expliquent les prélèvements ou la pollution de l'eau. Béthemont nous présente des politiques sans politique. Il fustige les discours apocalyptiques de ce qu'il appelle « l'écologisme politique à la mode » (Daudel, 2010: 136) et soutient plutôt la capacité humaine à toujours inventer de nouvelles solutions techniques, à la faveur de crises. D'ailleurs, E. Boserup²¹ est l'une des rares auteures qu'il cite dans son ouvrage (Béthemont, 1999: 56-57). C'est dans le compromis, l'équilibre entre des logiques contradictoires que Béthemont situe ses propositions, propositions qui sont d'ailleurs alors déjà inscrites dans bon nombre de politiques de planification de l'eau en France et

²⁰ Béthemont expliquera son rejet de l'hédonisme par sa foi protestante dans un recueil d'entretiens, réalisé à la fin de sa vie : « admettons que dans mes écrits, la sensibilité réformée se lise dans les conclusions et parfois l'esprit général de tel ou tel ouvrage : (...) la critique des comportements hédonistes s'agissant de l'exploitation des richesses naturelles du globe » (Daudel, 2010 : 143).

²¹ Ester Boserup s'est opposée aux courants néo néo-malthusiens du XX^e siècle, en montrant que la pression démographique serait plutôt source d'innovation et d'accroissement de la production agricole.

ailleurs : une gestion plus économe, des législations nationales et internationales renforcées, etc. (Bethemont, 1999: 235-238).

L'analyse des deux ouvrages révèle l'investissement significatif de Béthemont pour objectiver et mettre en forme par la quantification les relations entre eaux et sociétés dans une logique positiviste. Béthemont investit peu les dimensions sociales et politiques de la gestion de l'eau et il n'interroge pas les données qu'il mobilise. C'est en particulier avec l'influence de travaux anglo-saxons sur l'eau que la géographie humaine française de l'eau va devenir, à partir des années 2000, davantage constructiviste. Ce faisant, elle va aussi davantage s'appuyer sur des travaux de géographes français ou francophones constructivistes qui ont travaillé sur d'autres objets que l'eau.

1.5.2 Les eaux de la *Political ecology*

Les notions de *waterscapes*²² (Karpouzoglou et Vij, 2017), de cycle hydrosocial (Linton et Budds, 2014; Swyngedouw, 2009) ou encore de territoire hydrosocial (Boelens et al., 2016) ont été travaillées par des chercheurs dans le champ de la *Political ecology* pour rendre compte d'une inscription territorialisée de l'eau, avec des dimensions à la fois biophysiques et politiques, qu'elle soit organisée autour des flux d'eau (Fernandez, 2014b), de sédiments (De Micheaux et al., 2018) ou de composants biotiques des milieux aquatiques tels que les poissons (Bouleau G., 2017a).

Ces notions sont essentiellement mobilisées de deux manières, l'une plutôt matérialiste et l'autre davantage constructiviste. Les approches matérialistes et constructivistes ne sont pas antinomiques comme le montrent des travaux qui revendiquent des formes de matérialisme pour lesquelles la matière n'est pas passive ni inerte, mais au contraire active, créative, avec une historicité. Elle s'incarne dans des corps vivants, des flux et des reflux, de la vie psychique, de la volonté ou de l'action distribuée (Bennet, 2010; Wolfe, 2020).

D'abord, dans une perspective matérialiste, les notions de cycle ou de territoires hydrosociaux ou encore de *waterscapes* permettent de décrire les phénomènes d'accumulation de capital et de pouvoir concomitants à la circulation de l'eau (Swyngedouw, 2004; 2006). Elles permettent d'analyser les activités de transformation de la nature par le prisme des changements dans les droits d'accès qu'elles opèrent, souvent médiés par des techniques. En ce sens, elles s'inscrivent dans la continuité de la *Political ecology* telle qu'elle s'est développée depuis les années 1970. Ensuite, les notions de *waterscapes*, de cycles ou de territoires hydrosociaux, sont aussi utilisées dans une logique davantage constructiviste pour remettre en question une représentation de l'eau universelle réduite à sa formule chimique, H₂O, pour donner à voir des eaux au pluriel, consubstantielles à des

²² Que l'on pourrait traduire en français par paysages de l'eau.

situations locales, aux conditions toujours imparfaites de connaissance. Ces notions s'inscrivent alors aussi dans la continuité des travaux des *Political ecologists* qui, dans le courant des années 1980 et 1990, se déplacent vers une critique des ontologies naturalistes. Linton (2010) a montré que l'idée d'une eau uniforme est elle-même le produit d'une histoire occidentale très particulière et que la transformation de l'eau en abstraction a demandé des efforts politiques significatifs. Dit autrement, l'eau H₂O est indissociable du pouvoir qu'il faut pour l'abstraire des eaux, au pluriel, telles qu'elles sont perçues ou expérimentées localement. Bouleau (2013) a montré comment et pourquoi les paysages de l'eau du Rhône et de la Seine se sont construits de manière différenciée. Elle s'appuie sur l'histoire pour mettre en évidence comment des circonstances particulières ont permis de questionner la gestion de l'eau instituée, entraîné une réouverture de la question ontologique de ce qu'est l'eau pour ensuite la traduire dans des recherches ancrées dans différentes disciplines, dont les orientations, les financements et les résultats ont contribué à produire de nouveaux paysages rhodanien et séquanien.

1.5.3 Les territoires, espaces et lieux des géographes constructivistes francophones

La manière dont la *Political ecology* appréhende les *waterscapes*, le cycle ou le territoire hydrosocial, en mettant l'accent sur les inégalités socio-spatiales, les luttes politiques qui sous-tendent la promotion d'échelles ou de périmètres d'action rencontre les travaux de géographes sociaux et culturels francophones qui s'inscrivent dans une posture à la fois constructiviste, systémique et multi-scalaire depuis les années 1970. F. Blot et A. Gonzalez Besteiro (2017) ont bien montré, à partir de l'analyse de deux cas espagnols, la convergence entre ces différentes approches pour saisir ce dont le manque d'eau est le nom.

Espace, lieux, territoire ou territorialité sont autant de concepts que les géographes ont travaillé pour saisir les ou renouveler l'étude des dimensions relationnelles, matérielles ou symboliques de l'appropriation et de la transformation d'environnements biophysiques par les sociétés humaines. Les lieux ou les territoires ne sont pas posés, mais résultent d'un processus d'enquête. La notion de territoire a plutôt été associée à des questions relatives aux relations entre gouvernants et gouvernés, et aux rapports de pouvoir qu'elles impliquent. La notion de lieu, elle, renvoie peut-être davantage à des questions de co-construction entre des individus et leurs environnements, attentives aux relations sensibles à l'espace (Berque, 2014), aux relations entre espaces et processus de subjectivation par le recours en particulier aux récits de vie (Berdoulay et Entrikin, 1998).

G. Di Méo (1998: 107) a ainsi conceptualisé le territoire en tant qu'espace ou milieu représenté, investi, construit, approprié par un ou des groupes sociaux : « le territoire témoigne d'une appropriation à la fois économique, idéologique et politique de l'espace par des groupes qui se

donnent une représentation particulière d'eux-mêmes, de leur histoire, de leur singularité ». Pour C. Raffestin (1980), le territoire est une production d'acteurs, qui, par leur travail, s'approprient des espaces biophysiques. Ce travail correspond à la transformation et à la circulation d'énergie, à la production et à la circulation d'information, grâce à des médiateurs matériels et immatériels que sont en particulier les produits scientifiques et techniques (Raffestin, 1997). Le territoire est alors le produit toujours contingent de logiques concurrentes et conflictuelles. Il est aussi toujours transitoire, pris dans des processus de territorialisation qui le modèlent, de processus de déterritorialisation, c'est-à-dire de dé-contextualisation qui l'effacent en partie, et de processus de reterritorialisation des interactions entre actions humaines et milieux qui le recomposent. Repérer des territoires et les processus qui les façonnent ou les reconfigurent revient alors à identifier les mécanismes de légitimation et d'inscription d'une action dans l'espace. Une particularité des thèses de C. Raffestin (2012), c'est aussi, qu'à la différence d'auteurs qui s'inscrivent dans la géographie « plus qu'humaine » par exemple, elles circonscrivent l'environnement, le biotope et la biocénose, à ce qui est perçu, domestiqué ou encodé par les êtres humains. Son modèle n'envisage pas que ce même environnement fasse irruption et soit capable d'imposer un script à l'action humaine ou à sa territorialité, ou encore qu'il reste ignoré par les sociétés tout en ayant sa propre dynamique matérielle.

C. Raffestin (2012: 129) a par ailleurs récemment estimé que la territorialité telle qu'il l'a définie, c'est-à-dire « l'ensemble des relations que les humains entretiennent avec l'extériorité et l'altérité, à l'aide de médiateurs, pour la satisfaction de leurs besoins, dans le but d'atteindre le plus l'autonomie possible » est un modèle qui dans la société actuelle ne rend pas ou plus compte de la majorité des situations étant donné le pouvoir déterritorialisant de l'argent, l'abstraction et l'assujettissement qu'il génère sur le plus grand nombre. C'est face à ce type de pouvoir que les mouvements d'opposition aux « grands projets inutiles et imposés » s'organisent pour produire de nouvelles territorialités, relocaliser les systèmes productifs, réintroduire des incommensurables, en critiquant ce qui est fait au nom de l'illusion de défense de l'universel dont se pare « l'intérêt général » (Bénois et al., 2020).

Des géographes cherchent aussi à pluraliser la notion de territoire, et donc à complexifier la relation des sociétés à l'espace voire à la relativiser, mais sans pour autant l'abandonner complètement. Ainsi, les configurations spatiales appropriées par des groupes sociaux peuvent être discontinues, archipélagiques, réticulaires (Di Méo, 1998) ou encore multi-situées (Cortes et Pesche, 2013; Giraut, 2013; Trottier, 2015).

À partir de ces travaux, je mobilise les notions de territoires hydrosociaux et de cycles hydrosociaux (au pluriel). L'intérêt de ces concepts réside en effet justement dans leur capacité à rendre compte du caractère situé, et donc multiple de ces cycles ou territoires, et d'analyser pourquoi à un moment donné, un cycle ou un territoire hydrosocial va dominer ou d'identifier la coexistence entre plusieurs d'entre eux, ou encore de rendre compte de luttes de légitimation qui portent sur des cycles ou territoires hydrosociaux concurrents.

La notion de territoire hydrosocial me paraît plus féconde que celle de cycle hydrosocial parce qu'elle permet de mieux rendre compte de l'histoire récente et de l'état actuel des relations entre gestion de l'eau et gestion des espaces (Narcy, 2004), pour pouvoir en faire une analyse critique. La société n'est pas organisée selon des catégories hydrologiques. Se focaliser sur le cycle peut empêcher de rendre visible les phénomènes de cadrage dont ce cycle fait l'objet, en particulier par les filières de gestion des espaces. Il est vrai que l'eau est un fluide qui circule, et qu'avec lui, c'est du pouvoir et de l'argent qui circulent aussi. Pour autant, eaux et pouvoirs ne se déplacent pas seulement selon un cycle à la manière de celui qui a été conceptualisé par la science hydrologique. Il y a bel et bien aussi des phénomènes d'accumulation, d'agglomération ou de sédimentation et une production historique de certaines irréversibilités dont l'idée de cycle rend mal compte. La notion de cycle a été administrativement transcodée dans des catégories administratives, telles que celles de grand et de petit cycle de l'eau en France. Une telle distinction n'a pourtant rien de naturel. Elle est au contraire le produit de constructions politiques, techniques et gestionnaires qui ont aussi organisé des flux d'eau et de polluants.

1.6 Les matérialités multiples des infrastructures hydrauliques

1.6.1 Infrastructures, savoirs et pouvoirs

Les infrastructures sont de la matière qui permet la mise en mouvement d'autres matières. L'accès à l'eau est, le plus souvent, médié par des infrastructures qui s'appuient sur des savoirs, des techniques ou des technologies hydrauliques, chimiques ou biologiques pour le stockage, le transport ou le traitement de l'eau. Ces infrastructures organisent non seulement la circulation de l'eau mais aussi la production et la circulation d'énergie (électricité, biomasse), l'organisation spatiale des villes, de l'agriculture, des flux financiers. Ce faisant, elles participent de la construction d'ordres sociaux et politiques (Germaine et al., 2019).

Prenons le cas du dessalement de l'eau de mer. Il s'agit d'une technologie qui permet aux usagers de l'aval un accès à l'eau sans avoir à négocier avec ceux de l'amont ou avec des usagers d'autres territoires hydrologiquement distincts via des transferts d'eau interbassins. La promesse du

dessalement, c'est de faire l'économie de négociations complexes ou de conflits que peuvent susciter les projets de barrages réservoirs ou de transferts d'eau d'envergure. Les barrages-réservoirs ou les transferts d'eau d'un bassin versant à un autre par des canalisations rebattent les cartes du partage de l'eau, modifient des droits et des arrangements institutionnels et financiers multiples inscrits dans divers territoires, génèrent des dégâts écologiques. Ils ont fait l'objet de luttes depuis plusieurs décennies dans de nombreux pays. La mer, elle, n'a pas encore de porte-parole qui pèse dans les débats.

Le dessalement dissocie l'eau douce de son environnement terrestre, permet d'obtenir une production d'eau qui s'affranchit des nuages et de la pluie. Il reproduit en quelque sorte un cycle de l'eau à petite échelle, inversé, et surtout complètement maîtrisé. Pour autant, la trajectoire politique de cette technologie (van Lente et Rip, 1998) montre qu'elle est indissociable de la capacité à produire de l'électricité à des coûts ou selon des technologies jugés politiquement et socialement acceptables : c'est l'énergie qui territorialise l'eau dessalée et produit de nouveaux territoires hydro-sociaux. Les technologies de dissociation du sel de l'eau²³ ont une consommation d'énergie qui est aujourd'hui plus de dix fois supérieure en moyenne à celle des autres techniques d'approvisionnement et de traitement de l'eau brute pour la production d'eau potable.

En Californie, la trajectoire du dessalement montre qu'il n'a pas permis d'éviter la conflictualité de la gestion de l'eau, conflictualité qu'il a plutôt déplacée depuis la grande hydraulique vers d'autres infrastructures : les centrales nucléaires (Low, 2020). Les technologies de dessalement des années 1950-1970 n'ont pas réussi à s'inscrire dans l'espace national étasunien. Elles ont ensuite fait l'objet d'une déterritorialisation via les arènes de la coopération internationale, et d'une reterritorialisation au Moyen-Orient, où elles ont incarné la politique étasunienne pendant la Guerre froide dans la région : *"We must step up our program to convert cheap fresh water from salt water. There is no scientific breakthrough, including the trip to the moon that will mean more to the country which first is able to bring fresh water from salt water at a competitive rate. And all those people who live in deserts around the oceans of the world will look to the nation which first makes this significant breakthrough, and I'd like to have it the United States of America"* (John F. Kennedy, 18 août 1962²⁴). L'enjeu du programme *"Atoms for peace"* étasunien était de devancer l'URSS pour le contrôle du développement du nucléaire, en particulier au Moyen Orient. Pour ce faire, ce programme s'appuya

²³ Distillation thermique, osmose inverse.

²⁴ Discours lors de la cérémonie d'inauguration du barrage-réservoir de Saint-Louis, à Los Banos en Californie, le 18 août 1962 : « Nous devons intensifier notre programme de conversion à bas coût de l'eau salée en eau douce. Il n'y a pas de percée scientifique, y compris le voyage sur la lune, qui aura plus d'importance pour le pays qui sera le premier à pouvoir produire de l'eau douce à partir de l'eau salée à un prix compétitif. Et tous ceux qui vivent dans les déserts autour des océans du monde se tourneront vers la nation qui sera la première à réaliser cette percée significative, et j'aimerais que ce soient les États-Unis d'Amérique ».

à la fois sur l'imaginaire de l'endiguement d'une technologie qui permettait de transformer la menace en ressource (Jasanoff et Kim, 2009) et sur des pratiques qui, au contraire, rendaient la fabrique de nouveaux marchés et l'armement consubstantiels. Si le dessalement s'est développé en Israël grâce à l'énergie nucléaire, il est surtout devenu massif dans les pays pétroliers du Golfe à partir des années 1960, là où l'énergie a abondé, à faible coût. Depuis la fin de la Deuxième Guerre mondiale, le pétrole a fait l'objet d'enjeux économiques internationaux majeurs et il a organisé les relations politiques entre les grands pays occidentaux et les pays du Moyen Orient (Mitchell, 2011). Dans ces derniers, il est devenu à la fois ce qui finance et ce qui permet matériellement la production d'eau dessalée.

De nombreux travaux sur les relations entre savoirs, pouvoirs et infrastructures se sont focalisés sur de grands aménagements en milieu rural, portés par des technocraties étatiques et sur la capacité des savoirs ou des innovations à désocialiser l'eau, c'est-à-dire à rendre invisible tout autre rapport à l'eau (Linton et Budds, 2014; Obertreis et al., 2016). Ces travaux ont essentiellement concerné le XX^e siècle et encore plus particulièrement la période comprise entre les années 1950 et les années 1990, c'est-à-dire la période au cours de laquelle les cours d'eau ont fait l'objet, à l'échelle mondiale, des transformations les plus massives et accélérées. C'est à cette période que les barrages-réservoirs les plus grands²⁵ ont été construits pour la production électrique ou l'irrigation dans de nombreux pays du monde (D'Souza, 2003; Molle et al., 2009; Pritchard, 2012), en s'appuyant sur diverses formes d'ingénierie technocratique. Dans certaines situations, telles que l'Ouest étasunien (Worster D., 1992), l'Espagne (Otero et al., 2011; Swyngedouw, 2015) ou encore la Grèce (Kaika, 2003), ces infrastructures sont associées à un cadrage particulièrement résilient du manque d'eau.

Après les années 1990, la question des ouvrages hydrauliques s'inscrit plutôt dans l'étude du mouvement contemporain de transformation néolibérale des modes d'exercice du pouvoir politique. C'est là que l'on retrouve le dessalement, analysé entre autres par Swyngedouw (2013), qui voit dans son développement en Espagne depuis les années 2000 un moyen de répondre à la critique sociale et environnementale portée aux grands transferts d'eau interbassins sans avoir à rediscuter les rentes historiques liées à l'eau, ni les nouveaux usages projetés. Ce faisant, pour Swyngedouw, ces usines deviennent hégémoniques et les nouveaux problèmes écologiques et financiers qu'elles posent tendent à être invisibilisés. Des géographes espagnols (Del Moral et al., 2017) ont récemment

²⁵ Selon la Commission internationale des grands barrages (ICOLD), 95% des investissements dans les grands barrages ont eu lieu après 1950. Dans les années 1960, on inaugure en moyenne au moins un grand barrage chaque jour dans le monde et le pic est atteint en 1968. À partir des années 1980, la construction se poursuit essentiellement dans les pays émergents tels que la Chine, le Brésil ou l'Inde. Pour l'ICOLD, un « grand barrage » est un barrage d'une hauteur supérieure à 15 mètres des fondations les plus basses à la crête, ou un barrage dont la hauteur est comprise entre 5 et 15 mètres et qui retient plus de 3 millions de mètres cubes d'eau.

critiqué cette analyse: cette technique ne serait ni consensuelle, ni centrale dans la politique de l'eau espagnole. Elle relèverait davantage d'une logique de substitution que d'accroissement substantiel des consommations d'eau, accroissement dont les ressorts sont encore largement à chercher, pour Del Moral et ses collègues, du côté de la promotion de techniques et d'infrastructures plus classiques que l'État espagnol a longtemps soutenues.

La construction de grands ouvrages hydrauliques ne s'est en effet pas vraiment arrêtée après les années 1990 dans de nombreux pays, qu'ils soient développés, émergents ou sous régime d'aide. Ces ouvrages font actuellement l'objet d'un regain d'intérêt dans la littérature en sciences humaines et sociales sur l'eau. À titre d'exemple, les cas développés dans un numéro spécial récent de la revue *Water*, coordonné par Boelens et ses collègues (2019), sont des projets de grandes infrastructures hydrauliques dans divers pays (Canada, Népal, Équateur, Congo, Cambodge, Bolivie, Inde, Espagne...). Ils révèlent des conflictualités qui s'appuient sur la production de savoirs. Dans certaines situations, ces savoirs sont mobilisés pour trancher de manière plutôt brutale et sont associés à une fabrique stratégique d'ignorance sur les multiples impacts négatifs des ouvrages. C'est le cas d'un barrage-réservoir associé à un transfert d'eau interbassins et dédié à des usages domestiques, agricoles et hydroélectriques dans la vallée de Cochabamba (Bolivie). Le projet, conçu dès les années 1970 et finalisé à la fin des années 2000, prévoyait un système de compensation au profit des communautés locales situées sur les territoires de montagne, dans le bassin de Misicuni, d'où l'eau serait transférée vers le réservoir, pour respecter les procédures promues par la Commission mondiale des barrages dans les années 1990. De très fortes asymétries de pouvoir caractérisent la situation, entre, d'un côté, les promoteurs du projet, c'est-à-dire l'État bolivien, les centres urbains et les agriculteurs de la vallée de Cochamba et, de l'autre, les communautés rurales de Misicuni. Ces asymétries expliquent, pour les auteurs, une sous-estimation experte des impacts que ces communautés pourraient subir : les compensations se révèlent très faibles si on les compare à l'importance de l'eau dans leurs moyens d'existence. Ces compensations se limitent à proportionner un accès à des services de base (routes, ...) dont ces communautés auraient déjà dû bénéficier de la part de l'État depuis longtemps (Hoogendam et Boelens, 2019). Dans d'autres cas, tel que celui de la région de Malaga au sud de l'Espagne (Duarte Abadía et al., 2019), les savoirs produits nourrissent plutôt des processus itératifs de débats et de négociations avec des organisations non gouvernementales (ONG) qui reconfigurent le projet voire conduisent à l'abandonner.

1.6.2 Infrastructures et conflits

Par conflits, nous entendons des antagonismes entre des usagers de l'espace et de ses ressources, entre politiques publiques concurrentes, ou encore des protestations de populations qui s'estiment

être les perdants de choix publics ou collectifs. Ces conflits se jouent et s'expriment à différentes échelles et ils peuvent impliquer différentes formes de violence.

La littérature dans le champ de la géographie humaine sur la conflictualité des ouvrages hydrauliques s'appuie souvent sur des territoires particuliers pour analyser les formes et les effets de contestations sociales, pour rendre compte de la trajectoire politique de projets jusqu'à leur réalisation ou leur abandon, ou encore analyser leurs effets sur les territoires et les systèmes agraires. Les cas servent d'appui à une analyse plus large des discours et des pratiques des États et de leurs technocraties dans le champ de l'hydraulique que ce soit à l'échelle nationale ou dans les arènes de la coopération internationale (Raison et Magrin, 2009). Dans les années 1980, G. Sautter (1978; 1987) donnait à voir la diversité des techniques ainsi que l'intrication profonde entre gestion des sols et des eaux au sein des sociétés paysannes, en s'appuyant aussi bien sur le cas des Cévennes, de la Toscane, des Vosges, que du plateau Bamiléké au Cameroun, de l'île de Luçon au Philippines, du village Matmata dans le sud tunisien ou encore des hautes terres malgaches. En montrant en quoi la maîtrise des eaux et des sols par ces sociétés diffère des politiques hydroagricoles déployées à partir des années 1960 dans les pays sous régime d'aide, il contribua à expliquer l'échec de ces dernières. Dans les sociétés agraires, les aménagements sont certes consubstantiels, mais toujours « incomplets » et le produit d'adaptations contingentes. C'est ce qui leur confère leur efficacité ou encore leur résilience alors que c'est ce qui a été le plus souvent évacué par les logiques prométhéennes de la modernisation agricole dans les pays sous régime d'aide.

Certains de ces travaux mettent en évidence la forte résilience des logiques de gestion fondées sur l'augmentation de l'offre en eau grâce à des techniques hydrauliques, qui arrivent à se maintenir et à se renouveler malgré les critiques et les conflits, au nom de leur capacité à effacer les incertitudes et à être bénéfique pour tout une série d'enjeux économiques, industriels ou urbains. D'autres rendent plutôt compte d'inflexions incarnées par le déploiement de politiques de démantèlement d'ouvrages, qui suscitent, à leur tour, de nouveaux conflits (Germaine et Barraud, 2013). Ces travaux discutent le plus souvent de dispositifs qui, pour reprendre les catégories foucaaldiennes, s'inscrivent dans une logique souveraine ou disciplinaire. Ils relèvent du droit, que ce soit pour y recourir, le modifier ou encore gérer des illégalismes²⁶, ou de la raison d'État. Ils peuvent aussi renvoyer à l'introduction d'une rationalité économique fondée sur l'utilité ou des bilans coûts/avantages (Espeland, 1998).

²⁶ Pour Foucault, la régulation des illégalismes est consubstantielle du fonctionnement du pouvoir qui, pour se perpétuer, doit nécessairement ménager des espaces où la loi peut être ignorée ou violée. Exercer du pouvoir ne se limite pas à la capacité de réprimer mais relève aussi d'une faculté à différencier les condamnations selon les groupes sociaux qu'elle concerne.

Dans le champ des recherches sur la gestion quantitative de l'eau, peu de travaux cependant s'intéressent à la manière dont l'action publique inscrit dans ses propres dispositifs à la fois les alertes qu'elle peut produire et des formes de gouvernement de la critique et des conflits, et où la question des ouvrages hydrauliques reste à la fois centrale, tout en étant incorporée à d'autres instruments. C'est ce que nous avons exploré (Fernandez, 2014a; Fernandez et Debril, 2016; Fernandez et al., 2014; Gaudin et Fernandez, 2018) et explorons aussi dans ce volume (Chapitre 3 et Chapitre 4), avec le cas des débits d'objectif d'étiage (DOE), un indicateur développé par l'Agence de l'eau Adour-Garonne et celui des indicateurs du manque d'eau développés à l'échelle mondiale. Ce type d'instrument s'inscrit dans un régime de véridiction particulier : il met en forme des grands nombres, qui ont été produits à partir d'un travail qui relève à la fois de la métrologie, de la modélisation et de conventions sociales et politiques, c'est-à-dire qui associe des pratiques comptables, statistiques et des opérations de jugement relatives à ce qui doit être compté, mesuré, agrégé ou au contraire écarté. Ce type de régime de véridiction est à associer à la promesse des indicateurs : « être capable d'avoir du sens à la fois dans les mondes scientifiques et politiques, de rester stables tout en ayant la capacité de mettre en cohérence des cours d'action nombreux et hétérogènes et d'opérer une réduction acceptable d'une réalité complexe » (Barbier, Daniel et al., 2020: 270-271). Ce faisant, ces indicateurs rendent certaines propositions recevables, telles que la construction d'ouvrages de stockage dans le sud-ouest de la France au nom du soutien d'étiage, ou encore une fluidification du marché mondial au nom d'une plus grande efficacité globale de la répartition de l'eau. Ils peuvent même arriver à essentialiser certaines conventions ou pratiques pourtant très situées. C'est le cas par exemple, dans le sud-ouest de la France pour le calcul des DOE, de la référence à l'hydrologie naturelle des cours d'eau, des prélèvements agricoles, de l'effet des barrages hydroélectriques sur le régime des cours d'eau, ou de certaines pollutions industrielles. Enfin, ces indicateurs peuvent aussi durablement exclure certaines représentations, comme par exemple celles de territoires dont le rapport à l'eau ne se fonderait pas sur les débits dans le sud-ouest de la France, ou encore l'agriculture vivrière à l'échelle mondiale.

1.7 De l'usage des périodisations dans une recherche « non-historienne »

L'analyse du travail de catégorisation de la nature, en s'appuyant sur la *Political ecology* et les *Science studies* revient à mobiliser des cas, c'est-à-dire des territoires hydro-sociaux, dont on analyse la situation actuelle et l'histoire, avec une approche idiographique. Une telle approche suppose, en creux, l'impossibilité de l'approche systémique, en considérant vaine la volonté de décrire *a priori* toute la complexité des situations. La théorie émerge des cas et l'analyse vise à se donner la possibilité de se désolidariser de certaines trajectoires et de certaines pratiques, d'ouvrir sur des alternatives. Dit autrement, il s'agit de se demander si la résistible ascension de certains hybrides

(Latour, 1991), c'est-à-dire d'objets qui mêlent nature, culture et politique d'une manière particulière, est souhaitable et si on ne pourrait pas faire autrement.

L'étude des trajectoires passées revient à mener un travail historique, sans pour autant être historien. Dans cette étude, la périodisation peut aider à « substituer à la continuité insaisissable du temps une structure signifiante » (Prost, 1996).

Les périodisations que nous avons réalisées nous ont aidé à rendre compte de la trajectoire historique des indicateurs de débit des rivières du sud-ouest de la France (Fernandez, 2014b; Fernandez et Trottier, 2012; Fernandez et Debril, 2016), ou encore des transformations de la gestion de l'estuaire du Guadalquivir en Espagne (Fernandez et Beltran Muñoz, 2015).

Selon l'objectif poursuivi et la perspective temporelle retenue, la périodisation diffère, même lorsqu'elle porte sur un même objet, tel que la gestion des débits des cours d'eau du sud-ouest. Sur ces territoires, nous avons dégagé deux grandes temporalités : (i) sur plus de deux siècles (Fin XVIII^e – début XXI^e siècles) et (ii) sur plus de 50 ans (entre la fin de la Deuxième Guerre mondiale et les années 2010). Le travail de périodisation de la première temporalité a été remobilisé dans le Chapitre 2. Le travail de périodisation de la deuxième temporalité a quant à lui permis de rendre compte des modalités d'inscription du manque d'eau dans une infrastructure sociotechnique axée sur la gestion des flux et des stocks d'eau et se fixant pour but de respecter des objectifs de débit sur tous les cours d'eau d'Adour-Garonne. L'enjeu était d'identifier les modalités de qualification du problème de l'eau et la manière dont ces modalités ont été circonscrites, sélectionnées, remaniées, inscrites dans des modalités de gestion qui agissent en retour sur les modalités de qualification de l'eau. Je suis partie des premiers indicateurs de débit pour en comprendre le contexte de production. C'est ce qui m'a donné la première période, entre le milieu des années 1940 et des années 1970, au sein de laquelle les débits des rivières étaient encore invisibles, c'est-à-dire qu'ils n'étaient pas gouvernés en tant que tels, tout en étant aussi la variable autour de laquelle s'articula le déploiement de logiques sectorielles portées par les ministères de l'Agriculture, de l'Industrie et, dans une moindre mesure, du Commerce. Cette première période démarre après la fin de la Deuxième Guerre mondiale. Cela ne signifie pas qu'il n'y ait pas de traces d'une histoire plus longue inscrite dans les DOE : c'est ce que le travail sur la première temporalité a permis de mettre en évidence. C'est en effet bien l'analyse sur le temps long qui permet d'expliquer le choix des DOE définis sur la Neste à l'aval de la prise d'eau du canal ou à l'amont de Toulouse à Portet-sur-Garonne, et les logiques à l'œuvre lors de la construction des premiers ouvrages hydrauliques qui se retrouveront massivement réinvestis après 1945 par des politiques sectorielles nationales. Pour autant, analyser la période qui démarre après la Deuxième Guerre mondiale permet de travailler plus

précisément un moment de l'histoire récente caractérisé par l'investissement le plus significatif dans la métrologie et la modélisation des flux d'eau.

À l'issue de la Deuxième Guerre mondiale, en France, les arbitrages pour le partage de l'eau se firent en faveur de l'irrigation et de la production d'électricité à grande échelle. L'État français s'appuya alors largement sur le modèle de la concession²⁷, qui permit de mettre l'espace entre parenthèse pour chercher à le remodeler ensuite, en limitant par exemple les contraintes posées par le droit de riveraineté sur les cours d'eau. L'État promut la constitution de sociétés parapubliques concessionnaires pour gérer des réservoirs et utiliser l'eau stockée, via des réseaux hydrauliques ou électriques. L'entre-deux guerres marqua un changement profond du système électrique, avec la mise en place de systèmes d'interconnexions nationales puis internationales : l'électricité produite n'était plus largement utilisée sur place. Depuis les débuts du développement de la houille blanche à la fin du XIX^e siècle, les collectivités territoriales étaient maintenues à l'écart des modèles de gestion promus. Après 1945, la production d'énergie devint l'un des secteurs prioritaires des politiques de reconstruction nationale. Son développement bénéficia largement des fonds du Plan Marshall jusqu'au début des années 1950. Avec la création d'Électricité de France (EDF) en 1946, l'État nationalisa et centralisa la production et la distribution d'électricité. Les Pyrénées, après les Alpes et avant le Massif Central, constituèrent alors des lieux privilégiés pour la production hydroélectrique grâce aux hauteurs de chute que ces massifs offraient. Cette production dépendait aussi de la capacité à constituer des réserves pour les centrales de lacs ou d'éclusées, aménagements qu'EDF ne pouvait pas imposer ou s'approprier de manière unilatérale. Or, dans les Pyrénées, plusieurs ouvrages de stockage avaient été construits à la suite de la mise en eau du canal de la Neste dans les années 1860 pour alimenter les eaux de la Neste²⁸, et ils appartenaient tous au ministère de l'Agriculture. Celui-ci envisageait un vaste programme de développement de l'irrigation dans toute la partie sud du pays, fondé, lui aussi, sur un modèle concessionnaire pour la construction et la gestion d'ouvrages hydrauliques à des fins d'irrigation. Dès ses origines cependant, ce programme hydroagricole, jugé moins prioritaire que le programme hydroélectrique, ne bénéficia pas des mêmes moyens financiers. Il se pensa aussi plutôt comme un programme à vocation régionale piloté par l'État central, avec la création de plusieurs sociétés d'économie mixte, les « Sociétés d'aménagement régional » (SAR), en 1951²⁹. Ce programme s'inscrivit plus largement dans une

²⁷ Par la concession, les États accordent à un usage particulier (irrigation, électricité) un droit d'utilisation et de modification (barrages, canaux) des cours d'eau pendant une durée déterminée, les travaux réalisés par le concessionnaire revenant à l'État en fin de concession.

²⁸ Il s'agit des barrages d'Orédon, construit en 1883, de Cap de Long, construit en 1908, d'Aumar, construit en 1901, d'Aubert, construit en 1932 et de Caillaouas en 1940, dans les Hautes-Pyrénées. Ils totalisent alors un volume de stockage de 26,6 millions de m³.

²⁹ Loi sur les grands aménagements régionaux (GAR) de 1951.

logique d'industrialisation de l'agriculture, avec de multiples aspects techniques, organisationnels et économiques : l'eau n'était que l'un d'entre eux. Dans le sud-ouest, l'État créa ainsi en 1959 la Compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne (CACG), dont la concession concerne pour l'essentiel le département du Gers. La CACG vint remplacer une institution interdépartementale³⁰ établie en 1947 pour augmenter la capacité du canal de la Neste, construire de nouveaux réservoirs et développer l'irrigation. Le ministère du Commerce, enfin, cherchait, dans le sud-ouest, essentiellement à sécuriser ses droits historiques de prélèvement dans la Garonne pour le canal latéral et le canal du Midi.

Comment les populations et les élus locaux réagirent-ils à ces vastes programmes ? Le programme du ministère de l'Agriculture que la CACG mettait en œuvre limitait le rôle des conseils généraux, qui avaient pourtant été des acteurs centraux de la promotion de l'hydraulique agricole dans la première moitié du XX^e siècle dans le bassin de la Garonne (Fernandez, 2009). La capacité d'action de l'institution interdépartementale était cependant restée limitée par des intérêts divergents en son sein et par son incapacité à emprunter par elle-même. Le ministère de l'Agriculture obtint l'adhésion du département du Gers parce qu'il s'agissait d'un territoire très rural et qui allait largement bénéficier des aménagements projetés. Le programme suscita en revanche d'abord des oppositions de la part du département de la Haute-Garonne, d'ayants droits sur la Neste, la Garonne ou sur le canal Saint-Martory, exprimées dans des enquêtes publiques préalables aux projets d'augmentation de la capacité du canal et de nouvelles dérivations d'eau de la Garonne. Le ministère réussit à contenir ces oppositions par la promesse de ne pas léser les ayants-droits et de développer aussi l'irrigation dans la vallée de la Garonne. Cette promesse était alors crédible parce que le ministère de l'Agriculture était propriétaire d'ouvrages de haute montagne qui intéressaient EDF et parce que son programme permettrait, en quelque sorte, de récupérer une partie de la rente hydroélectrique sur laquelle les pouvoirs locaux n'avaient aucune prise. Alors qu'aux États-Unis, les modalités d'intervention de l'État, avec le *Bureau of Reclamation* dans l'Ouest ou la *Tennessee Valley Authority* dans l'Est, permirent un financement direct du développement de l'irrigation par l'hydroélectricité, dans le sud-ouest de la France, l'hydroélectricité contribua bien, aussi, au développement de l'irrigation mais de manière plus indirecte. Par ailleurs, si l'État, via la Caisse des Dépôts et des Consignations ou sa filiale, la Société centrale pour l'Équipement du Territoire, était majoritaire dans le capital de la CACG, les conseils départementaux et dans une moindre mesure les chambres d'agriculture y participaient aussi.

³⁰ Associant les départements du Gers, des Hautes-Pyrénées, de la Haute-Garonne, du Tarn-et-Garonne et du Lot-et-Garonne.

Le partage des débits de la Garonne et de la Neste fut au cœur d'après négociations entre les trois ministères qui aboutirent en 1956 à un accord fondé à la fois sur des infrastructures existantes et sur de vastes infrastructures programmées, accord qui fut traduit dans plusieurs décrets. Ainsi, en échange d'une cession de ses ouvrages de haute montagne et de son accord pour que le ministère de l'Industrie en construise d'autres pour la production hydroélectrique, le ministère de l'Agriculture obtint l'autorisation de dériver des volumes significatifs d'eau de la Neste et de la Garonne et d'utiliser gratuitement une partie de l'eau stockée par les ouvrages qu'il allait céder. Les années 1950 et 1960 furent donc marquées par un partage entre les filières hydroélectriques et agricoles des débits de la Neste et de la Garonne : les débits de montagne pour la première, qui les stockait dans de nombreux barrages-réservoirs et les turbinait, et les débits des piémonts et des vallées pour la seconde, qui les stockait pour les transporter ensuite via des réseaux de rivières « réalimentées » ou de canaux jusqu'à des terres agricoles qu'il s'agissait d'irriguer. Les débits ne constituaient pas, alors, un objet de gestion des cours d'eau, mais plutôt un objet de gestion hydroagricole et hydroélectrique des territoires. Pendant cette période, c'étaient essentiellement les services déconcentrés du ministère de l'Agriculture, de l'Industrie et de l'Équipement, EDF et la CACG, qui mesuraient les hauteurs d'eau pour en déduire des débits dans le but d'estimer la capacité de remplissage des réservoirs et de dimensionner leurs déversoirs de crue. Les sécheresses hydrologiques importantes de la deuxième moitié des années 1940 (Sanson et Pardé, 1950) soutinrent aussi des politiques de stockage et de transferts d'eau en faveur du développement de l'hydroélectricité et de l'irrigation.

Dans les trois périodes suivantes jusqu'à la période actuelle, c'est l'Agence de l'eau qui, en déplaçant la focale sur les débits à laisser dans les cours d'eau, produisit des indicateurs qui modifièrent la représentation des cours d'eau et servirent aussi à l'Agence de support de négociation avec les usagers de l'eau qui s'étaient organisés dans la première période. Il s'agit des « Débits objectifs de qualité » (DODQ) dans les années 1970, transformés en « Débits minimum admissibles » (DMA) dans les années 1980 et qui deviendront les « Débits objectif d'étiage » (DOE) dans les années 1990, rebaptisés dans les années 2000 « Débits d'objectif d'étiage » (DOE). Nous avons déjà, avec T. Debril, analysé ces trois périodes dans une publication récente (Fernandez et Debril, 2016). Je propose ici plutôt une analyse complémentaire. Ces trois indicateurs de débit correspondent à trois formes d'étiages différents, ou encore à trois états de nature, que désirent l'Agence de l'eau et le Comité de bassin. Ces étiages désirés révèlent à la fois des projets politiques concurrents et des compromis (Figure 2).

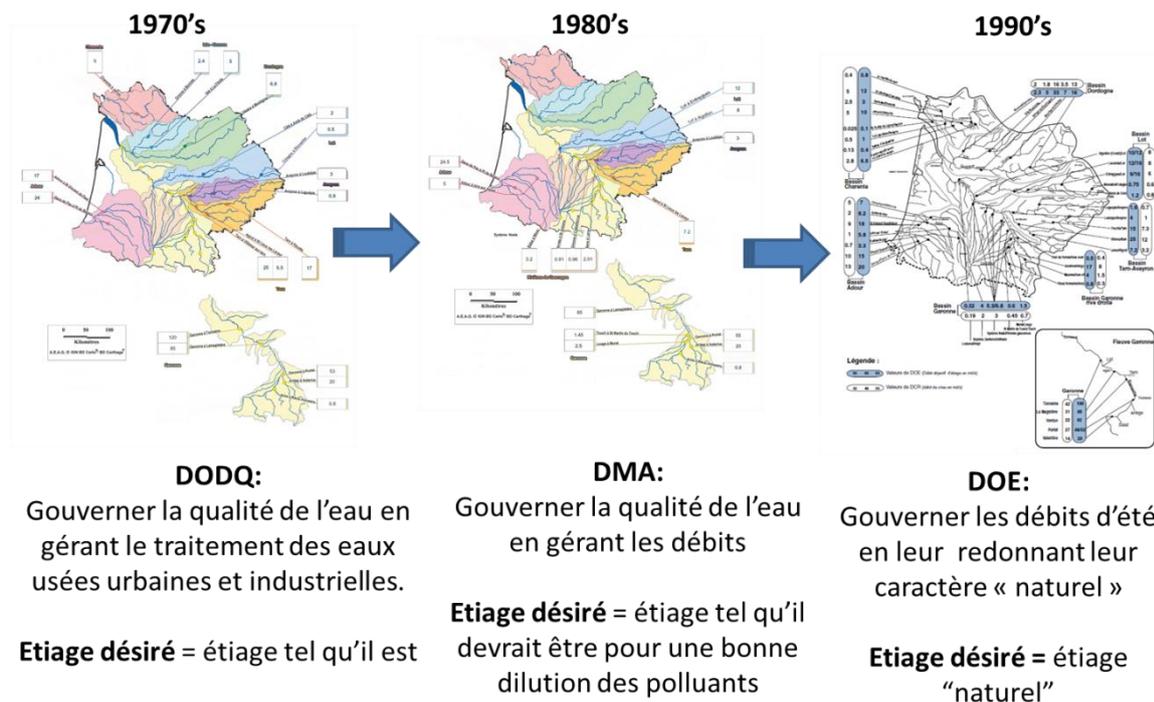


Figure 2 : Schéma représentant la trajectoire des indicateurs de débit en Adour-Garonne (Source : Auteur)

Les DODQ incarnent un étiage tel qu'il pouvait se donner à voir avec les données disponibles, c'est-à-dire un objet, le niveau et la vitesse de l'eau dans les rivières, sur lequel l'Agence n'intervenait pas et qui lui permettait plutôt de gouverner le traitement des eaux usées urbaines et industrielles. Les DODQ définirent la capacité minimale de dilution des polluants, sur laquelle l'Agence s'appuyait pour dimensionner sa politique de financement de systèmes de traitement des rejets au nom de la salubrité. La sécheresse de 1976 n'ébranla pas cette gestion. C'est plutôt à partir du début des années 1980 que l'Agence commença à politiser le risque du manque d'eau, risque qu'elle liait à la fois à des projets politiques, ceux du ministère de l'Agriculture et ceux d'EDF³¹ et, ensuite, aux sécheresses des années 1986, 1989 et 1990. Avec le programme de développement de l'irrigation du ministère de l'Agriculture initié dans les années 1950, la CACG avait alors déjà construit plusieurs retenues de piémont à l'aval du canal de la Neste et de retenues alimentées par des prélèvements en Garonne. Ces retenues représentaient de l'ordre de 10 millions de m³. Au début des années 1980, avec le projet de barrage-réservoir de Charlès, d'une capacité de plus de 100 millions de m³, le ministère envisageait donc un changement d'ordre de grandeur significatif de la capacité de stockage dans le but d'accompagner le développement de la maïsiculture et de multiplier par deux la surface agricole irriguée à partir de la Garonne. Les DMA reposèrent sur une même qualification de l'eau que les DODQ fondée sur des concentrations en polluants. À la différence des DODQ cependant, les DMA incarnaient la volonté de l'Agence d'agir sur les débits pour contrôler ces concentrations. L'état de

³¹ Avec le développement de centrales nucléaires sur la Garonne et l'estuaire de la Gironde.

référence que construisit l'Agence pour justifier et organiser son action n'était plus l'écoulement à l'étiage tel qu'il était, mais tel qu'il devait être pour permettre une dilution des polluants que l'Agence jugeait acceptable. Les DMA redéfinirent donc l'étiage désiré qu'il s'agissait désormais de « soutenir » : la dilution des polluants s'inscrit dans des projets de barrages-réservoirs justifiés par la nécessité de soutenir les étiages. Les irrigants acceptèrent parce que ces projets devaient aussi leur permettre de sécuriser ou d'augmenter leur accès à l'eau : le calcul des déficits à combler intégrait alors non seulement les besoins en dilution mais aussi les développements futurs de l'irrigation. EDF accepta parce qu'elle obtint d'être rémunérée selon des conditions qui lui convenaient pour les lâchés qu'elle ferait désormais pendant l'étiage estival. Ainsi, les DMA constituèrent un premier instrument qui rendit commensurable les débits d'étiage des cours d'eau à la fois avec le prix de l'électricité et avec les aides de la Politique agricole commune européenne (Pac). Les DMA impliquaient donc, aussi, un nouveau soutien de l'Agence à l'irrigation, à l'hydroélectricité et au développement du nucléaire, incarné à la fois (i) dans un programme décennal adopté en 1989, le PDRE (Programme de développement des ressources en eau)³², qui prévoyait la construction d'une série d'ouvrages de stockage pour l'irrigation³³ et la production d'énergie nucléaire³⁴, et (ii) dans sa politique contractuelle avec EDF pour le soutien des étiages à partir des ouvrages hydroélectriques existants.

La controverse sur le barrage-réservoir de Charlas, et la série d'études qui lui fut associée entre la fin des années 1980 et 1996, contribuèrent ensuite à transformer les DMA en DOE. Les DOE s'appuient sur des bilans besoins-ressources et privilégient une représentation du problème exclusivement quantitative. L'hydrologie naturelle des cours d'eau devint le nouvel étiage désiré dans les années 1990. Une telle transformation est le produit d'une convergence d'actions humaines et de processus biophysiques hétérogènes. D'abord, EDF et la CACG recyclèrent, renouvelèrent et étendirent leurs pratiques de modélisation. « Désinfluencer » les débits était une opération que ces deux sociétés réalisaient alors déjà pour répondre à leurs logiques aménagistes propres : cela leur permettait de caractériser les ressources et d'évaluer les marges de manœuvre pour un développement futur de l'irrigation, de l'hydroélectricité ou du nucléaire.

Dès les années 1980, EDF et la CACG inscrivent leur expertise modélisatrice au service de la réflexion qui s'organisait au sein du Comité de bassin et de l'Agence de l'eau autour du respect des

³² Le Comité de bassin approuva le PDRE en 1989 pour une durée initialement prévue de 10 ans. Ce programme institua un réseau de DMA. Il s'appuyait sur une quantification de déficits, calculés par rapport aux DMA et en intégrant aussi le développement futur de l'irrigation et planifiait la construction d'ouvrages de soutien d'étiage pour les combler.

³³ Dont Charlas.

³⁴ Pour compenser de l'eau évaporée par l'usine de Golfech et contenir la pollution thermique des cours d'eau.

DMA et de la planification de la construction d'ouvrages. Les services déconcentrés de l'État disposaient alors de relativement peu de données pour qualifier et gérer l'étiage. Si ces administrations disposaient de données sur les grands cours d'eau pouvant remonter au siècle dernier, elles ne commencèrent à développer un réseau de stations de mesures significatif qu'à partir des années 1970. Or, l'étiage est un extrême hydrologique : il a donc, par définition, une faible occurrence et le repérer, le représenter requiert des séries de données sur plusieurs décennies. Dans le travail de modélisation des ressources, les ouvrages de stockage présents avant les années 1970 et leurs effets furent naturalisés : la gestion par EDF de ses ouvrages de stockage à des fins hydroélectriques en été n'apparaît qu'en tant que « soutien » aux étiages, et jamais en tant que phénomène qui peut négativement les impacter. « Désinfluencer » les débits devint un moyen de mettre en perspective, selon différents scénarios pour le futur, d'un côté des prélèvements agricoles et des objectifs de débit sur les cours d'eau, et de l'autre, des ressources en eau déjà disponibles ou à mobiliser par la construction de nouveaux ouvrages de stockage. Les effets des usines nucléaires sur la gestion de l'eau de la Garonne ou de l'estuaire de la Gironde ne furent jamais modélisés.

En ce qui concerne spécifiquement le projet de Charlas, véritable laboratoire de conception des DOE, il se retrouva au cœur de controverses intenses, voire de conflits, avec des acteurs qui, à différentes échelles, mêlèrent argumentaires écologiques et financiers dans une perspective économique postkeynésienne (Gaudillière, 2016), qui ne misait plus sur des investissements et leurs effets multiplicateurs mais sur une recherche d'allocation optimale de ressources limitées. Ces controverses, tout comme les travaux de sécurisation de l'approvisionnement en eau potable financés par l'Agence à la suite des sécheresses de la fin des années 1980, montrèrent au Comité de bassin la difficulté à produire, à partir d'un problème de dilution, un instrument générique permettant un pilotage à distance du manque d'eau, que ce soit pour l'eau potable ou la vie aquatique. C'est alors que les « débits naturels reconstitués » changèrent de statut. De calculs intermédiaires, ils devinrent des objectifs de gestion. La référence à l'hydrologie naturelle permit, en quelque sorte, d'évacuer le temps et les responsabilités en produisant, au nom du soutien d'étiage de nouvelles indistinctions, entre les périodes influencées par les prélèvements agricoles et celles qui ne l'étaient pas ou encore en mettant hors champ l'effet négatif des infrastructures hydroélectriques sur les débits. Des objectifs de débits élevés, fondés sur des savoirs qui se voulaient abstraits et universels institués en 1996 dans le Sdage (Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux) étaient porteurs de deux promesses contradictoires : d'un côté, celle d'accéder à davantage d'eau pour les porte-paroles de l'irrigation grâce aux retenues à construire au nom du soutien d'étiage ou aux retenues d'EDF, et, de l'autre, celle d'une contrainte effective sur les prélèvements pour les porte-paroles de l'environnement. Ainsi, l'action publique environnementale, c'est-à-dire l'action

dont l'objet est le cours d'eau lui-même, ne prit pas de décisions tranchées. Elle nourrit plutôt une forme d'ambiguïté productive, qui lui permit de maintenir à l'agenda de l'action publique plusieurs trajectoires possibles pour les hydrosystèmes, que ce soit à des fins hydroélectriques, hydroagricoles, de production d'eau potable ou de maintien de la vie aquatique. Certaines de ces trajectoires étaient cependant plus structurantes et engagées que d'autres et elles entrèrent de plus en plus en concurrence pour l'accès à l'eau dès les années 2000. Si les DOE réussirent, momentanément, à évacuer la conflictualité au sein du Comité de bassin, elle ne disparut pas pour autant : elle fut seulement ajournée et déplacée à des échelles plus locales, dans le cadre de l'élaboration de plans de gestion des étiages (PGE), de Sage ou plus récemment de projets de territoire pour la gestion de l'eau (PTGE). Dans les années 2000, l'Agence de l'eau resta très attachée à des DOE élevés qu'elle voyait alors comme le seul moyen de ne pas perdre le contrôle qu'elle avait réussi à acquérir sur les actions des usagers de l'eau et qui s'incarnait dans sa politique contractuelle de soutien des étiages. Dans les années 2010, la gestion des DOE conduisit à des impasses dans plusieurs bassins parce que les seuils d'alerte étaient trop souvent atteints, les ouvrages de stockage promis n'étaient pas construits et qu'il était politiquement difficile pour la police de l'eau de contraindre de manière trop drastique les irrigants ou les industriels. Les DOE, conçus comme une solution à des situations ingouvernables, devinrent ingouvernables à leur tour. Cela conduisit le Comité de bassin à promouvoir leur abaissement, au nom d'une exacerbation probable des tensions dues aux effets du réchauffement climatique. Le changement de l'hydrologie à moyen et long terme est ainsi devenu un moyen de justifier l'abaissement des DOE à court terme.

Ainsi, depuis les années 1990, en Adour-Garonne, l'action publique indexe toujours des objectifs de débit élevés à la mobilisation de nouvelles ressources³⁵. Si les ouvrages ne sont pas construits parce que les projets produisent de nouvelles conflictualités, l'action publique abaisse alors localement l'objectif de débit. La mise à l'agenda politique du changement climatique tend aujourd'hui à promouvoir un abaissement plus structurel des objectifs de débit définis depuis les années 1990 dans tout le district Adour-Garonne. Depuis plus de 30 ans, inscrire des enjeux environnementaux dans la gestion de l'eau par l'Agence de l'eau et le Comité de bassin en Adour-Garonne a aussi signifié allouer plus d'argent à EDF et plus d'eau aux irrigants, au nom du soutien d'étiage. Ce sont donc bien des politiques territoriales qui définissent l'état acceptable du cours d'eau, aujourd'hui gouverné par des indicateurs, des incitations, des systèmes de compensations, des analyses coûts-avantages, du droit. Ce n'est pas vraiment le niveau d'eau qui organise les territoires. Les débats se centrent pourtant encore et toujours sur les calculs hydrauliques ou hydrologiques qui définissent les seuils à respecter. L'idée selon laquelle on s'en remettrait complètement à la science pour objectiver et donc

³⁵ Construction de nouveaux ouvrages de stockage ou conventions avec EDF pour des lâchés.

trancher les controverses relatives à la quantité d'eau disponible/prélevable ou à laisser dans les cours d'eau ne correspond pas à la pratique : les indicateurs de manque d'eau intègrent aussi des conventions, des hypothèses, des implicites et parfois des choix délibérés mais pas toujours transparents qui, au bout du compte, avantagent certains usages au détriment d'autres. L'enjeu aujourd'hui apparaît donc double : rendre plus ouverts et transparents la construction et l'usage des indicateurs et déplacer la focale de l'analyse et de l'action stratégiques aux usages de l'espace qu'il s'agit de promouvoir ou de transformer.

Les périodisations que nous réalisons constituent une mise en forme particulière des résultats qui est issue à la fois de notre problématique et de l'enquête menée. Elles visent à rendre plus lisible, à crédibiliser et à équiper notre récit. Nous proposons de les mobiliser ici pour une étude de la trajectoire des indicateurs du manque d'eau à l'échelle mondiale présentée dans le Chapitre 3.

1.8 Commensurations et transformations contemporaines de l'action publique

Tout effort de commensuration est toujours articulé à des pouvoirs qui s'organisent dans des espaces et s'inscrivent dans des temporalités spécifiques.

Les indicateurs ou encore les ACB procèdent d'un travail de commensuration avec des étapes de mise en mots (qualification et catégorisation), de mise en nombres (quantification et mise en équivalence), de mise en variables (définition de relations de causalité), et de mise en modèle (sélection des variables jugées les plus significatives pour structurer l'action), qui peuvent se chevaucher (Bouleau G., 2007; Desrosières, 2010). Ce travail n'est possible que parce qu'il s'appuie sur des conventions sur la manière de qualifier la chose, objet ou enjeu, pour en sélectionner certaines dimensions, les quantifier et les réduire selon une même métrique afin de les comparer, les ordonner et procéder à des choix. Commensurer suppose donc la substituabilité entre les choses, en créant des relations entre des entités qui peuvent être très disparates (Espeland, 1998). Commensurer implique des mécanismes qui légitiment la comparaison, stimulent une logique de dépassement des cas singuliers pour fabriquer des choses qui tiennent, qui gagnent en généralité et en permanence (Desrosières, 1989) au point, souvent, d'oublier les conditions de leur élaboration. La commensuration re-répartit le pouvoir dans des directions très variées (Espeland et Stevens, 1998) et parfois imprévisibles. Elle peut constituer une manière de rebattre les cartes du pouvoir sur l'eau ou de gouverner la critique. Elle peut être le fait d'institutions faibles qui doivent se justifier pour légitimer leur action (Porter T. M., 1995b). Elle peut aussi être un instrument de lutte pour rendre visible d'autres réalités. Commensurer exclut du débat des pertes sociales ou environnementales qui

peuvent s'inscrire dans une rationalité axiologique³⁶ et non pas instrumentale³⁷ pour certains acteurs.

Saisir comment le chiffre est produit, utilisé et valorisé est problématique. Depuis maintenant plus de deux siècles, la construction de l'État moderne a été associée au développement d'une rationalité de la quantification. Une telle rationalité s'est aussi inscrite dans la construction des sciences modernes, de l'industrie, de l'espace public mais aussi des individus. Le mouvement "*quantified self*" venu de Californie et développé en 2007 et 2008, semble ainsi incarner une nouvelle étape de la rationalisation managériale, avec la transformation de l'individu en un gestionnaire de soi, qui agirait en mode projet non seulement au travail mais aussi dans sa vie personnelle, grâce à une mise en mesure systématique du corps et des pratiques via les technologies mobiles et connectées à même de s'auto-optimiser, en pilotant sa propre activité physique, son alimentation, son sommeil voire sa sexualité. Ce mouvement a été publicisé en s'articulant à des promesses à la fois technologiques et sociopolitiques d'une régulation fine des comportements, grâce à la transparence par les données comme voie d'exploration et d'amélioration de soi. Les critiques du "*quantified self*" donnent à voir comment ce mouvement participe d'une construction des sujets dans une « société de contrôle » telle qu'elle a pu être conceptualisée par Deleuze (1990), d'une éthique individualiste ou encore de la construction de nouveaux marchés de la donnée. L'étude de ses usages, elle, montre une grande diversité des pratiques et des manières de les saisir (Dagiral et al., 2019).

En ce qui concerne l'action publique, les pratiques statistiques diffèrent selon les représentations que se fait l'État de l'économie et qu'il cherche ainsi, aussi, à performer, selon qu'il vise à réduire les coûts de production par la planification et les économies d'échelle ou au contraire par la concurrence entre les entreprises, qu'il cherche à piloter des agrégats macro-économiques ou des risques par l'assurance, selon qu'il se pense de manière centralisée ou subsidiaire (Desrosières, 2003). Nous proposons de prolonger ces réflexions dans le cadre de situations de gestion de plus en plus répandues, spécialement dans le domaine de l'environnement où l'avènement de la doctrine du nouveau management public implique des recompositions de l'administration et de l'expertise, associées à un recours accru à des instruments contractuels et aux indicateurs comme ailleurs (Bruno, 2014; Jany-Catrice, 2012). Sur les enjeux environnementaux, les modèles numériques prennent une place toujours plus importante (Kieken et al., 2003; Schmidt-Lainé et Pavé, 2002). C'est le cas par exemple du climat (Dahan, 2007), de la biodiversité (Devictor, 2015: 226-232) ou encore de la qualité de l'eau des cours d'eau européens (Bouleau G. et Pont, 2014). Ce type d'action publique, par-delà les frontières administratives classiques, mobilise les catégories et les

³⁶ Qui s'appuie sur des principes posés *a priori* et qui ne sont pas soumis à l'évaluation.

³⁷ Qui s'appuie sur une administration de la preuve de l'adéquation entre des moyens et des objectifs.

connaissances issues des sciences biophysiques pour définir l'échelle jugée pertinente des problèmes et les objectifs à atteindre.

Dans le cadre d'un numéro spécial de la revue *Vertigo* dédié aux indicateurs écologiques, Bouleau et Deuffic (2016) ont montré la diversité des contextes de production et d'usages d'indicateurs conçus pour alerter sur ou gérer des atteintes à l'environnement en France et aux États-Unis. Ils ont aussi proposé un cadre d'analyse global de ces indicateurs en distinguant quatre fonctions : une fonction (i) de représentation du réel, (ii) de ressource politique, (iii) symbolique et (iv) de rationalisation de l'action. En ce qui concerne l'eau, les cas traités portent sur des enjeux liés à la pollution (Bouleau G. , 2016; Bourblanc, 2016) et plus largement à la qualité (Bouleau G. et al., 2016). Ils n'abordent pas la question du manque d'eau, qu'il soit expérimenté ou projeté, ni celle des relations entre indicateurs et gestion de la conflictualité des infrastructures hydrauliques.

Localement, en Adour-Garonne et en Rhin-Meuse, les indicateurs du manque d'eau ou les ACB constituent des réponses à des conflits qui se sont cristallisés autour de projets d'infrastructures hydrauliques. Dans ces conflits, les acteurs investissent la production de savoirs : ils retravaillent des étiologies qui re-répartissent les responsabilités et créent aussi des formes de mises hors champ. Le recours à de tels instruments de commensuration est à associer au style de gestion des conflits que les Agences de l'eau déploient depuis leur création, fondé sur une logique de démoralisation des problèmes qui s'appuie sur l'optimisation, qui met en équivalence bénéfiques et efforts/fardeau, avec des effets de cadrage qui s'invisibilisent. Avec les Agences, on a affaire à un travail d'extension de la population, du territoire et des compensations qui sont envisagées par rapport à des logiques disciplinaires aménagistes d'EDF et de la CACG ou plus confinées d'industriels (des soudières ou des Mines De Potasse d'Alsace en Rhin-Meuse). Les technologies de gouvernement des Agences se distinguent de celles, plus classiques, de l'État (illégalismes, raison d'État), avec lesquelles elles s'articulent aussi en pratique.

Au travers des cas que nous analysons, nous nous penchons non seulement sur « la construction socio-politique des indicateurs » (Bouleau G. et Deuffic, 2016) mais aussi sur les matérialités sur lesquelles ils s'appuient, ainsi que sur leurs usages et les opérations de transcodages (Lascoumes, 1996) dont ils font l'objet. Nous proposons un suivi des opérations concrètes qui interviennent non seulement dans la construction de catégories mais aussi dans leurs usages en situation. Si ces indicateurs sont certes plus ou moins explicitement associés à des représentations environnementales ou écologiques, ils contiennent surtout des compromis entre des enjeux écologiques, sociaux et économiques, qui impliquent des intérêts sectoriels puissants et des relations ambiguës aux infrastructures hydrauliques. Dans le bassin de la Garonne et dans l'estuaire du

Guadalquivir depuis la fin du XVIII^e siècle, les discours et les réalisations matérielles que les projets de développement des voies d'eau (voir Chapitre 2) ont produits ont activement contribué à la fois à formuler et à gérer le manque d'eau aujourd'hui. De telles généalogies permettent de se « défaire du piège de l'évidence » et d'éviter de reproduire les dichotomies du passé dans l'analyse de nouveaux problèmes. Dans la période plus récente, nos travaux sur le sud-ouest de la France montrent que, si les sécheresses, les étiages, ou l'aridité (voir les définitions proposées en annexe, p. 232) sont des concepts qui ont été travaillés et formalisés par l'hydrologie, l'agronomie ou la climatologie, ils ont aussi été largement intégrés dans des catégories de l'action publique et, en particulier, dans des indicateurs. Ces indicateurs travaillent aussi bien la légitimité des usages de l'eau que la rationalité des mesures de gestion qu'on cherche à leur appliquer. Ils contribuent à organiser des pouvoirs sur l'eau quand ils structurent non seulement des flux d'eau, mais aussi des flux financiers, activent des droits et des contraintes. Ces indicateurs sont à la fois des moyens de produire des alertes, de construire des compromis, fondés sur des ambiguïtés qui peuvent s'avérer productives mais qui peuvent, aussi, générer de nouvelles impasses.

Les indicateurs du manque d'eau sont des instruments de régulation multi-niveaux (Hooghe and Marks, 2003), c'est-à-dire qu'ils cristallisent des normes et des savoirs, contribuent à leur circulation à différentes échelles spatiales (internationale, nationale, régionale ou locale), contiennent aussi des hypothèses sur le passé ainsi que des projets politiques pour le futur. Dans le Chapitre 3, nous analysons la production et la circulation d'indicateurs du manque d'eau à l'échelle mondiale pour mieux saisir la spécificité des arènes globales et celle des logiques qui les animent. À l'échelle mondiale, nous étudions comment des indicateurs et des modèles ont contribué à construire une eau globale, leurs hypothèses, leurs contextes d'élaboration et leurs effets. Nous examinons leur contribution à des reformulations de ce qu'est une « bonne » gestion de l'eau. Dans le Chapitre 4, nous étudions aussi le rôle d'instruments de commensuration, indicateurs du manque d'eau ou analyses coûts-avantages, dans la construction de spatialités et de temporalités de l'action publique.

Chapitre 2. Les voies d'eau : catégories, infrastructures hydrauliques et organisations sociales

Comment, à la fois, étudier les catégories en tant que conventions et leur reconnaître aussi une certaine réalité qui serait non seulement sociale, mais aussi matérielle (Desrosières et Kott, 2005)? Que dire de leurs effets ?

Plusieurs travaux ont proposé des réponses à ces questions en retraçant l'histoire de catégories ainsi que leurs effets à la fois discursifs et matériels. T. Mitchell (2011) par exemple a analysé les intrications entre organisations politiques et ressources matérielles énergétiques minérales sur lesquelles elles s'appuient. Si les propriétés physiques du charbon (concentration géographique, état solide...) offrirent un pouvoir de rupture des flux ou d'organisation stratégique de la pénurie aux ouvriers leur permettant alors de négocier de nouveaux droits au XIX^e siècle, celles du pétrole donnèrent ensuite plutôt des prises politiques aux élites. T. Mitchell (1998; 2015) montre comment, dans ces processus, sont intervenus des savoirs qui ont façonné à la fois l'économie en tant que chose et en tant que discipline. La transition du charbon au pétrole s'est accompagnée, à partir de la fin de la Deuxième guerre mondiale d'un changement dans l'importance accordée aux ressources matérielles et à la monnaie, en tant que variables régulatrices des échanges. Elle a contribué à façonner une représentation de l'économie où la recherche de rente, en rationnant l'offre et en stimulant la demande, s'accompagne de l'organisation, par les grandes compagnies pétrolières et les États qui les soutiennent, de l'instabilité politique du Moyen Orient et du maintien de régimes autoritaires et corrompus. Dans son analyse sur l'Égypte, T. Mitchell (2002) montre aussi le rôle central de la cartographie et du cadastre dans la construction de l'économie nationale égyptienne. Elle devient un espace de calcul, toujours fragile, que l'APD et ses experts investissent et dépolitisent. Ils associent en effet un tout, l'économie égyptienne, à une solution, le développement technique, pour faire face à un problème homogène, des ressources naturelles limitées. Un tel cadrage national invisibilise alors, et renforce, d'importantes inégalités sociales.

G. Bouleau (2017a) analyse la construction de deux catégories particulières de la gestion de l'eau en France (la pollution et la richesse piscicole). Elle étudie aussi les effets de telles catégories, qui relèvent de l'équivalence, de la distinction et de l'essentialisation, et qui donnent différentes prises politiques aux acteurs. J. Guerrin (2014) étudie quant à elle l'émergence en France et en Europe des « zones d'expansion des crues » en tant que catégorie d'action publique pour la gestion du risque inondation à partir des années 1990. Elle montre qu'une telle catégorie est le produit de mises à

l'épreuve à la fois politiques, économiques et matérielles des digues dites insubmersibles qui avaient dominé l'action publique depuis plus d'un siècle (Guerrin et Bouleau, 2014).

L'analyse historique sur le temps long aide à renouveler le regard que l'on peut porter sur les débats contemporains concernant les infrastructures hydrauliques. Je propose ici de m'appuyer sur le cas de la navigation fluviale en France et en Espagne, en remobilisant, avec une perspective nouvelle, du matériel empirique recueilli pendant ma thèse de doctorat (Fernandez, 2009) et dans le cadre de l'ANR « De terres et d'eaux » (Fernandez et Beltran Muñoz, 2015). Pourquoi s'intéresser à la navigation fluviale ? En France, elle a connu un déclin important, même si on observe une légère augmentation du transport par voie d'eau depuis le milieu des années 1990. Il s'agit aujourd'hui d'un enjeu secondaire, peu investi politiquement et scientifiquement à l'échelle nationale, même si le transport fluvial reste significatif sur le Rhin, et dans une moindre mesure sur le Rhône et la Seine. Pendant longtemps cependant, c'est bien la navigation fluviale qui organisait toutes les catégories de rivières et leur gestion par des infrastructures hydrauliques. L'étude de la trajectoire de la navigation fluviale a alors plusieurs fonctions. Elle aide à relativiser ce que de nombreux acteurs érigent en tendances lourdes aujourd'hui. Elle permet aussi de montrer qu'il y a bel et bien des traces que la navigation fluviale a pu laisser dans les territoires de l'eau contemporains, des héritages charriés du passé, mais qu'ils ne sont pas nécessairement là où on les attendait.

Margairaz (2008) a bien montré les relations profondes entre construction cognitive et encodage dans des dispositifs bureaucratiques, en s'appuyant sur l'analyse de la construction de la navigation intérieure en tant que catégorie administrative en France, au XVIII^e siècle. Quel rôle a joué la matérialité des rivières et de leurs vallées dans ces processus ? Dès la fin du XVI^e siècle, la Monarchie s'érigea en propriétaire des rivières navigables et flottables, ce qui fut renforcé par la célèbre ordonnance de Colbert sur les Eaux et forêts près d'un siècle plus tard. L'ordonnance de 1669 affirma en effet la propriété de la Couronne sur « tous les fleuves et rivières portant bateaux » (Farinetti, 2013). La catégorie des voies navigables et flottables qui justifiait une appropriation, par la Monarchie, de certains cours d'eau s'appuyait donc sur une base matérielle qui la précédait : l'observation de bateaux qui circulent. Mais à partir de combien de bateaux l'État était-il capable de les observer ? De plus, le flottage³⁸ n'impliquait pas nécessairement de bateaux. On peut donc aussi supposer que c'est parce que Colbert se préoccupait d'améliorer ou de faire advenir des voies d'eau, qu'il formalisa une première forme d'intervention publique en la matière. En catégorisant les rivières en voies navigables, il s'agissait, au fond, d'inscrire une promesse politique de cours d'eau sur

³⁸ Transport du bois en le faisant flotter sur un cours d'eau. Les grumes pouvaient être attachées à la queue de bateaux, descendre librement les cours d'eau ou encore être attachées les unes aux autres formant alors des radeaux.

lesquels navigueraient des bateaux (ou des bûches). En rendant compte de l'état des voies d'eau et des possibilités de les améliorer, il s'agissait, pour la Monarchie, de revendiquer et d'affirmer sa souveraineté, de créer un espace de renégociation de la fiscalité seigneuriale sur la circulation des marchandises par voie d'eau (Conchon, 1998), ou encore de ce que les riverains avaient le droit de faire sur les cours d'eau et leurs berges. Ainsi, la construction et la trajectoire de la catégorie administrative des « voies navigables » mêlent matérialité de la nature et projets humains.

Ces projets humains s'incarnent dans des catégories auxquelles sont adossées non seulement des savoirs sur les cours d'eau mais aussi des modèles de gestion qui organisent des droits, des acteurs et des circuits financiers. Si on reprend le cas de la promotion de la navigabilité des cours d'eau en France, on peut distinguer deux grands types d'oppositions auxquelles elle fit face et qui orientèrent son développement entre le XVII^e et le début du XX^e siècle. D'abord, s'y opposaient ceux qui doutaient de la capacité des voies d'eau à constituer le squelette d'un système national de transport, au profit des voies de terre jugées plus coûteuses mais aussi plus rapides (Virol, 2003, 230-233). C'est à partir du XVII^e siècle que la navigation intérieure, associant canaux et rivières, commença à être pensée dans la perspective de la transformer en réseau (Sulzman, 2014), avec des hiérarchisations, des interconnexions et des relations avec d'autres modes de transports (intermodalités) pour, à la fois, fluidifier les déplacements non seulement des marchandises, en particulier pour les pondéreux, mais aussi des personnes, des idées ou encore des armes et inscrire matériellement une unité nationale. Le réseau national de navigation intérieure est une idée qui a été transformée en catégorie administrative. Il aura le statut de promesse jusqu'à l'avènement du chemin de fer à la fin du XIX^e siècle qui le transformera, de manière durable, en chimère. Pour autant, si la transformation de la navigation en catégorie administrative n'a pas produit matériellement de réseau couvrant l'ensemble du territoire national, elle a dessiné ce qu'on pourrait plutôt appeler des archipels de réseaux. Elle a bien eu des effets matériels sur certains territoires, où elle a modifié certaines rivières et permis la construction de canaux, comme nous le verrons plus précisément dans le cas de la moyenne Garonne en France, que l'on mettra en perspective avec la situation de l'estuaire du Guadalquivir en Espagne.

Ensuite, en France, au sein des tenants de la voie d'eau, s'opposaient ceux qui privilégiaient la construction de canaux, ceux qui misaient plutôt sur des modifications des cours d'eau et ceux qui proposaient une combinaison des deux, en particulier en vue d'un réseau national connecté aux principaux ports du pays. Sur toute la période comprise entre le XVII^e et le XIX^e siècle, les tenants de la voie d'eau débattirent par ailleurs intensément des échelles auxquelles les systèmes devaient être pensés et conçus et des circuits financiers à privilégier, entre (i) financement privé, totalement ou partiellement, associé au recours à des concessions ou (ii) financement par l'impôt associé à une

gestion par l'administration d'État (Sulzman, 2014). Après plus d'un siècle de régime concessionnaire, les échecs furent publicisés dans les années 1770. Turgot, devenu contrôleur général des finances après avoir été intendant du Limousin où il avait beaucoup œuvré pour le développement de la navigation sur la Charente, décida en 1775 de lever un impôt national dédié à l'essor de la navigation (Moyer, 2018). Le début du XIX^e siècle fut ensuite marqué par un engouement pour l'investissement privé et le retour du modèle concessionnaire. Selon le plan que Becquey, directeur de l'administration des Ponts et Chaussées, coordonna à partir de 1818 et publia en 1820, l'État devait, via son administration des Ponts et Chaussées, cadrer et organiser la conception à la fois géographique (choix des tracés) et technique (gabarit, écluses...) du réseau de canaux. Pour Becquey, l'État devait aussi laisser aux concessionnaires le financement de l'investissement et la gestion des canaux construits, tout en sécurisant les emprunts bancaires et en prévoyant un partage des bénéfices une fois les emprunts remboursés. Les banquiers soumissionnaires formèrent des compagnies. Ce modèle fut mis à l'épreuve dans les années 1820 et 1830. Les banquiers eurent beaucoup de difficultés à écouler les titres des canaux. Entre 1825 et 1830, la plupart des sociétés anonymes créées furent dissoutes après des pertes considérables de leurs actionnaires (Hautcoeur, 2007). Le Plan Becquey fit alors l'objet de nombreuses critiques à la fois au sein de l'administration des Ponts et Chaussées (Montel, 2012) et des deux Chambres parlementaires (Geiger, 1994). Les députés et l'administration des Ponts-et-Chaussées s'opposaient sur la définition des lieux, acteurs et procédures légitimes pour l'élaboration des grandes orientations générales, sur les modalités de financement et de gestion, mais aussi sur la définition des tracés ou des techniques hydrauliques à privilégier. Les (rares) ouvrages construits dans le cadre du Plan Becquey furent, *in fine*, largement financés par de l'argent public. Ainsi, entre le XVII^e et le XIX^e siècle, les relations entre autorités publiques et acteurs privés ne firent pas tant l'objet d'une véritable rupture, que ce soit sur la propriété ou le financement des voies d'eau, que d'oscillations, un peu à la manière d'une sinusoïde. Ces oscillations s'inscrivaient cependant aussi dans deux tendances lourdes de moyen ou long terme : d'une part, une formalisation et une concentration des savoirs hydrauliques et hydrologiques en tant que savoirs technocratiques produits par et pour l'action publique, et, d'autre part, la complexification et l'expansion des circuits financiers.

Sur toute la période, la promotion des voies d'eau répondait à des enjeux multiples, à la fois économiques, militaires et politiques. Ainsi, si Colbert soutint la réalisation du canal royal du Languedoc concédée à Riquet, canal qui deviendra après la Révolution le canal du Midi³⁹, ce n'était peut-être pas tant pour stimuler les échanges commerciaux que pour avoir une route militaire qui

³⁹ Par souci de facilité de lecture, nous appellerons dorénavant ce canal avec son nom actuel (« canal du Midi »), quelle que soit la période considérée.

éviterait non seulement le détroit de Gibraltar mais aussi l'empire des Habsbourg, et pour inscrire l'État central dans une région plutôt réfractaire à la Monarchie. Dans son analyse, Mukerji (2009) montre comment la construction du canal des deux mers mobilisa des formes d'intelligence collective, dans un contexte où les savoirs en matière d'hydraulique étaient peu codifiés, en associant ingénieurs royaux et locaux ainsi qu'un grand nombre d'ouvriers et surtout d'ouvrières venus des Pyrénées qui maîtrisaient les techniques de construction des canaux destinés à l'irrigation des cultures et à des usages domestiques. Avec le canal du Midi, Mukerji donne à voir l'inscription locale du pouvoir politique national dans l'aménagement des territoires : dans une région qui s'opposait au pouvoir national, le canal devint un produit du territoire qui pouvait s'ancrer dans une culture partagée avec l'administration.

Entre le XVII^e et le XIX^e siècle, durant les périodes de paix ou, du moins, de relatif apaisement des relations internationales, la navigation fit l'objet de réformes politiques significatives et de nouveaux projets d'amélioration des voies d'eau furent lancés, alors que la plus grande partie des moyens humains et financiers n'étaient momentanément pas accaparés par l'effort de guerre. C'est le cas avec Colbert dans les années 1660 après la guerre de trente ans, dans les années 1760 et 1770 après la guerre de sept ans, ou au moment de la Restauration après les guerres napoléoniennes. Dans les années 1760, la Monarchie conçut plus résolument les grandes voies d'eau comme un système qu'il s'agissait de piloter au service d'une augmentation du trafic des produits miniers et agricoles au sein de l'espace national et vers l'étranger, via les ports. À partir de 1775, elle attribua la navigation intérieure à l'administration des Ponts et Chaussées (Sulzman, 2014), ce qui fut un moyen de soumettre à l'impératif de la navigation les autres usages de la rivière que les ingénieurs des eaux et forêts administraient. Ce fut aussi au moment de la Restauration que Becquey proposa son plan de développement d'un système de navigation à l'échelle nationale.

Entre le XVI^e et le XIX^e siècle, les moments où la navigation devint un objet de gouvernement firent intervenir tout un travail administratif qui permit de rassembler des savoirs hétérogènes sur l'économie, l'hydraulique et l'hydrographie et de produire plusieurs outils d'action publique, en particulier cartographiques, sur les cours d'eau. Les demandes hydrauliques de l'État, de diverses autorités locales ou d'entrepreneurs portaient sur la manière de conduire les fluides ou de les utiliser pour le mouvement de machines, que ce soit à des fins de navigation, d'approvisionnement en eau, ou encore, dans les années 1660 par exemple, pour mettre en place les jeux d'eau dans les jardins du château de Versailles, alors que le site ne dispose pas de ressources en eau importantes (Lamy, 2017). Ces demandes rencontrèrent les préoccupations de ceux qui, entre le XVII^e et le XIX^e, à l'Académie des sciences puis dans les écoles d'ingénieurs et l'administration des Ponts-et-Chaussées, cherchaient à établir des lois régissant la dynamique des fluides à partir des travaux de Castelli et de

Torricelli⁴⁰, disciples de Galilée. Ce qui, à la suite de la publication de Daniel Bernoulli en 1738, allait s'appeler l'hydrodynamique est le résultat d'une rencontre entre des questions relatives à l'hydraulique, la navigation, la médecine et l'art militaire. Elle a en effet contribué à l'étude à la fois de la circulation sanguine en physiologie, de la compréhension de la trajectoire des projectiles dans l'air et de la compréhension du mouvement de et dans l'eau. La plupart des auteurs qui marquèrent l'histoire de l'hydrodynamique au XVIII^e puis au XIX^e siècle travaillèrent généralement sur plusieurs de ces objets. Plusieurs historiens ont analysé les espaces et les supports textuels qui sont intervenus dans la construction de ce champ sur ces deux siècles, les enjeux scientifiques, sociaux et politiques de l'articulation entre théories mathématiques et expérimentations (Belhoste, 2011; Epple, 2008), alors que les descriptions théoriques des écoulements supposaient des formes d'instabilités (nombre infini de degrés de liberté, caractère non-linéaire des équations) qui mettaient sérieusement à l'épreuve les fondements mathématiques et physiques des résultats obtenus (Darrigol, 2005; Guilbaud, 2008).

Entre le XVII^e et le XIX^e siècle, des propositions techniques pour la fabrique des voies d'eau se formalisèrent. On peut distinguer deux grands types de propositions. D'un côté, il y avait celles qui portaient sur les cours d'eau eux-mêmes : rectification, approfondissement, chenalisation, construction de seuils et de barrages transversaux fixes ou mobiles. Il s'agissait aussi d'organiser et de faciliter le halage humain ou animal sur les berges, pour la remontée de l'aval vers l'amont jusqu'à l'invention des bateaux à vapeur au XIX^e siècle (Ruellet, 2013). De l'autre, on trouvait des propositions de construction de canaux. Les canaux latéraux constituaient une alternative à une rivière jugée trop abrupte ou trop irrégulière. Les canaux pouvaient aussi déplacer l'eau d'une rivière à une autre, permettre d'évacuer les crues ou encore d'irriguer des terres arables. Ils pouvaient, enfin, grâce à des écluses à sas^{41,42}, permettre une remontée de l'aval vers l'amont plus facile qu'avec des cours d'eau naturels, ou encore permettre de passer d'un bassin versant à un autre. La promotion d'un système national de navigation intérieure dans un espace formé de plusieurs bassins versants n'était concevable qu'en imaginant des moyens de remonter des voies d'eau et de traverser

⁴⁰ Torricelli traduisit la loi de Galilée sur la chute des corps au mouvement des fluides : l'écoulement d'un fluide dans un vase par un trou est indépendant de sa masse volumique. La vitesse d'écoulement est proportionnelle à l'accélération de la pesanteur et à la hauteur du trou. Il trouva ces résultats à partir d'observations et d'analyses balistiques (trajectoire de projectiles). Ultérieurement, on estimera que cette loi est vraie pour un fluide parfait (*dry water* en anglais), sans viscosité et qu'elle fournit la vitesse non pas à l'orifice mais après la contraction de la veine.

⁴¹ Gerstner, M. F. (1827). *Mémoire sur les grandes routes, les chemins de fer et les canaux de navigation*. Paris, Bachelier, successeur de Mme Ve Courcier, libraire pour les sciences, quai des Augustins, n°55. : xiii-xiv, 164 pages. Ouvrage disponible en libre accès sur Google.

⁴² C'est à la fin du XV^e siècle que des ingénieurs italiens conçurent l'écluse à sas. En France, on suppose que ces techniques furent introduites, entre autres, par Léonard de Vinci lorsqu'il se mit au service de François I^{er} en 1515.

des lignes de crête. C'est ce que permirent les canaux à point de partage. Le système promu par la Monarchie dans les années 1770 et par Becquey dans les années 1810 était schématiquement constitué à la fois de canaux de jonction et de rivières rendues navigables. On privilégiait donc les rivières, moins coûteuses, et on réservait les canaux pour passer d'un bassin versant à un autre. Localement, des académies, des marchands et leurs représentants, des ingénieurs ou des députés s'intéressèrent aux canaux et en discutèrent. La mise en œuvre de ces politiques dans le sud-ouest de la France montre qu'un tel partage des tâches entre rivières et canaux fit l'objet d'intenses débats et s'opposa à des intérêts locaux qui produisirent des contre-expertises, des contre-projets et qui refaçonnèrent les aménagements, les circuits financiers ou les conditions d'accès à l'eau ou à la rivière qui s'y rattachaient, en produisant, *in fine*, plutôt des hybrides territorialisés entre rivières et canaux. La distance entre le Plan Becquey et ses traductions locales dans le Sud-Ouest au XIX^e siècle illustre bien à quel point les questions d'eau ne peuvent faire l'économie d'une analyse infranationale. Pour autant, il existe bel et bien aussi des relations entre ce Plan, l'administration nationale d'un côté, et l'aménagement de la Garonne et de ses affluents de l'autre, qu'il s'agit d'identifier pour en comprendre les ressorts et la trajectoire.

La situation générale dans laquelle se trouvent les cas étudiés, dans le sud-ouest de la France (Fernandez, 2009) et le sud-ouest de l'Espagne (Fernandez et Beltran Muñoz, 2015), est celle de savoirs hydrauliques peu stabilisés jusqu'au milieu du XIX^e siècle. Elle est aussi celle d'États-Nations qui n'ont pas encore investi politiquement l'eau de manière aussi significative que ce qu'ils feront à partir des années 1930, et encore moins dans des régions périphériques à la fois vis-à-vis du pouvoir central et des lieux de production des savoirs qui comptent. Sur quoi se fondent alors les infrastructures hydrauliques et les catégories administratives de la gestion des rivières dans les bassins de la Garonne et du Guadalquivir ? Comment ces infrastructures et catégories administratives inscrivent-elles matériellement de nouvelles relations à l'eau ? La mise en perspective de ces deux cas montre comment la navigabilité, qu'elle devienne une réalité matérielle ou qu'elle soit renvoyée au statut de chimère, a contribué à inscrire matériellement dans les territoires des infrastructures (canaux et barrages-réservoirs) qui allaient ensuite soutenir le développement de l'irrigation et les cadrages contemporains du manque d'eau.

Nous avons privilégié le format du récit pour présenter l'analyse de la trajectoire des relations entre savoirs, équipements et instruments autour de la catégorie de la navigation fluviale. Ce cas illustre une action publique sur les cours d'eau qui vise un usage spécifique et se retrouve aux prises avec des usages concurrents. Il aide à saisir les continuités et les discontinuités qu'implique, dans le contexte français, la mise en place à partir des années 1960 de politiques dont l'objet sont aussi les

cours d'eau mais qui se veulent, d'emblée, intégratrices et confèrent une place centrale aux instruments de commensuration (indicateurs puis ACB).

Dans un premier temps (section 2.1), nous analysons les relations entre aménagements des cours d'eau et construction de canaux dans le bassin de la Garonne. Nous étudions ensuite les relations entre les canaux et la construction de l'hydrologie des cours d'eau sur ce territoire (section 2.2). Enfin, nous analysons les logiques d'aménagement de l'estuaire du Guadalquivir (section 2.3) avant de conclure sur les voies d'eau sur les différents terrains étudiés (section 2.4).

2.1 Les voies d'eau, entre canaux et rivières aménagées dans le Sud-Ouest de la France

Entre le milieu du XVIII^e siècle et le milieu du XIX^e siècle, la question de l'eau dans le Sud-Ouest de la France s'organisa de manière significative autour des problèmes posés par la navigabilité de la Garonne entre les deux capitales régionales : Toulouse, capitale intérieure, et Bordeaux, capitale littorale, en reprenant les catégories proposées par Damette (1995) pour rendre compte de l'organisation des réseaux urbains par des logiques marchandes le long des principaux fleuves français. Dans l'affaire qui nous concerne ici, une autre ville littorale intervint : Bayonne, à l'embouchure du fleuve Adour. En effet, Toulouse, au XIX^e siècle, chercha, grâce aux canaux, à se libérer de la tutelle fluviale exercée par Bordeaux à l'aval, en s'alliant à Bayonne.

Nous avons analysé différents projets qui, entre le milieu du XVIII^e siècle et le milieu du XIX^e siècle s'opposèrent ou s'allièrent autour du développement de la navigation entre Toulouse et l'océan Atlantique. Ces projets avaient une existence matérielle grâce aux documents écrits qui, à la fois, décrivaient une idée et ce qui justifiait sa mise en œuvre. Ils portaient aussi des projections sur le futur qu'ils cherchaient à faire advenir politiquement. Nous montrons aussi comment ce chevelu de projets a finalement inscrit un nombre limité d'infrastructures dans la vallée de la Garonne et en Gascogne.

Notre analyse est marquée par sa focale, la vallée moyenne de la Garonne et ses relations aux territoires gascons. Une telle focale s'explique par la question de recherche qui animait initialement les résultats retravaillés ici. Elle portait sur la construction matérielle et politique contemporaine du manque d'eau dans le sud-ouest de la France, dans le cadre d'une thèse de doctorat (Fernandez, 2009). La thèse a montré le rôle important joué par le canal de la Neste dans cette construction, un canal mis en eau pour la première fois en 1861 et que de nombreux acteurs contemporains, en particulier de la CACG, attribuent localement à l'ingénieur des Ponts-et-Chaussées Montet, érigé en véritable héros hydraulique visionnaire. C'est donc en partant du canal de la Neste que nous avons

ensuite étudié le chevelu de projets qui l'ont précédé et qui ont contribué à le façonner. L'ensemble a ensuite produit des représentations particulièrement résilientes des paysages de l'eau garonnais et gascons. En effet, les résultats des négociations qui entourèrent le projet de canal de la Neste se retrouvent aujourd'hui encore inscrits dans des indicateurs de débit, censés à la fois objectiver le manque d'eau et le gouverner. Une telle focale implique alors nécessairement plusieurs angles morts. Nous n'avons pas analysé la dynamique de projets qui, avant de rencontrer ceux de la Garonne, avaient une trajectoire indépendante. C'est le cas par exemple des ancêtres du projet de canal des Pyrénées ou de canal de la Neste qui cherchaient d'abord à renforcer la connexion des territoires gascons avec les ports de Bayonne ou de Bordeaux (Allinne, 1989). Nous n'avons pas, par ailleurs, cherché à avoir une représentation exhaustive des aménagements réalisés sur les rivières elles-mêmes. Enfin, nous n'avons pas étudié les relations et les discours des porte-parole des autres villes, c'est-à-dire en particulier Bordeaux et Bayonne, avec lesquelles Toulouse s'alliait ou s'opposait dans l'affaire des canaux.

2.1.1 Relier les mers entre elles par des canaux ou par voie fluviale ?

La période considérée correspond, pour la Garonne, à une réactualisation politique de l'ouvrage hydraulique de Riquet, le canal du Midi. Depuis la fin du XVII^e siècle⁴³, le canal reliait Toulouse et le port de Sète. La navigation de Toulouse à Bordeaux et vers l'océan Atlantique se faisait via la Garonne. Les échanges qui se déployèrent après la construction du canal du Midi étaient essentiellement régionaux : le canal contribuait à organiser les relations commerciales entre les régions de Toulouse, Narbonne et Montpellier, en faisant circuler en particulier les céréales, le pastel du Lauragais et le vin du Languedoc. Tous les projets de canaux sur la période étudiée (Figure 3) puisèrent leur justification première dans une reconstruction, *a posteriori*, de l'histoire du canal du Midi, qui l'arrachait au passé pour le transformer en objet en devenir : il s'agissait d'accomplir l'œuvre inachevée de Riquet avec un canal qui relierait la mer Méditerranée à l'Océan Atlantique et qui ne s'arrêterait plus à Toulouse.

⁴³ Si c'est l'année 1681 qui est le plus souvent mentionnée dans la littérature pour dater l'ouverture effective du canal, cette date est encore toujours un sujet de discussion chez les historiens car d'importants travaux seront encore réalisés jusqu'à la fin du XVII^e siècle.

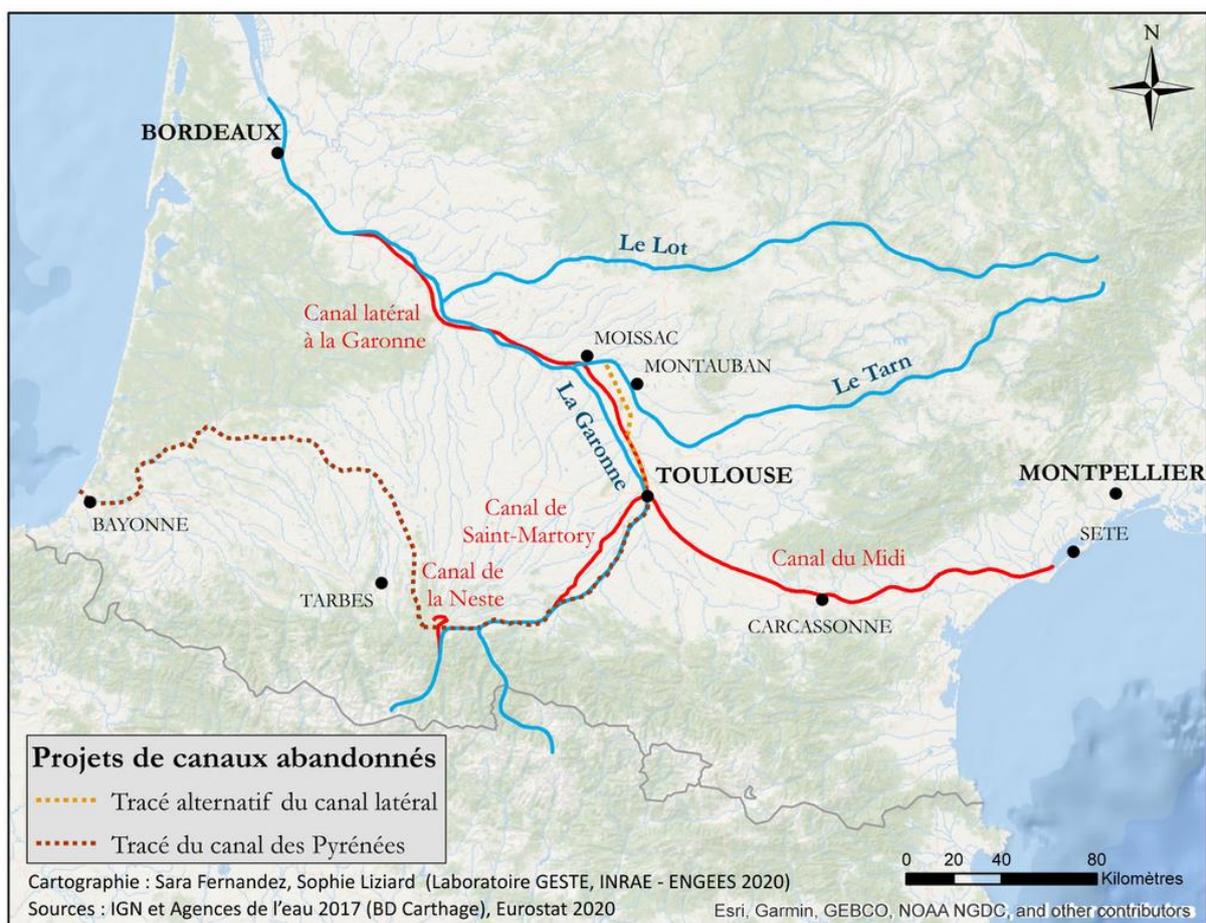


Figure 3 : Carte des canaux construits et projetés au nom de la navigation

Comme en attestent les archives, des marchands de Toulouse se plaignirent auprès de l'Intendant de la province du Languedoc⁴⁴ des difficultés qu'ils rencontraient entre 1752 et 1754 « ... à cause de l'extrême bassesse des eaux de la dite rivière de Garonne »⁴⁵, mais également de la structure du lit et des moulins à nef qui ralentissaient le transport des marchandises destinées aux marchés bordelais⁴⁶. Avec l'appui technique de l'ingénieur géographe Garipuy, directeur des travaux publics de la province du Languedoc, le Comte de Caraman, qui était l'un des propriétaires du canal du Midi, reformula le problème formulé par les marchands toulousains mais en l'articulant autour d'une incapacité à améliorer la navigabilité de la Garonne. Il promut, auprès du Roi, la construction d'un canal latéral à la Garonne, rive droite, qu'il envisageait jusqu'à sa confluence avec le Tarn, près de Moissac^{47, 48}. Ce

⁴⁴ Dans l'Ancien régime, au XVIII^e siècle, le Sud, mise à part la basse Navarre, faisait partie du Royaume de France. L'Intendant était le représentant royal dans les provinces et les généralités.

⁴⁵ Marchands de Toulouse (1752). Certificat original des marchands de Toulouse sur la sécheresse de la Garonne. Archives de Voies Navigables de France (liasse n° 607, Pièce n°2).

⁴⁶ Marchands de Toulouse (1754). Mémoire fait sur les questions qui ont été faites (sic) a (sic) divers patrons et marchands navigant sur la rivière de Garonne. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n° 607, pièce n°3).

⁴⁷ Garipuy (1754). Lettre de Garipuy à Caraman sur la possibilité du canal de Moissac projeté. 6 septembre. Toulouse. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n° 607, pièce n°7).

projet fit ensuite l'objet d'après débats entre les administrateurs et propriétaires du canal du Midi pendant deux décennies. Dans les années 1770, alors que la navigation intérieure était remise à l'agenda politique de la Monarchie, Derieu, receveur général de l'administration du canal du Midi, promouvait plutôt une amélioration de la navigabilité de la Garonne, amélioration que la Chambre de commerce de Toulouse proposait de prendre en charge en échange d'une taxe qu'elle prélèverait auprès des usagers. Derieu avançait plusieurs arguments pour disqualifier le projet de canal de Caraman et Garipuy. Le premier résidait dans la charge contentieuse du projet de canal avec la ville de Toulouse : « il y aurait à soutenir un procès contre la ville de Toulouse qui se défendra tant qu'elle pourra de se laisser enlever l'entrepôt de grains et du commerce du canal qui serait transporté à Moissac »⁴⁹. Derieu mentionnait aussi les difficultés à négocier des expropriations liées à la construction du canal, la faible rentabilité financière d'une telle entreprise en comparant les coûts de transport sur le canal projeté avec les coûts de transport sur la Garonne. Enfin, il insistait sur les risques de conflits avec les riverains de la Garonne rive gauche et des rivières gasconnes que le projet priverait de leur « débouché naturel qui ne pourra plus avoir lieu qu'à grand frais pour traverser la rivière et joindre le canal dont il faudra payer les droits »⁵⁰. Pour la Chambre de commerce de Toulouse, la navigation de la Garonne était surtout empêchée par le morcellement de sa gestion entre les généralités d'Auch et du Languedoc et par les aménagements opérés localement et sans contrôle par les riverains⁵¹, problèmes auxquels il était, selon elle, possible de remédier par des innovations institutionnelles. Dès les années 1780, avec l'appui de l'intendant de la généralité d'Auch et d'ingénieurs des Ponts-et-Chaussées affectés à Toulouse, la Chambre de commerce de Toulouse commença aussi à promouvoir un projet de canal, le « canal des Pyrénées », concurrent de celui porté par Garipuy et de Caraman. Ce dernier proposait de relier Toulouse à Bordeaux, via le Tarn. Le canal des Pyrénées revenait quant à lui à relier Toulouse à Bayonne et il serait alimenté grâce à une dérivation des eaux de la Neste, un affluent de la Garonne, en amont du plateau de Lannemezan⁵². Pour s'opposer à ce nouveau projet, Grandvoinet-Detourny, alors chef de bataillon de l'armée du Génie en résidence à Toulouse, écrivit un mémoire destiné aux États du Languedoc en 1787, défendant l'incompatibilité entre le maintien de la navigabilité de la Garonne et le projet de canal des Pyrénées : « ...en dérivant les eaux de la Neste pour les porter dans le Gers, on en priverait la

⁴⁸ Caraman C. (1754). Lettre de Caraman à Garipuy. 17 avril 1754. Paris. Archives de Voies Navigables de France, Toulouse (Liasse n° 607, pièce n°9).

⁴⁹ Derieu (1774). Lettre à l'un des propriétaires du canal du Midi sur la nécessité du creusement de la Garonne et le danger du projet du canal de Moissac. 12 avril. Archives de Voies Navigables de France, Toulouse (Liasse n° 607, Pièce n° 41). : 4,5.

⁵⁰ Ibid.

⁵¹ Chambre de commerce de Toulouse (1774). Mémoire sur l'État de la communication des mers par la Garonne. Archives de Voies Navigables de France, Toulouse (Liasse n° 339, Pièce n° 39).

⁵² Maquiès (Ingénieur en chef du canal du Midi), non daté. Note sur le canal de navigation projeté entre les villes de Toulouse et Bayonne. Archives de Voies Navigables de France, Toulouse (Liasse n° 602, Pièce n° 16): 2.

Garonne dans la partie haute de Toulouse et on rendrait, par ce moyen, la navigation encore plus difficile »⁵³.

L'instabilité politique de la fin du XVIII^e siècle conduisit à l'abandon provisoire de ces projets concurrents qui refirent surface au début du XIX^e siècle. Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, ces projets entrèrent en concurrence à la fois avec d'autres projets de canaux et avec des projets d'amélioration de la navigabilité de la Garonne. La lecture du Registre des délibérations de la Chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (CCIT), des archives de Voies Navigables de France, des archives départementales, et de celle des Ponts-et-Chaussées, révèle le rôle crucial joué par des acteurs locaux dans le développement de la gestion de l'eau dans le sud-ouest de la France au XVIII^e comme au XIX^e siècle. Ainsi, la Chambre de commerce de Toulouse, recrée en 1802 à la suite de la Révolution, consacra l'essentiel des délibérations de sa première année d'existence à la question du canal latéral de la Garonne au Tarn, auquel elle restait farouchement opposée. Après la Révolution en effet, les ingénieurs en charge du canal du Midi reprirent les tracés proposés par Garipuy qui débouchaient tous près de Moissac. C'est alors que les porte-parole de la ville de Montauban réagirent pour proposer un nouveau tracé qui permettrait au canal de rejoindre le Tarn plus à l'est, au niveau de Montauban. Entre 1802 et 1804, les maires et les conseils municipaux de Montauban et de Moissac débattirent intensément de la crédibilité et du bien-fondé des deux tracés concurrents⁵⁴,
^{55,56, 57, 58}.

Pour les différentes villes concernées, il s'agissait non seulement de devenir un point nodal des réseaux de flux de marchandises en construction mais aussi, et peut-être surtout, de protéger ou de stimuler des activités justement construites sur l'existence même de points de rupture de ces flux. Une batellerie florissante s'était en effet développée à Toulouse, où l'on devait décharger les

⁵³ Grandvoinet-Detourny, chef de bataillon de l'armée du Génie en résidence à Toulouse (1787). Mémoire contenant un Projet pour faciliter la navigation de la Garonne pendant le temps périodique des basses eaux, aux États du Languedoc, Bibliothèque municipale de Toulouse.

⁵⁴ Conseil Municipal de la ville de Montauban (1802). Extraits des registres de délibération du Conseil Municipal de la ville de Montauban, chef-lieu du premier arrondissement du Lot. Archives de Voies Navigables de France, Toulouse (Liasse n° 608, Pièce n° 1).

⁵⁵ Duschène, ingénieur en chef du département du Lot (1803). Résumé des différents écrits auxquels le projet de prolongation du canal du Midi a donné lieu. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n° 608, Pièce n° 16).

⁵⁶ Perrin-Grandpré, maire de la ville de Moissac au nom de ses concitoyens (1802). Mémoire sur la continuation du canal du Midi présenté aux consuls de la République française. Moissac, Imprimerie De Grenier, rue Garonne n°9, Maison du citoyen Pons. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n° 608, Pièce n°8).

⁵⁷ Perrin-Grandpré (maire et habitants de Moissac, (1803). Mémoire en réfutation de la réplique du Maire de la ville de Montauban sur la continuation du canal du Midi vers Moissac. Agen, Imprimerie de Grenier. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n° 608, Pièce n° 13).

⁵⁸ Perrin-Grandpré, maire de la ville de Moissac (1803). Notes critiques contre la réplique de l'Ingénieur en chef du Département du Lot, au dernier Mémoire des Habitants de Moissac sur la continuation du canal du Midi. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n°608, Pièce n°18): 5.

marchandises des larges barges qui circulaient sur le canal du Midi (canal de classe I) pour les recharger sur des embarcations de plus petite taille capables de naviguer sur la Garonne jusqu'à Bordeaux. Moissac et Montauban espéraient toutes deux une extension du canal jusqu'à elles, ce qui aurait impliqué un déménagement des entrepôts et sièges de sociétés de batellerie vers ces deux villes. Le registre des délibérations de la Chambre de commerce de Toulouse ou des conseils municipaux de Moissac et Montauban révèlent ces rivalités. Leurs publications, elles, n'avançaient pas d'arguments relatifs à l'économie du commerce local ou régional. Sur ces supports, il est plutôt question de promesses techniques à moindre coût, ou encore de la navigabilité du Tarn et de la Garonne. Un Tarn aisément navigable à l'aval de Montauban renforçait la proposition de tracé soutenu par cette ville. Une Garonne dont la navigabilité pouvait être facilement améliorée fragilisait le bien-fondé d'une prolongation coûteuse du canal du Midi que ce soit vers Moissac ou Montauban. Elle pouvait en revanche s'accommoder d'un canal vers Bayonne qui créait une voie d'eau dans une nouvelle direction, si on supposait l'abondance des eaux de la Neste. La Chambre de commerce de Toulouse dédia un mémoire publié en 300 exemplaires qui cherchait à démontrer la navigabilité de la Garonne en toute saison entre Toulouse et la confluence avec le Tarn⁵⁹. Les élus mobilisaient les ingénieurs des Ponts et Chaussées en poste dans les différents départements concernés pour produire des avis techniques et soutenir l'un ou l'autre des projets de connexion de Toulouse au Tarn⁶⁰. À l'échelle nationale, le Conseil général des Ponts et Chaussés estima que les contraintes topographiques ne permettaient pas d'éliminer l'un des deux tracés, mais que l'option moissagaise serait moins coûteuse. En parallèle, la Chambre de commerce de Toulouse travaillait sur le projet de canal des Pyrénées. Elle convainquit le maire de Toulouse d'adresser une demande de soutien au ministre du Commerce et de faire figurer ce projet dans la liste des doléances présentées à l'empereur Napoléon lors de son passage à Toulouse en juillet 1808⁶¹.

2.1.2 Relier les deux mers entre elles par des canaux de jonction ou des lignes de chemin de fer?

Ces projets restèrent cependant en suspens, pour être réactivés dix ans plus tard, lorsque, à l'échelle nationale, Becquey, alors Directeur de l'administration des Ponts et Chaussées, lança et coordonna l'élaboration d'un plan de développement d'un réseau unique national de transport par voie d'eau,

⁵⁹ Chambre de commerce de Toulouse (1802-1832). Registre des délibérations de la Chambre de Commerce de Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (documents non classés).

⁶⁰ Duschène, Ingénieur en chef du département du Lot (1803). Résumé des différents écrits auxquels le projet de prolongation du canal du Midi a donné lieu. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n° 608, Pièce n° 16).

⁶¹ Chambre de Commerce de Toulouse (1834). Canal des Pyrénées. Copie d'une lettre adressée par la Chambre de Commerce de Toulouse à M. le ministre du Commerce. 26 mars. Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées): 2-3.

entre 1818 et 1820. Le rapport publié en 1820 définit des classes de canaux, qui renvoyaient à une nomenclature assez lâche. En effet, les canaux de première classe étaient ceux qui permettraient la jonction de deux mers et ils pouvaient être de grande comme de petite section. Les canaux de seconde classe quant à eux étaient plutôt des canaux de petite section. Or, les sections des canaux correspondant aux classes I ou II n'étaient définies que relativement les unes par rapport aux autres.

Le travail de préparation de ce plan réactiva les efforts dédiés à l'élaboration de projets d'amélioration de la navigation dans le Sud-Ouest. En 1819, des commerçants et des notables montalbanais demandèrent aux ingénieurs des Ponts et Chaussées en charge de l'élaboration du Plan Becquey⁶² d'intégrer le projet de canal entre Toulouse et le Tarn via Montauban, en proposant de constituer une compagnie concessionnaire. En réaction, la Chambre de commerce de Toulouse, sollicitée en tant qu'experte par ces mêmes ingénieurs, estima alors officiellement que la navigabilité de la Garonne ne pouvait plus être améliorée, mais que celle du Tarn non plus, et qu'il était donc préférable de promouvoir un projet de canal entre Toulouse et l'embouchure du Tarn (donc près de Moissac), dédié à la fois à la navigation et à l'irrigation, qui serait de classe II⁶³. Un tel projet ne nuirait pas au commerce de la ville de Toulouse, puisqu'il maintiendrait la rupture de charge liée à la différence de gabarit avec le canal du Midi : « le commerce de notre ville deviendrait presque nul si les barques du canal du Midi pouvaient prolonger leur navigation jusqu'au Tarn, ce n'est que là qu'il faudrait renverser les marchandises des barques du canal dans les bateaux de la rivière dans la navigation ... »⁶⁴, tout en contribuant, en prime, à développer l'agriculture irriguée dans le département de la Haute-Garonne.

En parallèle, la Chambre de commerce de Toulouse réinvestissait le projet de canal des Pyrénées. En 1817, l'ingénieur en chef du canal du Midi, Maquiès, fit appel à l'expertise d'un professeur de la faculté de Toulouse pour réaliser des mesures de nivellement de la Garonne et de la Neste jusqu'au pied des Pyrénées⁶⁵. Finalement, le Plan Becquey publié en 1820 ne trancha pas et inscrivit, pour le Sud-Ouest, la plupart des projets qui s'opposaient localement. Pour Becquey, un maillage de canaux et de rivières navigables le plus complet possible constituait en effet un moyen d'étendre l'emprise de l'administration et de son pouvoir technique et réglementaire sur l'aménagement des eaux, au-delà du seul domaine public fluvial.

⁶² Pour produire son rapport, Becquey fit en particulier appel à trois jeunes ingénieurs des Ponts et Chaussées qui travaillaient en province et qui s'étaient investis dans la construction de projets de canaux : Cordier, Brisson et Dutens.

⁶³ Chambre de commerce de Toulouse (1802-1832). Registre des délibérations de la Chambre de Commerce de Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁶⁴ Ibid.

⁶⁵ Maquiès, Ingénieur en chef du canal du Midi (non daté). Note sur le canal de navigation projeté entre les villes de Toulouse et Bayonne. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n° 602, Pièce n° 16) : 5.

À partir des années 1820, le Général Galabert, ancien militaire originaire du Gers, travailla à la constitution d'une société concessionnaire pour le canal des Pyrénées. En 1825, il échangea plusieurs courriers avec Becquey pour obtenir un soutien de la part de l'administration des Ponts et Chaussées pour réaliser les études techniques, dans le cadre de la mise en œuvre du Plan Becquey⁶⁶. Localement, Galabert obtint le soutien de Deschamps, alors ingénieur des Ponts et Chaussées chargé de l'arrondissement de Bordeaux, mais pas d'Eudel, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées du département de la Haute-Garonne. Deschamps, assisté de cinq brigades de niveleurs et d'une brigade de sondeurs réalisa l'étude demandée par Galabert⁶⁷. En mai 1826, Eudel écrivit ainsi à Becquey pour exprimer son agacement : « Quoiqu'une partie du canal projeté traverse mon département, je n'ai point eu occasion de voir, ni l'ingénieur [M. Deschamps] qui a fait les opérations, ni l'agent de la compagnie qui dirige le tout. J'ai seulement appris, par M. Le Préfet que cet agent [M. Galabert] lui avait communiqué des plans et un projet ... qui coûterait environ 38 millions ». Eudel soutenait un projet de moindre envergure, qu'il jugeait plus raisonnable: « Les connaissances que j'ai acquises depuis douze ans que je suis chargé du service des Ponts et Chaussées dans le département de la Haute-Garonne me font penser que ce projet est établi sur une trop grande échelle pour que la compagnie représentée par M. Galabert puisse obtenir un intérêt suffisant du capital qui serait engagé dans cette entreprise... »⁶⁸.

Deschamps présenta ses résultats le 15 novembre 1826 à la commission des Ponts et Chaussées qui avait été établie en 1821 et qui était en charge du pilotage et du suivi de l'exécution du plan de canaux. Cette commission donna un avis favorable au projet tout en estimant aussi que les coûts avaient été sous-estimés et que le canal devrait être de classe I pour avoir la même dimension que le canal du Midi⁶⁹. Le projet fut ensuite approuvé par le Conseil des Ponts et Chaussées dans sa séance du 15 janvier 1827, sous réserve de procéder à des jaugeages plus précis pour s'assurer de la capacité des eaux de la Neste à alimenter un tel canal. En 1827, Galabert publia son premier ouvrage imprimé sur le « canal royal des Pyrénées »⁷⁰. En 1829, Dutens, membre de la commission des canaux et l'un des contributeurs au Plan Becquey ne trancha pas entre les deux propositions portées

⁶⁶ Galabert, L. (1827). Canal royal des Pyrénées. Paris: 6. Lettres reproduites dans cet ouvrage. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées) : 4 et 11.

⁶⁷ Massié, J.-F. (1962). Le canal des Pyrénées, projet de Louis Galabert en 1825, Bulletin de la société de Borda, 12 p.

⁶⁸ Eudel, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées du département de la Haute-Garonne (1826). Notes et observations sur le canal de jonction de la Garonne à l'Adour ou Canal des Pyrénées présentées à M. Le Directeur-général des ponts et chaussées. 12 mai. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n° 602, Pièce n° 5): 2.

⁶⁹ Dutens (1829). Histoire de la navigation intérieure de la France, Tome II. Paris, A. Sautelet et Compagnie. Archives en ligne de la Bibliothèque nationale de France.

⁷⁰ Galabert, L. (1827). Canal royal des Pyrénées. Lettres reproduites dans cet ouvrage. Paris. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées): 6.

respectivement par les ingénieurs Deschamps et Eudel qu'il présenta toutes deux comme étant des canaux à entreprendre pour prolonger le canal du Midi dans le cadre de l'exécution du Plan Becquey. Dutens estimait en effet alors que les eaux de la Neste ne poseraient pas de contrainte particulière : « tous les renseignements recueillis jusqu'à ce jour sur cet objet donnaient les espérances les plus fondées que le pays et particulièrement la rivière Neste offrirait (...) toutes les ressources désirables »⁷¹.

En 1830, Galabert publia son principal ouvrage imprimé sur le projet de canal des Pyrénées, reprenant des études approfondies d'ordre technique (tracé et dimensions du canal) et économique (coûts et bénéfices attendus), menées par des ingénieurs des Ponts et Chaussées et par lui-même. Le général Lamarque, originaire de Saint-Sever et candidat député des Landes, soutint officiellement le projet de Galabert dans sa campagne électorale. Il rédigea aussi un mémoire sur la nécessité d'un canal latéral à l'Adour pour l'agriculture, le commerce et pour répondre à des enjeux militaires⁷². Galabert fut élu député du Gers le 5 juillet 1831, en fondant sa campagne électorale sur le projet de canal des Pyrénées. La même année, Laupies, qui remplaça Eudel en tant qu'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées de la Haute-Garonne, soutenait désormais le projet de Galabert : « la nature (...) semble avoir tout disposé pour cette importante construction ; aucune difficulté comparable à la moindre de celles qu'a présentées le canal du Languedoc ; la pente du terrain est douce et sans ressaut et n'exigera que des déblais ordinaires. Aussi le conseil des ponts et chaussées a-t-il pensé, sous les rapports de l'art, que l'exécution du canal était possible »⁷³. Le projet était aussi très soutenu politiquement à la Chambre de commerce de Toulouse⁷⁴. En 1829, Galabert obtint des propriétaires de la Compagnie du canal du Midi qu'ils se portent caution du projet, pour devenir ensuite

⁷¹ Dutens (1829). Histoire de la navigation intérieure de la France, Tome II. Paris, A. Sautet et Compagnie. Archives en ligne de la Bibliothèque nationale de France.

⁷² Galabert L., 1830. Canal des Pyrénées joignant l'océan à la Méditerranée ou continuation du canal du Midi depuis Toulouse jusqu'à Bayonne. Paris. Imprimerie Felix Locquin, rue Notre-Dame-des-Victoires, n° 16. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n° 602, Pièce n° 26): 108.

⁷³ Documents sur le Canal des Pyrénées. Archives de Voies Navigables de France, Toulouse (Liasse n° 602, pièce n° 12).

⁷⁴ M. Amilhau, rapporteur de la commission chargée de son examen dit à la tribune « ...nous avons adopté ce projet, nous l'avons conçu plutôt comme un MONUMENT d'UTILITE PUBLIQUE que comme spéculation particulière ». (Moniteur du 21 décembre 1831). Général Dode, rapporteur de la chambre des pairs : « si les avantages espérés de la concession sont hypothétiques et susceptibles de débats sans solution positive sous le rapport des bénéfices que pourront en tirer les personnes qui y prendront part, il n'en est pas de même sous le rapport de l'UTILITE PUBLIQUE et des immenses résultats que ce projet aura sur le commerce, l'agriculture et l'industrie du midi de la France et plus particulièrement des cinq départements que cette navigation artificielle doit traverser ; ils sont INCONTESTABLES, dit-il, et n'ont point été contestés ». (Séance du 13 février 1832).

concessionnaires de l'ouvrage⁷⁵. Il assurait aussi que les 110 communes qui se trouveraient sur la ligne du canal avaient manifesté leur intérêt avec des souscriptions⁷⁶.

En parallèle, le projet concurrent, celui de canal latéral à la Garonne sur sa rive droite jusqu'à Bordeaux, prenait également forme. Le 17 décembre 1828, l'État autorisait par ordonnance une compagnie à engager des études pour sa réalisation. Alexandre Doin, investisseur bordelais et membre de cette compagnie, produisit deux mémoires sur le projet de canal latéral^{77, 78} en s'appuyant largement sur les études précédentes concernant les projets de canal entre Toulouse et le Tarn via Moissac ou Montauban. Les Conseils généraux de la Haute-Garonne et du Tarn-et-Garonne, ainsi que la Chambre de commerce de Toulouse émirent de nombreuses réserves⁷⁹, en particulier dans le cadre de la première enquête publique à laquelle le projet fut soumis⁸⁰.

Entre 1829 et 1836, Galabert cherchait à enrôler les chambres de commerce et les élus des territoires traversés par le canal du Midi et au-delà. Il multiplia les échanges de courriers^{81, 82} avec un

⁷⁵ Compagnie du Midi (1829). Rapport à l'Assemblée du Canal du Midi. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées) : 11.

⁷⁶ Galabert L. (1830). Canal des Pyrénées joignant l'océan à la Méditerranée ou continuation du canal du Midi depuis Toulouse jusqu'à Bayonne. Paris. Imprimerie Felix Locquin, rue Notre-Dame-des-Victoires, n° 16. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n° 602, Pièce n° 26): 108.

⁷⁷ Doin, A. (1832). Mémoire sur le canal latéral à la Garonne établissant la jonction définitive des deux mers. Paris, Everta, Imprimeur, rue du Cadran n° 16. BNF (V-9952, GE FF-8155) : 108.

⁷⁸ Doin, A. (1835). Mémoire sur le canal latéral à Garonne, établissant la jonction définitive des deux mers. Paris, Guiraudet et Jouaust. BNF (V-9953).

⁷⁹ Chambre de commerce de Toulouse (1831). Observations de la chambre de commerce de Toulouse sur le projet de canal latéral de Toulouse à Castets. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁸⁰ Doin, A. (non daté). Enquêtes et observations sur ces enquêtes (Projet du canal latéral à la Garonne). Paris, Everat, Imprimeur, rue du cadran, n°16. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n°610, Pièce n°7).

⁸¹ Galabert, L. (1836). Lettre de M. Galabert à Messieurs les membres de la chambre de commerce de Toulouse. Paris. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (466/1).

⁸² Ibid.

député de la Haute-Garonne⁸³ et les Chambres de commerce des villes de Toulouse^{84, 85, 86}, Bayonne^{87,88,89,90}, Marseille^{91,92}, Montpellier^{93,94}, Nîmes⁹⁵, Carcassonne^{96,97} et même d'Alger⁹⁸.

À Paris, Becquey dut quitter son poste en 1830 après de virulentes critiques relatives aux orientations qu'il avait proposées et aux dérives financières de son plan (Geiger, 1994).

⁸³ Député de la Haute-Garonne (1831). Lettre d'un député de la Haute-Garonne aux membres composant la chambre de commerce de Toulouse. Paris. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (466/1).

⁸⁴ Chambre de commerce de Toulouse (1831). Observations de la chambre de commerce de Toulouse sur le projet de canal latéral de Toulouse à Castets. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse.

⁸⁵ Chambre de Commerce de Toulouse (1834). Canal des Pyrénées. Copie d'une lettre adressée par la Chambre de Commerce de Toulouse à M. le ministre du Commerce. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁸⁶ Chambre de Commerce de Toulouse (1836). Lettre des membres composant la chambre de commerce de Toulouse aux membres composant la chambre de commerce de Nîmes. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁸⁷ Chambre de commerce de Bayonne (1830). Lettre des membres composant la chambre de commerce de Bayonne aux membres composant la chambre de commerce de Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁸⁸ Chambre de commerce de Bayonne (1831). Lettre des membres composant la chambre de commerce de Bayonne aux membres composant la chambre de commerce de Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁸⁹ Chambre de commerce de Bayonne (1836). Lettre des membres composant la chambre de commerce de Bayonne aux membres composant la chambre de commerce de Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁹⁰ Chambre de commerce de Bayonne (1838). Lettre des membres de la chambre de commerce de Bayonne aux membres de la chambre de commerce de Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁹¹ Chambre de commerce de Marseille (1830). Lettre des membres composant la chambre de commerce de Marseille aux membres composant la chambre de commerce de Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁹² Chambre de commerce de Marseille (1836). Lettre de la Chambre de Commerce de Marseille à Monsieur Le ministre Secrétaire d'Etat au Département du Commerce et des Travaux publics. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁹³ Chambre de commerce de Montpellier (1831). Lettre des membres composant la chambre de commerce de Montpellier aux membres composant la chambre de commerce de Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁹⁴ Chambre de commerce de Montpellier (1836). Lettre des membres composant la chambre de commerce de Montpellier aux membres composant la chambre de commerce de Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁹⁵ Chambre de commerce de Nîmes (1830). Lettre des membres composant la chambre de commerce de Nîmes aux membres composant la chambre de commerce de Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁹⁶ Chambre de commerce de Carcassonne (1831). Lettre des membres composant la chambre de commerce de Carcassonne aux membres composant la chambre de commerce de Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁹⁷ Chambre de commerce de Carcassonne (1836). Lettre des membres composant la chambre de commerce de Carcassonne aux membres composant la chambre de commerce de Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

⁹⁸ Chambre de commerce d'Alger (1836). Lettre des Possessions françaises du Nord de l'Afrique, Chambre de Commerce d'Alger à MM. Les membres de la Chambre de Commerce de Toulouse. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

Pour autant, l'État autorisa en 1832 la compagnie concessionnaire représentée par Doin à engager des travaux pour la construction du canal latéral à la Garonne, qui débutèrent entre 1835 et 1838 grâce à un emprunt que l'État lui octroya. Doin mourut, les travaux prirent du retard et les fonds empruntés ne suffirent pas à les achever. Avec la loi du 3 juillet 1838, l'État reprit en charge l'opération à la fois techniquement et financièrement. Les travaux reprirent en 1842 et 1843, dirigés par de Baudre, ingénieur des Ponts et Chaussées. Le canal fut ouvert en 1843 à la navigation sur 127 km entre Toulouse et Agen. La partie entre Agen et Castets n'était pas encore construite. C'est alors que la poursuite de la construction du canal et son usage commencèrent à être très marqués par la concurrence avec le chemin de fer.

La loi relative à l'établissement des grandes lignes de chemins de fer fut votée le 11 juin 1842. Elle prévoyait la construction de lignes de chemin de fer entre Paris et la frontière espagnole en passant par Bordeaux et Bayonne et entre l'océan et la Méditerranée en passant par Bordeaux, Toulouse et Marseille. En 1844, l'État ordonna l'abandon du canal à l'aval d'Agen avec la loi du 5 août arguant du développement concomitant des chemins de fer qu'il envisageait de faire passer à l'emplacement de la voie ébauchée entre Agen et Castets-en-Dorthe. Cette loi fit cependant l'objet de vives réactions à la Chambre des députés, appuyée par des requêtes auprès du ministre de l'Agriculture et du commerce émises par la Chambre de commerce de Toulouse⁹⁹. Après la mort de Galabert, la Chambre de commerce de Toulouse commença à soutenir plus résolument le canal latéral, alors que le développement du chemin de fer sur lequel elle n'avait pas de contrôle devenait politiquement prioritaire à l'échelle nationale. La loi de 1844 fut annulée par la loi du 3 mai 1846 qui reconnaissait une complémentarité aux deux voies de communication¹⁰⁰, que constituaient le chemin de fer entre Toulouse et Bordeaux et le canal latéral à la Garonne. Les travaux reprirent en 1846 pour être de nouveau interrompus par la révolution de 1848¹⁰¹. En 1850, le Gouvernement ordonna pourtant la poursuite des travaux, même si la question financière n'était toujours pas résolue, puisqu'un litige opposait la compagnie destituée de Doin à l'État sur le remboursement de l'emprunt contracté en 1836¹⁰². Une nouvelle compagnie bordelaise soumit une proposition au ministre des Travaux publics par laquelle elle s'engageait « à terminer les travaux à ses frais, risques et périls moyennant la

⁹⁹ Chambre de Commerce de Toulouse (1845). Lettre à M. Le ministre de l'Agriculture et du commerce au sujet des projets de travaux publics qui intéressent les départements méridionaux 1845. Signée par les membres de la CCI de Toulouse, dont M. Arnoux. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

¹⁰⁰ Couturier, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées – Agen (1851). Rapport sur les enquêtes ouvertes à Agen et à Bordeaux au sujet de la proposition Festugière. 2 avril. Archives de Voies Navigables de France, Toulouse (Liasse n° 611, Pièce n°3) : 5.

¹⁰¹ La Révolution des 24 et 25 février 1848 a marqué la fin de la Monarchie de Juillet, dirigée par le Roi Louis Philippe et le début de la Seconde République (1848-1851).

¹⁰² Journal Le Constitutionnel - Journal Politique littéraire universel (1851).

concession des droits à percevoir sur toute l'étendue du canal, suivant un tarif déterminé et pendant une durée de 24 ans et 6 mois »¹⁰³. Cette proposition fit l'objet d'une nouvelle enquête publique auprès des départements concernés¹⁰⁴. Une autre enquête était également menée en parallèle pour un projet concurrent qui visait à transformer le canal en ligne de chemin de fer, en accord avec les tracés définis dans la loi du 11 juin 1842 pour la ligne Sète-Bordeaux. Pour cette ligne, l'État avait autorisé une concession à une Compagnie par la loi du 17 juin 1846, mais sa déchéance fut proclamée seulement un an et demi plus tard par l'arrêté ministériel du 21 décembre 1847, faute de moyens. Toutes les Compagnies de chemin de fer qui sollicitèrent le Gouvernement par la suite demandèrent de tenir compte de la concurrence exercée par le canal latéral. La plupart demandait la remise simultanée des deux infrastructures. Certaines envisageaient même la destruction du canal et sa transformation en ligne de chemin de fer au nom, d'ailleurs, de la navigabilité de la Garonne¹⁰⁵ ce qui suscita de nombreuses oppositions que ce soit de la part du Conseil municipal de Montauban¹⁰⁶ ou encore de l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées de Toulouse, Saint-Guilhem¹⁰⁷. Le 8 juillet 1852, après de longues négociations, le Gouvernement accorda la double concession de la ligne de chemins de fer et du canal latéral, pour une durée de 99 ans à la Compagnie des chemins de fer du Midi¹⁰⁸. La construction du canal latéral jusqu'à Castets fut finalisée en 1856. En 1858, le canal du Midi fut aussi concédé à la Compagnie des chemins de fer du Midi. Face aux oppositions virulentes locales, le Gouvernement s'engagea ensuite à rétablir la concurrence entre les deux voies de transport, comme le suggère une lettre du 5 janvier 1860 adressée à la Chambre de commerce de Toulouse¹⁰⁹. En 1897 et 1898, le Gouvernement racheta finalement le canal du Midi et le canal latéral

¹⁰³ Couturier, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées – Agen (1851). Rapport sur les enquêtes ouvertes à Agen et à Bordeaux au sujet de la proposition Festugière. 2 avril. Archives de Voies Navigables de France, Toulouse (Liasse n° 611, Pièce n°3) : 2.

¹⁰⁴ Journal Le Constitutionnel - Journal Politique littéraire universel (1851).

¹⁰⁵ Tarbé des Sablons (1851). Chemin de fer de Bordeaux à Toulouse et à Cette. Résumé des questions soulevées par le projet de construire un chemin de fer de Bordeaux à Toulouse et à Cette en utilisant les travaux du canal latéral à la Garonne. 15 août. Paris. Archives de Voies Navigables de France, Toulouse (Liasse n°611, Pièce n°4).

¹⁰⁶ Conseil Municipal de la ville de Montauban, 1851. Rapport sur la proposition de transformation du canal latéral à la Garonne en chemin de fer. Montauban. Imprimerie de Forestié Neveu et Compagnie. Place de l'horloge, 36. Archives de Voies Navigables de France, Toulouse (Liasse n° 611, Pièce n°6).

¹⁰⁷ Saint-Guilhem, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Première section du canal latéral à la Garonne-Toulouse (1851). Observations de l'ingénieur en chef de la 1ere section du canal latéral à la Garonne sur le rapport fait à l'assemblée des représentants au nom de la commission d'initiative chargée d'examiner la proposition de MM. Alengry et autres, relative à la construction du chemin de fer de Bordeaux à Toulouse et à Cette, en utilisant les travaux du canal latéral à la Garonne. 26 août. Toulouse. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n° 611, Pièce n°7).

¹⁰⁸ Picard, A. (1884). Les chemins de fer français - Étude historique sur la constitution et le régime du réseau - Débats parlementaires, actes législatifs, règlementaires, administratifs. Tome II. Paris, ministère des Travaux Publics: 561. BNF, collection numérique (ark:/12148/bpt6k39218c): 34-40.

¹⁰⁹ Deffes A., membre de la chambre de commerce de Toulouse (1891). Rapport pour la chambre de commerce de Toulouse - Le rachat des canaux du Midi. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

à la Garonne à la Compagnie des chemins de fer du Midi, mais sans en faire non plus des moyens de transport structurants.

Ainsi, tout au long du XIX^e siècle, la navigabilité de la Garonne ou la disponibilité en eau de la Neste sont affirmées ou infirmées selon les intérêts qu'elles viennent soutenir. Pour rendre crédible le projet de canal latéral, la Garonne n'est pas navigable, pour développer le chemin de fer et minimiser l'intérêt du canal latéral une fois construit, elle le redevient¹¹⁰. La construction même du canal latéral a bien sûr contribué à affaiblir la navigabilité de la Garonne, en limitant les budgets qui auraient pu lui être dédiés. Parmi les canaux étudiés jusqu'ici, il s'agit du premier canal construit. Ce canal s'est retrouvé au cœur des oppositions entre le développement des voies ferrées et des voies d'eau. Il a constitué aussi, dans le Sud-Ouest, le laboratoire d'expérimentation des enquêtes d'utilité publique, dispositif défini par la Commission des routes et des canaux établie à la fin des années 1820. Cette commission, composée de députés, conseillers d'État et ingénieurs fut mise en place pour répondre aux critiques suscitées par le Plan Becquey (Graber, 2011). Elle formalisa des procédures qui devaient permettre d'opter pour de bons projets, de produire à la fois une vérité sur les intérêts locaux en jeu et d'arbitrer entre des intérêts qui ne pourraient pas tous être satisfaits (Graber, 2016). En son sein, on débattit de ce qu'il s'agissait de publiciser et comment, et de la fonction assignée au débat contradictoire. Le canal latéral fit l'objet d'au moins trois enquêtes publiques qui permirent de publiciser les intérêts locaux mais pas de trancher. Ce sont d'autres dynamiques qui se jouèrent hors de l'enquête qui définirent la trajectoire de ce canal, qui fut à la fois construit et mis hors d'état de constituer une voie de transport importante. Au tournant du XX^e siècle, la trajectoire de ces projets, les discours qu'ils ont produits et leurs matérialisations dans la vallée de la Garonne ont inscrit durablement la non-navigabilité de la Garonne et du Tarn, qui seront rayés, avec le Lot, de la nomenclature des voies navigables et flottables au début du XX^e siècle. En ce qui concerne les eaux de la Neste, comme nous le verrons dans la section 2.2, c'est avec la construction d'un canal que ces eaux passèrent de l'abondance à la pénurie, pénurie qui allait justifier ensuite la construction de nouveaux ouvrages hydrauliques de régulation des flux, des barrages-réservoirs dans les Pyrénées.

2.1.3 D'un système national à un instrument de colonisation interne de périphéries nationales

Alors que dans les années 1830, l'heure n'était plus aux grands canaux de jonction de classe I, on fit le bilan : les seuls canaux qui avaient suscité un fort intérêt de la part de concessionnaires étaient

¹¹⁰ Rossignol, G. (1900). La navigabilité de la Garonne. Revue Commerciale et Coloniale de Bordeaux et du Sud-Ouest. Imprimerie Delmas, Bordeaux, 16 p.

situés dans le Nord de la France et ils étaient de classe II. Ils étaient associés à une activité minière et à des possibilités de drainage des terres qui augmentaient leur valeur foncière. Dans le sud-ouest de la France, ce revirement donna une nouvelle légitimité à d'autres projets de canaux qui avaient été jusque-là moins publicisés et moins soutenus, mais qui avaient, eux aussi, déjà été investis.

En 1832, l'État autorisa en effet non seulement la compagnie représentée par Doin à engager la construction du canal latéral comme nous l'avons déjà discuté, mais aussi et de manière simultanée la compagnie de Galabert à faire de même pour le canal des Pyrénées. Mais dès les années suivantes, plusieurs autres projets de canaux, de classe II, vinrent concurrencer celui de Galabert, sur les territoires que le canal des Pyrénées devait traverser : le projet de canalisation du Gers à partir des eaux de la Neste, également source d'alimentation du canal des Pyrénées et le projet d'amélioration de la navigation de la Baïse. De même, le projet d'irrigation de la plaine de Toulouse à partir de la Garonne et du Salat, qui avait jusqu'alors constitué une des concessions que la loi du 20 février 1832¹¹¹ avait accordé à Galabert et qui figurait dans le tableau des revenus du canal des Pyrénées, devint un projet indépendant. Deschamps, devenu inspecteur général des Ponts et Chaussées, se désolidarisa du projet de Galabert pour en proposer d'autres qui reliaient Toulouse à Bayonne par Auch et Mont-de-Marsan, rejoignant alors le canal projeté des Grandes landes¹¹². En 1838, Galabert n'avait pas encore réuni les fonds nécessaires pour commencer les travaux. Il mourut ruiné en 1841.

Un an avant la mort de Galabert, en 1840, Montet, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Toulouse, proposa un nouveau projet qui devait être intégralement financé par l'État, et qu'il présenta d'abord comme étant une première étape vers la réalisation du canal des Pyrénées : « ce projet, qui, sans contrarier l'exécution du canal des Pyrénées, ou plutôt en commençant son exécution... »¹¹³. Dès l'année suivante, à la mort de Galabert, le projet de Montet devint plutôt le substitut financièrement et techniquement « réaliste »¹¹⁴ au projet de canal des Pyrénées. Le projet de Montet visait à alimenter les cours d'eau intermittents de Gascogne à partir de l'eau de la Neste, par la construction d'un canal et de réservoirs. Il incluait aussi des propositions pour la canalisation de la Baïse et la construction du canal de Saint-Martory (Figure 3).

¹¹¹ Dans l'article 15 du cahier des charges, annexé à la loi.

¹¹² Rapport fait au Conseil d'Arrondissement de Bordeaux le 16 janvier 1833 sur la proposition de Monsieur le Préfet, tendant à ce que ce Conseil émette un vœu en faveur du nouveau projet de M. L'Inspecteur-général Deschamps pour l'ouverture d'un canal navigable qui, partant de Bordeaux, se dirigerait sur l'Adour, en passant par Sabres, Faye. BNF (4-LK17-19): 51.

¹¹³ Montet, Ingénieur en Chef des Ponts-et-Chaussées (1840). Mémoire sur un projet général d'emploi des eaux de la Neste. Ponts-et-Chaussées. Archives de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (C 197 (3) 3981).

¹¹⁴ Montet, Ingénieur en Chef des Ponts-et-Chaussées (1841). Mémoire à l'appui d'un projet de distribution générale des Eaux de la Neste ayant pour centre le Plateau de Lannemezan. Paris. Imprimerie Lithographique de Clouet. Archives de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (C 197 (4) 3982).

Montet associait trois buts à son projet : « l'établissement de voies navigables, qui seraient impossibles sans le secours d'eaux étrangères ; l'irrigation des terres que brûle, tous les étés, le soleil ardent du Midi, le développement de l'industrie manufacturière que l'obligation où elle serait de chômer une partie de l'année, faute d'eau, empêche de se porter dans les vallées méridionales secondaires... »¹¹⁵. C'est en particulier avec Montet que le développement de l'irrigation, soutenu par l'administration des Ponts et Chaussées, devint un objectif explicite des projets de canaux dans le bassin de la Garonne.

Depuis le début du XIX^e siècle, les sociétés d'agriculture, dont faisaient partie des ingénieurs des Ponts et Chaussées¹¹⁶, promouvaient l'irrigation dans le Sud-Ouest^{117, 118, 119, 120, 121, 122,123}. Ensuite, l'Etat mobilisa le droit pour stimuler la construction de canaux. C'est le cas par exemple de la loi du 29 avril 1845 qui, en instaurant des servitudes pour la construction de canaux, offrit la possibilité à des propriétaires dont les terres n'étaient pas riveraines de cours d'eau d'accéder à la ressource. Cependant, l'irrigation était alors une pratique très marginale dans les régions traversées par les canaux projetés par Montet^{124,125}. Pour Montet, l'irrigation constituait d'ailleurs un instrument de colonisation interne, de conquête de terres incultes, « brûlées par le soleil » afin de réaliser la

¹¹⁵ Ibid: 2

¹¹⁶ Marqué-Victor et Magués, membres de la Société royale d'Agriculture de la Haute-Garonne (1838). Mémoire sur un projet général d'irrigation à créer dans le département de la Haute-Garonne et les terrains environnants; présenté à la Société royale d'Agriculture de ce Département, le 6 juin 1820. Septembre. Extrait du Journal d'Agriculture pratique et d'Economie rurale pour le Midi de la France, publié par la Société d'Agriculture de Toulouse. Bibliothèque du Muséum d'Histoire Naturelle.

¹¹⁷ Société Royale d'agriculture du département de la Haute-Garonne (1819). Extrait des registres de délibérations de la Société Royale d'agriculture du département de la Haute-Garonne. Séance du 21 décembre 1819. Archives départementales de la Haute-Garonne (11 M 11).

¹¹⁸ Société Royale d'Agriculture du Département de la Haute-Garonne (1821). Sujet des prix proposés dans la Séance publique du 25 juin 1821. Prix pour 1822. Archives départementales de la Haute-Garonne (11 M 11).

¹¹⁹ Société Royale d'Agriculture du Département de la Haute-Garonne (1821-1833). Lettres de la Société Royale d'Agriculture du Département de la Haute-Garonne à Monsieur le Préfet faisant référence aux prix agricoles. Archives départementales de la Haute-Garonne (11 M 11).

¹²⁰ Société Royale d'Agriculture du Département de la Haute-Garonne (1822). Sujet des prix proposés dans la Séance publique du 24 juin 1822. Prix pour 1823. Archives départementales de la Haute-Garonne (11 M 11).

¹²¹ Société Royale d'Agriculture du Département de la Haute-Garonne (1823). Société Royale d'Agriculture du Département de la Haute-Garonne. Sujet des prix proposés dans la Séance publique du 24 juin 1823. Prix pour 1824. Archives départementales de la Haute-Garonne (11 M 11).

¹²² Société Royale d'Agriculture du Département de la Haute-Garonne (1826). Société Royale d'Agriculture du Département de la Haute-Garonne. Sujet des prix proposés dans la Séance publique du 24 juin 1826. Archives départementales de la Haute-Garonne (11 M 11).

¹²³ Société Royale d'Agriculture de l'arrondissement de Saint-Gaudens (1823). Notice sommaire de la Société Royale d'Agriculture de l'arrondissement de Saint-Gaudens. Archives départementales de la Haute-Garonne (11 M 11-13)

¹²⁴ Préfecture de la Haute-Garonne (1927). Canaux d'irrigation, études - projets. Conseil Général, 3e commission, 2e session de 1927. Canaux d'irrigation, étude du service du Génie rural, suite à un vœu du Conseil général. Archives départementales de la Haute-Garonne (2703 23): 1-15.

¹²⁵ Maïtrot de Varenne F. (1857). Hydraulique Agricole - Des irrigations et dessèchements dans le département de la Haute-Garonne. Paris. Victor Dalmont, éditeur. Libraire des corps impériaux des Ponts et Chaussées et des mines. Quai des Augustins, 49. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n°855, Pièce n°13): 80-97.

mission civilisatrice de l'État auprès d'une population jugée éparsée et arriérée : « Il y a peu de temps encore que le plateau de Lannemezan ne représentait guère que de vastes Landes appartenant aux communes ; elles servaient à nourrir des troupeaux de vaches et de bêtes à laine et quelques chevaux d'une race chétive ; à peine si l'on voyait autour des habitations quelques coins de terre cultivée. Depuis quelques années les défrichements se sont multipliés, les communes paraissent commencer à comprendre qu'en le cultivant, le sol du plateau produira des résultats bien supérieurs à ceux que l'on en retire à l'état de lande. Mais les progrès marchent bien lentement, soit que la routine, le manque d'instruction ou d'intelligence empêchent les communes de consentir à la vente de leurs landes ou à leurs partage entre les gueux qui y ont des droits (...) Si un canal traversait le plateau de Lannemezan de manière à lui fournir de l'eau et à faciliter le transport à bon marché de la marne qui abonde d'ailleurs sur plusieurs points assez rapprochés, on verrait bientôt les landes qui le couvrent encore converties en plaines riches et fertiles ; et sa population, rare et à l'état de première nature, pour ainsi dire, s'accroître et s'élever, par son contact avec les populations plus avancées, au même niveau de civilisation que le reste de la France »¹²⁶.

Pour justifier son projet, Montet s'appuyait sur une représentation particulière de la Gascogne, lésée par les caprices de la nature : « C'est le massif qui couronne le vaste plateau de Lannemezan qui semble avoir barré à la Neste la direction vers le nord qu'elle suit d'abord. Sans cet obstacle, elle se serait sans doute jetée dans la vallée du Gers ou dans celle de l'une des Baïses et elle serait venue se joindre à la Garonne près d'Agen ou près d'Aiguillon »¹²⁷. La formation du plateau de Lannemezan était donc responsable de la dissociation des cours d'eau gascons de la fonte des neiges pyrénéennes. Pour Montet, compenser une géologie défavorable à la Gascogne relevait des missions de l'ingénierie d'État. Montet se représentait aussi le bassin amont de la Garonne, dans les Pyrénées, comme un château d'eau pléthorique: « dominé d'un côté par les Pyrénées, il [le plateau de Lannemezan] peut en recevoir les eaux qui s'en échappent avec une abondance intarissable par la Neste, l'un des affluents de la Garonne, et celles moins considérables, à la vérité, qui coulent dans l'Arros, l'un des affluents de l'Adour... »¹²⁸. Enfin, Montet veillait à rassurer les ayants-droits : « ces eaux ne seraient pas prises sur celles qui sont utilisées dans la vallée de la Neste ou dans la vallée de la Garonne, où elle se jette, ni sur celles que l'on peut supposer pouvoir y être utilisées un jour à

¹²⁶ Montet, Ingénieur en Chef des Ponts-et-Chaussées (1840). Mémoire sur un projet général d'emploi des eaux de la Neste. Ponts-et-Chaussées. Archives de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (C 197 (3) 3981) : 13-14.

¹²⁷ Montet, Ingénieur en Chef des Ponts-et-Chaussées (1841). Mémoire à l'appui d'un projet de distribution générale des Eaux de la Neste ayant pour centre le Plateau de Lannemezan. Paris. Imprimerie Lithographique de Clouet. Archives de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (C 197 (4) 3982) : 6.

¹²⁸ Ibid: 1.

venir, alors que l'industrie et l'irrigation y auront pris un développement qu'elles n'ont pas encore aujourd'hui »¹²⁹.

Montet justifiait l'intervention de l'État à la fois par les savoirs hydrauliques détenus par son administration et surtout par l'existence d'un intérêt indiscutable mais incompris des propriétaires fonciers pour l'irrigation, ce qui justifiait alors le recours à des fonds publics. Montet préconisait une forme de péréquation entre la navigation et l'irrigation au bénéfice de cette dernière, comparable à celle qui se mettra en place entre l'électricité et l'irrigation en France et dans l'Ouest étasunien à partir de la fin du XIX^e siècle : « le canal qui jettera les eaux des Pyrénées sur les plaines de la Garonne, s'il ne devait avoir pour but que l'irrigation, ne se ferait sans doute jamais ; l'État seul put l'entreprendre et l'État ne l'eut pas entrepris »¹³⁰. La navigation n'avait pas réussi à imposer les canaux. En Gascogne, elle a en revanche permis à l'irrigation de le faire en son nom. Pour Montet, c'était la navigation qui était censée garantir le succès financier de l'opération. Pour autant, c'était l'irrigation qui la rendait possible en légitimant l'investissement public. Alors que la navigation était devenue un enjeu crucial pour les Chambres de commerce, l'irrigation, elle, n'avait pas de porte-parole localement. Il s'agissait donc, en quelque sorte, de négocier l'irrigation avec des intérêts locaux alors structurés autour des pôles urbains et de la navigation.

Ainsi, en 1841, le Préfet de la Haute-Garonne consulta la Chambre de commerce de Toulouse pour qu'elle exprime son opinion sur l'utilité du projet de Montet. Arnoux, membre de la Chambre de commerce et rapporteur du projet, présenta un avis à la séance du 28 janvier 1841. Si le projet de Galabert avait eu « toutes ses sympathies », il ne le soutenait plus « soit que les exagérations du programme primitivement publié par l'auteur eussent paru suspectes, soit que les difficultés physiques qu'il y avait à vaincre de Lannemezan à Bayonne eussent effrayé ceux à qui l'on demandait les ressources nécessaires à son exécution, M. Galabert est mort, peut-être sans conserver l'espoir de se voir revivre dans l'œuvre à laquelle il avait consacré sa fortune et tous les instants d'une carrière honorable »¹³¹. Pour Arnoux, le projet de Montet était acceptable dans la mesure où l'État le finançait¹³². Il critiquait cependant l'importance que les services de l'État accordaient à l'irrigation par rapport à la navigation. Alors que le projet de canal de la Neste était associé à la construction d'un réservoir de 60 millions de m³ sur le plateau de Lannemezan, le canal de Saint-Martory tel qu'envisagé par Montet ne servirait qu'à l'irrigation : « ...on serait tenté de penser que l'auteur

¹²⁹ Ibid : 2.

¹³⁰ Ibid : 47.

¹³¹ Arnoux (1841). Rapport sur la distribution des eaux de la Neste. Registre des délibérations de la chambre de commerce de Toulouse. Séance du 28 janvier 1841. Archives de la Chambre de commerce et de l'industrie de Toulouse (non classées): 3.

¹³² Ibid : 4.

[Montet] n'a eu pour but exclusif que de canaliser le Gers et la Baïse et d'accorder le moins possible à la vallée de la Garonne qui lui en abandonne généreusement les moyens »¹³³. La Chambre de commerce de Toulouse demandait donc à ce que le canal de Saint-Martory soit poursuivi jusqu'à Montréjeau, qu'il prenne l'eau de la Neste et qu'il soit conçu à la fois pour l'irrigation et la navigation. Elle sollicitait aussi un embranchement qui puisse relier la ville de Muret au canal¹³⁴.

Avec le projet de canal des Pyrénées de Galabert, la ville de Toulouse pouvait devenir le nœud du transport commercial par voie d'eau entre la Méditerranée et l'Atlantique, à Bayonne. Ce projet était donc très soutenu par la Chambre de commerce de Toulouse. Le projet de canal de la Neste proposé par Montet en revanche prenait indirectement de l'eau à la Garonne à l'amont de Toulouse pour alimenter les cours d'eau gascons qui se jettent dans la Garonne à l'aval de la ville, et hors du département de la Haute-Garonne. Le projet du canal de Saint-Martory permit à Montet de négocier la réalisation du canal de la Neste avec les porte-parole de la vallée de la Garonne situés entre la Neste et Toulouse.

En 1845, dans un courrier au ministre de l'Agriculture et du commerce, la Chambre de commerce de Toulouse demanda officiellement la construction du canal de la Neste et du canal de Saint-Martory¹³⁵. En 1846, la loi du 31 mai relative à la navigation intérieure alloua une somme de 14 millions de francs au projet de canal de la Neste (article 10)¹³⁶ et de 12 millions de francs pour la construction d'un canal d'irrigation et de navigation entre Saint-Martory et Toulouse (article 11). Selon cette même loi (article 15), il ne pourrait être disposé des eaux pour l'irrigation que par des traités d'affermage passés avec le ministre des Finances. Si le canal de Saint-Martory ne prit pas sa source à Montréjeau mais plus à l'aval, la Chambre de commerce obtint cependant qu'il soit conçu à la fois pour l'irrigation et la navigation (Figure 3). Si l'irrigation était d'abord envisagée comme un objectif secondaire, elle devint rapidement l'objectif premier assigné aux deux canaux. Pourtant, elle

¹³³ Ibid: 4-5

¹³⁴ Ibid : 12.

¹³⁵ Chambre de Commerce de Toulouse (1845). Lettre à M. Le ministre de l'Agriculture et du commerce au sujet des projets de travaux publics qui intéressent les départements méridionaux 1845. Signée par les membres de la CCI de Toulouse, dont M. Arnoux. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse (non classées).

¹³⁶ Dont :

- 6 millions de francs pour la construction des réservoirs et rigoles de dérivation des eaux de la Neste (article 10),
- 3, 4 millions de francs pour la canalisation du Gers depuis son embouchure dans la Garonne jusqu'à Auch
- 1,2 millions de francs pour le perfectionnement de la navigation de la Baïse depuis son embouchure dans la Garonne jusqu'à Nérac
- 3,4 millions de francs pour la canalisation de la Baïse, entre Condom et Mirande.

ne deviendra une pratique agricole significative que plus d'un siècle plus tard, à partir des années 1970.

Les travaux entrepris furent abandonnés au moment de la révolution de 1848. L'ingénieur Raynal du service hydraulique spécial de la Haute-Garonne reprit ensuite le projet de canal de Saint-Martory. Il décida de le redimensionner seulement pour l'irrigation, afin de limiter les coûts des travaux restant à faire. Ainsi, en 1851, l'État consulta essentiellement les propriétaires fonciers du territoire concerné par le canal entre Saint-Martory et Toulouse pour obtenir leur avis sur l'opportunité du projet¹³⁷. Le projet fut approuvé. Les travaux démarrèrent, financés par une subvention autorisée en 1864¹³⁸. Ils correspondaient à la construction d'un barrage d'alimentation à Saint-Martory, d'un canal principal de 70 kilomètres qui prélevait en Garonne un débit maximum de 10 m³/s et d'un réseau de canaux secondaires qui devait atteindre une longueur totale de 450 kilomètres, pour irriguer une surface de l'ordre de 10 000 hectares dans la plaine alluviale de la Garonne, rive gauche. Le 15 février 1866, l'État, le département de la Haute-Garonne et une compagnie anglaise, la *General irrigation and water supply company of France limited*, signèrent une convention qui octroyait une concession à la compagnie pour une durée de 50 ans, qui serait suivie d'une concession à perpétuité au Conseil général du département de la Haute-Garonne. Cette convention fut approuvée par décret impérial le 16 mai 1866, qui fixa aussi une autorisation de dérivation permanente des eaux de la Garonne de 10 m³/s. La Compagnie, qui disposait de ses propres ingénieurs, réalisa les travaux. En 1875, le canal principal fut achevé, mais moins de 200 kilomètres de réseaux secondaires étaient construits. La Compagnie rencontrait des difficultés financières, elle ne finalisa pas les travaux et sa déchéance fut prononcée le 27 novembre 1882. En 1883, la concession du canal Saint-Martory fut octroyée à la Compagnie générale des eaux. Le département de la Haute-Garonne en devint propriétaire le 24 janvier 1927¹³⁹. À la fin du XIX^e siècle, alors que les souscriptions étaient de l'ordre de 4 500 hectares, moins de 2 500 hectares de prairies artificielles ou de fourrages étaient effectivement irrigués¹⁴⁰. Aujourd'hui en revanche, le canal irrigue de l'ordre de 10 000 hectares, soit un quart de la surface irriguée du département de la Haute-Garonne.

¹³⁷ Gleizes, C. (1851). Département de la Haute-Garonne. Canal d'irrigation à Toulouse et à Grenade. Avis aux cultivateurs de cette contrée. Lavelanet. Bibliothèque du Muséum d'Histoire Naturelle: 4.

¹³⁸ Décret du 4 mai 1864.

¹³⁹ Compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne (1982). Schéma d'aménagement des eaux du bassin Adour-Garonne. Bassin Garonne-Pyrénées. Tarbes, Archives de l'Agence de l'eau Adour-Garonne (non classées) : 15-16.

¹⁴⁰ Ronna, Ingénieur civil, (1889). Les irrigations. Tome II. Les canaux et les systèmes d'irrigation. Paris, Librairie de Firmin-Didot et Cie imprimeurs éditeurs, Bibliothèque de l'Enseignement Agricole (sous la direction de M. A. Müntz): 622.

Cette analyse met en lumière deux grandes caractéristiques de la figure du projet hydraulique. D'abord, elle donne à voir son épaisseur temporelle: sa capacité à se matérialiser s'explique en partie par son historicité, par l'effet cumulatif des discours et des textes qui le concernent et le remodelent aussi. C'est ce qui explique que de nombreux projets ne sont jamais officiellement abandonnés, parce que la rente de situation qu'ils incarnent peut être réinvestie si une fenêtre d'opportunité se présente. La deuxième caractéristique concerne l'articulation entre des savoirs et des constructions politiques et économiques. L'enquête menée à partir de l'analyse d'archives textuelles montre le statut ambiguë de la navigabilité de la Garonne: elle semble à la fois centrale pour équiper ou au contraire affaiblir un projet, sans toutefois jamais être l'énoncé qui influence significativement sa trajectoire, parce que la navigabilité de la Garonne reste, en partie du moins, en devenir. La réalisation matérielle des projets ou au contraire leur renvoi au statut de chimères est d'un autre ordre. Il s'agit en particulier (i) des politiques conduites à l'échelle nationale (la politique menée entre 1775 et la Révolution puis celle menée entre 1817 et 1830), (ii) des rivalités commerciales entre Toulouse, Moissac, Montauban et Bordeaux et (iii) de la concurrence exercée par les politiques nationales promouvant le chemin de fer. La réalité de la navigabilité de la Garonne ou d'un canal fonctionnel apparaît alors comme étant le produit d'une capacité à enrôler des acteurs, à capter et à contrôler des ressources cognitives et financières. Si les arguments invoqués pour privilégier le fleuve ou au contraire un canal qui le contournerait portaient généralement sur une comparaison entre les coûts de construction d'un canal et les coûts d'aménagement d'un cours d'eau, l'analyse montre aussi l'importance des menaces qu'une réorganisation du transport fluvial faisait peser sur les rentes de certains acteurs (Trottier et Fernandez, 2010). Sur la période, les solutions promues se déplacèrent tour à tour depuis les rivières (modifications de la morphologie des berges et du lit) vers la construction de canaux et depuis la construction de canaux de grand gabarit (jonction entre deux mers, classe I) vers des canaux de moindre gabarit (classe II). Les tracés des canaux d'abord et leur gabarit ensuite furent au cœur d'intenses débats qui ont laissé de nombreuses traces écrites, sous la forme d'études ou de rapports destinés à être publicisés d'un côté, et, de l'autre, de délibérations qui avaient plutôt un usage interne pour les organisations qui les produisaient (Trottier et Fernandez, 2010). Ces débats révèlent des conflits pour l'usage de l'eau qui étaient aussi des « moments de transformation de l'ordre des choses où s'oppose ayants-droits, prétendants à l'usage et où le savoir est un moyen de produire de nouveaux droits » (Ingold A., 2011).

2.2 Des canaux qui fabriquent l'hydrologie des cours d'eau gascons

Le canal de la Neste fut intégralement financé par l'État, conçu et réalisé par des ingénieurs des Ponts et Chaussées entre 1848 et 1862. Pendant sa construction, des voix s'élevèrent pour alerter sur les risques que pourrait faire peser la dérivation des eaux de la Neste sur les territoires situés à

l'aval. En 1855, le Conseil Général de la Haute-Garonne estima que la dérivation des eaux de la Neste était « si contraire aux intérêts de la Haute-Garonne, et surtout à ceux de la ville de Toulouse ; car, si elle s'accomplissait, elle compromettrait l'existence de nombreuses usines, le service des fontaines, la navigation du canal latéral et rendrait problématique la réalisation du canal de Saint-Martory »¹⁴¹. D'autres ingénieurs des Ponts et Chaussées émirent également des réserves : « Quoique, ainsi que nous le dirons, la pénurie d'eau ne soit généralement pas à craindre, la Garonne recevant les eaux de la Neste peut se trouver appauvrie en temps d'étiage au moyen de cette prise d'eau : cependant, dans le projet de M. Montet dont celui-ci est à la fois un démembrement et une modification, il était bien entendu que le débit de la Neste à l'étiage devait être maintenu dans toutes circonstances et que les eaux de dérivation du côté des Hautes-Pyrénées seraient alors empruntées à des réservoirs construits dans les montagnes. Nous ne saurions dire si les intérêts du département de la Haute-Garonne sont entièrement sauvegardés »¹⁴².

Montet soutenait la capacité à compenser la variabilité temporelle et spatiale des ressources en eau pyrénéennes en associant dérivations et stockages de haute montagne. Dans son projet publié en 1841, il envisageait de laisser en tout temps le débit d'étiage de la rivière Neste, qu'il estimait compris entre 10 et 15 m³/s. Montet avait estimé ce débit seulement à partir de cinq jaugeages réalisés pendant le mois d'août 1839. Il avait produit une représentation du régime de la Neste et de ses débits moyens à partir d'une transposition des connaissances disponibles sur le régime et les débits de la Garonne¹⁴³. Pour Montet, ce débit minimal, associé à des projets de routes et de chemins de fer, devait permettre de ne pas léser les industries papetières de la vallée d'Aure, située entre la frontière espagnole et Sarrancolin, « attirées dans la vallée de la Neste par la pureté et l'abondance de ses eaux », mais aussi les scieries, les producteurs de meubles en bois, et les usines du Bazacle à Toulouse¹⁴⁴. Le débit de référence était donc, pour Montet, le plus faible débit qu'il avait pu reconstituer. Montet assurait ainsi aux ayants-droits que l'état de référence était la situation telle qu'ils la connaissaient, et qu'ils ne seraient pas lésés. Compte-tenu des savoirs hydrologiques alors disponibles, on peut raisonnablement supposer que Montet avait une idée des faiblesses de ses calculs. Mais celles-ci devaient lui sembler sans conséquences puisqu'il associait déjà le projet de

¹⁴¹ Moncaut, C. (1864). Les richesses des Pyrénées françaises et espagnoles. Ce qu'elles furent, ce qu'elles sont, ce qu'elles peuvent être. Agriculture, irrigations, routes, mines, forges, forêts, fabriques, eaux minérales. Paris, 14 rue Richelieu, Guillaumin et Compagnie, Libraires: 89.

¹⁴² Maîtrot de Varenne F. (1857). Hydraulique Agricole - Des irrigations et dessèchements dans le département de la Haute-Garonne. Paris. Victor Dalmont, éditeur. Libraire des corps impériaux des Ponts et Chaussées et des mines. Quai des Augustins, 49. Archives de Voies Navigables de France (Liasse n°855, Pièce n°13) : 96.

¹⁴³ Montet, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées (1841). Mémoire à l'appui d'un projet de distribution générale des Eaux de la Neste ayant pour centre le Plateau de Lannemezan. Paris. Imprimerie Lithographique de Clouet. Archives de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (C 197 (4) 3982). : 8-9.

¹⁴⁴ Ibid : 22.

canal à la constitution des réservoirs de haute montagne de Cap-de-Long, d'Orédon et d'Oule destinés à réalimenter la Neste et de réservoirs à l'aval de la prise du canal, sur la Louge, la Baïse et le plateau de Lannemezan. Montet utilisa donc les estimations du débit d'étiage de la Neste pas tant pour produire une représentation réaliste des étiages de la rivière que pour donner à voir aux Haute-garonnais que leurs droits ne seraient pas grevés, grâce au génie hydraulique, capable non seulement de réorganiser les flux d'eau mais aussi de les augmenter globalement.

Le canal fut achevé en 1861 et mis en service pour la première fois en 1862. Le décret de 1861 réserva la moitié du débit transité par le canal à la Baïse navigable. Si l'irrigation s'y développa relativement peu jusqu'à la fin de la Deuxième Guerre mondiale, elle deviendra ensuite l'usage quantitativement le plus important de l'eau sur ces territoires. Ce canal a aussi largement structuré les relations entre les départements de la vallée de la Garonne et les départements de la Gascogne. Enfin, il fut au cœur de la justification du projet de barrage de Charlas, très controversé pendant plus de trente ans, entre les années 1980 et les années 2000 et qui n'a pas (encore ?) été construit.

Dans les années 1860, alors que la capacité du canal s'élevait à $7 \text{ m}^3/\text{s}$ ¹⁴⁵, seulement entre 2 et 4 m^3 maximum pouvaient transiter dans le canal, dans la mesure où l'administration des Ponts et Chaussées cherchait à respecter l'accord passé avec les ayants droits de l'aval, en maintenant un débit minimum compris entre 10 et $11 \text{ m}^3/\text{s}$. Pourtant, en 1879, pour Salles, ingénieur des Ponts et Chaussées en poste à Toulouse, les usiniers manquaient d'eau : « il n'y a plus d'eau disponible en temps d'étiage s'écrie-t-on de toutes parts ; il n'y en a même pas assez pour les possesseurs actuels »¹⁴⁶. Pour « suppléer à l'insuffisance des eaux de la Neste pendant le bas étiage de cette rivière »¹⁴⁷, l'administration des Ponts et Chaussées décida alors de construire le barrage d'Orédon, dont les travaux démarrèrent en 1879 et s'achevèrent en 1889.

En 1886, les différents barrages planifiés n'étaient donc toujours pas construits. Entre-temps, des usages permis par l'eau rendue nouvellement disponible dans les cours d'eau gascons s'étaient développés, via un système de concessions. Le canal de la Neste permettait donc, en quelque sorte, de contourner le droit riverain de cours d'eau qui ne relevaient pas du domaine fluvial public. L'État cherchait alors aussi à financer la gestion du canal de la Neste par la mise en place de redevances. Le

¹⁴⁵ Ponts et Chaussées (1900). Distribution des eaux de la Neste. Règlement pour l'usage des eaux du canal et des rigoles qui en sont dérivées. Redevances à imposer aux usagers. Notice. Départements des Hautes-Pyrénées et de la Haute-Garonne. Archives de la chambre de commerce et d'industrie de Toulouse.

¹⁴⁶ Salles, M. E. (1879). Extrait des Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. Débit de la Garonne à Toulouse en temps d'étiage. Archives de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (13737).

¹⁴⁷ Michelier (1887). Note sur la distribution des eaux de la Neste. Travaux du réservoir d'Orédon., Annales des Ponts et Chaussées, mémoires et documents. 6e série. Tome XIV. Archives de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées.

décret de 1886 définit les dotations de 17 rivières pour un débit total de 7 m³/s, en laissant, en tout temps, un débit de 4 m³/s à l'aval de la prise d'eau. Ainsi, le canal de la Neste passa d'un projet de dérivation défini en fonction d'un débit à laisser à l'aval de la prise d'eau (estimé à 10 ou 11 m³/s), à un canal dont la capacité construite détermina ce qui serait laissé à l'aval (4 m³/s).

Le décret de 1907 maintint les dispositions globales de celui de 1886, mais en révisant la dotation des différentes rivières réalimentées. Cependant, en 1936, les 7 m³/s permis par la capacité du canal n'étaient toujours pas prélevés pour pouvoir maintenir un débit minimum de 4 m³/s. L'ingénieur d'arrondissement de Tarbes estima alors que, compte-tenu de la variabilité du débit de la Neste, le détournement de 7 m³/s en tout temps ne serait possible qu'avec la construction d'un ensemble de barrages de haute montagne plus importants que ce qu'avait prévu Montet, avec les barrages d'Orédon construit en 1883, d'Aumar en 1901, de Cap de Long en 1908, d'Aubert en 1932 et le projet de barrage de Caillaouas, qui sera construit en 1940, totalisant 26,6 millions de m³¹⁴⁸.

C'est donc une infrastructure, le canal, qui a inscrit durablement une nouvelle représentation de l'état de référence de l'hydrologie de la rivière Neste. C'est en effet le canal qui a défini le débit d'étiage de la rivière à l'aval de la prise, de 4 m³/s¹⁴⁹. Cette valeur ne sera pas modifiée par la construction de nombreux ouvrages de stockage après la Deuxième Guerre mondiale par la CACG et l'augmentation de la capacité du canal à 14 m³/s. Ce débit de référence deviendra aussi le débit d'objectif d'étiage (DOE) de la Neste à l'aval de la prise d'eau du canal, à partir des années 1990. Le canal de la Neste a aussi créé un nouveau territoire hydraulique, la Gascogne, organisé autour de l'eau qu'il lui fournit, distincte de la vallée de la Garonne. Une telle distinction se retrouve aujourd'hui dans les institutions qui gèrent l'eau dans ces deux territoires, avec la CACG d'un côté et le Syndicat mixte d'études et d'aménagement de la Garonne (Smeag)¹⁵⁰ de l'autre.

La construction d'un tel état de référence associée à l'organisation de nouveaux flux d'eau que le canal rendit possible permirent à l'administration de construire un territoire à réguler, alors que les cours d'eau concernés, la Neste et les rivières de Gascogne, ne faisaient pas partie du domaine public fluvial. Ce sont bien à la fois l'investissement dans le débit désiré de la Neste et dans l'infrastructure que constitue le canal qui confèrent à l'administration des Ponts et Chaussées un pouvoir sur le

¹⁴⁸ Dubrsca, Ingénieur d'arrondissement (1936). Note sur le canal de la Neste. 28 juillet. Tarbes. Archives départementales de la Haute-Garonne (3102-92).

¹⁴⁹ Débit qui peut en cas de circonstances exceptionnelles, être abaissé à 3 m³/s par décision du ministère de l'Agriculture

¹⁵⁰ Syndicat mixte d'études et d'aménagement de la Garonne associant les conseils régionaux d'Aquitaine et de Midi-Pyrénées (aujourd'hui Nouvelle-Aquitaine et Occitanie) et les conseils départementaux de la Haute-Garonne, du Tarn-et-Garonne, du Lot-et-Garonne et de la Gironde.

partage des eaux des rivières non domaniales, partage qui relevait alors plutôt de la justice et du droit privé (Ingold A., 2011).

2.3 L'estuaire du Guadalquivir, entre débits et marées

Entre le XVI^e et le début du XXI^e siècle, la navigabilité de l'estuaire du Guadalquivir fut au cœur des représentations de ce territoire et de son aménagement, d'abord pour connecter l'Espagne à ses colonies (XVI^e - début du XVIII^e siècle), ensuite dans une perspective de connexion intérieure nationale (XVIII^e-XIX^e siècle), et enfin pour connecter la ville de Séville au reste du monde (XX^e-XXI^e siècle). L'amélioration de la navigation dans l'estuaire du Guadalquivir s'étala sur plusieurs siècles et rencontra d'importantes difficultés à la fois du fait de la complexité de la circulation de l'eau dans l'estuaire mais aussi parce qu'elle généra, localement, d'importants conflits en cherchant à faire disparaître des îles utilisées selon différents régimes de propriété pour la chasse ou l'élevage extensif et en faisant au contraire apparaître de nouvelles terres asséchées dont l'appropriation était contestée.

Au début du XVI^e siècle, la monarchie espagnole concéda à la ville de Séville le monopole du commerce avec les colonies américaines (Figure 4). Un port fluvial paraissait plus facile à protéger militairement, à contrôler administrativement et fiscalement qu'un port maritime. Le port de Séville ouvrait ensuite sur la voie fluviale alors que les voies de terre étaient peu développées dans des plaines marneuses peu accessibles en hiver. Alors que la capacité des bateaux augmentait et requerrait des tirants d'eau de plus en plus importants, les difficultés rencontrées par la navigation maritime dans l'estuaire du fleuve pour parcourir les 130 kilomètres de distance qui séparaient alors le golfe de Cadiz et le port de Séville¹⁵¹, et par la navigation fluviale jusqu'à Cordoue, contribuèrent finalement à la perte de ce monopole commercial au profit de la ville de Cadiz au début du XVIII^e siècle (Cruz Villalón, 1988).

¹⁵¹ Aujourd'hui, cette distance a été réduite à environ 80 km, parce que de nombreux méandres et bras du fleuve à l'aval de Séville ont été coupés entre la fin du XVIII^e siècle et aujourd'hui : Corta de Merlina en 1795, Corta Fernandina en 1816, Corta de los Jeronimos en 1888, Corta de la Tablada en 1926, Corta de la Vega de Triana en 1948, Corta de la punta del Verde en 1965, Corta de los Olivillos en 1971, Cortas de la Islita en 1972 et Corta de la Cartuja en 1982.



Légende:

- fleuve
- ville
- frontière

Figure 4 : Situer le Guadalquivir, Séville, Cordoue et Cadiz.

Entre temps, la ville avait beaucoup investi dans la vocation commerciale de ses activités. La monarchie avait en effet octroyé un pouvoir significatif aux marchands, organisés en *consulado*, un organisme corporatif gérant de nombreux aspects juridiques et contractuels. Dans le courant du XVIII^e siècle, la monarchie libéralisa le commerce maritime. La disparition du monopole de la connexion entre l'Espagne et ses colonies ne fit pourtant pas disparaître celui de la navigation du Guadalquivir que les marchands sévillans avaient durablement lié à l'économie de la ville.

Entre la fin du XVIII^e siècle et le début du XX^e siècle, dans l'estuaire du Guadalquivir, de nombreux projets furent conçus pour améliorer la navigation, au nom, désormais, du développement d'un système de transport fluvial national. Ces projets furent portés par différents arrangements institutionnels qui représentèrent successivement les intérêts des entreprises de transport de matières premières situées à Séville, très liées aux grands propriétaires du *secano*¹⁵² andalous et aux entreprises minières de la région. Ce sont le *Real consulado* à la fin du XVIII^e siècle, fondé sur un financement municipal des ouvrages hydrauliques et gouverné par les plus gros contribuables locaux, puis deux formes de partenariats public-privé. Entre 1815 et le début des années 1850, il s'agit d'une entreprise concessionnaire, la compagnie de navigation (Picon et Ojeda, 1993). Financée par des

¹⁵² Terres non irriguées.

bourgeois sévillans, elle devait aussi bénéficier de fonds de la monarchie. Elle associa des Britanniques, qui investissaient alors dans les vignobles pour la production de vin de Gerez et dans l'exploitation des mines de cuivre dans la province de Huelva. Elle réunit des capitaux significatifs, mais ses réalisations restèrent limitées. Les tensions se multiplièrent avec la municipalité de Séville et elle perdit la concession en 1852. C'est alors que la monarchie décida d'inclure le port de Séville dans les ports de première catégorie, qui supposaient une gestion et un financement publics. Le transport dans l'estuaire fut alors ensuite géré conjointement par l'organisme public dédié à la gestion du port de Séville, la mairie et la chambre de commerce.

Les ingénieurs qui estimaient que la marée était la principale variable explicative des tirants d'eau observés dans l'estuaire promurent la réduction des méandres (*cortas*)¹⁵³. Ceux qui, au contraire, considéraient que c'était le débit du fleuve entrant dans l'estuaire qui comptait, privilégiaient le maintien d'un débit minimum¹⁵⁴. Les controverses concernant les relations entre tirants d'eau observés, marée et débits, ou encore l'importance des conditions amont ou aval pour expliquer les tirants d'eau observés, stimulèrent les premières analyses systématiques des débits du fleuve.

Le *Real consulado* finança et réalisa la *Corta de Melina* entre 1794 et 1795, et la Compagnie de navigation la *Corta Fernandina* en 1816. Ces premières réductions de méandres générèrent des conflits localement en faisant disparaître des îles utilisées pour la chasse ou l'élevage extensif et en faisant au contraire apparaître de nouvelles terres asséchées dont l'appropriation était contestée (Del Moral Ituarte, 1989). Après la disparition de la compagnie de navigation, les travaux d'amélioration de la navigation dans l'estuaire visèrent plutôt à maintenir un débit minimum¹⁵⁵ (Del Moral Ituarte, 1990; 2008), limitant ainsi les conflits concernant l'accès et l'usage des terres.

Jusqu'au début du XX^e siècle, malgré d'intenses controverses, c'est le besoin d'un débit minimum pour permettre la navigation qui domina, ce qui, de fait, limita une dérivation des débits de l'estuaire pour développer l'irrigation, malgré les diverses initiatives locales et les politiques déployées en faveur de l'assèchement des zones humides.

À la fin du XIX^e siècle et de manière encore plus aiguë après la perte de la colonie cubaine en 1898, l'importance accordée à l'irrigation prit un nouvel essor comme moyen de « régénérer » l'Espagne (Gómez Mendoza, 1992; Gómez Mendoza et Ortega Cantero, 1987). Mais c'est surtout à partir des années 1930, et de manière encore plus intense avec les premières années de la dictature franquiste que la transformation des *marismas* en grenier à riz s'opéra, avec la construction d'infrastructures hydrauliques d'envergure non seulement dans l'estuaire mais également dans l'ensemble du bassin versant du fleuve par un organisme d'État, la Confédération hydrographique du Guadalquivir, créée

¹⁵³ Ils se fondaient sur l'idée selon laquelle la marée remonte d'autant plus haut que le cours d'eau est rectiligne, autrement dit que le cumul de rugosités est plus faible.

¹⁵⁴ Ils se fondaient sur l'idée selon laquelle plus un cours d'eau est méandreux, donc à pente plus faible, plus le tirant d'eau est élevé pour un débit donné.

¹⁵⁵ Même s'il y a eu aussi la *Corta de los Jerónimos* en 1888.

en 1927. C'est de manière concomitante que la gestion d'un débit minimum pour la navigation dans l'estuaire, qui aurait alors pu concurrencer l'irrigation, disparut. L'État, via l'organisme public dédié à la gestion portuaire de Séville et avec l'appui de la municipalité, intensifia la réduction des méandres¹⁵⁶, associée à des dragages réguliers du fleuve dans l'estuaire et à des travaux pour limiter les risques d'inondation à Séville. Réduire la longueur du fleuve entre Séville et la mer eut, de fait, pour effet de diminuer l'impact du débit sur le tirant d'eau et de faire remonter plus haut l'effet de la marée et donc de la salinité. Pour les porte-parole de la navigation, le débit du fleuve dans l'estuaire n'était alors plus une variable importante à gérer ; l'influence de la marée triomphait. Du coup, ils ne s'opposaient plus à une utilisation des débits du fleuve à l'entrée dans l'estuaire par l'irrigation. Ce faisant, l'intensification de la coupure de méandres et des prélèvements agricoles signifiaient aussi une remontée de l'eau de mer dans l'estuaire et donc une augmentation du débit nécessaire à l'agriculture irriguée pour contenir le bouchon salin. C'est à partir de ce moment-là que le débit du Guadalquivir devint une préoccupation essentiellement agricole.

2.4 Conclusions sur les voies d'eau

La mise en perspective des analyses menées dans le sud-ouest de la France et dans le sud-ouest de l'Espagne met en lumière des similitudes et des spécificités.

Dans les deux cas, à partir du XVIII^e siècle et de manière plus intense tout au long du XIX^e siècle, les États espagnols et français et leurs administrations cherchèrent à créer des voies d'eau, en se fondant sur le mythe de macro-réseaux à la fois matériels (systèmes de transport de marchandises) et immatériels (systèmes de crédit) en tant que support de la construction d'un corps social et économique idéal (Musso, 1999), fondé sur la circulation, la fluidité et l'échange. Avant l'avènement du train à vapeur, les réalisations matérielles, qu'elles concernent les canaux ou les cours d'eau, se concentrèrent essentiellement sur certains lieux (le nord de la France, le nord de l'Espagne). Les territoires que nous avons étudiés se retrouvèrent alors aux marges d'un tel déploiement. Ceci eut plusieurs effets. D'abord, la modification du lit de la Garonne et de l'estuaire du Guadalquivir furent relativement limitées. Pour autant, des actions furent bel et bien déployées et elles impactèrent la trajectoire à moyen et long terme de ces hydrosystèmes. Dans le sud-ouest de la France, elles sont à l'origine de la définition d'un état de référence incarné par des débits minimum qui s'est révélé particulièrement résilient. Dans le sud-ouest de l'Espagne au contraire, la reconfiguration politique et matérielle des relations entre l'irrigation et la navigation a conduit à abandonner la définition d'un débit minimum pour organiser la gestion de l'eau de l'estuaire du Guadalquivir. Que ce soit dans le bassin de la Garonne ou dans l'estuaire du Guadalquivir, ces politiques contribuèrent à inscrire matériellement dans les territoires des infrastructures (canaux et barrages-réservoirs) qui allaient

¹⁵⁶ *Cortas de la Tablada en 1926, de la Vega de Triana en 1948, de la punta del Verde en 1965, de los Olivillos en 1971, de la Islita en 1972 et de la Cartuja en 1982.*

ensuite soutenir le développement de l'irrigation, la construction d'une vocation agricole de ces espaces et les cadrages contemporains du manque d'eau fondés sur une augmentation de la ressource disponible.

Dans les deux cas, on observe, au XIX^e siècle, un attachement économique et stratégique fort à la navigation de la part des marchands organisés politiquement dans les pôles urbains (Séville, Toulouse...). L'irrigation et les canaux qui la rendent possible constituent alors plutôt un instrument de l'administration centrale et de ses représentations locales au service de sa politique agrarienne et d'une colonisation interne de territoires périphériques.

Le cas des voies d'eau montre que les infrastructures hydrauliques sont à la fois des productions matérielles et des catégories de gouvernement. Les barrages-réservoirs, seuils, techniques d'irrigation, canaux, stations de traitement, etc. organisent des flux d'eau, en façonnent l'accès, produisent des rentes, des formes de justice ou d'injustice sociale ou environnementale et structurent des territoires. Ces infrastructures activent, organisent, renforcent ou affaiblissent des pouvoirs (Gorostiza et al., 2017).

En France, le régime de propriété et d'usage de nombreux cours d'eau, ceux qui n'étaient ni navigables ni flottables et qui ne faisaient pas partie du domaine public, ni du domaine royal avant 1789, fit l'objet d'intenses débats et de litiges tout au long du XIX^e siècle (Ingold A., 2011). Alors que la Révolution de 1789 abolit les droits seigneuriaux, le statut de ces rivières et des « eaux courantes » qu'elles transportaient ne fut tranché qu'en 1898 : les propriétaires-riverains devinrent propriétaires du lit et des berges, mais pas de l'eau. Ils acquirent en effet un droit d'usage préférentiel, encadré par l'administration. Dans un tel silence législatif, les projets de canaux et d'ouvrages de stockage dans le sud-ouest apparaissent alors comme un moyen pour l'administration de créer des « eaux courantes », libres de droit, sur des territoires particuliers, lesquels elles peuvent alors appliquer des systèmes de concession et organiser les usages de l'eau, sans besoin d'un consensus national pour le faire. En Espagne, le processus de domanialisation de l'ensemble des cours d'eau s'étendit à partir du début du XIX^e siècle et culmina avec la loi des eaux de 1866. L'administration se constitua ainsi un large espace d'intervention en matière de gestion des eaux superficielles, qui s'étendra, un siècle plus tard, à partir de 1985, aux eaux souterraines. Cela lui permit de généraliser le système de concessions pour réguler et coordonner les usages de l'eau, de limiter ce qui pouvait relever de la justice ou du droit privé (Calatayud, 2013).

Enfin, le cas des voies d'eau révèle la dimension géopolitique des infrastructures, puisque, autour d'elles, s'affrontent des pouvoirs rivaux et s'expriment des représentations concurrentes des territoires. Il montre, enfin comment ces infrastructures, au-delà des usages qu'elles rendent possibles ou empêchent, fabriquent aussi, sur le temps long, de nouveaux environnements aquatiques, qui peuvent être par exemple plus ou moins salés ou plus ou moins intermittents.

Chapitre 3. Représenter et gouverner le manque d'eau: relocaliser les indicateurs globaux

L'analyse présentée dans ce chapitre se fonde sur plusieurs types de matériaux. D'abord, elle s'appuie sur des échanges avec des experts internationaux de l'eau à la FAO et au Plan Bleu, dans le cadre d'expériences professionnelles au sein de ces organismes, entre 2002 et 2005 et entre 2009 et 2011. Elle se base aussi sur des entretiens semi-directifs réalisés dans le cadre d'une recherche menée en 2012, en marge du Forum mondial de l'eau qui s'est tenu à Marseille, auprès d'acteurs impliqués dans les années 1990 et 2000 dans le Conseil mondial de l'eau et le Partenariat mondial pour l'eau. Enfin, elle mobilise diverses ressources textuelles disponibles, rassemblées sur plusieurs années, qui relèvent de la littérature scientifique, de la littérature grise produite par les Agences onusiennes, des firmes transnationales ou de divers consortiums internationaux, et d'articles de presse.

À l'échelle mondiale, trois grandes familles d'indicateurs du manque d'eau dominant aujourd'hui les analyses des agences onusiennes et la littérature scientifique. Il s'agit (i) de l'indice de stress hydrique, attribué à M. Falkenmark, hydrologue suédoise, et développé à la fin des années 1970, (ii) de l'indice d'exploitation des ressources en eau renouvelables attribué à I. Shiklomanow, hydrologue russe, mobilisé à partir des années 1980 et (iii) de l'eau virtuelle ou de l'empreinte sur l'eau fondées sur les travaux de J.A. Allan, géographe britannique à partir des années 1990. Nous proposons de faire une généalogie de ces indicateurs pour mieux comprendre leur contexte de production, les acteurs qui les ont développés et promus, leurs contributions aux débats sur les menaces de manque d'eau et ses causes, ainsi que leurs propositions normatives sur ce que devrait être une bonne gestion de l'eau.

Dans un premier temps, nous analysons comment l'Unesco a organisé une communauté épistémique d'hydrologues dans le cadre de son programme sur les zones arides, avec laquelle elle a ensuite développé un nouveau programme articulé autour d'une vision mondiale du cycle de l'eau, associée aux indicateurs de Falkenmark puis de Shiklomanov (sections 3.1 et 3.2). Ensuite, nous étudions comment les analyses de Allan ont renouvelé, à partir des années 1990, la conception du manque d'eau à l'échelle mondiale, avec l'eau virtuelle et l'empreinte sur l'eau (sections 3.3 et 3.4). Enfin, nous revenons sur les relations entre techniques et politiques dans les arènes globales de la gestion de l'eau (section 3.5) et sur le type de savoir qu'elles ont stimulé (section 3.6).

3.1 Mettre au travail les zones arides

Si les travaux de quantification et de modélisation des phénomènes hydrologiques à l'échelle du globe sont bien antérieurs au XX^e siècle, ils ne sont devenus scientifiquement et politiquement significatifs à l'échelle mondiale qu'après la Deuxième Guerre mondiale.

À partir des années 1920, l'hydrologie commença à s'individualiser de la météorologie d'un côté et de l'ingénierie hydraulique de l'autre en tant que discipline scientifique. C'est alors que les hydrologues commencèrent à opérer tout un travail de construction historique de leur discipline. En 1922, la création de l'AIHS (Association internationale de l'hydrologie scientifique)¹⁵⁷ au sein de l'UGGI (Union Géodésique et Géophysique Internationale) structura la discipline pour la dissocier des sourciers et des stations thermales, et organisa la circulation internationale des savoirs hydrologiques jugés scientifiques. Elle s'appuya, entre autres, sur les travaux de l'ingénieur civil et spécialiste des sols étasunien R.E. Horton¹⁵⁸ et sur le schéma qu'il publia en 1931 du cycle dit naturel de l'eau. Il s'agissait pourtant d'une construction scientifique qui reflétait largement le lieu de sa production, l'Occident. Sa forme naturalise l'abondance de l'eau de surface, minimise les processus d'évaporation et de circulation souterraine de l'eau. Elle tend alors à représenter les environnements désertiques ou encore les régimes hydrologiques des oueds comme problématiques. Le nom d'Horton a disparu des schémas d'un cycle de l'eau qui a été essentialisé, et ce d'autant plus que les hydrologues attribuent aujourd'hui la découverte du cycle de l'eau à Perrault à la fin du XVII^e siècle (Linton, 2010)¹⁵⁹.

Les hydrologues travaillaient alors essentiellement aux échelles nationales ou des bassins versants, ce qu'ils continuent d'ailleurs largement à faire encore aujourd'hui. Les analyses hydrologiques accompagnaient et accompagnent encore souvent des projets de barrages ou de réseaux d'irrigation. L'hydrologie et la quantification des stocks et des flux d'eau à l'échelle de grands bassins aidèrent les États à légitimer des interventions visant à organiser la société autour de catégories hydrologiques et à se libérer des ayants droits ou des politiques locales. De telles quantifications se retrouvèrent ainsi impliquées dans des enjeux politiques de colonisation et de gouvernement des territoires (Alatout, 2007; 2008; 2009), et ce, parfois, avant le début du XX^e siècle (Chapitre 2).

¹⁵⁷ Elle deviendra, en 1971, l'Association internationale des sciences hydrologiques (AISH-IAHS).

¹⁵⁸ Robert Elmer Horton développa des travaux qui cherchaient à établir des relations entre l'hydrologie des cours d'eau et les caractéristiques de leur bassin versant (morphologie, sols, végétation).

¹⁵⁹ Dans le journal *Le Monde* daté du 10 septembre 1974, consacré à la conférence organisée par l'Unesco pour célébrer la fin de la Décennie internationale de l'hydrologie et le tricentenaire de la discipline (1674 – 1974), le journaliste Y. Rebeyrol titrait l'un de ses articles « Pierre Perrault fondait l'hydrologie scientifique ».

Alors que la formalisation et le déploiement des savoirs hydrologiques soutenaient l'aménagement hydraulique des nombreux territoires dans le monde depuis les années 1930, ils firent aussi l'objet, dès les années 1950, de la constitution d'une communauté scientifique internationale organisée par l'Unesco, qui démarra autour de la mise à l'agenda politique international des problèmes posés par les zones arides dans le monde.

L'eau ne faisait pas partie du mandat initial de l'Unesco. C'est grâce au programme sur les zones arides (1951 – 1960) que l'eau devint un enjeu important pour l'agence onusienne. Ce programme, porté par le français M. Batisse¹⁶⁰ et sur lequel il construira aussi sa carrière au sein de l'organisation, permettra à l'Unesco de devenir le nœud de tout un développement scientifique et discursif global sur les ressources naturelles, le développement et l'environnement. Selon J. Swarbrick, en charge du programme des zones arides, « l'Unesco s'attaque à un problème mondial », « La Terre a soif » et « sur plus du quart des terres émergées ne peut vivre et fort chétivement qu'une population clairsemée, parce qu'elle manque d'eau » (Unesco, 1955).

La première production du programme fut une carte de distribution des climats arides et semi-arides dans le monde réalisée par le géographe étasunien P. Meigs (1953) de la Division des sciences de la terre du *USA Army Quartermaster Corps* (Figure 5).

¹⁶⁰ Michel Batisse était ingénieur de l'École centrale des arts et manufactures, licencié de la faculté de droit de Paris et docteur en sciences physiques à la Sorbonne. Il fit toute sa carrière à l'Unesco, dont il fut le directeur-général du secteur des sciences de 1972 à 1984.

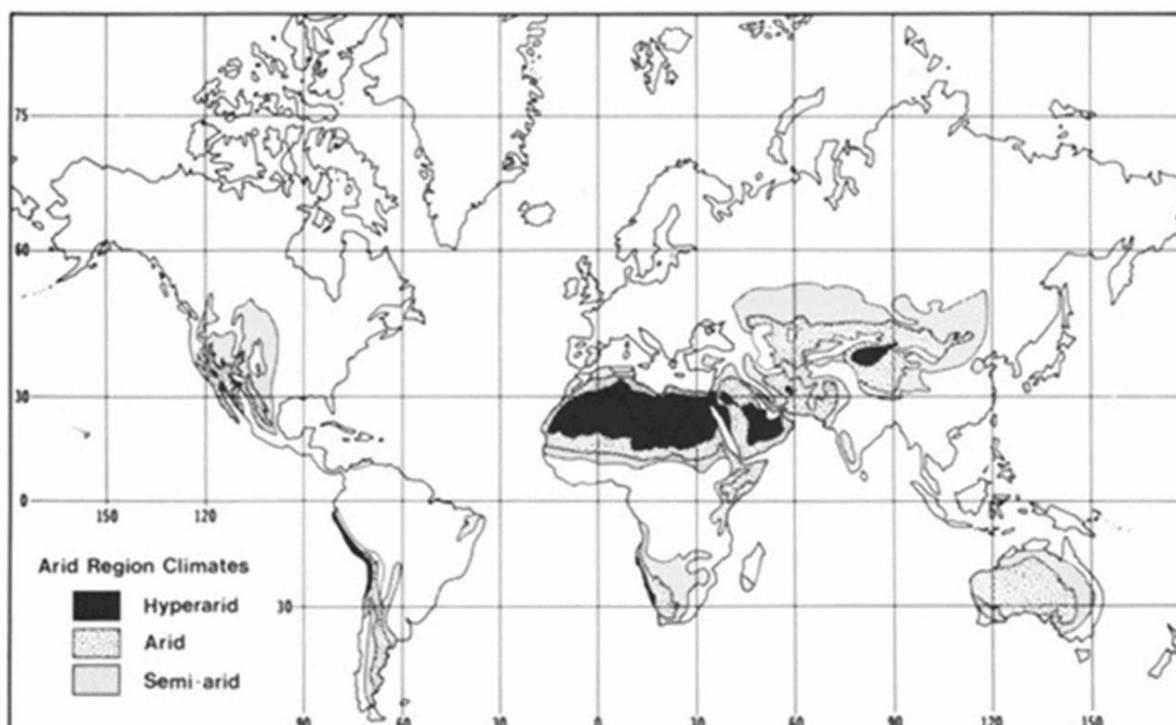


Figure 5: La carte de distribution des climats arides de Meigs, P. (1953).

Les zones qualifiées d'arides ou de semi-arides couvraient les déserts chauds d'Afrique ou d'Australie, les déserts froids d'Asie centrale, des terres irriguées, des terres où domine l'agriculture pluviale, des savanes herbeuses, les dunes sahariennes... Cette carte fit l'objet d'intenses débats, en particulier avec l'OMM (Organisation météorologique mondiale)¹⁶¹ qui estimait que l'Unesco s'immisçait trop dans les questions de climatologie. Pour la produire, Meigs adapta les propositions de C.W. Thornthwaite (1948) sur la notion d'évapotranspiration potentielle et utilisa un indice qui la liait à la pluviométrie. Dans le premier tiers du XX^e siècle, des géographes tels que E. De Martonne (1926), L. Emberger (1930) ou A. Angström (1936), avaient proposé des indicateurs pour distinguer les climats du monde et qui liaient différemment deux variables : la température de l'air et la pluviométrie, pour lesquelles des données mesurées étaient disponibles à grande échelle. Ces indicateurs contenaient aussi des hypothèses sur l'évaporation, qui était alors considérée comme étant déterminée par la température de l'air¹⁶². W. P. Köppen (1936) avait ensuite proposé une classification des climats fondée non seulement sur la température de l'air et la pluviométrie, mais aussi sur les types de végétation qui étaient eux-mêmes caractérisés par des consommations d'eau. Pour Köppen, la végétation jouait en quelque sorte le rôle de mesure de l'évapotranspiration à grande échelle. En ce sens, Köppen s'inscrit dans une histoire longue de la construction de savoirs occidentaux qui, dès le XVII^e siècle, commencèrent à penser le cycle global de l'eau à partir de

¹⁶¹ World Meteorological Organization (WMO).

¹⁶² Selon des fonctions linéaires ou exponentielles.

l'interprétation du « prodige de l'île de Fer » dans les Canaries, véritable trait d'union entre l'ancien et le nouveau monde. Dans la représentation de ce cycle, la végétation était centrale pour réguler les différentes phases de l'eau et c'est ce qui légitimait aussi qu'elle soit régulée et contrôlée par les États au service de l'expansion impériale européenne (Fressoz et Locher, 2020: 31-43).

Dans les années 1930, les hydrologues de leur côté, plus proches des hydrauliciens et d'enjeux d'aménagements locaux, tendaient plutôt à déduire l'évaporation des données mesurées de la pluie et des écoulements de surface. Cela revenait alors aussi à négliger les transferts souterrains qui pouvaient s'inscrire dans d'autres temporalités et dans d'autres spatialités et qui n'étaient pas directement lisibles dans les écoulements de surface.

Pour les géographes étasuniens C. W. Thornthwaite¹⁶³ et B. Holzmann: *"among the various climatic factors of hydrologic and agricultural significance the return of moisture to the atmosphere from natural land surfaces has resisted measurement most strongly and is consequently least well known"*¹⁶⁴ (Thornthwaite et Holzman, 1942:1). Ils estimaient aussi que, à la différence des plans d'eau, l'évaporation des couverts végétaux ne pouvait pas être déduite des données météorologiques classiques, qu'elle ne pouvait pas se limiter à une estimation indirecte grâce à un calcul de « l'efficacité » de la pluie et qu'elle devait s'appuyer sur des mesures de la vitesse du vent et du taux d'humidité dans l'atmosphère. Dans les années 1930, Thornthwaite travaillait déjà sur la classification des climats. Dans les années 1940, il cherchait à l'améliorer en ne se limitant pas à la pluviométrie pour s'intéresser davantage à l'eau disponible dans les sols en mettant l'évaporation en variables. La difficulté de dissocier l'évaporation de l'eau du sol d'un côté et la transpiration de l'eau par les plantes de l'autre le conduisit à proposer un concept englobant les deux phénomènes : l'évapotranspiration (1948), qu'il chercha à quantifier. Le physicien et climatologue britannique Penman¹⁶⁵ (1948) qui publia ses travaux sur « l'évaporation de l'eau à surface libre, de sols nus et couverts de gazon » la même année que Thornthwaite partageait son intérêt pour les relations entre disponibilité en eau dans le sol et croissance des plantes. L'eau consommée que Thornthwaite et

¹⁶³ Charles Warren Thornthwaite travailla tout à tour à l'Université, pour le Service de conservation des sols du ministère de l'Agriculture (*U.S. Soil Conservation Service*), puis en tant que consultant indépendant pour l'armée, des compagnies agro-alimentaires et des organisations internationales. Il fut très actif au sein de l'OMM, dont il dirigea la section « Climatologie ».

¹⁶⁴ « Parmi les différents facteurs climatiques qui ont une importance hydrologique et agricole, le retour de l'humidité dans l'atmosphère depuis les surfaces terrestres naturelles est ce qui a le plus résisté aux mesures et qui est donc le moins bien connu ».

¹⁶⁵ Dans les années 1930, Howard Latimer Penman travailla pour la *British Cotton Research Association* et obtint un doctorat en physique de l'Université de Durham. Il devint ensuite chercheur dans le département de physique du sol du centre de recherche agricole Rothamsted, qu'il dirigea ensuite. Dans les années 1960, il fut président de la *Royal Meteorological Society* et fut élu à la *Royal Society*. Il travailla en lien étroit avec plusieurs gouvernements et la FAO.

Penman cherchèrent à calculer correspondait à l'eau évaporée au niveau du sol¹⁶⁶ et à l'eau transpirée^{167, 168}.

Ils avaient tous deux une conception physicienne de la végétation : la végétation était une machine régie par des mécanismes physiques et linéaires qui transportait de l'eau du sol vers l'atmosphère¹⁶⁹. Indifférencier les deux phénomènes que sont l'évaporation et la transpiration ne posait alors pas de problème particulier à leurs yeux parce qu'elles renvoyaient à un même changement d'état de l'eau, de l'état liquide à l'état gazeux, changement qui consomme de l'énergie, et parce que c'était bien ce changement d'état qui comptait pour améliorer la représentation du cycle de l'eau, des climats ou de l'eau utilisée pour la croissance des plantes. Le sol nu, la végétation et les non-linéarités biologiques étaient commensurés avec les plans d'eau, ou plus globalement avec l'eau à surface libre. Le vivant était assimilé à l'inerte : l'évaporation du couvert végétal était évaluée avec les mêmes variables que celle d'un plan d'eau, variables qui relevaient de la météorologie (atmosphère) et de certaines caractéristiques de la surface. L'enjeu était double : (i) améliorer la compréhension de l'évaporation de l'eau à surface libre, la mettre en équation en s'appuyant sur des théories physiques et des expériences de terrain pour définir les paramètres et (ii) établir des relations entre cette évaporation et celle d'un couvert végétal¹⁷⁰. Les équations étaient au cœur des publications, en tant qu'élément central d'administration de la preuve et de discussion avec les pairs, à une période où on ne modélisait pas encore beaucoup. Penman s'était appuyé sur un travail expérimental réalisé sur un couvert végétal spécifique, et donc relativement contrôlé, le gazon. Penman et ses collègues estimaient que la végétation pouvait aussi être considérée comme une entité indifférenciée parce qu'ils estimaient que l'évapotranspiration ne dépendait pas des espèces ou des variétés mais seulement du niveau de couverture du sol qu'elle induisait (Schofield, 1949). C'est ce qui justifiait que les variables mobilisées, par Thornthwaite comme par Penman, pour représenter l'eau qu'un couvert végétal consommerait s'il n'était pas contraint par les quantités d'eau disponibles, se limitent à la température de l'air, la durée du rayonnement, l'hygrométrie ou le vent. En une dizaine d'années, à l'échelle internationale, le gazon devint la "plante idéale", la référence dans l'herbier de

¹⁶⁶ Dans son calcul de l'évaporation, Thornthwaite ne prenait pas en compte l'eau de pluie interceptée par les feuilles : ce type de quantification ne sera réalisé que plus tard, il concernera essentiellement les couverts forestiers et peu les plantes herbacées. Il reste aujourd'hui plutôt marginal dans les travaux de modélisation hydrologique ou agronomique et concerne surtout ceux qui s'intéressent aux systèmes forestiers, où il peut représenter, selon les essences ou les types de peuplements, entre 10 et 30% de l'évaporation totale.

¹⁶⁷ La transpiration des végétaux a plusieurs fonctions : c'est elle qui permet la circulation de la sève et le transport des sels minéraux.

¹⁶⁸ Ils ne mentionnaient pas l'eau métabolisée dans le processus de photosynthèse. Elle représente moins d'1% de l'eau évaporée par un végétal.

¹⁶⁹ Penman écrira en 1956 : "the plant can be regarded as a passive channel between the water in the soil and the atmosphere above".

¹⁷⁰ Il y avait alors un consensus selon lequel l'évaporation d'un couvert végétal ne pouvait pas être supérieure à une eau à surface libre.

l'action publique, à partir de laquelle l'évapotranspiration potentielle des autres végétaux était calculée (Damagnez et al., 1963; Mc Ilroy et Angus, 1964; Penman, 1948; Pruitt, 1964; Riou, 1975; Sarraf, 1973; Stanhill, 1961; Turc, 1961; Van Bavel, 1966).

Les deux publications de Thornthwaite montrent aussi une évolution du statut de la végétation. En 1942, avec son collègue Bolzman, il estimait que le choix des couverts végétaux devrait être adapté à la pluviométrie du lieu et au niveau d'humidité des sols: *“where flood-producing rains are common, a plant cover having high transpiration values should be favored so that appreciable soil moisture deficiencies may be built up between rains; and to minimize crop failure in areas of high drought incidence, plants with small transpiration values should be favored”*¹⁷¹ (Thornthwaite et Holzman, 1942: 64). Il reconnaissait donc que la transpiration variait selon le type de plantes. Pour Thornthwaite, il s'agissait alors d'adapter l'agriculture au climat. En 1948 en revanche, en introduisant la notion d'évapotranspiration « potentielle », sa perspective changea. Le type de végétation devint non seulement un signe du climat comme chez Köppen mais aussi un potentiel qui ne s'exprimait pas pleinement du fait d'un manque d'eau : *“The vegetation of the desert is sparse and uses little water because water is deficient. If more water were available, the vegetation would be less sparse and would use more water. There is a distinction, then, between amount of water that actually transpires and evaporates and that which would transpire and evaporate if it were available. When water supply increases, as in a desert irrigation project, evapotranspiration rises to a maximum that depends only on the climate. This we may call « potential evapotranspiration », as distinct from actual evapotranspiration”*¹⁷² (Thornthwaite, 1948: 56). Thornthwaite s'appuya sur des données expérimentales produites dans des situations où les plantes cultivées étaient irriguées, mais sans étudier l'effet que pouvait avoir, sur le calcul de l'eau consommée, le type de végétation, son stade de développement ou les pratiques de l'agriculteur. Il ne s'agissait plus d'adapter les cultures à l'eau disponible, mais d'adapter cette dernière à l'agriculture désirée. En 1948, Thornthwaite externalisait la question du choix des cultures pour ensuite chercher, avec la notion d'évapotranspiration, à faire exprimer leur potentiel grâce à l'irrigation.

¹⁷¹ « là où les pluies provoquant des inondations sont fréquentes, il convient de favoriser une couverture végétale ayant des valeurs de transpiration élevées afin que des déficits appréciables de l'humidité du sol puissent se développer entre chaque pluie ; et pour minimiser les pertes de récoltes dans les zones à forte incidence de sécheresse, il convient de favoriser les plantes ayant des valeurs de transpiration faibles ».

¹⁷² «La végétation du désert est clairsemée et utilise peu d'eau car l'eau manque. Si l'on disposait de plus d'eau, la végétation serait moins clairsemée et utiliserait plus d'eau. Il y a une distinction entre le volume d'eau qui est effectivement évapotranspiré et celui qui pourrait être évapotranspiré, s'il était disponible. Lorsque la disponibilité en eau augmente, l'évapotranspiration atteint un maximum qui dépend uniquement du climat. C'est ce que nous pourrions appeler 'évapotranspiration potentielle', en distinction de l'évapotranspiration réelle ».

Alors que pour Thornthwaite, la température était centrale pour expliquer l'évapotranspiration¹⁷³, pour Penman dont la formule s'appuie sur un bilan énergétique, c'était le rayonnement solaire. Dans les années 1950, les propositions de l'étasunien Thornthwaite et du britannique Penman furent discutées et critiquées, en particulier par des français et des néerlandais, géographes (Gentili, 1953), biologistes (de Wit, 1958) et météorologues (van Wijk et de Vries, 1954). Pour autant, dans un contexte où la quantification prenait une place politique et scientifique significative et en l'absence de formule mathématique alternative et concurrente qui serait capable d'aborder ces phénomènes avec une perspective biologique, Penman réussit à faire de sa formule un passage-obligé, à enrôler les agronomes¹⁷⁴, pour ensuite, dans un second temps, biologiser la formule avec les ajustements proposés par le britannique Monteith (1965) et la définition de coefficients cultureux. Alors que la modélisation hydrologique continuera jusqu'à aujourd'hui à mobiliser les formules de Penman et de Thornthwaite (Oudin, 2004), c'est celle de Penman, retravaillée en 1965 par Monteith (formule de Penman-Monteith), qui sera largement adoptée et retravaillée par les agronomes.

À partir des années 1970, la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)¹⁷⁵ coordonna des travaux visant à trouver des coefficients caractéristiques de différentes plantes cultivées et à quantifier l'effet du stress hydrique sur l'évapotranspiration. Ce sont tous ces efforts qui ont produit la notion de « besoin en eau des cultures », représenté par des modèles de bilans hydriques tels que Cropwat, ou encore la notion de pluie utile, la pluie utile des hydrologues (c'est-à-dire celle qui se transforme en débit) étant d'ailleurs la pluie inutile des agronomes (c'est-à-dire celle qui n'est pas consommée par les plantes cultivées).

Ainsi, à partir de la fin des années 1940, les efforts de mise en équation de l'aridité sous l'égide des Agences des Nations unies (Unesco, OMM et FAO) et la manière dont l'évapotranspiration potentielle fut formulée ne se limitèrent pas à objectiver les relations entre pluviométrie et végétation. Ils réinscrivirent politiquement l'aridité, déjà mobilisée dans les années 1930 par les anciennes puissances coloniales européennes, les États-Unis, l'URSS ou l'Australie, en tant qu'ennemi commun à combattre à l'échelle mondiale, en tant qu'enjeu à même d'effacer les frontières et les idéologies politiques.

Les zones arides et semi-arides incarnaient ce que le cycle hydrologique dessiné par Horton dans les années 1930 ne représentait pas : des cours d'eau intermittents, des fleuves dont l'eau peut ne pas

¹⁷³ Ce qui le conduisait à ne pas comprendre pourquoi, pour une même température, l'évapotranspiration diffère d'une région à l'autre (1948).

¹⁷⁴ En 1956, Penman appelait ainsi les biologistes et pédologues à se joindre à ses efforts : *"Though the physicist still has some problems he can solve by himself, much of his future contribution to the understanding of evaporation in agriculture must be in collaboration with the biologist and soil scientist"*.

¹⁷⁵ Food and Agriculture Organization of the United Nations.

atteindre la mer, une circulation de l'eau souterraine importante... Pour de nombreux acteurs associés au programme, il s'agissait de mettre au travail les zones arides pour éliminer le manque d'eau qui les pénalisait, ce qui revenait la fois à les réinscrire dans les représentations communes, occidentales et tempérées du cycle de l'eau, et à matérialiser un potentiel de production de biomasse inexploité parce qu'il renvoyait à des populations arriérées, cibles de l'APD. Dans son ouvrage *"The Arid Lands, History, Power, Knowledge"*, D. K. Davis (2016) a montré l'incapacité, depuis le XIX^e siècle, des logiques de l'expertise ou de la science moderne des États occidentaux fondées sur l'idée de répétition, de standardisation ou de prédiction, inscrites dans les pratiques coloniales et réincarnées dans celles des Agences onusiennes après la Deuxième Guerre mondiale, à valoriser l'extrême variabilité des précipitations dans les régions arides et semi-arides. Ainsi, selon le discours qui dominait le programme de l'Unesco, il ne s'agissait pas tant de décrire l'imprévisibilité qu'incarneraient les climats arides ou semi-arides que de la combattre grâce aux sciences, aux technologies et à la planification rationnelle pour produire une nature équilibrée et harmonieuse, améliorer la situation des populations locales et, aussi, contribuer à encaisser un accroissement démographique mondial jugé inéluctable. Pour les agences onusiennes, les zones arides et semi-arides constituaient un problème pour l'alimentation des populations du monde, problème qui ne pouvait que s'aggraver dans le futur. C'est ce qui justifiait alors le besoin impérieux de les rendre productives grâce à des développements techniques et scientifiques (White, 1958).

L'eau, ou plutôt son absence, était centrale dans la définition de l'aridité, tout comme la potentialité agricole liée à la température et à la durée de l'ensoleillement. Pour verdir le désert, il s'agissait de trouver de l'eau, en promouvant le développement technologique pour le contrôle des nuages et la production de pluie artificielle, le dessalement de l'eau de mer ou de l'eau saumâtre, ou encore la construction de barrages. Le programme des zones arides promouvait l'irrigation, tout comme la formule de Thornswaithe d'ailleurs, la FAO et de nombreux États, et la gestion de l'un de ses effets négatifs : la salinisation des sols, voire leur sodisation. Le cadrage dominant était alors celui d'une valorisation agricole des zones arides dont la faiblesse des précipitations justifiait l'irrigation, même si elle se traduisait aussi par un très faible lessivage des sols¹⁷⁶. Il s'agissait de favoriser des techniques de dessalement de l'eau, des cultures tolérantes au sel, des techniques d'irrigation localisée, ou encore le lessivage artificiel associé à des systèmes de drainage. En d'autres termes, l'irrigation avait alors une dimension axiologique : elle était une condition nécessaire et indiscutée à l'augmentation de la production alimentaire. Il s'agissait plutôt d'en gouverner les dégâts à la marge et d'essayer même de les valoriser. La FAO investit ainsi significativement la quantification et la

¹⁷⁶ L'eau d'irrigation, qu'elle que soit son origine, contient toujours du sel, en plus ou moins grande concentration. Lorsque l'eau est répandue sur le sol cultivé, une partie s'évapore, laissant le sel qui petit à petit forme une croûte pouvant, *in fine*, stériliser le sol, si celui-ci n'est pas drainé.

modélisation de l'évapotranspiration des plantes cultivées dans le but de produire des règles génériques pour le dimensionnement des infrastructures hydro-agricoles, financées par l'APD, et discipliner les agriculteurs devenus irrigants une fois les infrastructures construites. En lien étroit avec la CIID (Commission internationale des irrigations et du drainage)¹⁷⁷ créée en 1950, et organisée autour des savoirs hydrauliques d'action publique, la FAO stimula la formation d'une communauté épistémique d'agronomes qui, à partir des années 1970, travailla à la production de guides méthodologiques (collection "*Irrigation and drainage papers*") et de modèles de bilans hydriques (Cropwat), fondés sur la collecte et la normalisation de données empiriques à travers le monde.

Pour les États-Unis comme pour l'URSS, l'aridité était aussi un enjeu important parce qu'elle avait non seulement fait l'objet d'une co-construction politique et scientifique interne, au sein de certains de leurs propres territoires, dès les années 1930 (Shaw, 2015; Worster D. , 1979), mais aussi parce qu'une telle co-construction pouvait s'exporter et se renouveler après 1945, en particulier dans la Palestine mandataire britannique où les tensions liées au partage du territoire s'exacerbaient, et dans les pays pétroliers du Moyen-Orient, une région cruciale dont les contours prirent politiquement forme avec la construction d'une économie mondiale fondée sur le pétrole (Mitchell, 2011). Combattre l'aridité devint un moyen, pendant les premières années de la Guerre froide, de promouvoir des modèles de gestion et des techniques étasuniens (Doel et Harper, 2006) ou soviétiques (Selcer, 2011).

De nombreux artisans étasuniens du programme de l'Unesco cadrèrent le problème de l'aridité selon l'étiologie alors dominante du *dust bowl* des années 1930 (Forsyth, 2003), selon laquelle ce seraient essentiellement des pratiques locales inadaptées qui auraient causé l'érosion massive des sols. Des écologues du programme estimaient aussi qu'en Afrique du Nord et au Moyen Orient, le climax ne correspondait pas à la végétation des années 1950, mais aux greniers à blé ou aux forêts disparues de l'Antiquité (Davis, 2007). C'était alors un sub-climax qu'ils observaient, parce que les sociétés locales auraient dégradé le climax. On voit là toute l'ambiguïté du mythe de la désertification qui dominait alors les Agences onusiennes: les déserts étaient à la fois les causes et les effets d'une société sous-développée, et la croissance économique à la fois la cause de la désertification et le moyen d'y remédier (Selcer, 2011). Et c'est justement une telle ambiguïté, que l'on peut donc qualifier de productive, qui explique le succès et la visibilité de la désertification dans la construction d'un nouvel ordre mondial après la Deuxième Guerre mondiale : les responsables des dégradations dénoncées pouvaient tour à tour être les sociétés précapitalistes ou des individus mus par des logiques capitalistes prédatrices (Mugelé, 2018).

¹⁷⁷ ICID (*International commission for irrigation and drainage*).

Selon les partenaires étasuniens du programme, les solutions résidaient en particulier dans le modèle de la TVA (*Tennessee Valley Authority*) et la promotion d'une démocratie de proximité fondée sur la coordination d'acteurs publics et privés et une gestion décentralisée : une sorte de modèle alternatif au modèle soviétique, expression de la liberté et de la capacité individuelle capable de régénérer une vallée sinistrée de la Grande Dépression et de la faire entrer dans la modernité technique et l'économie de marché (Lilienthal, 1944). W. Lowdermilk, Directeur adjoint du Service de conservation des sols du ministère de l'Agriculture étasunien (*U.S. Soil Conservation Service*) et soutien fervent de la capacité d'absorption de l'immigration juive en Palestine estimait ainsi que : *"In the Jewish colonies we find evidence of far greater productivity of the land now than under the primitive methods of Arab farming ... it is my opinion, based on the splendid pioneering by the Jewish colonists, in reclamation and adjustment of uses to characteristics of land, that the land of Palestine will support a considerably larger population..."*^{178,179}. Pour Lowdermilk, combattre l'aridité, c'était se défaire de pratiques arriérées (des populations arabes) pour rendre fertiles des terres qui n'attendaient, au fond, que des sociétés suffisamment occidentalisées, technicisées et organisées, pour que leur potentiel (évapotranspiratoire) puisse pleinement s'exprimer. Lowdermilk proposa ainsi un plan pour Israël, fondé sur la constitution d'une TVA pour la vallée du Jourdain (Lowdermilk, 1944). Pour les partenaires soviétiques du programme enfin, tels que V. A. Kovda, Directeur du département des Sciences de l'Unesco de 1959 à 1969 par exemple, il s'agissait de promouvoir l'idée selon laquelle c'étaient les qualités du régime soviétique qui faisaient reculer les déserts et les steppes improductives d'Asie centrale (Selcer, 2011). Pour Davis (2016), le discours selon lequel l'aridité serait avant tout un problème produit par de mauvaises pratiques locales de déforestation et de surpâturage, et dont les solutions résideraient dans la privatisation des terres, la sédentarisation, la diminution des cheptels et l'interdiction du brûlis a eu des effets dévastateurs de long terme sur de nombreuses communautés pastorales des pays colonisés puis sous régime d'aide.

Dans le cadre du programme des zones arides, l'Unesco contribua à l'organisation de plusieurs colloques dans de nombreux pays, produisit une revue intitulée « Recherches sur la zone aride », des films, des expositions, participa à des émissions de radio. Les hydrologues étaient largement représentés au sein du Comité consultatif du programme. L'hydrologie et l'hydrogéologie firent

¹⁷⁸ « *Au sein des colonies juives, nous trouvons des preuves d'une productivité des sols bien plus grande maintenant que lorsqu'elles étaient soumises aux méthodes primitives de l'agriculture arabe ... c'est mon opinion, basée sur le splendide travail de pionnier des colons juifs, dans la récupération et l'ajustement des utilisations aux caractéristiques de la terre, que la terre de Palestine supportera une population considérablement plus importante...* »

¹⁷⁹ The Jewish National Home in Palestine, Hearings Before the Committee on Foreign Affairs, House of Representatives, Seventy-eighth Congress, Second Session, on H. Res. 418 and H. Res. 419, Resolutions Relative to the Jewish National Home in Palestine. February 8, 9, 15, and 16, 1944 – United States. Congress. House. Committee on Foreign Affairs: 178.

l'objet des premières publications des « Séries de recherche sur les zones arides », des premières bourses octroyées par le programme et des premières missions d'assistance technique pour l'établissement d'instituts de recherche. À la fin des années 1950, l'Unesco se retira peu à peu d'une question de plus en plus cadrée en termes de mise en valeur à la faveur des décolonisations pour investir de nouveaux territoires scientifiques avec la communauté internationale qu'elle avait constituée.

En 1960, M. Batisse, en collaboration avec l'hydrologue étasunien R. Nace de l'*US Geological Survey* et l'ingénieur civil belge C. Tison, Secrétaire général de l'IAHS, professeur d'hydraulique à l'université de Gend, lança le premier mouvement vers une initiative globale sur l'hydrologie. Nace avait publié de nombreuses monographies sur l'hydrologie pour le compte de l'*US Geological Survey*. Dès 1945, il commença à s'intéresser au cycle global de l'eau. Il s'appuyait sur les travaux de l'hydrologue soviétique Lvovich, qu'il traduisit (Nace, 1979). En 1960, lors du Conseil exécutif de l'Unesco, le représentant étasunien, en s'appuyant sur les travaux du réseau d'experts américains constitué par Nace, demanda que l'Unesco convoque une conférence intergouvernementale sur les ressources en eau, fondée sur l'idée selon laquelle l'eau disponible dans chaque pays dépend de sa circulation sur l'ensemble du globe. Entre 1960 et 1965, l'Unesco mobilisa des consultants, développa des relations avec les administrations nationales, en particulier en France, aux États-Unis et en URSS, avec l'OMM et la FAO pour définir la décennie hydrologique mondiale (1965-1974), puis un programme hydrologique international qui existe encore aujourd'hui.

L'Unesco s'appuya non seulement sur plusieurs membres du groupe d'experts qu'elle avait constitué avec le programme sur les zones arides : hydrologues, hydrauliciens, hydrogéologues, et géographes qui circulaient entre centres de recherche, administrations nationales et expertises auprès des Agences onusiennes, mais aussi sur l'AISH et son réseau d'hydrologues dont Nace faisait aussi partie. En 1961, l'AISH organisa un colloque international sur les ressources en eau souterraines à Athènes. Batisse y rencontra Nace qui présenta une proposition de programme de recherche pour une analyse du cycle global de l'eau¹⁸⁰, qu'il justifiait par l'universalité des problèmes liés à l'eau. Au début des années 1960, l'AISH avait du mal à être visible au sein de l'UGGI et elle était donc particulièrement intéressée par l'élaboration d'un programme qui pouvait lui permettre d'exister hors de sa tutelle. L'ambiguïté de la position de l'OMM sur l'hydrologie aida aussi l'Unesco à devenir le porte-parole onusien de cette discipline. En effet, si les questions hydrologiques traversaient l'OMM depuis sa création en 1951, elles ne furent pas individualisées avant 1971, avec la création d'une commission hydrologique. Dès 1951, le secrétariat de l'OMM soutint pourtant l'inclusion de l'hydrologie dans son

¹⁸⁰ Bulletin of the IASH, December 1961, p. 5-9.

mandat et envisagea même, sur recommandation d'un groupe d'experts international dirigé par M. Kohler du *Weather Bureau* étasunien, d'établir une « organisation météorologique et hydrologique mondiale ». Les sciences météorologiques cherchaient alors à englober l'hydrologie. Le Conseil exécutif, constitué des directeurs des services météorologiques, fut, quant à lui, beaucoup plus partagé. Les représentants de pays tels que l'Égypte, l'Inde ou les Pays-Bas, craignaient de voir les missions météorologiques affaiblies si l'OMM intégrait les services hydrauliques d'État, qu'ils jugeaient plus puissants. Le Conseil exécutif de l'OMM se limita alors à constituer une commission de « météorologie hydrologique » en 1959. La volonté de ne pas donner trop de visibilité à l'hydrologie, et indirectement à l'hydraulique, aida l'Unesco dans son projet de décennie. L'Unesco réussit si bien à organiser une communauté technocratique internationale de scientifiques que ce furent ces derniers qui représentèrent leurs pays à la conférence intergouvernementale sur l'hydrologie qui entérina le document de cadrage de la décennie : savoirs et action publique internationale en matière d'hydrologie ne faisaient plus qu'un.

3.2 Construire une hydrologie mondiale

L'hydrologie se prêtait bien au projet politique de l'Unesco de développement de communautés scientifiques à l'échelle globale par une standardisation des pratiques au service d'un progrès conçu comme universel et dépolitisé. Ces communautés ne se limitaient pas à être un produit intergouvernemental grâce à la construction d'une réputation de compétence et de coalitions influentes pour acquérir une forme d'autonomie. Grâce à l'hydrologie, il s'agissait alors de concevoir une action fondée sur l'idée selon laquelle l'eau disponible dans chaque pays dépendait de sa circulation sur l'ensemble du globe.

Les hydrologues impliqués dans la décennie (1965-1974) puis dans le programme hydrologique international de l'Unesco (support de coopération plus pérenne), devinrent aussi, pour bon nombre d'entre eux, des experts-consultants du Pnue (Programme des Nations unies pour l'environnement)¹⁸¹ créé en 1972, à l'issue de la conférence de Stockholm. C'est le cas en particulier d'hydrologues ou d'hydrogéologues qui furent associés aux travaux coordonnés par le Plan Bleu dans le cadre du Plan d'action pour la Méditerranée (Pam). Ainsi, J. Margat qui avait travaillé pour le protectorat français au Maroc au service géologique, rejoignit ensuite le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) à son retour en France au début des années 1960. Il participa alors à plusieurs projets de l'Unesco, en particulier dans les pays méditerranéens. Au début des années 1980 il fut recruté par Batisse en tant qu'expert du Plan Bleu où il contribua pendant près de 30 ans aux analyses prospectives sur l'eau. C'est aussi le cas de R. P. Ambroggi qui, après avoir dirigé

¹⁸¹ *United Nations Environment Programme (UNEP).*

le centre des études hydrogéologiques du Protectorat français au Maroc, travailla pour la FAO à partir de 1961 et réalisa de nombreuses expertises pour le Pnud (Programme des Nations unies pour le développement), la Banque mondiale et le Plan Bleu sur la gestion de l'eau en Méditerranée.

La conférence de Stockholm de 1972 officialisa l'environnement en tant qu'objet d'action publique internationale. Cette conférence est aussi le produit d'une transformation d'une construction géopolitique démarrée après 1945 fondée sur la question des articulations entre ressources et population, qui a marqué, comme on l'a vu, la problématisation des zones arides, vers une mise en tension entre environnement et développement à partir des années 1960 (Mahrane et al., 2012). Les organisateurs de la conférence évacuèrent cependant aussi ces tensions en disqualifiant les critiques faites à la croissance par le rapport Meadows au profit à la fois d'un déplacement vers les questions de désertification, d'approvisionnement en eau ou d'urbanisation qui intéressaient les États du Sud nouvellement indépendants et des questions de pollutions qui constituaient une réponse des États du Nord aux dégâts de la croissance dénoncés par les mouvements environnementalistes.

Pour autant, c'est bien la catégorie de « ressources » que travaillèrent les hydrologues dans le cadre des activités de l'Unesco et du Pnue après 1972 (Figure 6, Figure 7), toujours en relation avec les questions démographiques. Comme nous le verrons, ces hydrologues intégrèrent aussi les questions de pollutions (Figure 8). Il s'agit en particulier des suédois Falkenmark¹⁸², Lindh¹⁸³ et de Maré¹⁸⁴, des russes Korzun¹⁸⁵, Lvovich¹⁸⁶, de l'étasunien Nace, du français Margat ou du grec Nikitopoulos¹⁸⁷. Les textes produits par ces experts donnent à voir les articulations entre sciences et action publique qu'ils opéraient.

Ces hydrologues s'attachèrent à quantifier et à mettre en perspective les ressources en eau disponibles d'un côté, les prélèvements et les consommations en eau de l'autre de l'ensemble des

¹⁸² Malin Falkenmark fut secrétaire exécutif du Comité national suédois pour le programme de la Décennie internationale de l'hydrologie de l'UNESCO. Elle fut aussi rapporteur général des Nations Unies de la Conférence de Mar del Plata, consultante auprès de la Banque mondiale sur les questions de pénurie d'eau, membre du Comité des Nations unies pour l'énergie et les ressources naturelles pour le développement, membre d'une *task force* pour la durabilité environnementale dans le cadre du projet Millenium des Nations unies.

¹⁸³ Gunnar Lindh dirigea le département d'ingénierie des ressources en eau de l'université de Lund entre 1966 et 1988. Il était l'un des membres du comité national suédois de la décennie hydrologique internationale et le premier président de l'association nordique d'hydrologie.

¹⁸⁴ Lennart de Maré travaillait à l'université de Lund dans le département dirigé par G. Lindh.

¹⁸⁵ Valentin Ignatievitch Korzun était le représentant du Comité soviétique pour la décennie puis le programme international sur l'hydrologie de l'UNESCO, et directeur des services hydrologiques et météorologiques du gouvernement soviétique.

¹⁸⁶ Mark Isaakovitch Lvovich était professeur d'hydrologie au sein de l'Institut de géographie et membre de l'Académie des sciences en URSS. Ses premiers travaux relatifs à la quantification des ressources en eau, en URSS et dans le monde sont antérieurs à la Deuxième Guerre mondiale.

¹⁸⁷ B. Nikitopoulos travaillait pour le centre technologique et le centre d'Ekistics d'Athènes, dédiés à la recherche en urbanisme.

pays ou régions de la planète avec une visée prospective (De Maré, 1976; Falkenmark et Lindh, 1974; Kalinin et Bykov, 1969; Korzun, 1978; Lvovich, 1973; Nikitopoulos, 1962; 1967). Dans les années 1970, selon les méthodes et les données utilisées, ces auteurs estimaient les ressources en eau douce de la planète autour de 40 000 km³. Les premières projections de Nikitopoulos publiées en 1962 et en 1967 s'appuyèrent sur une quantification des prélèvements en eau par secteur, par région et par habitant qui évoluaient avec la démographie. En 1974, Lvovich proposa d'introduire un scénario alternatif en calculant une intensification de la réutilisation de l'eau. En 1976, pour préparer la conférence de Mar del Plata, de Maré proposa d'autres projections qui incluaient les pertes des réservoirs dues à l'évaporation. La quantification des ressources utilisée jusqu'à aujourd'hui dans les travaux de prospective mondiale s'appuie souvent encore aujourd'hui sur les calculs faits par Lvovich dans les années 1970.

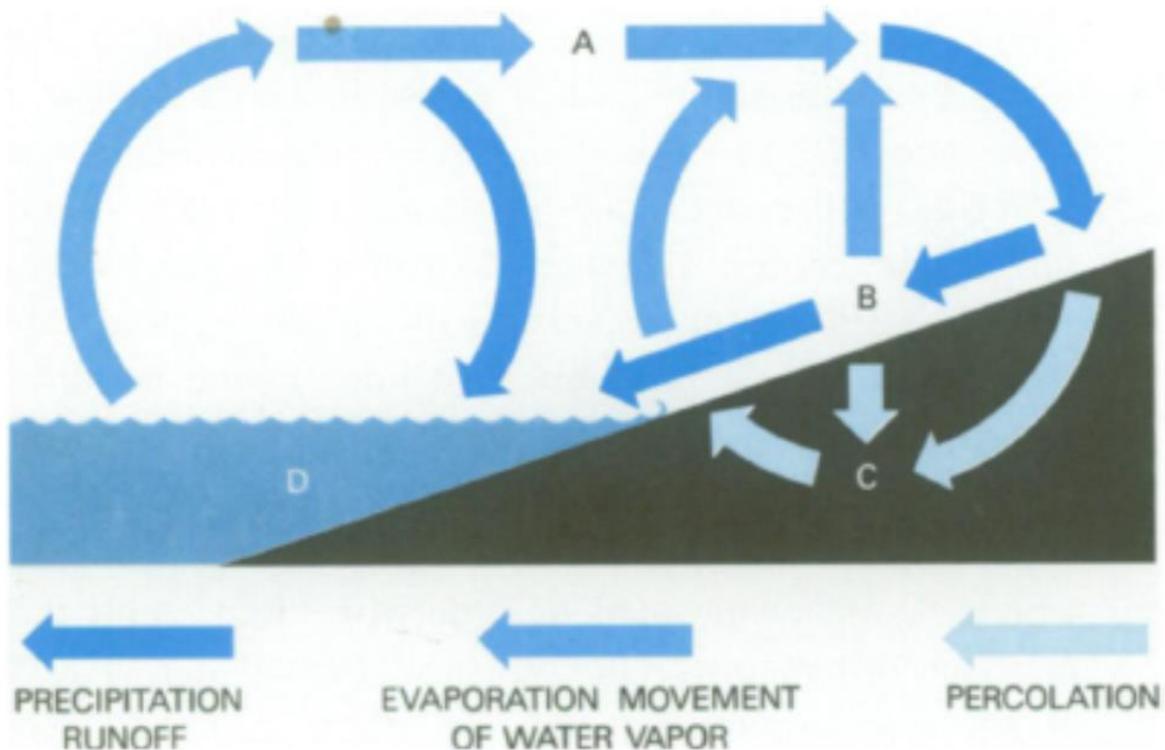


Figure 6: Schéma du cycle de l'eau à l'échelle mondiale par Falkenmark et Lindh (1974)

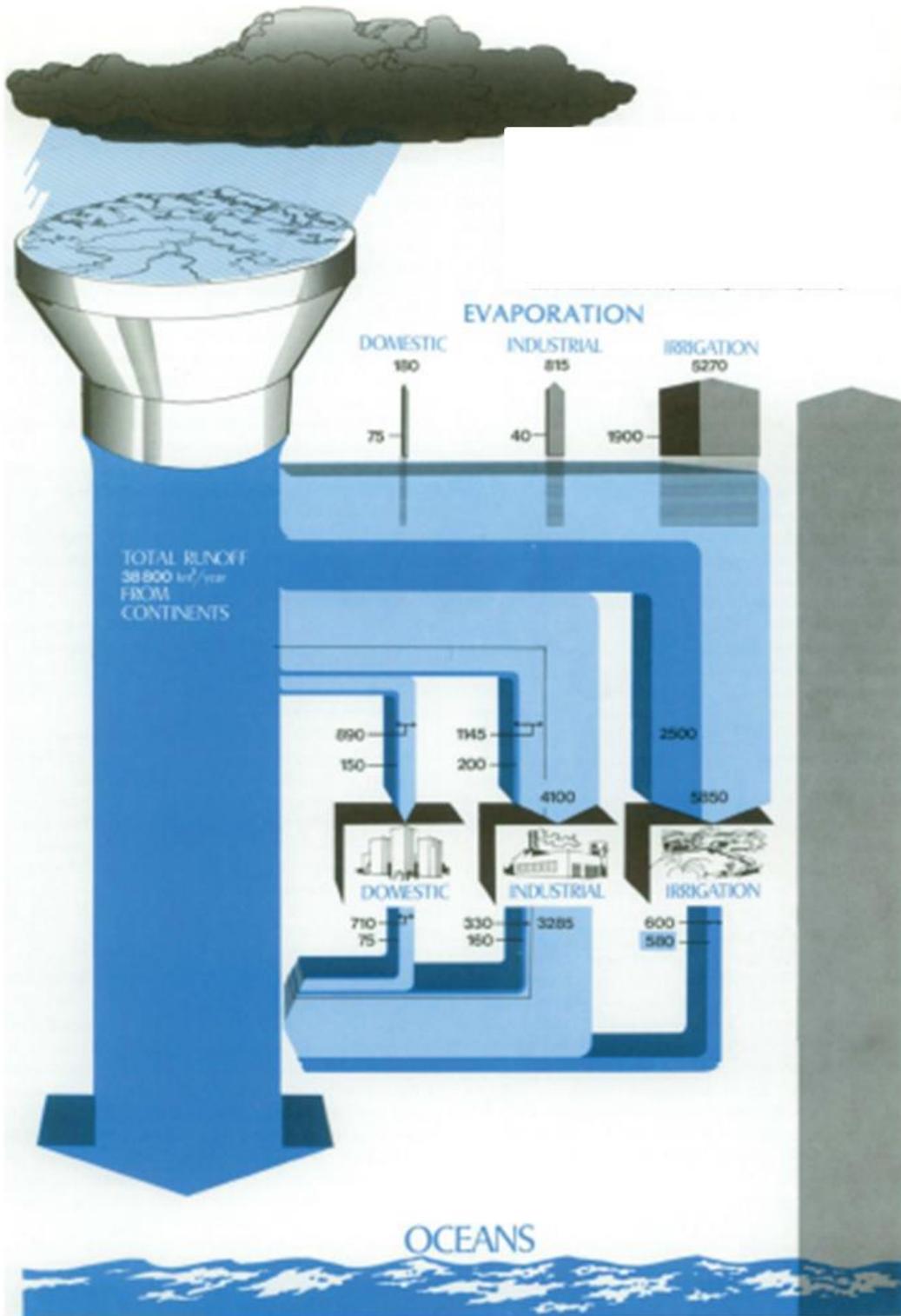


Figure 7: Schéma des ressources disponibles à l'échelle mondiale par Falkenmark et Lindh (1974)

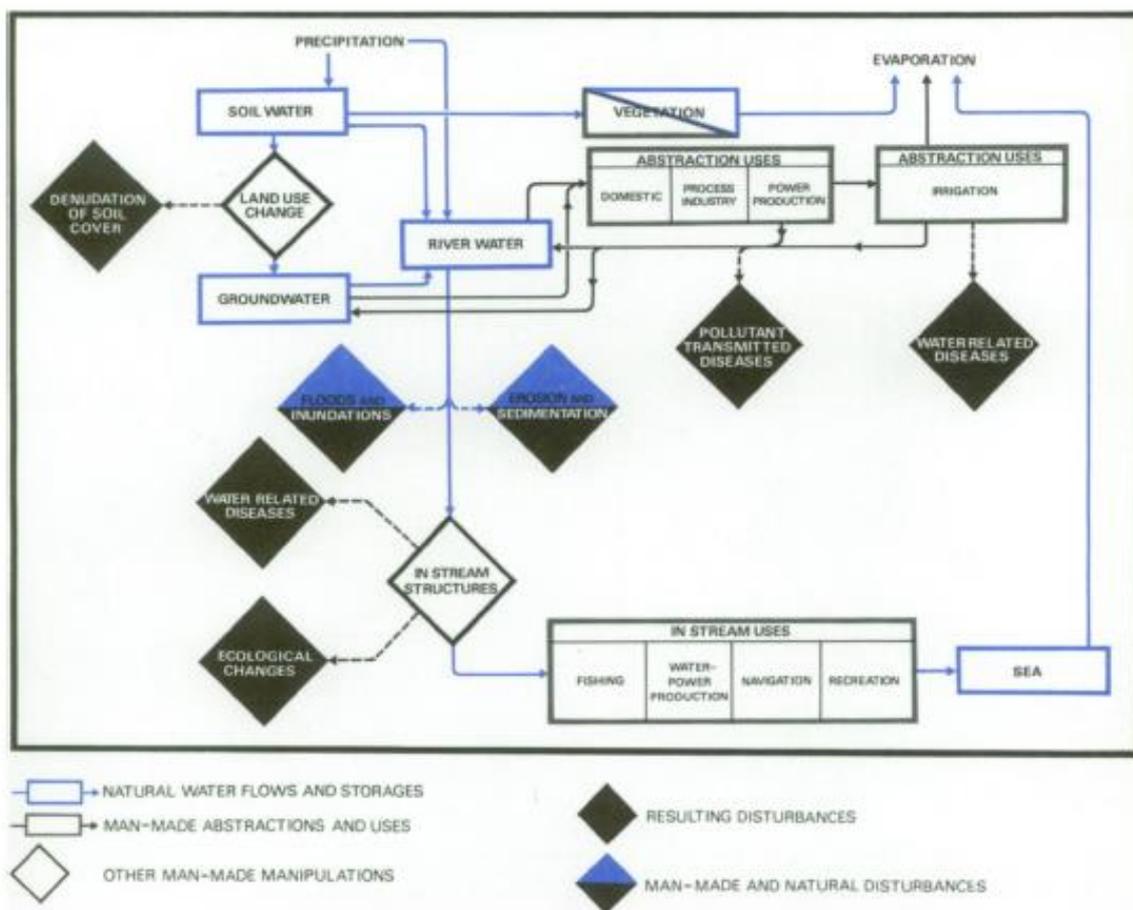


Figure 8 : Schéma des relations eaux-sociétés par Falkenmark (1977)

Si certains de ces travaux portaient des réflexions relatives aux limites influencées par le rapport du Club de Rome, elles furent aussi très vite recadrées pour s'inscrire dans une perspective de croissance et de développement. C'est ce que montrent certains travaux préparatoires, le contenu des débats et les résolutions de la conférence organisée à Mar del Plata¹⁸⁸ en 1977 par les Nations unies¹⁸⁹. Cette conférence fut dédiée aux problèmes posés par l'imminence d'une crise de l'eau due aux pressions croissantes exercées à la fois par l'augmentation de la population et la croissance économique : *"the main elements that were precipitating the world water crisis – the alarming increase in world population, the enhanced requirements of industry, the needs of urban concentrations and the often irrational utilization of natural resources, and increasing pollution"*¹⁹⁰ (p.

¹⁸⁸ La conférence de Mar del Plata a réuni des représentants de 116 pays, les principaux bailleurs de fonds multilatéraux et agences des Nations unies, des organismes de coopération régionale, 8 commissions internationales de fleuves et des observateurs de 63 organisations non gouvernementales.

¹⁸⁹ Archives nationales, section des missions, centre des archives contemporaines, côte CAC, ministère de l'Écologie et du Développement Durable, Art. 1-6 : colloques internationaux, 1976-1992. 20080049/1 ; Rapport de la Conférence des Nations Unies sur l'eau : Mar del Plata, 14-25 mars 1977, New-York, Nations unies, 188 p.

¹⁹⁰ « les principaux éléments qui précipitaient la crise mondiale de l'eau - l'augmentation alarmante de la population mondiale, les besoins accrus de l'industrie, les besoins des villes et l'utilisation souvent irrationnelle des ressources naturelles, et la pollution croissante ».

96 du rapport). La première résolution vint renforcer directement la communauté épistémique organisée autour de l'hydrologie globale et de ses travaux : *“All efforts should be undertaken at the national level to increase substantially financial resources for activities related to water-resources assessment and. to strengthen related institutions and operational services as necessary and appropriate at the national and regional levels (...) International co-operation aimed at the strengthening of water-resources assessment, particularly within the International Hydrological Programme and Operational Hydrological Programme be keyed to the targets set by the United Nations Water Conference and appropriately supported by national and international governmental and non-governmental institutions”*¹⁹¹ (p. 66 du rapport, 1977). Il s'agit d'ailleurs, à proprement parler, de la seule résolution prise à l'issue de la conférence, les autres étant exprimées dans le texte sous la forme de recommandations. La focale sur l'agriculture était justifiée par l'importance de sa consommation d'eau. Il ne s'agissait pas de remettre en question une telle consommation d'eau, mais plutôt de contribuer à l'augmentation de la production agricole pour réduire la sous-alimentation dans les pays en développement grâce à un recours accru à l'irrigation, irrigation qu'il s'agissait aussi de rendre plus efficace grâce à des innovations techniques et institutionnelles, en particulier pour lutter contre la désertification dans les zones arides et semi-arides : *“Faced with the enormous and continuing deficit in the production of food and of agricultural products revealed at the World Food Conference in 1974, and in recognition or the potential role of water development in correcting this deficit through activities proposed in the resolutions of that Conference, attention in drawn to the now urgent need for action to initiate a world-wide programme for the intensification and improvement of water development in agriculture”*¹⁹² (p. 71 du rapport, 1977). Dans ses quantifications, Falkenmark (1977) représentait en effet le déficit de certaines régions comme étant ce que l'irrigation comblait ou devait combler (Figure 9).

¹⁹¹ « Tous les efforts devraient être entrepris au niveau national pour augmenter sensiblement les ressources financières destinées aux activités liées à l'évaluation des ressources en eau et. pour renforcer les institutions et les services opérationnels connexes, si nécessaire et approprié, aux niveaux national et régional (...) La coopération internationale visant à renforcer l'évaluation des ressources en eau, en particulier dans le cadre du Programme hydrologique international et du Programme hydrologique opérationnel, devrait être axée sur les objectifs fixés par la Conférence des Nations Unies sur l'eau et bénéficier du soutien approprié des institutions gouvernementales et non gouvernementales nationales et internationales ».

¹⁹² « Face à l'énorme et persistant déficit de la production de denrées alimentaires et de produits agricoles révélé lors de la Conférence mondiale de l'alimentation en 1974, et compte tenu du rôle potentiel de la mise en valeur de l'eau pour corriger ce déficit par des activités proposées dans les résolutions de cette Conférence, l'attention a été attirée sur la nécessité désormais urgente d'agir pour lancer un programme mondial d'intensification et d'amélioration de la mise en valeur de l'eau dans l'agriculture ».

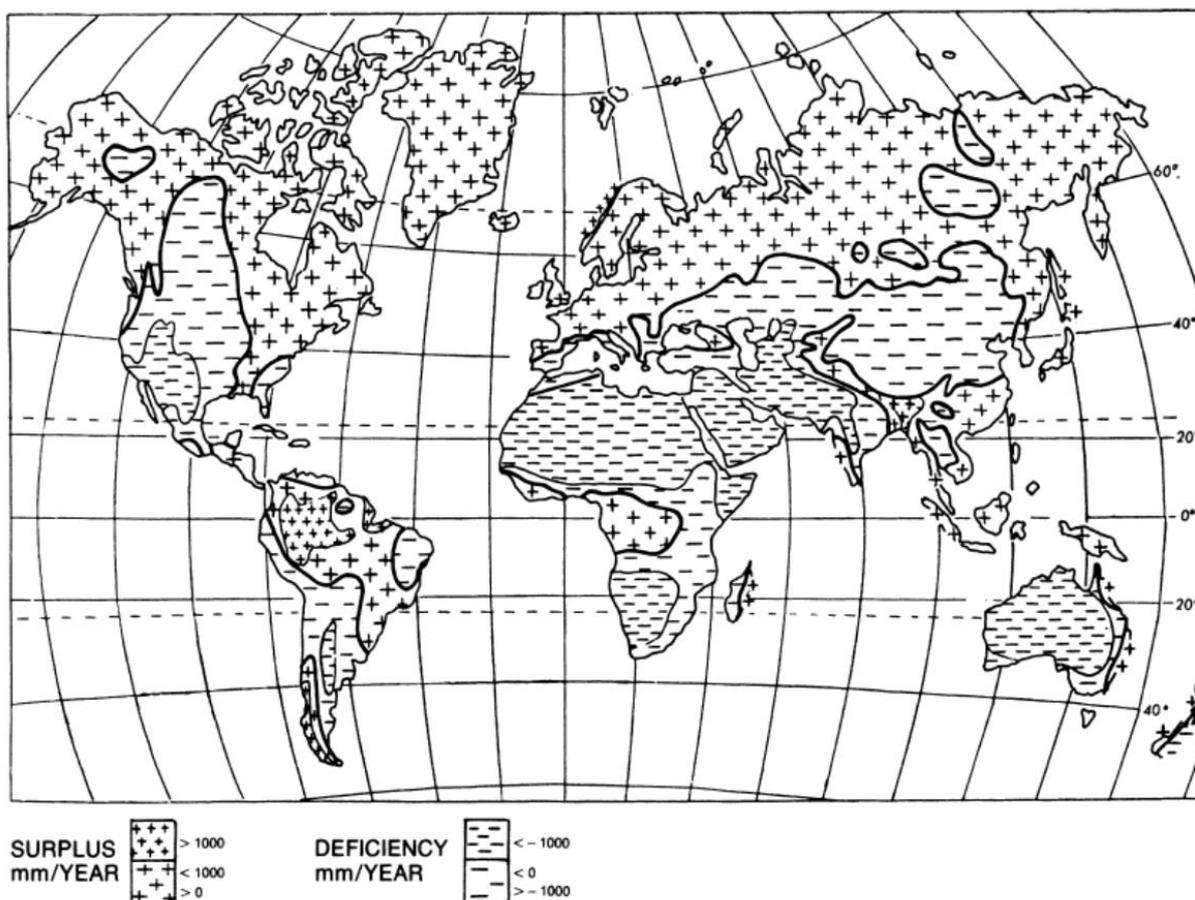


Figure 9 : Carte des surplus et des déficits en eau dans les différentes régions du monde par Falkenmark (1977)

Les débats à Mar del Plata sur la nécessité d'augmenter la production agricole à l'échelle mondiale faisaient référence aux résolutions de la Conférence mondiale de l'alimentation de 1974, à la suite des famines du début des années 1970, associées à une crise de la production agricole et à une flambée des prix internationaux des céréales, produites par une série de facteurs hétérogènes : les sécheresses, de nouveaux accords commerciaux passés entre les États-Unis et l'URSS pour le commerce international du blé qui contribuèrent aussi à diminuer les stocks, ou encore la crise pétrolière et ses effets sur les coûts de production et de transport. Ces famines firent deux millions de victimes au Bangladesh, en Éthiopie, au Sénégal, en Mauritanie, en Haute-Volta (Burkina-Faso aujourd'hui), au Niger et au Tchad. Selon Yehia Abdel Mageed, secrétaire général de la Conférence et ancien ministre de l'irrigation du Soudan: *"There was also the question of self-sufficiency in food production - in spite of past efforts and achievements, there were now over 480 million deprived and hungry people in the world, and in the absence of a dramatic breakthrough, they would continue to increase by over 12 million yearly. In consequence, it was a duty of the nations to assess what they could achieve with their own national financial resources and to indicate specifically what they might*

*need in the form of external assistance...*¹⁹³ (p. 102 du rapport, 1977). L'eau venait donc soutenir des politiques d'augmentation de la production nationale et des stocks, dirigées vers un objectif d'autosuffisance alimentaire, telles qu'elles étaient alors promues par les États et les agences panafricaines. Une des résolutions des Nations unies lors de la Conférence de 1974 recommandait explicitement le développement de l'irrigation (p. 10-11 du rapport, 1974¹⁹⁴). Dans son discours, Mageed exprimait le besoin de faire appel, mais de manière secondaire, à l'assistance extérieure, c'est-à-dire à l'aide alimentaire et à la constitution de stocks élevés. C'était aussi la position des Nations unies lors de la Conférence de 1974, comme le suggère la résolution relative aux priorités pour le développement agricole et rural: *"self-reliance, relying on the masses of the people, tapping fully the potential of each country and striving in accordance with each country's respective conditions for the maximum possible degree of self-sufficiency in basic foods is the fundamental approach to the solution of the food problem of developing countries"*¹⁹⁵ (p.5 du rapport, 1974). L. Cornilleau (2019) a analysé les luttes, sur fond d'un consensus productiviste, au sein du Comité de sécurité alimentaire après 1974 entre le Groupe des 77 (G77)¹⁹⁶ d'un côté, dont certains pays soutenaient le protectionnisme et d'autres l'aide alimentaire, le contrôle des prix et l'augmentation des stocks, et les pays signataires des accords du GATT (*General Agreement on Tariffs and Trade*, 1947)¹⁹⁷ de l'autre, qui, eux, promouvaient le libre-échange. Elle a bien montré que ce sont ces derniers qui allaient, à la fin des années 1970, gagner avec l'officialisation d'un nouvel ordre agricole et alimentaire mondial fondé sur le droit commercial, sous la tutelle du GATT.

Une autre question fut aussi au centre des débats de la Conférence de Mar del Plata, qui, elle, n'était pas soluble dans les enjeux agricoles et alimentaires mondiaux. « L'accès à l'eau potable pour tous d'ici 1990 » fit en effet l'objet d'une résolution spécifique (p. 14-16 du rapport, 1977). La question de l'accès à une eau de qualité suffisante pour pouvoir la rendre potable était d'abord liée aux risques que faisaient peser la croissance économique et la pollution industrielle dans les pays du Nord (Falkenmark, 1977b). La conférence de Mar del Plata contribua alors à connecter cet enjeu à l'APD.

¹⁹³ « Il y a également la question de l'autosuffisance en matière de production alimentaire - en dépit des efforts et des réalisations passées, il y a maintenant plus de 480 millions de personnes démunies et affamées dans le monde, et en l'absence d'une percée spectaculaire, leur nombre continuera d'augmenter de plus de 12 millions par an. En conséquence, il est du devoir des nations d'évaluer ce qu'elles peuvent réaliser avec leurs propres ressources financières nationales et d'indiquer précisément ce dont elles pourraient avoir besoin sous la forme d'une aide extérieure... ».

¹⁹⁴ Report of the United Nations World Population Conference, 1974, Bucharest, 19-30 August, 147 p.

¹⁹⁵ « l'autosuffisance, en s'appuyant sur la population, en exploitant pleinement le potentiel de chaque pays et en s'efforçant, conformément aux conditions respectives de chaque pays, d'atteindre le degré d'autosuffisance le plus élevé possible en matière d'aliments de base, est l'approche fondamentale de la solution du problème alimentaire des pays en développement ».

¹⁹⁶ Le Groupe des 77 est une coalition de pays en développement membres des Nations unies. Créée par 77 pays, l'organisation compte actuellement 134 pays membres.

¹⁹⁷ Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce.

Enfin, de nombreuses recommandations insistaient sur l'importance des exercices de projections (*forecasting*) dans lesquels la communauté internationale d'hydrologues s'était engagée. Ces travaux de prospective, généralement conduits aux horizons 2000 et 2015 reflètent la représentation alors dominante du problème de l'eau à l'échelle mondiale. Elle s'appuyait sur deux composantes distinctes : les ressources d'un côté et les usages de l'eau de l'autre. La modélisation des relations entre ces deux composantes se fondait aussi sur plusieurs hypothèses : les ressources en eau étaient constantes en moyenne à l'échelle du globe, c'est-à-dire qu'elles pouvaient être quantifiées une bonne fois pour toutes, moyennant des investissements suffisants pour produire les bonnes méthodes et les bonnes données ; les usages de l'eau étaient essentiellement influencés par la démographie, la demande alimentaire et le développement socio-économique (pollution) ; l'échelle de l'État-nation était essentiel parce que c'était l'échelle à laquelle étaient produites et normalisées les données. Les développements tendanciels produisaient des crises, incarnées par des déséquilibres entre usages et ressources.

Ces crises différaient selon les types de pays (Figure 10). D'un côté, dans les pays industrialisés au climat tempéré, l'eau était abondante mais polluée par le développement industriel : *"in the temperate and humid zone (...), pollution is a dominating problem"* (Falkenmark, 1977b: 8)¹⁹⁸. Ces régions faisaient face, en quelque sorte, à des risques de pénuries d'eau de bonne qualité. Lvovich (1973) avait ainsi estimé que le manque d'eau dans de nombreuses régions n'était pas tant dû à une augmentation des quantités d'eau consommées pour répondre à des besoins économiques, qu'aux quantités d'eaux usées rejetées dans les rivières et les lacs qui rendaient d'autres usages de l'eau impossibles. Pour Lvovich, l'avenir probable n'était pas celui d'une crise de l'eau parce que les innovations technologiques favorisant la circulation en circuit fermé des eaux usées industrielles étaient suffisamment crédibles. Pour Falkenmark (1977a), le cas suédois illustre la capacité du droit de l'environnement à réduire la pollution des cours d'eau, à stimuler des innovations technologiques dans le secteur industriel et à réduire les demandes en eau.

Dans les années 1970, les analyses de Falkenmark et de ses collègues participèrent aussi d'un isolement de la situation des pays d'Afrique du Nord et du Moyen Orient, inscrits dans les zones arides ou semi-arides telles qu'elles avaient été définies par les Agences onusiennes et qui devinrent aussi plus largement le symbole des problèmes rencontrés par les pays en développement : *"since the majority of developing countries are situated in the dry zone, water is a key factor in securing and improving their food production"*¹⁹⁹ (Falkenmark et Lindh, 1976). Ainsi, les pays arides, assimilés aux

¹⁹⁸ « Dans la zone humide et tempérée (...), la pollution est le problème dominant ».

¹⁹⁹ « la majorité des pays en développement étant situés dans la zone sèche, l'eau est un facteur clé pour assurer et améliorer leur production alimentaire ».

pays du tiers monde, faisaient quant à eux face à des risques de crises alimentaires et démographiques, c'est-à-dire à une demande alimentaire exponentielle nécessitant l'irrigation pour être satisfaite par la production nationale du fait de la faiblesse de la pluviométrie, irrigation elle-même contrainte par des écoulements stockables ou mobilisables limités. Il y avait bien aussi des régions arides dans les pays développés, aux États-Unis ou en Israël, et elles servaient alors d'exemple des possibilités de dépassement des conditions climatiques locales, grâce non seulement à des innovations techniques dans les domaines hydrauliques, mais aussi à des innovations dans le domaine de la conservation des sols et à des capacités de planification locale pour l'eau et les sols: *"Israel and western United States constitute examples where advanced standard of living has been achieved in spite of severe water deficiency. In such cases, however, not only water planning but also land-use planning is necessary to retain the control over man-caused impacts. Without land-use planning including soil conservation measures, newly created reservoirs are rapidly clogged with sediments"*²⁰⁰ (Falkenmark, 1979: 440-441).

Ainsi, les réflexions prospectives promurent des marges de manœuvre pour les pays tempérés et développés qui résidaient dans l'augmentation du traitement et de la réutilisation des eaux usées traitées. Pour les autres, l'eau n'étant pas au bon endroit au bon moment, les solutions résidaient dans une augmentation du stockage de l'eau, une expansion de l'irrigation et une prise en charge de leurs dégâts par la planification (Figure 10).

²⁰⁰ « Israël et l'ouest des États-Unis constituent des exemples où un niveau de vie avancé a été atteint malgré une grave pénurie d'eau. Dans de tels cas, cependant, non seulement la planification de l'eau mais aussi l'aménagement du territoire sont nécessaires pour garder le contrôle des impacts causés par l'homme. Sans planification de l'utilisation des terres, y compris des mesures de conservation des sols, les réservoirs nouvellement créés sont rapidement encombrés de sédiments ».



Generalized patterns of the main water-related problems in the world according to de Maré

1. Droughts

2. Definit water storage

3. Floods

4. Industrial pollution

5. Deseases, sediments

Figure 10 : Carte des grandes régions et des principaux problèmes liés à l'eau qui les caractérisent produite par Falkenmark (1977).

Ces travaux estimèrent l'eau (de surface et souterraine) disponible par habitant, à l'échelle d'un pays, d'une région ou du monde. Falkenmark (1979) mobilisa ces estimations pour les mettre en perspective avec le calcul d'un besoin uniforme qui correspondrait à celui d'une société moderne, présenté à la fois comme une donnée naturelle et comme un futur désiré de la trajectoire vers le développement que devraient suivre l'ensemble des pays du monde. La force du seuil calculé, 1000 m³/habitant/an, est tel qu'après plus de 40 ans, il continue encore à être largement utilisé, alors même que ses limites ont été abondamment traitées dans la littérature, comme nous le verrons après. Il est en effet cadré par de lourdes hypothèses, en particulier en ce qui concerne les régimes alimentaires, les systèmes de production agricole et les échelles qui lient production et consommation alimentaires.

L'indice dit de stress hydrique de Falkenmark (1981; 1986; 1990) représentait des situations de déséquilibre du système eau/société nationale liées à une croissance (i) exponentielle de la population et (ii) linéaire de la production alimentaire. Selon cet indice, 1700 m³/habitant/an était la limite au-dessus de laquelle les pénuries en eau étaient seulement locales et temporaires; en dessous de 1000 m³/habitant/an la pénurie en eau affectait le développement économique d'un pays, la santé et le bien-être des populations et en dessous de 500 m³/habitant/an, les disponibilités en eau étaient des contraintes majeures à la vie. Avec ces quantifications, Falkenmark cherchait à réinscrire dans le débat la notion de limite introduite par le Club de Rome mais dont les modélisations n'incluaient pas l'eau en tant que ressource naturelle pouvant contraindre la croissance, limite qui avait ensuite été évacuée à Stockholm en 1972 : *“unfortunately, water resources are finite; future increases in population therefore imply increased water competition”*²⁰¹ (Falkenmark, 1986: 191). Ce faisant, Falkenmark s'inscrivait aussi dans une logique néomalthusienne en corrélant strictement les tensions sur l'eau à la démographie. Pour Falkenmark, c'était l'eau disponible dans la zone racinaire des plantes qui déterminait le niveau de production de biomasse et la capacité de charge des terres. Elle corrélait famines et disponibilité en eau et augurait des tensions vives dans les pays du Moyen Orient et d'Afrique du Nord qui limiteraient les possibilités d'autosuffisance alimentaire. Elle promouvait le contrôle démographique et une planification intégrée de l'eau et des terres, à l'échelle des bassins versants, articulée autour d'une quantification et d'une optimisation des flux d'eau dans une logique de compromis *“to adapt to natural constraints without too much suffering”*²⁰² (Falkenmark, 1986: 200).

Falkenmark calcula le besoin en eau individuel pour représenter la situation des pays arides ou semi-arides dans le présent et le futur, en prenant comme référence un pays développé sous un climat semi-aride, Israël (Figure 11). Elle considéra que la moitié de l'eau consommée pour la production alimentaire en Israël provenait de l'irrigation. Elle s'appuya sur des évaluations conjointes de la FAO et l'OMS (Organisation mondiale de la santé)²⁰³ qui, depuis les années 1950, concluaient que les besoins caloriques moyens étaient de l'ordre de 2700 kcal/(pers.*jour)²⁰⁴, auxquels elle associa, en prenant Israël comme référence, une consommation d'eau globale de 1600 m³/an, dont la moitié venait de l'irrigation (800 m³/an). Toujours en se référant à Israël, elle estima que les prélèvements pour les usages domestiques et industriels liés à la vie d'un habitant moyen s'élevaient à 200 m³/(pers.*an). La somme lui donna un besoin de 1000 m³/(pers.*an). Ce seuil considère

²⁰¹ « malheureusement, les ressources en eau sont limitées ; l'augmentation future de la population implique donc une concurrence accrue pour l'eau ».

²⁰² « pour s'adapter aux contraintes naturelles sans trop de souffrance ».

²⁰³ *World Health Organization*.

²⁰⁴ Il s'agissait de la moyenne entre ce qui avait été évalué pour un « homme type », 3200 kcal/(jour*pers), et pour une « femme type » 2300 kcal/(jour*pers).

implicitement que la totalité de l'eau consommée par les personnes pour produire ce avec quoi elles se nourrissent, se vêtissent, etc., provient des écoulements souterrains ou de surface du pays dont elles sont issues. Cet indice représente donc un manque d'eau par rapport à un objectif d'autonomie sur le plan alimentaire. Il considère aussi que le régime alimentaire est le même partout. La recherche d'un équilibre à une échelle nationale, matérialisé par les politiques d'autosuffisance alimentaire, a des implications significatives en termes de représentation des objectifs et des instruments de l'action publique. L'autosuffisance alimentaire suppose en effet qu'un pays dispose, entre autres, des ressources en eau nécessaires. Il faut également qu'il soit capable de mobiliser les ressources disponibles, ce qui implique souvent des investissements considérables, notamment dans des infrastructures telles que des barrages et des réseaux d'irrigation (Treyer, 2006).

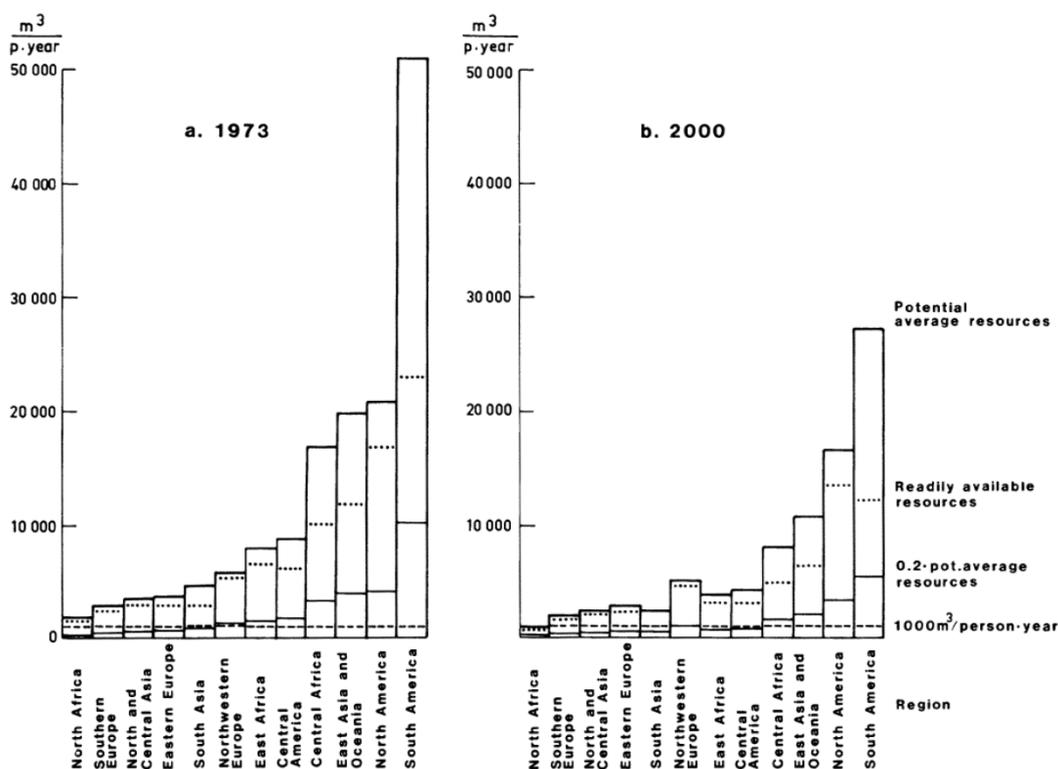


Figure 11 : La projection de Falkenmark (1981), une force motrice principale, la démographie et un « besoin » à satisfaire de 1000 m³/(an*pers).

C'est à partir d'une objectivation des ressources disponibles, de données démographiques et du calcul d'un tel besoin que Falkenmark proposa et stimula des réflexions prospectives dans les années 1980, en particulier dans la région méditerranéenne. La signification du seuil défini par Falkenmark a évolué. Conçu d'abord comme *"the ultimate water demand during late stages of socio-economic development"*²⁰⁵ (Falkenmark, 1981: 262), il va, dans le courant des années 1980, devenir le seuil en

²⁰⁵ « l'ultime demande en eau lors des dernières phases du développement socio-économique ».

dessous duquel les pays sont déclarés « pauvres en eau ». Pour autant sa valeur, elle, ne changea pas. Cet indice et ses seuils, représentés par des chiffres ronds, ont eu une longue vie sociale : ils sont encore largement utilisés par des médias, des acteurs de l'APD ou des administrations. Avec l'indice de Falkenmark, on a alors affaire à un déplacement d'un langage agronomique lié à des bilans hydriques, connecté à un langage nutritionnel exprimé en calories vers une représentation de besoins en eau qui se veulent essentiels et s'universalisent. En s'appuyant sur l'idée selon laquelle tous les êtres humains ont besoin d'eau, en considérant que ce qui est suffisant, nécessaire ou désiré ne serait que le produit de considérations physiologiques, un tel déplacement opère une essentialisation qui est problématique. Elle occulte la diversité et le caractère construit des régimes alimentaires ou encore de la place de l'agriculture pluviale et de l'agriculture irriguée dans la production alimentaire. Elle nie l'épaisseur sociale, économique et politique qui organise les rapports des sociétés aux eaux.

3.3 Vers des États-Nations « virtuels » ?

Selon plusieurs auteurs à partir des années 1990 (Gleick, 1993; 1994; Starr, 1991), le Président égyptien Anwar Sadat aurait déclaré au printemps 1979, après la signature de l'accord de paix avec Israël, que *"the only matter that could take Egypt to war again is water"*²⁰⁶. L'article du journaliste étasunien J. Cooley, correspondant de ABC News pour le Moyen Orient écrit en 1984 fut cité plus de 250 fois dans la littérature scientifique. Selon Cooley (1984) *"the constant struggle for the waters of the Jordan, Litani, Orontes, Yarmuk, and other life-giving Middle East rivers, little understood outside the region, was a principal cause of the 1967 Arab-Israeli war and could help spark a new all-out conflict. It is also a major aspect of the Palestinian question and of the struggle over the future of the West Bank"*²⁰⁷. Au début des années 1990, plusieurs auteurs utilisèrent aussi l'indice de Falkenmark pour appuyer des théories sur l'imminence de guerres de l'eau interétatiques au Moyen Orient (Bullock et Darwish, 1993; Shuval, 1992; Starr, 1991; Tvedt, 1992). Une telle théorie fut très controversée (Trottier, 2003). D'autres chercheurs soutinrent au contraire que l'eau n'était pas un facteur explicatif pertinent des tensions, qu'économiquement, il ne serait pas « efficace » de partir en guerre pour l'eau : *"War over water seems neither strategically rational, hydrographically effective, nor economically viable. Shared interests along a waterway seem to consistently outweigh*

²⁰⁶ « Le seul enjeu qui pourrait conduire l'Égypte vers la guerre une nouvelle fois, ce serait l'eau ».

²⁰⁷ « la lutte constante pour les eaux du Jourdain, du Litani, de l'Oronte, du Yarmouk et d'autres cours d'eau vitaux du Moyen-Orient, peu connus en dehors de la région, a été une cause principale de la guerre israélo-arabe de 1967 et pourrait contribuer à déclencher un nouveau conflit généralisé. C'est aussi un aspect majeur de la question palestinienne et de la lutte pour l'avenir de la Cisjordanie" »

*water's conflict-inducing characteristics...*²⁰⁸ (Wolf, 1998: 251) et que *“the water deficits do not, however, necessarily lead to international conflict”*^{209,210}. C'est dans ce contexte que le géographe britannique Allan (1992a), de la *School of Oriental and African Studies* (SOAS) mobilisa la métaphore de l'eau virtuelle, pour équiper des analyses visant à montrer que le manque d'eau ne se traduisait pas nécessairement par des conflits internationaux. Cette métaphore vint concurrencer l'indice de Falkenmark et elle a connu un succès à la fois politique et académique important.

Entre les années 1960 et 1980, alors que l'autosuffisance alimentaire était érigée en objectif par les Agences onusiennes, les importations en blé des pays du Sud furent multipliées par vingt. Dans les années 1980, cette tendance se confirma avec l'augmentation des surplus de blé européens et étasuniens et la mise en œuvre des politiques d'ajustement structurel. L'élection de M. Thatcher en 1979 en Grande-Bretagne et de R. Reagan aux États-Unis en 1980 marquèrent dans ces deux pays la mise en place de politiques néolibérales. Ces propositions néolibérales furent reprises par le FMI et la Banque mondiale dans les années 1980 et 1990 comme solutions au surendettement de nombreux pays, en Amérique latine, en Asie et en Afrique, dans le cadre « d'ajustements structurels » des balances des paiements. Le discours qui devenait dominant était celui d'une nécessaire protection de l'économie de toute intervention publique, jugée créatrice de distorsion, mais tout en déployant, ironiquement, d'intenses mécanismes politiques tournés vers la société pour que celle-ci respecte la dynamique concurrentielle du marché devenu le seul mode optimal et efficient d'allocation des ressources. De telles propositions normatives furent légitimées en particulier par la publicisation des échecs des politiques développementalistes d'inspiration keynésienne déployées jusqu'alors, par l'effondrement de l'URSS et la chute du mur de Berlin. Elles furent synthétisées par l'économiste J. Williamson au tournant des années 1990 sous la forme d'un « consensus de Washington » composé de dix commandements pour la libéralisation des économies²¹¹.

La décennie 1990 se caractérisa alors par des changements dans les discours et les pratiques de plusieurs organisations internationales, avec leurs cortèges de nouvelles ambiguïtés. Le renforcement de la primauté accordée au marché mondial s'incarna dans les accords de Marrakech et la création de l'OMC (Organisation mondiale du commerce)²¹² en 1994. Pour autant, l'OMC

²⁰⁸ « La guerre pour l'eau ne semble ni stratégiquement rationnelle, ni efficace d'un point de vue hydrographique, ni économiquement viable. Les intérêts partagés le long d'un cours d'eau semblent toujours l'emporter sur les caractéristiques conflictuelles de l'eau... ».

²⁰⁹ « Les déficits hydriques ne conduisent pas nécessairement à des conflits internationaux ».

²¹⁰ Raison et Magrin, dans leur ouvrage paru en 2009 en arrivent à la même conclusion.

²¹¹ Voir: Williamson, J. (1990) "Introduction", In Williamson J. (Ed.). *Latin American Adjustment: How Much Has Happened?* Washington, DC: Institute for International Economics, pp. 1–3; Williamson, John (1990) "What Washington Means by Policy Reform", In J. Williamson (Ed.) *Latin American Adjustment: How Much Has Happened?* Washington, DC: Institute for International Economics, pp. 5–20

²¹² *WTO, World Trade Organization.*

répondait aussi à une volonté de libéralisation des marchés qui avait déjà été exprimée dès 1945, en particulier par les États-Unis, libéralisation à laquelle les planificateurs keynésiens ne s'opposaient d'ailleurs pas non plus (Pestre, 2014: 266). En 1996, lors du Sommet mondial de l'alimentation, la FAO redéfinit la notion de sécurité alimentaire en termes de disponibilité et d'accès : les productions et leurs origines devenaient alors en quelque sorte des enjeux secondaires. Sur les relations entre l'eau et l'agriculture, les savoirs économiques commencèrent à occuper une place croissante dans les débats, que ce soit dans les sphères académiques ou dans les organisations internationales. C'est en particulier le cas à l'Ifpri (Institut de recherche international sur les politiques alimentaires)²¹³ et dans une moindre mesure à l'IWMI (Institut international pour la gestion de l'eau)²¹⁴, tous deux membres du GCRAI (Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale)²¹⁵.

Dans les années 1980, Allan (1983; 1984; 1988; 1989) avait publié des travaux sur la Lybie²¹⁶ et l'Égypte, dans lesquels il donnait à voir les échecs des politiques hydroagricoles étatiques. Mais c'est bien dans le contexte des années 1990 que ses analyses sur l'eau devinrent politiquement visibles: pourquoi n'y avait-t-il pas de preuve empirique de guerres de l'eau dans les pays du Moyen Orient ou d'Afrique du Nord ? Pour Allan, la réponse résidait dans l'importance, tue jusqu'alors mais pourtant bien réelle, des importations de céréales vers ces pays. Allan appuya son argumentaire essentiellement sur le cas de l'Égypte : *"The economies of the countries with high food needs as a consequence of large populations, such as Egypt, have become major food importers. And these Egyptian food imports represent a water gap of at least 10km³ of water per year, approaching 30% of annual agricultural water consumption"*²¹⁷ (Allan J.A., 1992a: 19-20). Pour Allan, les tensions auxquelles les pays d'Afrique du Nord et du Moyen Orient faisaient face avaient pu être endiguées en grande partie grâce à leurs relations avec le reste du monde permettant un accès indirect, flexible et alors²¹⁸ relativement peu coûteux à la disponibilité globale en eau via le commerce international de produits agricoles. Il y aurait donc des substituts à l'eau dans ces pays en achetant des produits alimentaires sur le marché mondial. L'alimentation deviendrait ainsi un enjeu secondaire pour gouverner les équilibres hydrologiques locaux : *"the first major assumption is that there will be sufficient surplus food on the world markets in the short- and long-term futures to meet the demand*

²¹³ *International Food Policy Research Institute.*

²¹⁴ *International Water Management Institute.*

²¹⁵ *CGIAR: Consultative Group on International Agricultural Research.*

²¹⁶ Qui d'ailleurs dépend essentiellement de ressources en eau fossiles qui n'étaient pas comptabilisées dans les grands bilans internationaux.

²¹⁷ « Les économies des pays ayant des besoins alimentaires élevés en raison d'une population importante, comme l'Égypte, sont devenues de grandes importatrices de denrées alimentaires. Et ces importations alimentaires égyptiennes représentent un manque d'eau d'au moins 10 km³ par an, soit près de 30 % de la consommation annuelle d'eau agricole ».

²¹⁸ On était alors au début des années 1990 et il n'y avait plus eu, depuis 1974, de flambée des prix agricoles sur les marchés mondiaux.

of Middle Eastern and North African consumers as well as the increased demand from other regions of the world”²¹⁹ (Allan J.A., 1992b: 25). La question alimentaire ne serait plus à même de justifier le développement de l’irrigation. Le stockage et le commerce des céréales deviendraient, en quelque sorte, un substitut aux infrastructures hydroagricoles de stockage et de transport d’eau (Treyer, 2006). L’échelle de gestion à privilégier ne serait plus celle du bassin versant et des écoulements d’eau, mais celle des flux globaux et virtuels d’eau associés au commerce international des produits agricoles. Pour Allan, le recours à l’importation dans les pays du Moyen-Orient était à la fois central dans l’analyse : *“The hydropolitics of water at the sectoral level within individual countries in the Middle East are based on the false notion that food self-sufficiency is an achievable objective”*²²⁰ (Allan J.A., 1992a: 19) et rendu invisible (Allan J. A., 1997). Il s’agissait donc, pour Allan, de le dévoiler, en estimant que le recours aux importations était un indicateur de la pénurie d’eau à laquelle ces pays faisaient face : *“The arguments of Homer-Dixon (1994) concerning resource capture and of Falkenmark (1996) on the strategic significance of water resources have not yet provided models which explain hydropolitics”*²²¹ (Allan J. A., 1999: 3). Pour Allan, un tel niveau d’importation participait aussi silencieusement à ralentir des réformes politiquement impopulaires en faveur d’une gestion de la demande en eau. Rendre ce niveau d’importations visible, explicite, serait pour les gouvernements de ces pays un aveu de leur incapacité à pleinement contrôler et sécuriser les approvisionnements en eau et en nourriture de leurs populations (Allan J. A., 2001; 2002).

Le concept d’eau virtuelle élargit à une échelle internationale les limites nationales considérées par l’indice de Falkenmark en donnant à voir que les échanges internationaux de produits agricoles déterminaient, en partie du moins, les relations entre demande en eau et demande alimentaire, dans la mesure où l’on admettait que l’eau, trop lourde à transporter, ne s’échangeait pas massivement sur de longues distances (Treyer, 2006). L’analyse partit des pays du Moyen Orient et d’Afrique du Nord pour ensuite être élargie à l’ensemble du monde, et en particulier à l’ensemble des pays sous régime d’aide, selon un processus d’expansion politique et scientifique similaire à celui que nous avons déjà observé dans les années 1960 et 1970 autour du cadrage des problèmes posés par l’aridité et du risque de manque d’eau à l’échelle mondiale sous l’égide de l’Unesco.

²¹⁹ « la première grande hypothèse est qu’il y aura suffisamment de surplus alimentaires sur les marchés mondiaux à court et à long terme pour répondre à la demande des consommateurs du Moyen-Orient et d’Afrique du Nord ainsi qu’à la demande accrue des autres régions du monde ».

²²⁰ « L’hydropolitique de l’eau au niveau sectoriel dans les différents pays du Moyen-Orient repose sur l’idée fautive que l’autosuffisance alimentaire est un objectif réalisable ».

²²¹ « Les arguments de Homer-Dixon (1994) concernant la mainmise sur les ressources et de Falkenmark (1996) sur l’importance stratégique des ressources en eau n’ont pas encore fourni de modèles qui expliquent l’hydropolitique ».

Les propositions d'Allan s'allièrent à deux types de critiques adressées aux politiques keynésiennes et à leurs traductions hydroagricoles des décennies passées : celles des néolibéraux qui voyaient dans la promotion du commerce international le support d'une coopération apaisée et efficace entre pays et celles de ceux qui dénonçaient les dégâts environnementaux, sociaux et économiques des grands ouvrages hydro-agricoles. Alors que jusque dans les années 1980, l'irrigation était largement promue pour augmenter la production alimentaire mondiale destinée à une population en expansion, à l'issue des années 1990, elle se retrouva au cœur de controverses liant pauvreté, production alimentaire et impacts sur l'environnement. Dans les arènes internationales, les instruments économiques devinrent l'instrument privilégié pour critiquer des droits d'eau historiques et les rentes qui leur étaient associées.

Après avoir été développé dans un espace géographique limité, le concept de l'eau virtuelle suscita l'intérêt de centres de recherche tels que l'Institut de l'ingénierie hydraulique de Delft et l'IWMI, mais aussi des agences spécialisées des Nations unies telles que la FAO et l'Unesco. À la fin des années 1990, des efforts importants furent consentis pour comptabiliser l'eau virtuelle et ses flux dans le monde. Ces travaux s'attachèrent non seulement à quantifier ces transferts d'eau invisibles, mais aussi, en développant d'autres modes de calcul, à faire de nouvelles propositions normatives pour la gestion des ressources en eau, du côté de la production agricole entre sécurité alimentaire, avantages comparatifs, productivité hydrique et suprématie des marchés libéralisés, ou du côté de la consommation, avec une perspective environnementale désincarnée en quantifiant l'empreinte sur l'eau des différents régimes alimentaires du monde. L'ensemble de ces modélisations s'appuyèrent, et continuent aujourd'hui à s'appuyer, sur le modèle agronomique de bilan hydrique développé par la FAO (Cropwat), qui avait aussi contribué à la quantification des besoins en eau de Falkenmark dans les années 1980.

Dans les années 1990, le consensus néolibéral tendit, en quelque sorte, à naturaliser quelque chose de virtuel, de dématérialisé, en considérant finalement le commerce comme une rivière. L'Ifpri produisit le modèle IMPACT²²² et utilisa ses projections comme « plaidoyer pour la libéralisation des échanges et la fluidification du commerce international, pour dénoncer les barrières douanières comme étant responsables des déséquilibres observés, et pour dénoncer aussi les législations nationales de protection de l'environnement et les barrières de sécurité sanitaire, notamment celles concernant les organismes génétiquement modifiés, comme mettant en danger les gains de productivité agricole nécessaires à l'équilibre alimentaire mondial » (Treyer, 2006: 179). IMPACT

²²² Le modèle IMPACT est un modèle d'équilibre partiel, statique, déterminant l'état du marché mondial pour 37 pays et 17 biens (céréales, soja, racines et tubercules, viande, produits laitiers...). Le grain d'analyse est le pays, caractérisé par des équations reliant l'offre et la demande agricole, et les pays sont reliés entre eux par le commerce de produits agricoles.

modélisait les relations entre la production et la demande alimentaire dans le monde d'une manière particulière. D'abord ces relations s'exprimaient entre les États-nations du monde. La demande alimentaire était déterminée par les prix, le revenu et des coefficients d'élasticité. La production alimentaire, elle, était déterminée par les prix et des coefficients de productivité à l'hectare, eux-mêmes définis par des facteurs hétérogènes que les modélisateurs sélectionnaient tels que les avancées de la recherche agricole publique et privée, le niveau de formation, l'importance d'infrastructures et de l'irrigation. Dans le modèle IMPACT tel qu'il fut utilisé par l'Ifpri jusqu'au début des années 2000, l'eau intervenait dans la définition des rendements, mais n'était pas non plus centrale pour expliquer les niveaux de production agricole dans le monde au profit, entre autres, de la génétique. Dans les années 1990, c'était en effet dans la bio-ingénierie que l'Ifpri voyait le besoin d'investissement le plus important pour la communauté internationale : *“while science, including bioengineering and other modern scientific methods, offers tremendous opportunities for reducing production fluctuations and increasing productivity on small-scale farms in developing countries, little investment is being made in research aimed at these farms”*²²³ (Pinstrup-Andersen et al., 1997: 7). L'Ifpri devint le porte-parole d'une intensification de la libéralisation du commerce agricole international. Ses travaux de modélisation constituèrent aussi un plaidoyer pour légitimer le rôle du GCRAI dans la mise en œuvre d'une révolution doublement verte (Cornilleau et Joly, 2014; Rosegrant M. et al., 1995) fondée sur un recours accru aux organismes génétiquement modifiés (OGM). Au milieu des années 1990, la révolution doublement verte était un concept travaillé par différentes communautés épistémiques pour cadrer les nouvelles orientations du développement agricole dans les pays sous régime d'Aide, entre écologisation de la modernisation agricole, critique ou apologie du retrait des États, autonomisation ou intégration verticale accrue des paysanneries (Griffon et Weber, 1995; Raison, 1997).

Lors de la conférence de l'association internationale des économistes agricoles qui se tint à Sacramento en Californie en août 1997, M. W. Rosegrant²²⁴ et sa collègue C. Ringler²²⁵ de l'Ifpri présentèrent le modèle IMPACT. Dans leur intervention, ils affirmaient la supériorité de l'agriculture

²²³ « si la science, y compris la bio-ingénierie et d'autres méthodes scientifiques modernes, offre d'énormes possibilités pour réduire les fluctuations de la production et accroître la productivité des petites exploitations agricoles dans les pays en développement, peu d'investissements sont réalisés dans la recherche destinée à ces exploitations ».

²²⁴ Mark W. Rosegrant est titulaire d'un doctorat en politique publique de l'université du Michigan (USA). Il travaille pour l'Ifpri depuis les années 1990. Il a dirigé la division de l'Ifpri sur les technologies de l'environnement et de la production. Il est aujourd'hui chercheur émérite au Bureau du directeur général. Il est membre de l'*American Association for the Advancement of Science* et de l'*Agricultural and Applied Economics Association*, et il a reçu de nombreux prix.

²²⁵ Claudia Ringler est titulaire d'un doctorat en économie agricole du Centre de recherche sur le développement de l'université de Bonn (Allemagne). Elle travaille à l'Ifpri depuis 1996 dans la division des technologies de l'environnement et de la production qu'elle codirige depuis 2011.

industrielle dans sa capacité à contribuer à la sécurité alimentaire globale, pointaient les limites de l'agriculture biologique, minimisaient les risques que pouvait faire peser la chimisation de l'agriculture sur la qualité des sols ou l'activité des agriculteurs. Ils estimaient aussi que l'idée selon laquelle le développement impliquerait une généralisation des régimes alimentaires occidentaux était peu crédible. Pour Rosegrant et Ringler, finalement, ce dont souffrait l'agriculture c'était surtout des prophéties apocalyptiques des environnementalistes, tels que celles que venaient de renouveler Meadows et de ses collègues (1992), qui décourageaient les bailleurs : *“The methods and myths employed by many environmentalists when confronting the world food system have caused them to be consistently wrong in their assessment of the long-term prospects for global food security Incorrect prophecies of doom from environmentalists have contributed to the fatigue with agricultural issues of donors and policy makers, who point to the failed prophecies as evidence that serious concerns about future agricultural development are unnecessary.... Environmental and resource degradation are not intrinsically limiting to the necessary growth in crop production to meet global demand in the coming decades. Nor is the current path of agricultural development a threat to the global environment.”*²²⁶ (Rosegrant M. W. et Ringler, 1997:536). Ainsi, pour les chercheurs influents de l'Ifpri, il n'y avait pas lieu de penser en termes de limites matérielles grâce aux promesses des biotechnologies et d'un marché libéralisé. Plus que les gains de productivité, c'était finalement dans la capacité du marché à allouer des ressources qui seraient bel et bien là mais mal utilisées ou exploitées, que résidait la capacité à satisfaire une demande en expansion, expansion qui pouvait aussi être relativisée en invoquant les transitions démographiques et la diversité des régimes alimentaires. Dans les scénarios de l'Ifpri à l'horizon 2020, les États-Unis, les pays de l'ex-URSS et de l'Union européenne continueraient à être les principaux producteurs de céréales, dont les surfaces dédiées resteraient stables, avec un recours significatif à l'eau verte²²⁷, et donc à l'agriculture pluviale, dans la production de biomasse. Les pays en développement, eux, voyaient leurs régimes alimentaires changer et leur niveau d'importations en céréales augmenter. Dans ces pays, les scénarios de l'Ifpri considéraient que l'eau ainsi libérée serait mobilisée pour des cultures à plus

²²⁶ « Les méthodes et les mythes utilisés par de nombreux environnementalistes lorsqu'il s'agit du système alimentaire mondial les ont conduits à se tromper systématiquement dans leur évaluation des perspectives à long terme de la sécurité alimentaire mondiale Les prophéties de malheur erronées des écologistes ont contribué à la lassitude des bailleurs et des décideurs politiques vis-à-vis des questions agricoles, ces derniers s'appuyant sur l'échec de ces prophéties pour estimer qu'il n'est pas nécessaire de se préoccuper sérieusement du développement agricole futur.... La dégradation de l'environnement et des ressources ne limite pas intrinsèquement la croissance nécessaire de la production agricole pour répondre à la demande mondiale dans les prochaines décennies. La voie actuelle du développement agricole n'est pas non plus une menace pour l'environnement mondial ».

²²⁷ L'eau verte est une formule que l'on doit à Falkenmark (1994) pour rendre compte de l'importance de la pluie « efficace » des agronomes ou des forestiers, ou encore de l'eau de pluie qui s'infiltré dans le sol et qui est accessible au système racinaire des plantes.

haute valeur ajoutée et moins consommatrices d'eau, et pour soutenir l'urbanisation et l'industrialisation.

Dans les années 2000, des hydrauliciens et des hydrologues reprirent les propositions normatives développées par les économistes de l'Ifpri dans les années 1990, dans différentes analyses de l'eau virtuelle. Pour Hoekstra²²⁸, Chapagain²²⁹ ou Oki²³⁰, il s'agissait de promouvoir l'idée selon laquelle le commerce constituait ou constituerait un moyen d'économiser de l'eau, du fait de différences de productivité hydrique entre pays importateurs et pays exportateurs de produits agricoles, et en particulier pour les céréales. Dit autrement, en important des produits agricoles plutôt qu'en les produisant eux-mêmes, certains pays économiseraient de l'eau, parce qu'ils en auraient utilisé plus que le pays qui les avaient produit et les leur avaient vendus. Les différences de productivité hydrique se matérialisaient en particulier dans une mobilisation différenciée de l'eau bleue²³¹ et de l'eau verte (Hoekstra et Hung, 2005; Zimmer et Renault, 2002). Avec ces quantifications, il s'agissait non seulement de proposer un diagnostic de la situation présente, mais aussi de promouvoir une libéralisation accrue des marchés dans le futur, considérée comme un moyen de résoudre les problèmes de manque d'eau à l'échelle mondiale. Au début des années 2000, ce type de proposition fit l'objet de controverses, en particulier avec S. Merrett (2003) économiste et consultant indépendant britannique dans le domaine de l'eau auprès d'organisations internationales, et avec des chercheurs de l'IWMI qui s'appuyèrent sur le modèle IMPACT de l'Ifpri. Merrett dénonça les effets potentiellement désastreux de telles propositions pour les économies rurales des pays du Sud. Il montra que l'eau virtuelle était une métaphore sans fondement parce que les flux qui étaient quantifiés ne s'expliquaient pas, à l'échelle mondiale, par la disponibilité en eau, mais par d'autres variables telles que la productivité du travail, l'accès à la terre, les technologies ou le capital disponible. Ainsi c'étaient, au fond, l'histoire, les luttes économiques et politiques, les asymétries générées par le soutien des États occidentaux à leur agriculture, qui expliquaient les flux d'eau virtuelle. Méthodologiquement, Merrett questionna le bien-fondé d'une analyse fondée sur un isolement de l'eau des autres facteurs de production pour expliquer les échanges commerciaux et

²²⁸ A. Hoekstra a été un étudiant de J.A. Allan. Il a un doctorat d'ingénierie civile de l'Université de technologie de Delft (Pays-Bas). Il a enseigné la gestion de l'eau à l'université de Twente et il a fondé le réseau sur l'empreinte de l'eau.

²²⁹ A.K. Chapagain a d'abord été ingénieur dans le domaine de l'irrigation au Népal, doctorant d'A. Hoekstra pour ensuite diriger le réseau sur l'empreinte de l'eau aux Pays Bas en collaboration avec lui, et Conseiller sur l'eau pour le WWF au Royaume-Uni.

²³⁰ T. Oki a un doctorat d'ingénierie civile de l'Université de Tokyo (Japon). Il a été en charge des questions d'environnement et d'énergie au sein du Conseil pour la politique scientifique et technologique du Cabinet du premier ministre japonais (2005-2006). Il travaille au sein de l'institut de la science industrielle de l'Université de Tokyo.

²³¹ Par opposition à l'eau verte, l'eau bleue correspond à la part de l'eau de pluie qui se retrouve dans les rivières, les lacs ou les nappes et qui peut être mobilisée grâce à des techniques et des infrastructures pour différents usages, en particulier agricoles (irrigation).

discuta l'idée selon laquelle il existait partout localement des substituts à l'eau. Les modélisations de l'IWMI montrèrent par ailleurs que le commerce international ne représentait que de faibles proportions de la production agricole globale : *"...without trade, global crop water use in cereal production would have been higher by 6 percent and irrigation depletion by 11 percent"* ²³² (de Fraiture et al., 2004). Au début des années 2000, le discours de Rosegrant, qui avait contribué à ce travail de l'IWMI, et de ses collègues de l'Ifpri sur l'investissement public avait donc changé : l'irrigation, la recherche agricole et les routes en milieu rural étaient redevenus, « les trois principaux investissements qui conduisent à une augmentation de la production agricole » (Rosegrant M. W. et al., 2001: 150).

La productivité hydrique n'est pas une donnée naturelle et le seul reflet de conditions climatiques différentes mais le produit d'investissements politiques, financiers et technologiques passés différenciés selon les régions du monde. Elle n'est pas non plus un facteur explicatif pertinent de la situation et des perspectives de l'agriculture à l'échelle mondiale. Cela n'empêcha pas, pour autant, des « scientifiques-experts-voyageurs » de chercher à en faire un indicateur central au nom duquel les gouvernements, en particulier des pays sous régime d'aide, devraient, dès lors, orienter leurs politiques agricoles. C'est en effet ce que proposa Hoekstra en 2002, à l'issue d'une réunion d'experts internationaux sur l'eau virtuelle tout en concédant aussi qu'elle devrait être accompagnée de normes internationales pour limiter ses impacts négatifs sur les conditions socio-économiques locales ou son usage à des fins géopolitiques. Il s'agissait alors pour Hoekstra de structurer un agenda de recherche autour d'une comptabilisation systématique de l'eau virtuelle et d'un nouvel indicateur sur lequel elle pourrait s'appuyer, l'empreinte sur l'eau : *« The total 'water footprint' of a nation promises to become a useful indicator of a nation's call on the global water resources. At consumers level it is useful to show people's individual footprint as a function of food diet and consumption pattern* ²³³ (Hoekstra, 2002: 21).

3.4 Des empreintes environnementales qui effacent l'action publique ?

Le lancement du Pacte mondial (*Global Compact*)²³⁴ en 1999 par K. Annan, alors Secrétaire Général des Nations Unies suivi de la conférence de Johannesburg en 2002 entendaient donner une place

²³² « sans le commerce, l'utilisation mondiale de l'eau dans la production céréalière aurait été supérieure de 6 % et le recours à l'irrigation de 11 % ».

²³³ « L'empreinte totale sur l'eau d'une nation promet de devenir un indicateur utile de l'impact d'une nation sur les ressources en eau de la planète. Au niveau des consommateurs, il est utile de montrer l'empreinte individuelle comme étant fonction du régime alimentaire et des habitudes de consommation ».

²³⁴ Avec le Pacte mondial, les firmes transnationales deviennent des partenaires privilégiés du développement, en échange de leur engagement à respecter dix principes fondés sur les droits de l'homme, les normes du travail, la lutte contre la corruption et le respect de l'environnement. Pour Kofi Annan, le secteur privé devait

plus centrale et visible à des réseaux d'acteurs essentiellement composés de firmes transnationales et de BINGO ou *Big NGO (Big Non-Governmental Organizations)*, dans les dispositifs de coopération multilatérale, et au recours à des partenariats publics-privés.

Dans les années 1990, à l'échelle mondiale, le volume total des montants dédiés à l'APD baissèrent, pour ensuite raugmenter à partir du milieu des années 2000 (Figure 12).

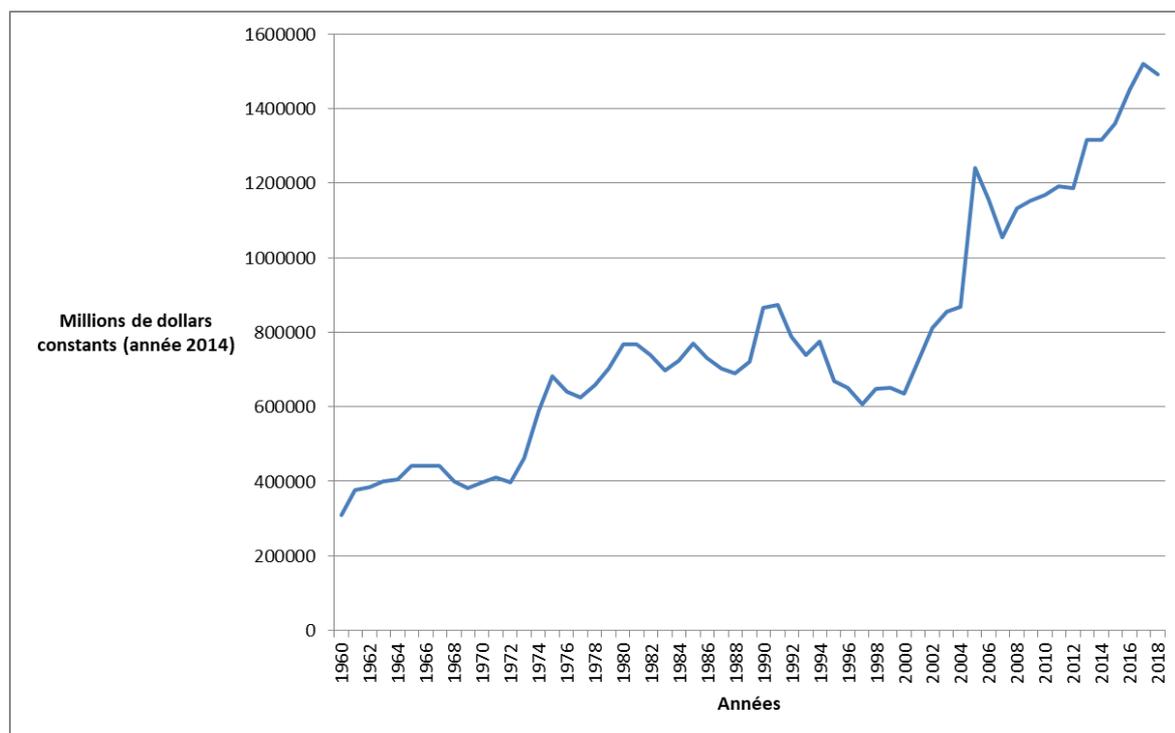


Figure 12 : Montants de l'APD en dollars constants 2014 sur la période 1960-2018 (Source des données : Banque mondiale).

Parallèlement, l'aide issue de fondations privées augmentèrent (Severino et Ray, 2011). On assiste ainsi, depuis les années 1990, à une prolifération des acteurs de l'aide. C'est en particulier le cas des firmes transnationales de l'agro-alimentaire qui nous concernent plus spécifiquement ici, qui ont bénéficié et bénéficient encore aujourd'hui de l'aide au développement pour financer des usines locales de transformation de produits agricoles et stimuler l'agriculture sous-contrat.

Les années 2000 furent marquées par de nouveaux discours des firmes transnationales sur ce que devrait être leur rôle pour une bonne gestion des affaires, qu'elles soient sociales, économiques ou environnementales, à l'échelle mondiale. Selon elles, il n'y aurait plus lieu de penser en termes d'actions situées, qu'il s'agisse de régulations publiques ou d'affrontements avec des mouvements de la société civile, au profit d'une co-production de normes explicite, visible, désinhibée et globale

avoir un rôle quasiment égal à celui des États au sein de l'ONU. Le Pacte mondial rassemble aujourd'hui plus de 7 000 entreprises de plus de 135 pays.

entre multinationales, représentants de la société civile incarnés par des ONG internationales, gouvernements nationaux et universités, au service d'un « capitalisme connecté » selon l'expression de l'ancien président-directeur de Coca-Cola, E. Neville Isdell, reprise dans les médias. La mondialisation de l'économie que ces multinationales incarnent, fit l'objet d'importantes contestations sociales dans les années 1990 et 2000 dans plusieurs pays occidentaux²³⁵ et de campagnes d'ONG de *naming and shaming* de grandes marques associées à des appels au boycott. Elles firent peser sur ces firmes ce que les sciences de gestion appellent un risque réputationnel. Pour ces firmes, promouvoir les bienfaits d'une coopération généralisée, globalisée et harmonieuse devint alors un moyen de redorer leur réputation et, aussi, de manière concomitante, de contenir la critique. Comme nous allons le voir, c'est essentiellement grâce à des formes d'auto-validation et à la construction de conventions de qualité auto-déclaratives, volontaires et juridiquement non opposables, que ces activités industrielles se renouvelèrent en s'appuyant en particulier sur tout un travail d'objectivation, de quantification et de commensuration fondé sur des rapports, des bases de données et des indicateurs, dans le cadre plus général de la mise en œuvre de la responsabilité sociale et environnementale (RSE) des entreprises ou de la promotion d'investissements dits socialement responsables²³⁶. Enfin, ces processus constituèrent un moyen, pour ces firmes, d'éviter les possibles contraintes matérielles qu'elles pourraient avoir à subir, que ce soit parce qu'elles pourraient manquer d'eau si les conflits se multipliaient pour le partage de l'eau, ou parce que les consommateurs se détourneraient de leurs produits.

Au sein du Pacte mondial, les Nations unies, en collaboration avec le Pacific Institute²³⁷, lancèrent en 2007 un « mandat sur l'eau », approuvé par plus de 80 entreprises, et qui a, depuis, produit plusieurs rapports sur les risques que fait ou ferait peser l'eau sur leurs activités et les manières de les gouverner. L'année suivante, en 2008, le forum économique mondial²³⁸ lança aussi une série de rapports, produits par un groupe constitué de multinationales, du *World Wildlife Fund* (WWF) et de la Société financière internationale (SFI)²³⁹. À partir de 2012, ce groupe devint le *water resources group* hébergé par la SFI. Les grands groupes agro-alimentaires tels que Coca Cola, Nestlé, Unilever ou Carrefour sont très représentés dans ces arènes. Pour ces firmes, il s'agit, grâce à ces rapports, à

²³⁵ Par exemple, lors de la conférence ministérielle de l'OMC à Seattle fin 1999 et lors du G8 à Gênes en juillet 2001.

²³⁶ Le Dow Jones Sustainability Index par exemple a été créé en 1999.

²³⁷ Le *Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security* est un centre de recherche étatsunien, basé en Californie et fondé en 1987 par Peter Gleick, qui le dirigea jusqu'en 2006.

²³⁸ Klaus Schwab, ingénieur et économiste allemand, professeur de management industriel à l'Université de Genève, fonda en 1971 le « Symposium européen du management », organisé à Davos qui deviendra en 1987 le Forum économique mondial.

²³⁹ La SFI, ou *International Finance Corporation* (IFC) est une organisation de la Banque mondiale qui accorde des prêts à des investisseurs privés.

la fois d'identifier les risques liés à l'eau, les marges de manœuvre pour une meilleure efficacité de leurs chaînes de production, d'intervenir plus directement dans la définition de normes pour le partage de la ressource ou la gestion des pollutions. L'analyse de l'ensemble de ces rapports montre bien que l'objectif premier est de rendre plus prévisible et maîtrisable l'environnement de l'activité de ces entreprises et par là leurs perspectives de profits, grâce à un contrôle accru sur la réglementation et les investissements publics. Les risques, pour ces firmes, concernent en particulier les conflits locaux : *"Risks arising from environmental problems or social discontent surrounding a project can be extremely costly in terms of delays and stoppages, negative publicity, threats to operating license, and significant unforeseen expenditures"*²⁴⁰. Prenons le cas emblématique de Coca-Cola. La publicisation par plusieurs ONG des conflits qui l'opposaient à des communautés rurales en Amérique latine et en Inde sur des enjeux liés à l'eau et de ses démêlés avec les justices locales impactèrent non seulement ses conditions de production mais également ses ventes, qui baissèrent significativement en 2003 en Inde comme à l'échelle mondiale, alors qu'elles ne faisaient que régulièrement augmenter les décennies précédentes. Aux États-Unis et en Grande-Bretagne, de nombreuses universités bannirent par exemple, certes temporairement, la vente des sodas de la marque Coca-Cola au milieu des années 2000.

Au début des années 2000, d'abord dans le cadre de l'institut de formation sur l'eau de l'Unesco créé à Delft (Pays-Bas) en 1957, Hoekstra, Chapagain et leurs collègues commencèrent à déplacer la focale des quantifications de l'eau virtuelle vers l'évaluation des impacts à la fois des modes de consommation et des filières de production de biens sur les ressources en eau de la planète, en mobilisant la notion d'empreinte sur l'eau : *"the water footprint of a product is an empirical indicator of how much water is consumed, when and where, measured over the whole supply chain of the product... The water footprint of an individual, community or business is defined as the total volume of freshwater that is used to produce the goods and services consumed by the individual or community or produced by the business"*²⁴¹ (Hoekstra et al., 2009b: 111). Pour ces chercheurs, il s'agissait toujours de considérer que l'eau était un enjeu global parce que les biens qui utilisent beaucoup d'eau pour être produits font l'objet d'un commerce international, qu'il s'agisse de matières premières ou de produits transformés. Avec l'empreinte sur l'eau, l'enjeu du développement durable se réduisit alors aux relations mondiales entre économie et environnement,

²⁴⁰ « Les risques découlant des problèmes environnementaux ou de contestations sociales entourant un projet peuvent être extrêmement coûteux en termes de retards et d'arrêts, de publicité négative, de menaces pour les droits d'exploitation et de dépenses importantes imprévues ». Dans : WWF/DEG, 2011, *Assessing Water Risk: A Practical Approach for Financial Institutions*.

²⁴¹ « L'empreinte sur l'eau d'un produit est un indicateur empirique de la quantité d'eau consommée, quand et où, mesurée sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement du produit... L'empreinte sur l'eau d'un individu, d'une communauté ou d'une entreprise est définie comme le volume total d'eau douce qui est utilisé pour produire les biens et services consommés par l'individu ou la communauté ou produits par l'entreprise ».

sans pour autant administrer la preuve de l'importance relative du commerce international par rapport à d'autres échelles d'échanges. Il s'agissait d'arrimer la question de l'eau à toutes les initiatives transnationales relatives à la certification durable des productions agricoles, telles que le soja ou l'huile de palme (Fouilleux et Goulet, 2012). C'est ce qui justifia ensuite d'analyser les enjeux d'une externalisation au-delà des frontières nationales des empreintes sur l'eau, d'élargir les eaux considérées, qu'elles soient bleues, vertes ou grises²⁴² et de ne pas se limiter aux seuls prélèvements d'eau, localement, dans le milieu. Pour Hoekstra et ses collègues (2006; 2007), la promesse d'une telle expansion de la quantification de l'eau résidait dans sa capacité à fonder une gouvernance globale de l'eau qui articulerait plus durablement consommateurs et firmes transnationales, grâce à une tarification de l'eau au coût complet, à la taxation des déchets industriels, à la labellisation des produits selon leur empreinte sur l'eau, à l'activation d'un droit à l'eau nécessaire à la production alimentaire même si cette eau n'était pas localement disponible et à des mécanismes de compensation pour l'eau consommée ou polluée qui n'aurait pas pu être évitée ou réduite. Le monde promu par Hoekstra était celui d'une optimisation globale des sites et des pratiques de production, grâce à des outils de l'économie néoclassique de l'environnement déjà mis à l'agenda politique international dans les années 1990, et grâce à une transformation des consommateurs, qu'il s'agirait de discipliner pour qu'ils n'achètent que des produits dont l'empreinte sur l'eau serait faible. Les analyses d'Hoekstra et de ses collègues ne furent jamais pour autant explicitement d'ordre politique, social ou économique. Malgré l'introduction d'une diversité d'eaux, la focale resta strictement quantitative, exprimée en mètres cubes d'eau, liée à des risques de manque d'eau et articulée à une ressource considérée comme abiotique. Hoekstra et la communauté épistémique qu'il constitua se lancèrent, dès le milieu des années 2000, dans une quantification tout azimut qui cherchait à s'inscrire dans les initiatives relatives à l'empreinte carbone et à l'empreinte écologique²⁴³. Ces travaux contribuèrent à la fois à établir une méthodologie générale de quantification (Hoekstra et al., 2011) et à démultiplier les focales : que ce soient les échelles spatiales et temporelles ou les objets (Ercin et al., 2012; Gerbens-Leenes P. W. et al., 2012; Hoekstra et al., 2012; Zeng et al., 2012; Zhuo et al., 2016). Hoekstra et ses collègues devinrent de véritables machines à calculer et à publier (Figure 13).

²⁴² L'eau rejetée dans le milieu avec une qualité plus ou moins dégradée après avoir été utilisée.

²⁴³ Calculée en transformant l'ensemble des ressources naturelles mobilisées par les sociétés en hectares globaux.

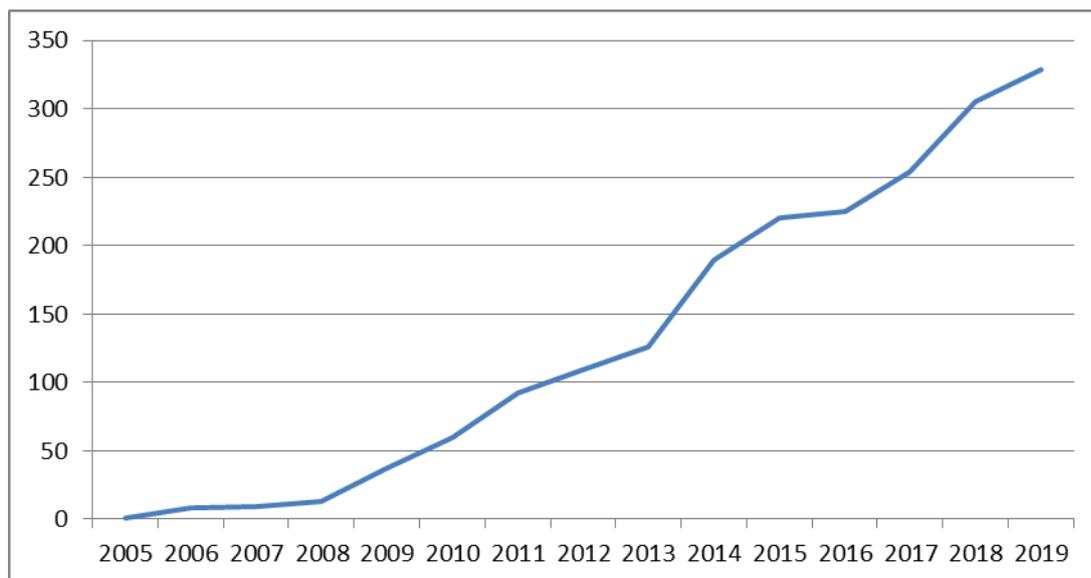


Figure 13 : Nombre de publications avec la mention « water footprint » dans le titre ou le résumé (Source des données : Scopus).

Hoestra (Université de Twente, Pays-Bas) est l'auteur avec le plus prolifique (environ 6 % des publications), suivi de Mekonnen qui a co-écrit l'ensemble de ses articles avec Hoestra (environ 2 % des publications), puis de Pfister (Université de Zurich, Suisse) et de Ridoutt (CSIRO, Australie) qui, eux, sont affiliés à une seconde communauté épistémique organisée autour des méthodes d'analyses de cycle de vie (ACV).

L'analyse porta non seulement sur les nations mais aussi sur des bassins versants (Aldaya et Llamas, 2008), des municipalités, des consommateurs, des industries, filières ou produits. Ces travaux multiplient les catégories d'eau distinguées (Chapagain et Hoekstra, 2008): non seulement l'eau bleue et l'eau verte en lien avec la production agricole (Chapagain, Hoekstra et al., 2006), mais aussi l'eau grise (Liu et al., 2012) ou encore les usages de l'eau indirects liés par exemple au transport ou à la construction. Ils cherchèrent à établir des distinctions quantifiées des empreintes selon le lieu et le moment où l'eau était utilisée. Cette communauté épistémique continua à mettre l'accent sur l'enjeu agricole, mais pour donner à voir les effets d'un côté des régimes alimentaires et des pratiques des consommateurs et, de l'autre, des filières de production, sur l'état des ressources en eau, état désormais représenté par une empreinte qu'il s'agirait de minimiser.

Dans ce mouvement, les bases de calcul ne firent l'objet d'aucune innovation. Elles se fondèrent sur les pratiques et les conventions définies depuis les années 1970 et devenues hégémoniques : le modèle agronomique de bilan hydrique Cropwat de la FAO pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle totale et la distinction entre eau bleue et eau verte, une représentation des relations entre qualité et quantité d'eau fondée sur la capacité auto-épuratoire ou de dilution des cours d'eau ou encore plus simplement sur la référence aux normes en vigueur relatives aux concentrations en polluants des rejets dans les milieux aquatiques. Ces efforts produisirent plutôt un cadre général qui se voulait strictement instrumental, à même de circuler largement parce qu'il représentait des

enjeux liés à l'eau essentialisés, indiscutables et généralisables, tout en contenant aussi la promesse d'une plus ou moins grande précision dans les résultats selon les modèles et les données disponibles localement. Avec l'empreinte sur l'eau, on a affaire à la volonté de produire un langage commun généralisé qui parlerait d'une eau à une société, toutes deux globales et indifférenciées.

Le travail de commensuration articulé autour de l'empreinte sur l'eau revint à considérer que des firmes transnationales telles que Coca-Cola (2010)²⁴⁴, Tata (2013)²⁴⁵, Nestlé (2010)²⁴⁶, des organismes publics tels que la Confédération hydrographique du Guadalquivir en Espagne (2013)²⁴⁷ ou des ONG telles que le WWF²⁴⁸ avaient les mêmes besoins d'objectivation et partageaient une stratégie commune vers plus de durabilité en matière de gestion de l'eau. Pour Hoekstra et ses collègues, il s'agissait alors, avec l'empreinte sur l'eau, de produire un indicateur qui alerterait une société mondiale, homogène, à la fois complètement aveugle sur les effets néfastes de ses modes de consommation et de ses chaînes de production, et unanimement désireuse de les minimiser.

Ces chercheurs réalisèrent un travail d'alerte sur les effets sur l'eau des modes de consommation, en particulier occidentaux. Ils eurent donc une certaine portée critique. Ils quantifièrent l'empreinte sur l'eau d'un T-shirt, d'un café, d'une tranche de pain, d'un steak ou d'une pizza, d'un Français ou d'un Étasunien moyen. À titre d'exemple, en quantifiant le poids des produits carnés et plus spécifiquement de la viande de bœuf dans l'empreinte sur l'eau, ils estimèrent aussi les économies d'eau qui pourraient être associées à une transition vers des régimes moins carnés avec des apports nutritionnels jugés équivalents et en respectant les recommandations de l'OMS (Chapagain et Hoekstra, 2003; Ercin, Mekonnen et al., 2012; Mekonnen et Hoekstra, 2012; Vanham et al., 2013). Ces travaux de quantification servirent de support à des analyses prospectives sur l'effet d'une évolution des régimes alimentaires sur les ressources en eau. Ces travaux montrèrent aussi que dès lors qu'on s'intéresse aux besoins en protéines, une moindre consommation de viande conduit bien à une baisse de l'empreinte des sociétés sur l'eau sauf si le régime alimentaire s'appuie significativement sur le riz et qu'il est, au départ, peu carné (Jalava et al., 2014).

Cette communauté investit également la question des relations entre eau et production d'énergie, dans un contexte de mise à l'agenda politique et scientifique de la transition énergétique, qui oscille

²⁴⁴The Coca-Cola company and Nature Conservancy. 2010. Practical Application in Corporate Water Stewardship. Product water footprint assessment. Report.

²⁴⁵Tata company. 2013. Water footprint assessment : results and learning. IFC/World Bank Group. Report.

²⁴⁶Chapagain A. K., Or S. 2010. Water Footprint of Nestlé's 'Bitesize Shredded Wheat' A pilot study to account and analyse the water footprints of Bitesize Shredded Wheat in the context of water availability along its supply chain. WWF. Report.

²⁴⁷Dumont, A., Salmoral, G., & Llamas, M. R. 2013. The water footprint of a river basin with a special focus on groundwater: The case of Guadalquivir basin (Spain). *Water Resources and Industry*, 1, 60-76.

²⁴⁸<https://footprint.wwf.org.uk/#/>

entre promotion d'une économie décarbonée laissant toute sa place à l'énergie nucléaire et transition vers des énergies renouvelables qui, elle, s'y oppose. Les analyses menées ont contribué à alerter sur les impacts négatifs d'une source d'énergie largement plébiscitée au regard des enjeux climatiques : l'hydroélectricité. Les travaux réalisés quantifient les impacts sur la consommation d'eau non seulement de la production de biomasse à des fins énergétiques (Dominguez-Faus et al., 2009; Gerbens-Leenes W. et al., 2009), mais aussi de l'hydroélectricité liée à l'évaporation dans les réservoirs de stockage (Mekonnen et al., 2012; Mekonnen et al., 2015). Pour réduire l'empreinte sur l'eau liée à la production d'électricité, il s'agirait alors, pour Mekonnen et ses collègues, de promouvoir davantage les énergies solaire et éolienne et de limiter le recours à l'hydroélectricité. Plus largement, ces travaux donnèrent à voir l'importance de l'évaporation des réservoirs. Au Maroc par exemple, elle représenterait, après la production agricole, la deuxième plus grande consommation d'eau du pays (Schyns et Hoekstra, 2014).

À partir de 2008, les travaux furent aussi valorisés et poursuivis dans le cadre du « réseau de l'empreinte sur l'eau »²⁴⁹ créé par Hoekstra et associant plusieurs firmes transnationales agro-alimentaires (Coca-Cola, Pepsico Unilever, SABMiller, Heineken, Nestlé) et du textile (C&A). C'est d'ailleurs Coca-Cola qui approcha Hoekstra, suite au partenariat sur l'eau lancé par la firme avec le WWF en 2007. Pour Coca-Cola, développer et contrôler ce type d'évaluation quantitative constituait un moyen de l'aider à décider de l'implantation de ses futures usines ou à résoudre ses litiges, en particulier en Inde (Ananthkrishnan, 2007).

Coca-Cola est aussi la firme qui, la première, avait développé et utilisé à la fin des années 1960 des méthodes qui préfiguraient les analyses de cycle de vie (ACV), avec les "*Resource and Environmental Profile Analysis*" (REPA)²⁵⁰, pour définir sa stratégie d'emballage qui revint, d'ailleurs, à privilégier le plastique au détriment du verre. L'ACV, fondée sur une approche multicritères, a fait l'objet de nombreux travaux de recherche. Elle est maintenant décrite par la normalisation internationale²⁵¹ qui permet de calculer plus de 350 indicateurs. La SETAC (*Society of Environmental Toxicology and Chemistry*) créée en 1991 et le Pnue qui promeut les ACV auprès des pays en développement ou encore la Commission européenne accompagnent le mouvement de développement, de normalisation et de diffusion de la méthodologie. Dans les années 1990, la standardisation de l'ACV permit l'essor de tout un champ de recherche en ingénierie de l'environnement. Une telle standardisation promettait une objectivation globale et indiscutable des responsabilités, à même de faire taire les critiques dont l'ACV avait jusqu'alors fait l'objet (Heiskanen, 1997). Pour autant, les

²⁴⁹ <https://waterfootprint.org/en/>

²⁵⁰ « Analyses du profil environnemental et de ressources ».

²⁵¹ Norme ISO 14040 pour la réalisation et norme ISO 14044 pour la communication des résultats établies en 2006.

débats sur les manières de conduire une ACV et les métrologies et modélisations qui comptent perdurent encore aujourd'hui. Pour les firmes, l'ACV est une forme de techno-politique, c'est-à-dire qu'elle est une technologie qui cadre, incarne et met en œuvre des objectifs politiques (Hecht G., 2001). L'enjeu réside en particulier dans la capacité des ACV à rendre l'environnement de la production des firmes plus maîtrisable en cadrant ce qui est calculé et ce qui ne l'est pas (Freidberg, 2014). Enfin, il n'y a pas vraiment, à ce jour, de référent empirique de routinisation de l'ACV dans les pratiques des firmes.

À partir de la fin des années 2000, les quantifications menées par Hoekstra et ses collègues portèrent ainsi davantage sur les filières de production. Or ces travaux montrèrent que le *hot spot* quantitatif de l'empreinte sur l'eau des firmes était lié à la consommation d'eau des produits agricoles qui leur servent de matière première : le coton pour C&A, l'orge et le houblon pour SABMiller ou Heineken, le blé pour Nestlé, le sucre et la vanille pour Coca-Cola ou PepsiCo, le thé pour Unilever. Face à ces résultats gênants, certaines de ces firmes proposèrent stratégiquement des changements dans la méthode de comptabilisation de l'eau verte incluse dans le calcul de l'empreinte sur l'eau. Sur la base d'un travail conjoint entre le WWF et SABMiller²⁵², il s'agirait de ne plus comptabiliser l'eau de pluie consommée par les plantes cultivées mais seulement la différence entre celle-ci et l'eau de pluie qui aurait été consommée par une végétation naturelle. Ces propositions rejoignaient celles de la communauté épistémique construite autour de l'ACV (Kounina et al., 2013; Pfister et al., 2009), qui collabora avec Hoekstra et ses collègues dans un premier temps pour ensuite s'opposer par publications interposées entre 2009 et 2017 dans les revues PNAS et *Ecological indicators* (Hoekstra, 2016; Hoekstra et Mekonnen, 2012; Hoekstra et al., 2009a; Pfister et Hellweg, 2009; Pfister et al., 2017; Ridoutt et Huang, 2012).

Les propositions des tenants de l'ACV sur l'eau furent formalisées dans le cadre d'un groupe de travail, WULCA (*Water Use in Life Cycle Assessment*)²⁵³, créé en 2007. WULCA associe le Pnue, la SETAC, plusieurs firmes transnationales telles que Véolia, GDF-Suez, Unilever, Danone, Cotton Incorporated, et des chercheurs dans le champ des sciences de l'ingénieur pour l'environnement et de l'ACV, en particulier du Canada²⁵⁴, d'Australie²⁵⁵, de Suisse²⁵⁶ et des Pays-Bas²⁵⁷. En 2013, à la demande du Pnue et de la SETAC, le groupe de travail WULCA fut chargé de proposer des indicateurs

²⁵² SABMiller & WWF. 2009 Water footprinting. Identifying & addressing water risks in the value chain. Report. 24 p.

²⁵³ <http://www.wulca-waterlca.org/>

²⁵⁴ Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG) de l'Université d'ingénierie de Montréal.

²⁵⁵ Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO).

²⁵⁶ Département d'ingénierie environnementale de l'Université de Zurich.

²⁵⁷ Département des sciences de l'environnement de l'Université de Radboud.

concernant l'eau dans le cadre de l'initiative globale sur les ACV coordonnée par les Nations unies. Ces travaux influencèrent aussi la formulation de la norme ISO 14046, publiée en 2014 et qui définit les principes de calcul de l'empreinte sur l'eau dans les ACV. Hoekstra participa aux premières réunions de WULCA entre 2007 et 2009, avant de rompre ses relations avec cette communauté épistémique.

Pour Hoekstra et les tenants de l'empreinte sur l'eau, il était nécessaire de comptabiliser l'eau verte dans sa totalité car c'était le moyen de soutenir une amélioration de l'efficacité de l'usage de l'eau dans l'agriculture pluviale, même dans les régions du monde où la pluviométrie est importante pendant la période de croissance des plantes. Ce faisant, il s'agirait aussi d'inverser la tendance historique à des investissements dans l'irrigation dans des régions où la pluie manque. L'enjeu était donc de mieux gérer l'eau verte pour limiter le recours à l'eau bleue. La quantification promue par Hoekstra vint nourrir un plaidoyer auprès des organismes internationaux pour une mise en gestion de l'eau verte, un pilotage de son partage et de l'efficacité de son usage, au service, au fond, d'une optimisation mondiale du partage de la pluie, des sites et des pratiques de production agricole.

Pour la communauté d'ACVistes, ce qui comptait c'était d'être capable de quantifier l'impact local sur l'eau d'un produit ou d'une organisation pour ensuite chercher à l'optimiser, c'est-à-dire à le réduire tout en le mettant en balance avec des impacts environnementaux représentés par d'autres critères, tels que les émissions de carbone ou l'occupation des sols. C'est l'impact qui matérialise l'empreinte: pour ces chercheurs, ce qu'Hoekstra avait conceptualisé se limitait plutôt à être une « taille de chaussure » (Pfister et Hellweg, 2009). Invoquer une situation de référence de l'eau verte incarnée par la végétation naturelle, le plus souvent assimilée à des forêts, revint alors, pour les tenants de l'ACV, à réduire significativement l'eau verte comptabilisée, voire à l'annuler ou même à obtenir une empreinte négative. Pfister et ses collègues justifiaient ce choix de calcul en arguant qu'inclure la totalité de la consommation d'eau verte (et d'eau grise) dans un indicateur aurait conduit à une double comptabilisation parce qu'elle serait déjà intégrée dans des indicateurs sur la qualité des sols (toxicité, eutrophisation) et c'est ce qui justifierait de ne pas la rendre visible en tant que telle. L'argumentaire de la communauté d'ACVistes relatif à l'eau verte révèle alors un hiatus. D'un côté on a affaire à une approche destinée à accompagner des transitions marginales au service de filières d'usages de l'eau bleue déjà instituées, et dont les firmes transnationales font partie, ce qui revient alors à évaluer les gains de productivité de l'agriculture pluviale. De l'autre, il s'agit aussi d'une approche qui se fonde sur une situation de référence correspondant à un changement radical des usages du sol avec un retour à une végétation naturelle, jugée plus consommatrice d'eau que l'agriculture pluviale, et qui se retrouve d'un même mouvement invisibilisée en devenant un appendice de la qualité des sols ou des milieux.

Dans le cadre de WULCA, la communauté d'ACVistes quantifia les impacts des prélèvements et consommations d'eau bleue et des rejets d'eaux usées liés aux différentes étapes de production, d'usage et de destruction d'un produit. Les indicateurs proposés correspondent à des raffinements de l'indicateur de Shiklomanov²⁵⁸. Les membres du projet WULCA proposèrent de développer ce type d'indicateur à une échelle plus locale, en prenant en compte les prélèvements, puis les consommations anthropiques et en intégrant une représentation des demandes en eau des écosystèmes traduites en débit. La situation de référence de la communauté d'ACVistes fut alors construite autour d'un seuil qui liait prélèvements, consommations et concentrations en polluants à la ressource disponible localement. Ainsi, pour l'eau verte, ces mêmes auteurs revendiquaient une situation de référence correspondant en quelque sorte à une nature vierge bien plus consommatrice d'eau. Pour l'irrigation et l'eau bleue en revanche, c'est-à-dire pour une eau socialisée et politisée médiée par des techniques, une catégorie administrative qui active des droits et des contraintes, la situation de référence devint un seuil au-delà duquel la consommation d'eau était jugée contraignante pour d'autres usages ou demandes en eau.

Alors que la communauté d'ACVistes promouvait l'eau bleue et l'irrigation, la communauté de l'empreinte sur l'eau, elle, soutenait l'eau verte et l'agriculture pluviale. Hoekstra et ses collègues produisirent un indicateur qui incarnerait une rupture en faveur d'une gestion de l'eau qui ne se focaliserait plus seulement sur les écoulements de surface ou souterrains. Pour la communauté épistémique de l'empreinte sur l'eau, la situation de référence pour l'eau bleue devait être une nature pristine, et l'usage de l'eau bleue devait être considéré comme problématique et soumis à une évaluation dès lors qu'il n'était pas nul. Pour l'eau verte, Hoekstra et ses collègues proposaient au contraire d'évaluer les possibilités d'amélioration marginale de l'agriculture pluviale.

Tout se passa comme si l'empreinte sur l'eau était destinée à une constellation d'acteurs qui aurait cherché à réorganiser, à l'échelle mondiale, des politiques locales d'aménagement du territoire, qui aurait la légitimité et les moyens de coordonner une diversité d'activités pour réorienter l'occupation

²⁵⁸ Igor A. Shiklomanov (1939-2010) était un hydrologue russe, professeur à l'Institut hydrométéorologique de Leningrad qu'il dirigea. Il eut de nombreuses responsabilités à l'Académie des sciences russe et au sein du programme international sur l'hydrologie de l'UNESCO à partir des années 1990, de l'IAHS et de l'OMM. Il a aussi contribué à l'analyse des impacts du changement climatique sur les ressources en eau dans le cadre du Giec. Shiklomanov participa activement à partir des années 1990 à des travaux de prospective mondiale sur l'eau, sous l'égide de l'UNESCO et du Conseil mondial de l'eau, en particulier dans le cadre de l'exercice de la « vision », présentée au forum mondial de la Haye en 2000. Il fit un travail de normalisation des données collectées dans le cadre du programme hydrologique de l'UNESCO auprès des administrations nationales, sur les ressources et les usages de l'eau. L'indicateur qu'il proposa représentait les prélèvements totaux annuels en pourcentage de l'offre en ressources en eau renouvelables annuelles, comparé à des seuils. Il servit à discuter des marges de manœuvre possibles pour les États en cas de variabilité de l'offre ou des prélèvements. C'est lui qu'on retrouve par exemple dans la Stratégie Méditerranéenne pour le Développement Durable adoptée par l'ensemble des pays riverains de la Méditerranée en novembre 2005.

des sols et l'appropriation de l'eau de pluie localement dans le but de minimiser mondialement la consommation d'eau, tout en soutenant la libéralisation des échanges commerciaux. Une telle constellation d'acteurs n'existe pas et Hoekstra n'a pas vraiment réussi à enrôler ses interlocuteurs, qu'il s'agisse d'agences onusiennes, de firmes ou d'ONG internationales pour la constituer. L'eau verte a été finalement exclue des procédures de normalisation de type ISO. Elle est aujourd'hui peu quantifiée localement, elle ne fait pas l'objet d'une science réglementaire : elle est encore largement du non savoir, une forme d'ignorance. Elle n'est pas, en l'état, gouvernable. N'intéressant pas stratégiquement les firmes transnationales qui à la fois coproduisent ces normes et cherchent à les incorporer dans leurs activités, les débats et controverses qui entourèrent l'empreinte sur l'eau et l'ACV ne contenaient pas non plus les germes d'institutionnalisation future de sa comptabilisation.

La communauté épistémique de l'empreinte sur l'eau a cherché à déplacer le fardeau moral ou la charge réflexive depuis les gouvernements nationaux, et la manière dont ils orientent la production agricole, vers les consommateurs d'abord et les filières agro-alimentaires ensuite. L'empreinte sur l'eau a eu un effet symbolique, que ses promoteurs ont ensuite cherché à transformer en capacité de réorientation des pratiques de production et de consommation, sans succès : leurs investissements conceptuels ne se sont pas traduits dans des investissements organisationnels. Hoekstra (2019) rêvait d'un monde comptable capable de produire en toute transparence une empreinte sur l'eau agrégée et simplifiée qui pourrait s'inscrire dans un label à même de discipliner des individus-consommateurs vers plus de sobriété. Ce label devait permettre à ces individus-consommateurs de réaliser un travail indiciel pour qu'ils achètent les bons produits, c'est-à-dire les plus sobres en eau. Hoekstra a échoué dans son entreprise de producteur de norme et on peut expliquer cet échec de plusieurs manières.

L'empreinte est le signe d'une appropriation modélisée de volumes d'eau par une activité productrice. Elle ne permet pas d'établir des relations de causalité suffisamment claires ou robustes entre l'indicateur global d'un côté, et les phénomènes observés localement ou l'enjeu auquel il est censé répondre de l'autre. La consommation d'eau n'est pas nécessairement le critère le plus important en termes de durabilité partout. Il est difficile de connecter une empreinte sur l'eau à un cours désirable de l'action, de manière unique et homogène pour l'ensemble de la planète, même d'un point de vue strictement environnemental ou écologique.

Pour Hoekstra et ses collègues, l'impératif écologique que l'empreinte incarnait résidait dans une requalification des produits mis en marchés. Les firmes y ont vu un temps une ressource, mais aussi une menace si elles ne contrôlaient pas, en amont, ce qui allait être quantifié et ce qui pouvait rester invisible, ignoré. Par ailleurs, l'impératif écologique lié à l'eau s'incarne chez les populations dans

d'autres grandeurs (Lafaye et Thévenot, 1993), telles qu'une logique de défense d'un patrimoine paysager ou encore le maintien d'une diversité d'espèces localement qui ne sont pas solubles dans un indicateur fondé sur des quantités d'eau évapotranspirées.

Les propositions d'Hoestra, qui relèvent d'une forme de consumérisme vert, n'ont jamais été associées à une analyse des conditions d'existence de nombreux agriculteurs du monde, de leurs relations aux filières agro-alimentaires, des forces dans lesquelles se retrouvent insérés les actes de consommation, des types d'engagements qui leurs sont associés et de leur signification politique.

L'empreinte sur l'eau cherche à avoir des effets performatifs à distance, sur des territoires et des acteurs qui n'ont aucun accès aux enceintes qui les développent. Une optimisation globale des usages de l'eau reviendrait, de fait, à favoriser des échanges commerciaux de produits agricoles sur de longues distances. Le cadrage global du problème proposé par Hoekstra s'est, depuis le début, accompagné de propositions normatives en faveur d'une gouvernance internationale libérale, dont la preuve de l'efficacité environnementale n'a jamais été administrée.

La deuxième communauté épistémique, elle, ne s'est pas inscrite dans une volonté de transformation de la gestion territoriale de la circulation de l'eau, mais plutôt dans la production d'outils destinés à des activités industrielles, dont les porte-paroles à l'échelle globale sont dans des positions dominantes. Les firmes transnationales agro-alimentaires mobilisent relativement peu l'ACV et opèrent des sélections stratégiques de ce qu'elles comptabilisent, comparent et publicisent. Ainsi, Nestlé se limite à montrer que l'empreinte eau d'un litre d'eau en bouteille est bien inférieure à celle d'un litre de bière ou de soda²⁵⁹. Elle se garde bien de le comparer à un litre d'eau du robinet, ou encore de publiciser l'empreinte sur l'eau des céréales qu'elle commercialise. Dans la pratique, de nombreuses firmes se limitent à une évaluation de la consommation ou de la pollution d'eau liée à leurs activités de transformation des produits agricoles, d'emballage et de transport, mais pas aux activités de production agricole elles-mêmes. Leur action sur la production agricole revient essentiellement à promouvoir localement, çà et là, des changements des techniques d'irrigation ou la collecte des eaux pluviales, dans le cadre de projets de développement mis en œuvre par des ONG. Coca-Cola, en particulier du fait de ses déboires en Inde, a aussi développé toute une métrologie en interne dans le courant des années 2000 pour nourrir des indicateurs du type Shiklomanov pixélisés, qui aident stratégiquement la firme à évaluer les risques que peut poser le manque d'eau localement sur son activité, mais aussi à administrer la preuve de sa non-responsabilité dans le niveau piézométrique des aquifères qu'elle exploite (Carroll, 2013). Coca-Cola a partagé ses données dans le

²⁵⁹ <https://www.nestle-waters.com/ask-nestle/how-do-you-reduce-your-environmental-footprint>

cadre de l'initiative Aqueduc lancée par le *World resources institute*, Goldman Sachs et General Electric en août 2011²⁶⁰ et à laquelle elle participe avec d'autres firmes transnationales.

Ainsi, les débats méthodologiques qui ont opposé les communautés épistémiques de l'ACV et de l'empreinte sur l'eau ne se sont pas limités à des controverses agronomiques, hydrologiques ou hydrauliques. Ils contenaient aussi des propositions normatives, stratégiques et politiques incorporées dans la définition des situations de référence, de ce qui devait être optimisé, et de ce qui était laissé hors champ. In fine, après des investissements significatifs entre les années 2000 et 2020, la quantification qui s'est imposée a, ironiquement, conduit à évacuer ce qui comptait le plus quantitativement.

3.5 Technopolitiques de l'eau en Méditerranée

Le type de dépolitisation technique (Ferguson, 1994), que nous venons de discuter autour l'empreinte sur l'eau ou de l'ACV par les firmes paraît consubstantiel, depuis la fin de la Deuxième Guerre mondiale au moins, de la prise en charge des problèmes d'eau, qu'elle que soit l'échelle, locale, nationale ou globale, l'action engagée, publique, collective ou privée.

C'est aussi ce que l'on peut observer lorsqu'on analyse la trajectoire des prospectives environnementales du Plan Bleu conduites avec les États des pays riverains de la Méditerranée depuis les années 1980 et plus particulièrement les représentations des problèmes d'eau qu'elles ont produit. L'un des premiers programmes développé par le Pnue après sa création à l'issue de la conférence de Stockholm en 1972 concernait la mer Méditerranée²⁶¹, suivi ensuite par d'autres programmes de mers régionales. Depuis les années 1970 dans la région méditerranéenne, l'environnement a été considéré par les acteurs de l'APD comme un moyen de produire des échanges et des négociations apaisés dans un espace d'abord représenté par des fractures et des tensions politiques majeures. L'eau en particulier y est vue comme un support de coopération possible, même en situation de conflits sur d'autres enjeux. C'est lors d'une réunion tenue à Split en Yougoslavie en février 1977 que 16 gouvernements riverains de la Méditerranée adoptèrent le Plan Bleu.

²⁶⁰ <https://www.wri.org/aqueduct>

²⁶¹ En 1975, sur l'initiative du Pnue, 16 des 18 pays riverains de la Méditerranée et la Communauté Européenne adoptèrent le Plan d'action pour la Méditerranée (Pam). Le Pam prévoyait : (1) une convention cadre entre les pays riverains associée à des protocoles spécifiques, (2) un programme commun de recherche sur et de suivi des pollutions, (3) la mise en place d'instruments de planification et, (4) que les changements institutionnels liés à ces missions s'appuient sur des organismes existants (minimisation des coûts). En 1976, plusieurs pays riverains de la Méditerranée adoptèrent la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution (« Convention de Barcelone ») et deux protocoles : « immersions » (par les navires et aéronefs) et « prévention et situations critiques ». Cinq autres protocoles seront par la suite ajoutés. Pour les gérer, des Centres d'activités régionales (CAR) furent créés dans différentes villes méditerranéennes.

L'objectif assigné à ce Plan était alors de collecter et d'analyser des données pour qualifier et quantifier les problèmes écologiques, identifier des relations de causalité entre secteurs socio-économiques et impacts sur l'environnement, définir des tendances et des alternatives politiques. Il s'agissait de déployer tout un travail expert pour nourrir une réflexion prospective régionale, sur les relations qu'entretenaient développement économique et environnement, afin de proposer des orientations stratégiques permettant de concilier les deux. Pour ce faire, il s'agissait de produire des informations normalisées et comparables, et donc de mettre en place des réseaux de mesures coordonnés. Dès 1977, les pays signataires du Plan Bleu s'accordèrent pour lancer immédiatement des études sur six thèmes: la conservation des sols, la gestion de l'eau, les pêcheries et l'aquaculture, l'urbanisation, le tourisme et les technologies pour la production d'énergie. L'eau douce était donc au cœur des missions du Plan Bleu dès sa création. Son secrétariat fut établi en 1978 à Sophia Antipolis, près de Nice et bénéficia dès le début d'un soutien important de l'État français.

Dans les années 1980, le Plan Bleu réalisa un travail prospectif sur les relations entre environnement et développement en Méditerranée. Sous la présidence de M. Batisse de 1983 à 2004, le Plan Bleu s'appuya sur un réseau d'experts liés au Pnue ou aux ministères de l'Environnement des pays riverains, tels que J. Margat ou R.P. Ambroggi. Le cadrage initial des problèmes d'eau dans le cadre du Pam s'articulait autour d'enjeux transfrontaliers de transport de polluants par l'eau douce vers une mer commune. Pour autant, le travail mené par le Plan Bleu porta sur une quantification des ressources, des besoins et des risques de pénurie d'eau, en reprenant les cadres d'analyse développés à l'échelle mondiale sous l'égide de l'Unesco que nous avons analysés dans la section 3.2. Ce travail marqua donc un glissement vers des enjeux souvent beaucoup plus internes à chacun des pays et mis l'accent sur le sud de la Méditerranée. Ce travail révéla aussi, déjà, une forme d'essentialisation des usages exprimés en besoins, dont les facteurs explicatifs étaient tous considérés comme des pressions exogènes. L'exercice de prospective plus large du Plan Bleu, élaboré aux horizons 2000 et 2025 et publié en 1989, se basa sur la construction de scénarios fondés sur des hypothèses contrastées, une analyse de l'évolution future des facteurs jugés les plus déterminants (démographie, croissance économique, degrés d'intégration des économies nationales, politiques d'environnement), à partir d'une évaluation des trajectoires passées et de la situation présente. Les résultats obtenus montraient que les tendances actuelles risquaient d'aboutir à l'inacceptable aussi bien pour l'économie que pour l'écologie et les conditions de vie. Les experts avaient alors exploré des voies alternatives pour définir un certain nombre d'orientations pour l'action publique, au niveau international, national et des régions côtières. Des questions d'économie politique structuraient l'approche déployée : elle ne se limitait donc pas à des questions techniques. Pourtant ces questions n'ont pas été traduites dans l'analyse spécifique du problème de l'eau.

Dans les années 1990, les travaux du Plan Bleu se renouvelèrent en s'insérant dans un nouveau cadrage, celui du développement durable qui revenait aussi, en creux, à entériner le refus de toute forme d'incompatibilité entre environnement et croissance. Le Plan Bleu chercha alors à devenir le porte-parole d'alternatives aux politiques hydroagricoles de la plupart des pays de la région méditerranéenne, essentiellement fondées sur la construction d'ouvrages de stockage, désormais jugés trop coûteuses d'un point de vue à la fois économique, social et environnemental. Là encore, on retrouve la marque des changements dans la manière d'appréhender et de gouverner le problème de l'eau analysés dans les sections 3.3 et 3.4 à l'échelle mondiale. Au Plan Bleu, ces alternatives furent pensées et mise en forme sous l'égide du concept de la GDE (Gestion de la Demande en Eau). Le secrétariat du Plan Bleu et ses experts reprirent les indicateurs de Shiklomanov et de Falkenmark et mobilisèrent aussi d'autres approches de la prospective, à des échelles locales ou nationales pour étudier les risques de pénurie d'eau dans les pays du pourtour méditerranéen. Ce travail soutint tout un développement scientifique et discursif sur les instruments économiques pour une répartition plus efficace de l'eau, ou encore sur les instruments institutionnels et politiques de la gestion de l'eau. Pour autant, les scénarios alternatifs quantifiés à l'échelle méditerranéenne, publiés en 2005 et largement publicisés, proposèrent pour ce qui est de l'eau une lecture de la GDE qui resta strictement technique. Il s'agissait de montrer, par la quantification, qu'avec une modification à la marge de l'utilisation de l'eau, sans avoir à discuter de la répartition de l'eau dont l'agriculture était bénéficiaire et les politiques qui la soutenaient, on pouvait libérer des quantités significatives d'eau mal utilisée ou perdue, grâce à la promotion de nouvelles techniques jugées plus efficaces pour le transport ou l'application de l'eau à la parcelle²⁶² ou la réduction des fuites dans les réseaux d'eau potable, et ainsi réduire la pression exercée sur les ressources, pression incarnée par l'indice de Shiklomanov.

L'efficience technique combinée à des bilans besoins-ressources sont devenus centraux dans les politiques de l'eau de nombreux pays du pourtour méditerranéen et en Europe à partir des années 1990. C'est le cas en France notamment, avec les politiques d'économie d'eau des Agences de l'eau ou les travaux de prospective déployés dans certains grands bassins (sur la Garonne, l'Adour ou la Durance) et à l'échelle nationale (Explore 2070 ou AQUA 2030). Ainsi, la gestion de la demande en eau a été circonscrite à des solutions techniques pour limiter les fuites dans les réseaux sous pression ou l'évaporation dans les canaux ou sur le sol. L'effectivité de ces économies d'eau a été critiquée dans la littérature (Lankford, 2013; Seckler, 1996). Dans certaines grandes villes, la baisse des consommations d'eau, dont les déterminants sont multiples, remet en question le paradigme qui

²⁶² Les bénéficiaires d'une telle eau libérée ne sont cependant que très rarement explicités et l'analyse fait le plus souvent l'économie d'une compréhension fine de la circulation de l'eau et de ce que deviennent les dites pertes.

avait dominé la conception et la gestion des services d'eau, fondé sur une croissance tendancielle de la demande (Florentin, 2015). Au-delà de certaines infrastructures urbaines, la focale sur l'efficience a évacué la question du partage de l'eau et du maintien des rentes historiques liées à l'eau. Ainsi, la GDE n'a pas rendu l'eau perméable à la politique et elle n'a pas non plus rendue la société imperméable au manque d'eau.

Dans le contexte français, J-B. Narcy (2004) avait identifié une caractéristique fondamentale de la gestion de l'eau contemporaine française : un rapport de soumission à certaines filières d'usage des espaces, qui n'a pas toujours prévalu. Ainsi, une gestion spatiale de l'eau plus conquérante nécessiterait de ne pas se limiter à des efforts de coordination pour privilégier une prise en charge plus assumée des antagonismes et un usage stratégique des savoirs (Narcy et Mermet, 2003). L'analyse de G. Bouleau (2015) menée sur les Agences de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse et Seine-Normandie depuis la fin des années 1970 a mis en évidence leurs différents répertoires d'action, qui ne se limitent plus, depuis les années 1990, à une logique équipementière même si elle reste dominante, et relèvent aussi de logiques écologique et plus procédurale de coordination. Si la mise en œuvre de la DCE a semblé dans un premier temps constituer pour les employés de ces agences une nouvelle ressource à même de renforcer le répertoire écologique de leurs actions et de réduire leur dépendance vis-à-vis des maîtres d'ouvrage, elle a, *in fine*, aussi inscrit leurs actions dans une logique managériale qui a réduit leur autonomie et délégitimé leur expertise écologique de terrain. Si la logique équipementière dominante a cédé du terrain dans les politiques de certaines Agences de l'eau et de certains Comités de bassin, c'est aussi parce qu'elle a fait l'objet de mobilisations écologistes, comme dans le cas du Rhône et de la Loire par exemple, qui s'opposèrent efficacement à la construction de barrages (Huyghues Despointes, 2009; Michelot, 1990). Dans les années 2010, le projet de transfert des rejets de soudières lorraines de la Meurthe vers le Rhin fut abandonné. Notre analyse montre le rôle important joué par des recours juridiques, portés par une association locale de protection de la nature puis la ville de Metz qui recadrèrent les projets d'infrastructures soutenues par l'Agence de l'eau Rhin-Meuse (Fernandez et Rozan, 2020). En Adour-Garonne, la construction d'ouvrages de stockage a aussi été fragilisée par de longues controverses à partir des années 1980, mais elle a aussi été réinscrite régulièrement dans les politiques de l'Agence de l'eau au nom du soutien des étiages à partir des années 1990. Dans le sud-ouest, des acteurs restent encore résolument attachés à une augmentation de l'offre en eau, qu'il s'agisse de Conseils départementaux comme celui du Tarn avec Sivens ou de chambres d'agriculture comme celle du Lot-et-Garonne dominée par la Coordination rurale. Plus largement, les travaux de prospective Garonne 2050 et Adour 2050 révèlent des représentations encore dominantes au sein desquelles, même avec le

changement climatique, la sécurité en eau reste d'abord une affaire d'ouvrages de stockage et d'objectifs de débit dans les rivières.

3.6 Mais qu'est-ce qui fait suer les plantes ?

Comme nous l'avons vu dans les sections précédentes, depuis la fin de la Deuxième Guerre mondiale, la quantification de l'évapotranspiration des plantes cultivées s'est retrouvée au cœur de la construction, à l'échelle mondiale, des indicateurs de l'aridité, de Falkenmark, de l'eau virtuelle ou de l'empreinte sur l'eau. Les travaux sur lesquels s'appuyèrent ces constructions visaient à mieux renseigner le rôle de la végétation dans la compréhension des grands cycles qui caractérisent les climats, les régimes hydrologiques des cours d'eau, et le rôle de l'eau dans la production de la biomasse végétale. Ce faisant, il s'agissait aussi de définir une trame pour un agir modernisateur et développementaliste, qui faisait de la maîtrise de ces flux un enjeu alimentaire géopolitique. En ce sens, ils s'inscrivaient dans une histoire longue, située, non-linéaire et à bien des égards contingente, de la construction de savoirs météorologiques (Fressoz et Locher, 2015; 2020; Locher et Fressoz, 2017), hydrologiques ou agronomiques (Jas, 2005).

La période qui s'ouvre après 1945 présente la particularité d'être le théâtre de la construction d'une représentation hégémonique physicienne de l'évapotranspiration, associée à une volonté de quantification à l'échelle mondiale, sur laquelle la plupart des agronomes comme des hydrologues s'alignèrent à partir des années 1960. Les agronomes proposèrent d'équiper un tel cadrage avec des paramètres pour corriger les formules déjà retenues afin de mieux représenter le vivant, tout en restant dans une logique de réductionnisme prescriptif (Cohen, 2017), linéaire qui évacuait la contingence irréductible du vivant, sa dynamique et les processus de coévolution avec son milieu. Dès les années 1960, plusieurs travaux (Blaney et Criddle, 1950; Doorenbos et Pruitt, 1976) mettaient en évidence que l'évapotranspiration mesurée des plantes cultivées dépassait le plus souvent l'évapotranspiration potentielle (ETP) calculée à partir de la formule de Penman-Monteith. L'ambiguïté de l'adjectif « potentiel » conduisit les agronomes à la remplacer, dans les années 1980, par l'expression « de référence » (évapotranspiration de référence, ET_0). Le nom changea mais les modes de calcul restèrent les mêmes, tout en faisant aussi l'objet d'ajustements, en particulier pour mieux représenter la résistance de la canopée et son effet sur l'évaporation pour les cultures hautes ou les forêts (Katerji et Rana, 2011). Les hydrologues, dont la science s'était construite sur la physique, adoptèrent quant à eux directement l'ETP, censée représenter la circulation de l'eau dans les territoires des bassins versants, pour ensuite centrer leurs efforts de modélisation sur la représentation des écoulements.

En agronomie, ces quantifications firent l'objet d'un travail de standardisation internationale sous l'égide de la FAO, qui s'est incarné dans le modèle de bilan hydrique Cropwat fondé sur la formule de Penman-Montheith et des coefficients cultureux calculés à partir de travaux expérimentaux menés par des acteurs de la recherche agricole dans différentes parties du monde, sous l'égide du GCRAI. Cropwat calcule, à partir de données météorologiques, l'évapotranspiration maximale d'un grand nombre de cultures. Cette évapotranspiration maximale correspond à une quantité d'eau, constituée de pluie et d'eau d'irrigation, censée permettre un rendement maximal des cultures, en supposant que tous les autres paramètres qui participent à ce rendement, tels que les nutriments, ne sont pas limitants. Il s'agit donc d'une convention. Le modèle Cropwat fut d'abord utilisé pour dimensionner des ouvrages hydroagricoles et quantifier l'eau d'irrigation qui serait nécessaire pour que la plante cultivée ait une évapotranspiration maximale si la pluviométrie ne suffisait pas. L'usage de Cropwat contribuait alors à l'avènement du nouveau régime agro-alimentaire que Freedman (2005) a qualifié de mercantile-industriel, qui se déploya à partir de la fin de la Deuxième Guerre mondiale, en partant du monde industrialisé. Ce nouveau régime fut associé non seulement à une motorisation, mécanisation et chimisation de l'agriculture (Mazoyer et Roudart, 1997) mais aussi à un contrôle phytogénétique (Bonneuil et Hochereau, 2008) sans précédents. L'eau, le sol ou la génétique des plantes furent mises au travail, en s'appuyant sur des développements technoscientifiques. La transformation d'une agriculture *low input, low output* en *high input, high output* s'appuya aussi sur la construction de standards, qu'ils concernent les variétés, les tracteurs, les techniques ou les pratiques d'irrigation, les engrais, qui incorporaient à la fois des logiques sociotechniques, des contraintes ou des ressources matérielles, liées à la pétrolisation des économies nationales (Magalhães et al., 2019) et des projets politiques. Une telle standardisation s'inscrivait dans un paradigme physico-chimique de l'environnement de la plante (sol et atmosphère) qui décontextualisait la performance biologique (sélection variétale). Elle visait une homogénéisation des contraintes, ressources ou aspirations des agriculteurs au nom d'un objectif commun, celui de l'augmentation puis de l'optimisation des rendements.

Un tel projet de standardisation fut alors associé à la multiplication de bilans : non seulement hydriques, mais aussi azotés, de phosphore ou de potassium..., qui définissent, dans un même mouvement, ce qui est et ce qui devrait être. L'évapotranspiration potentielle devint un instrument à la fois inscrit dans des infrastructures hydroagricoles et dans des pratiques agricoles. En France, depuis les années 1960, les bilans hydriques fondés sur l' ET_0 sont devenus des standards utilisés non seulement par des chercheurs et des ingénieurs dans le champ de l'hydraulique agricole, mais aussi par les acteurs du conseil agricole ou les agriculteurs eux-mêmes (Specty et Isbérie, 1996).

L'évapotranspiration potentielle, partie de la physique pour devenir un besoin agronomique, a été réinvestie par des communautés épistémiques liées à des Agences spécialisées onusiennes pour établir de nouveaux types de bilans, entre ressources et besoins, en connectant alimentation et hydrologie nationales avec l'indice de Falkenmark, commerce international de produits agricoles et hydrologie locale avec l'eau virtuelle de Allan ou encore alimentation et filières de production mondiales avec l'empreinte sur l'eau d'Hoekstra. Au cours de cette trajectoire, l'évapotranspiration a été un instrument destiné à discipliner des agriculteurs au nom de besoins à satisfaire et des consommateurs au nom de la sobriété, ou encore à débrider le marché mondial.

La capacité de Cropwat, de ses algorithmes et paramètres ou données d'entrée, à produire des ordres de grandeur des flux d'eau en jeu acceptables et acceptés par convention ne fut que très rarement discutée, jamais explicitement vérifiée ou invalidée, dans le cadre des débats qui ont entouré l'indice de Falkenmark, l'eau virtuelle ou l'empreinte eau. Pourtant, depuis Thornthwaite ou Penman, la quantification de l'eau utilisée ou utilisable par les plantes au-delà de la parcelle reste toujours très incertaine et la relation à la réalité de l'ETP fit l'objet de nombreuses controverses entre agronomes jusque dans les années 1980. Les dispositifs d'appui à l'irrigation en France continuent aujourd'hui à largement s'appuyer sur des tensiomètres ou granulomètres qui permettent de connaître l'état hydrique du sol (teneur en eau du sol, état de liaison de l'eau et du sol, ...) à l'échelle de la parcelle : la gestion de l'irrigation reste donc toujours tributaire de mesures locales, le plus souvent réalisées par les agriculteurs eux-mêmes. L'avènement de la modélisation n'a pas remplacé une compréhension plus située du milieu et de ses variations.

Les débats qui animèrent la quantification de l'évapotranspiration par Thornthwaite et Penman et ses différents usages dans le cadre d'une formulation mondiale des problèmes d'eau avec le stress hydrique, l'eau virtuelle, l'eau bleue, l'eau verte ou l'empreinte sur l'eau, révèlent, en creux, l'ingouvernabilité de la pluie lorsqu'elle est dans le sol, à une échelle au-delà de la parcelle. Le travail de quantification et de modélisation depuis la fin des années 1950 a fait paradoxalement de l'eau verte à la fois un passage-obligé et un enjeu secondaire de la représentation de l'eau. Elle continue en effet à avoir le statut de paramètre intermédiaire dont la fonction est indexée à une meilleure représentation ou gestion de l'eau bleue : les écoulements pour les hydrologues, les doses et le calendrier d'irrigation pour les agronomes. Avec ses travaux, Falkenmark a cherché à inverser cette tendance. Cependant, lorsque l'eau verte a été rendue politiquement visible et intégrée dans des calculs avec l'empreinte sur l'eau d'Hoekstra et de ses collègues c'était dans une logique qui faisait d'un marché plus libéralisé et transparent le seul horizon normatif possible. Un tel horizon paraît pourtant incompatible avec la construction de nouveaux ordres territoriaux qui mettraient les relations entre eaux et terres au centre.

Au-delà des arènes globales, l'évapotranspiration n'a pas, jusqu'à aujourd'hui, été politisée ni « gestionnarisée ». Ce sont les écoulements dans les cours d'eau et les prélèvements, pollutions ou apports dont ils font l'objet qui ont été et continuent à être au centre des efforts de comptabilisation et de modélisation au service de gestionnaires de l'eau dont les objets sont des rivières, nappes ou infrastructures hydrauliques et qui restent largement soumis aux filières d'usage des sols (Narcy, 2004).

Chapitre 4. Rendre lisibles les spatialités et les temporalités de l'action publique

Dans ce chapitre, nous concevons le temps et l'espace non pas comme de simples supports, mais comme des constructions engagées dans des pratiques de l'action publique, comme des ressources qui participent de la reconfiguration de pouvoirs sur l'eau. Ces processus sont médiés par des instruments de commensuration et par des équipements matériels.

Un numéro spécial de la revue *Temporalités* paru en 2014 a souligné l'intérêt de penser ensemble action publique et temporalités (Commaille et al., 2014). Collinet et al. (2014) montrent entre autres que l'action publique est pour beaucoup affaire de mise en cohérence de temporalités hétérogènes. Ils donnent à voir comment la mise en œuvre des politiques publiques passe par l'articulation entre le temps des réformes et le temps des conduites sociales qu'elles cherchent à gouverner, par la mise en relation entre des dynamiques stratégiques, institutionnelles et cognitives. Les entreprises d'alignement de temporalités font l'objet de luttes et de négociations au cours desquelles se rejouent les rapports de pouvoir (Blanck, 2016) et les inégalités (Bafail et Weber, 2014). Les logiques d'optimisation et de productivité de court-terme (Delmas, 1991; Santiso, 2002) et l'avènement du nouveau management public (Bastard et al., 2015) transforment les temporalités de l'action publique. Si, globalement, l'accélération et le présentisme apparaissent comme l'une des principales caractéristiques de la modernité, le changement accéléré est aussi associé à des formes de rigidification de l'organisation sociale. Tout ne s'accélère pas : on n'a pas affaire à des processus uniformes et généralisés d'accélération et de multiplication des ruptures. Commaille, Simoulin et al. (2014) insistent plutôt sur une hétérogénéité des temporalités de l'action publique en montrant comment, dans certains secteurs ou sur certains objets, le temps long résiste.

En ce qui concerne la prise en charge d'enjeux environnementaux, on a bien souvent à faire à des décélérations ou à des ralentissements de l'action (Fernandez et Rozan, 2020). Par ailleurs, les futurs de la biodiversité, des glaciers ou du climat sont aujourd'hui largement présents dans les médias et les débats publics. L'action publique environnementale, et en particulier dans le domaine de l'eau, multiplie les travaux de prospective, que ce soit dans des arènes globales, nationales ou bien plus locales à la faveur des décentralisations. L'intensité de cette activité prospective dans un monde où règnerait le présentisme peut s'expliquer de plusieurs manières. D'abord, certains acteurs peuvent bien être politiquement attachés au long terme, comme l'illustre le projet de Chambre du futur porté par la Fondation Nicolas Hulot et le philosophe Dominique Bourg. Pour d'autres, la mise en pratique de prospectives constitue une ressource politique qui relève autant et peut-être davantage de

logiques de légitimation, de construction de collectifs ou encore de mise en cohérence de l'action publique que d'un attachement au long terme en lui-même.

En ce qui concerne les spatialités, nous nous appuyons sur les notions de territorialisation, déterritorialisation et reterritorialisation introduits dans le Chapitre 1, qui incarnent des processus activement impliqués dans la trajectoire des DOE. Ces processus ne se succèdent pas et s'enchevêtrent plutôt dans le temps.

Dans les années 1950, les ministères de l'Agriculture et de l'Industrie territorialisèrent leurs projets politiques nationaux en se partageant, via des infrastructures, les débits des cours d'eau du sud-ouest de la France qu'ils connectèrent à des transformations des espaces agricoles, urbains et industriels via les réseaux électriques. À partir des années 1960, l'Agence financière de bassin²⁶³ Adour-Garonne déterritorialisa les débits, avec les DODQ. Ils devinrent alors une donnée d'entrée de son modèle de gestion de la qualité des cours d'eau. L'Agence reterritorialisa ensuite les débits dans le dimensionnement et le co-financement des systèmes de traitement des eaux usées urbaines et industrielles sur les cours d'eau des bassins de l'Adour et de la Garonne.

Dans les années 1980 et les années 1990, les débits firent ensuite l'objet à la fois de nouvelles déterritorialisations et de reterritorialisations avec les DMA et les DOE. Dans les années 1980, les DMA devinrent un moyen pour l'Agence de piloter ensemble le développement de l'irrigation et le maintien de la salubrité en Adour-Garonne. Dans les années 1990, la référence à l'hydrologie naturelle des cours d'eau contenue dans les DOE permit de se défaire, au nom de savoirs abstraits et universalisés, de la diversité des trajectoires des cours d'eau, des acteurs qui les avaient investis, de leurs pratiques et de leurs relations, qu'elles soient conflictuelles ou collaboratives. Ces déterritorialisations s'accompagnèrent de territorialisations d'abord en Gascogne et dans la vallée de la Garonne, dans le cadre de la controverse sur le projet de barrage-réservoir de Charlas puis dans d'autres espaces fluviaux d'Adour-Garonne avec la mise en place de dispositifs de planification locale définis à partir de 1996.

À partir de la fin des années 1990, la reterritorialisation de l'hydrologie naturelle produisit de nouveaux espaces et de nouvelles temporalités de gestion, comme le montrent bien le cas de la Midouze, un affluent de l'Adour (Fernandez et Debril, 2016) et de l'Aveyron, un affluent du Tarn (Gaudin et Fernandez, 2018). Dans le cas de la Midouze, l'introduction d'un DOE produisit de nouveaux découpages spatiaux de la gestion, entre l'amont, où la construction de barrages-réservoirs était jugée possible et le régime hydrologique irrégulier, et l'aval où la construction

²⁶³ Les Agences furent dénommées « Agences financières de bassin » par la loi sur l'eau de 1964. Elles deviendront les « Agences de l'eau » avec la loi sur l'eau de 1992.

d'ouvrages était jugée trop coûteuse du fait de sols sableux et où le régime hydrologique était considéré comme plus régulier grâce à l'effet tampon des eaux souterraines dont on connaissait alors pourtant mal le fonctionnement. L'introduction d'un DOE produisit aussi un découpage temporel, entre une gestion à court terme organisée autour du débit de crise (DCR) et une gestion à long terme en fonction des DOE et indexée à la construction de nouveaux ouvrages de stockage de l'eau.

Ces découpages sur la Midouze et, plus largement, les distinctions opérées entre gestion de court et de long terme dans les années 1990 en Adour-Garonne, produisirent de nouvelles impasses au début des années 2000, comme nous le verrons plus loin, qui stimulèrent de nouvelles opérations de déterritorialisation des DOE. Depuis les années 2010, l'Agence de l'eau et le Comité de bassin mobilisent en effet le changement climatique pour délégitimer toute référence historique dans la gestion des débits : cela permet, de nouveau, de les décontextualiser afin de mieux rouvrir des possibles et de renégocier les débits désirés dans une direction qui reste encore très marquée par des enjeux hydroagricoles.

L'analyse de la trajectoire des DOE en tant qu'opérations de territorialisations, déterritorialisations et reterritorialisations de l'action publique environnementale donne à voir l'une de ses caractéristiques particulières. En effet, cette action publique prend en compte, sélectionne ou décontextualise aussi bien des spatialités et des temporalités des organisations sociales que des milieux. La conception et la mise en œuvre de politiques publiques environnementales peuvent être analysées comme des opérations de réajustements entre des temps et des espaces de la politique, des organisations et des conduites, et de certains non-humains, qu'il s'agisse de limiter les prélèvements ou des pollutions à la rémanence longue. Plus qu'ailleurs, l'action publique compose avec la matérialité des pratiques et des objets qu'elle cherche à administrer, matérialité qui encapsule elle aussi des spatialités et des temporalités.

Les dispositifs déployés pour mettre en correspondance des temporalités ou spatialités de l'action publique et des comportements avec celle des non-humains ne résultent pas strictement de ce que disent les sciences biophysiques des phénomènes en jeu. On l'a bien montré avec le cas des DOE (Fernandez, Bouleau et al., 2014; Gaudin et Fernandez, 2018). Des chercheurs l'ont aussi mis en évidence en travaillant sur d'autres objets de la gestion environnementale, tels que les espèces invasives (Van Tilbeurgh, 2015), les tempêtes (Murphy, 2001) ou encore la qualité des cours d'eau européens (Bouleau G. et Pont, 2014).

Ces dispositifs à la fois disposent, autorisent, contraignent ou libèrent l'action individuelle ou collective. Prenons, à titre d'exemple, le cas des déchets nucléaires et l'analyse des temporalités de l'action publique que propose Y. Barthe (2009). Il montre que, si l'action publique distingue un hors-

temps, c'est-à-dire les irréversibilités, un temps long et un temps court de l'action pour appréhender toutes les dimensions du problème, cette distinction ne se fonde pas strictement sur les caractéristiques matérielles de l'objet. Elle est plutôt le produit des dispositifs qui contiennent différents modèles de décision et de prise en charge des incertitudes. Y. Barthe (2002) donne ainsi à voir des dispositifs techniques qui rendent les problèmes et les solutions plus discutables. Pour autant, la gestion des déchets nucléaires reste tributaire d'effets de cadrages forts qui circonscrivent significativement le champ des questions auxquelles les affaires nucléaires peuvent être soumises. Si les irréversibilités ont certes une matérialité passée, dans la mesure où on ne peut pas revenir en arrière et empêcher la création de ces déchets, elles paraissent aussi savamment construites politiquement pour s'inscrire dans un futur tendanciel. En effet, les controverses sur la gestion des déchets dont rend compte Y. Barthe ne semblent pas rendre discutable le bien-fondé du maintien des centrales nucléaires ou de la construction de nouvelles centrales. On voit bien alors que la définition de ce qui relève d'une hors-temporalité, d'une temporalité longue ou d'une temporalité courte est aussi la définition politique du périmètre de ce qui peut faire l'objet ou non d'un débat, de ce qui va être gouverné, régulé, ou non.

Par ailleurs, les travaux sur l'économicisation accrue de l'action publique ces dernières décennies montrent qu'elle ne signifie pas un retrait de la politique mais plutôt son reformatage selon des catégories et des dispositifs économiques qui «tiennent lieu de politique» et que Linhardt et Muniesa (2011) proposent plutôt d'analyser comme une forme particulière de politisation, dans le champ néo-libéral. Dans le domaine de l'environnement, des historiens (Boudia et Pestre, 2016) et des économistes (Levrel H. et A., 2016) ont bien montré qu'une telle economicisation n'est pas nouvelle, qu'on en trouve de nombreuses traces depuis le XIX^e siècle au moins, mais aussi que, depuis les années 1960, elle s'est intensifiée, scientificisée et a pris une plus grande diversité de formes, alors même que l'environnement devient un objet de politique publique à part entière et que le droit de l'environnement se déploie, dans de nombreux pays occidentaux.

En France, depuis les années 1960, le système des Agences de l'eau, caractérisé par une forme d'autonomie vis-à-vis du pouvoir exécutif de l'État et des collectivités locales et par un champ d'actions spécifique, incarne une volonté de se défaire des frontières administratives classiques, tout en composant aussi largement avec elles, pour redéfinir des périmètres d'action qui coïncident avec des objectifs qui portent sur les cours d'eau, et les nappes dans une moindre mesure, dont elles deviennent les porte-paroles (Bouleau G., 2007). Pour ce faire, les Agences reprennent les catégories et les connaissances issues des sciences biophysiques et stimulent un recours accru à la modélisation de la nature, nature qu'elles economicisent aussi d'une manière très particulière, via les redevances qu'elles collectent et l'usage qui en est fait. Comme l'a bien montré Barraqué dans plusieurs de ses

travaux (Barraqué et Laigneau, 2017), la forme prise par ces redevances agglomère des conceptions ambiguës et évolutives du type de logique économique, politique, organisationnelle et juridique qu'elles sont censées incarner, que ce soit localement ou à l'échelle nationale.

En analysant les stratégies déployées par l'Agence de l'eau Adour-Garonne, on observe un recours accru à la modélisation des débits et à leur reconstitution statistique dès les années 1980, avec des pratiques qui s'inscrivent dans la production de savoirs d'action publique (Barbier, Daniel et al., 2020). En effet, les acteurs engagés, EDF et la CACG d'abord, puis une constellation de bureaux d'études à partir de la fin des années 1990, construisent des modélisations en tant qu'outils d'aide à la décision ou à la négociation, mêlant pour ce faire des éléments cognitifs hétérogènes, provenant de différentes disciplines, et dont l'efficacité est aussi évaluée par sa capacité à produire des compromis politiques entre différentes parties prenantes. La modélisation mathématique relève alors le plus souvent d'un « langage semi-artificiel » (Bouleau N., 2014) : elle combine des éléments de science et de langue ordinaire, lui permettant d'être créditée d'une légitimité à la fois scientifique et politique lorsqu'il s'agit de gérer des conflits entre des intérêts plus ou moins divergents ou de décider en univers incertain.

Ainsi, les instruments déployés par les Agences produisent de nouvelles arènes au sein desquelles se négocient la conciliation, l'exclusion ou l'ignorance de temporalités et de spatialités diverses, qu'elles concernent les différentes formes d'action publique, les acteurs concernés ou l'environnement qui est en jeu. Nous proposons maintenant d'explorer cette question en revenant plus spécifiquement sur deux types d'instruments, les indicateurs, avec les DOE en Adour-Garonne (section 4.1) et les ACB, avec les cas d'Adour-Garonne et de Rhin-Meuse (section 4.2). L'analyse montre comment l'action publique construit des lignes de partage spatiales et temporelles, qui sont aussi sans cesse renégociées, avec toutefois aussi des effets de cadrage importants.

4.1 Découper le temps et l'espace avec les DOE en Adour-Garonne

Dans des travaux précédents (Bourblanc et al., 2019; Fernandez, 2009; Fernandez et Debril, 2016; Gaudin et Fernandez, 2018), nous avons montré que le recours à une référence fondée sur l'hydrologie naturelle correspondait à une déterritorialisation particulière des débits en indexant à moyen terme le respect des DOE à deux promesses contradictoires, une restriction des prélèvements d'un côté et l'accès à de nouvelles ressources par la construction d'ouvrages de l'autre. Nous proposons ici une nouvelle analyse qui porte spécifiquement sur les processus de reterritorialisations successives dont les DOE ont fait l'objet et sur leurs effets, à partir d'un matériau empirique collecté depuis 2014 et qui n'a pas encore, jusqu'ici, été exploité.

Dans les territoires faisant l'objet de pénuries d'eau, la loi sur l'eau de 1992 et ses textes d'application officialisèrent une distinction entre planification et gestion de crise, caractérisées aussi par des spécificités spatiales et organisationnelles. En effet, depuis lors, la planification est exercée sur des périmètres définis hydrologiquement avec les Sdage et les Sage et pilotée par les comités de bassin et les Cle. C'est en revanche un périmètre d'action publique territorialisé plus classique, le niveau départemental, qui gouverne les crises avec la mise en place de comités sécheresse, pilotés par les services déconcentrés de l'État, sous l'autorité du préfet (Barbier et al., 2010). La gestion de crise fait aussi, depuis les années 2010, l'objet d'une complexification et d'emboîtements avec d'autres échelles (régionale, districts hydrographiques ou nationale).

À partir de l'adoption du Sdage en 1996, ce sont les DOE qui, en Adour-Garonne, devaient incarner l'articulation entre planification et gestion des crises : « alors en 1996, on a dit, finalement tout ce qui était au-dessus du débit naturel reconstitué peut être prélevé, en tenant compte de périodes de retour statistiques, en discutant aussi les périodes : trente ou dix jours... bref on cherchait quel était le débit hydrologiquement parlant... Mais, bon, les DOE n'étaient pas qu'une notion hydrologique... pour plusieurs DOE, il y avait aussi tout un tas d'autres choses comme les besoins de dilution de la STEP, des hypothèses de construction d'ouvrage ... incluses dans les calculs. C'était une époque où l'État avait autorisé des prélèvements sans savoir vraiment combien il en avait autorisé, ... De temps en temps, on franchissait les DOE et donc il fallait gérer les crises. Et là il y a eu un outil très innovant, les arrêtés cadres, les premiers établis en 1999, qui définissent les règles du jeu, pour mettre en place une solidarité amont-aval, et pour définir ce que l'on fait quand les seuils sont franchis. DOE, DCR... les mots ont été un peu mal choisis, parce qu'on a l'impression que la crise commence avec le DCR alors que le DCR c'est le plancher plancher, c'est déjà catastrophique, c'est le moment où tous les usages, sauf l'AEP, sont interdits. La gestion de la crise, c'est entre le DOE et le DCR, c'est là que les restrictions se renforcent, même si tout ça c'est aussi largement négocié avec la profession agricole. Bon et puis les DOE, c'était aussi une machine à légitimer de la création de réserves. Il y a un outil en Adour-Garonne, les PGE, avec deux volets : la création de réserves et les économies d'eau...Évidemment, le volet économies d'eau, on ne l'a jamais vraiment vu... » (Entretien, DDT de la Haute-Garonne, 2014).

À partir de 1996, les DOE prirent la forme de seuils à respecter grâce à des actions de gestion quantitative définies sur le moyen et long terme. Ces seuils furent aussi définis avec des tolérances exprimées statistiquement, ce qui revint à inscrire une fréquence de crises jugée acceptable²⁶⁴. Le Sdage associa les DOE à un nouveau dispositif contractuel, le PGE. L'Agence de l'eau et le Comité de

²⁶⁴ Une année sur cinq ou deux années sur dix.

bassin créèrent donc un nouveau dispositif, pensé sur le modèle des contrats de rivière déployés depuis les années 1980, plutôt que de s'appuyer sur les Sage que la loi de 1992 venait de définir. Les PGE promettaient alors une élaboration plus rapide d'accords locaux ciblés sur les enjeux quantitatifs : leurs périmètres pouvaient être plus librement définis, et ils pourraient servir d'appui à l'élaboration future de Sage dont les portées thématiques, juridiques et réglementaires étaient plus étendues. Les PGE devaient, simultanément, et de manière subsidiaire, produire des accords à la fois sur les objectifs de débits à respecter et les moyens de les atteindre. C'est avec les PGE que l'Agence et le Comité de bassin re-territorialisèrent les DOE à partir de 1996 pour les réarticuler à des solutions, que celles-ci relèvent de la construction d'ouvrages de stockage ou de contraintes sur les prélèvements à moyen ou long terme. Rétrospectivement, plus de vingt-ans après, les PGE n'ont pas produit d'accords rapides. À une exception près²⁶⁵, l'adoption des PGE a pris une dizaine d'années en moyenne²⁶⁶. Là où les projets d'ouvrage de stockage étaient déjà source de conflits, sur la Garonne avec Charlas (Fernandez, 2009), mais aussi, même si c'est avec moins d'intensité, sur la rivière Aveyron avec Vimenet (Gaudin et Fernandez, 2018) ou sur la rivière Lot avec Saint-Geniez-D'olt, les PGE (Figure 14) ne permirent pas de matérialiser ces projets, sans pour autant non plus les abandonner définitivement ni réduire les prélèvements. La décision d'abandonner, du moins temporairement, ces projets se fit hors des procédures de PGE. Ce sera également le cas dans les années 2010 avec le projet de Sivens sur le Tescou (Figure 14). L'adoption des PGE sur la Garonne, l'Aveyron ou le Lot revint à créer ou à renforcer des contrats avec EDF pour des lâchés d'eau, afin de limiter la survenue de crises. Elle revint aussi à construire des retenues de moindre envergure, dites à usage local et exclusivement dédiées à l'irrigation, qu'elles soient en dérivation de cours d'eau ou collinaires, jusqu'à la fin des années 2000²⁶⁷.

²⁶⁵ Le PGE « Adour-Amont » fut adopté en 1999 (3 ans après l'adoption du Sdage).

²⁶⁶ Le PGE « Neste et rivières gasconnes » fut adopté en 2002, le PGE « Garonne-Ariège » en 2004, le PGE « Lot » en 2008, le PGE « Tarn » en 2009 et le PGE « Aveyron » n'a toujours pas abouti.

²⁶⁷ Ensuite, les textes d'application des lois sur l'eau de 2004 et 2006 ont rendu la construction de ces retenues plus difficiles.



Figure 14 : Les Plans de gestion des étiages (PGE) et les projets de barrages controversés: Lot (Saint-Geniez-D’olt), Garonne-Ariège (projet de Charlas), Aveyron (projet de Vimenet) et Tescou (projet de Sivens).

Les PGE « Neste et rivières gasconnes » et « Adour-Amont » étaient pilotés par la CACG. Ils correspondaient à des territoires à dominante rurale dans lesquels la CACG avait construit, avec les collectivités locales concernées, un consensus hydro-agricole qui s’incarnait dans sa gestion des infrastructures hydrauliques. Ces PGE furent rapidement adoptés (Figure 15). Les collectivités construisirent plusieurs retenues jusqu’à la fin des années 2000 au nom du soutien d’étiage et de la sécurisation de l’irrigation : plusieurs réservoirs d’une capacité comparable à celle de Sivens (de l’ordre d’un million de mètres cubes) dans le système Neste et le barrage-réservoir du Gabas en 2005 (près de vingt millions de mètres cubes) dans le bassin de l’Adour. Le réservoir du Gabas suscita bien des oppositions d’associations locales de riverains ou de défense de l’environnement²⁶⁸, mais ces associations ne réussirent pas à s’allier à des collectivités locales, comme ce fut le cas avec les projets de Charlas ou de Vimenet pour provoquer leur abandon. L’Institution interdépartementale Adour²⁶⁹, soucieuse de limiter les risques de contentieux avec les associations et de tensions politiques avec le

²⁶⁸ La Sepanso (Société pour l’étude, la protection et l’aménagement de la nature dans le Sud-Ouest), l’association Gabas Nature et Patrimoine...

²⁶⁹ Institution interdépartementale créée en 1978 et qui associe les représentants des quatre départements traversés par le bassin de l’Adour : les Hautes-Pyrénées, le Gers, les Landes et les Pyrénées-Atlantiques.

ministère de l'Environnement, chercha des compromis du côté de la gestion de la partie aval du bassin de l'Adour, sur la Midouze, pour légitimer le projet du Gabas à l'amont : « le périmètre du PGE de l'Adour amont va des Hautes-Pyrénées jusqu'à la confluence de la Midouze (...) c'était le document de planification qui devait permettre de faire émerger la nécessité absolue [dit avec ironie] du barrage de Garderes Eslourenties, ensuite rebaptisé barrage du Gabas. C'était le document qu'il fallait absolument produire pour obtenir des partenaires financiers tout le crédit nécessaire à la justification du barrage et aussi pour s'assurer qu'il y ait une coordination, une homogénéisation des plans de crise entre les départements du même bassin. L'institution Adour a ensuite lancé des Assises de l'eau en 2001. À ce moment-là, la Sepanso [Société pour l'étude, la protection et l'aménagement de la nature dans le Sud-Ouest], a réclamé que l'institution Adour intègre aussi les aspects qualitatifs et ne se limite pas à des PGE, qu'elle fasse aussi des Sage ... C'est là qu'émerge l'idée d'un Sage sur la Midouze » (Entretien, Mise des Landes, 2014). L'Institution répondit aux demandes du ministère de l'Environnement relayées par l'Agence de l'eau Adour-Garonne, pour faciliter l'instruction du projet de réservoir du Gabas : « Il y a des EPTB qui veulent tout gérer, mais là, il a plutôt fallu aller les chercher. L'institution n'a pas beaucoup poussé pour le Sage (...) il y avait des mots d'ordre nationaux en faveur des Sage. En Adour-Garonne, les Sage se sont mis en place plus tard qu'ailleurs et le ministère poussait l'Agence à en faire plus. Il y avait une espèce de deal pour dire, ok on prend en charge les questions quantitatives et donc la possibilité de nouvelles ressources, si cela se fait dans le cadre des Sage qui sont des procédures plus officielles, où la représentation des différents usagers est plus formalisée... » (Entretien, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2014).

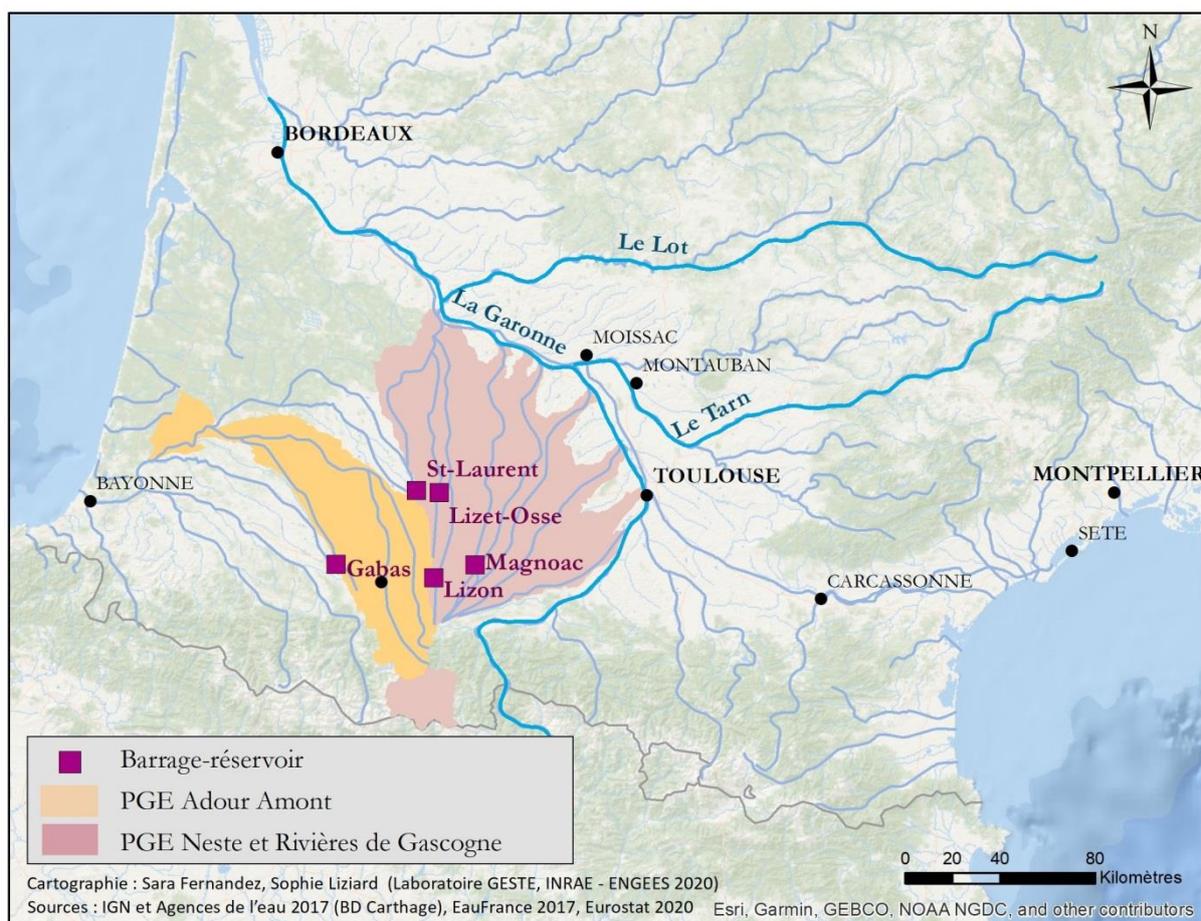


Figure 15 : Les Plans de gestion des étiages (PGE) et les barrages-réservoirs construits: Adour-Amont (Gabas, 2005) et Neste-rivières gasconnes (Lizet-Osse, 2004 ; Saint-Laurent Auzoue, 2004 ; Lizon-Baise, 2006 ; Castelnau-Magnoac, 2007).

Outre la décision d'élaborer un Sage plutôt qu'un PGE pour gouverner des problèmes quantitatifs, la spécificité de la Midouze résida également dans la décision d'abaisser le DOE pour résoudre les problèmes posés par l'alignement entre temps long et temps court de la gestion de la pénurie d'eau autour d'un même indicateur, le DOE. Dans les années 1990 en effet, des barrage-réservoirs étaient programmés dans la partie amont de la Midouze pour à la fois sécuriser l'accès à l'eau des agriculteurs et diluer les pollutions urbaines et industrielles pendant les périodes d'étiage, ces dernières concernant en particulier une usine de production de cellulose. Ces barrages-réservoirs étaient alors justifiés par leur capacité à résorber un déficit déterminé en fonction d'un DMA défini en 1994 et qui deviendra un DOE dans le Sdage de 1996. Pour les services de l'État, l'Agence de l'eau, les collectivités concernées et la CACG, le DCR représentait le seuil à même de restreindre les usages à court terme, alors que le DMA/DOE constituait un « objectif de DCR à long terme, à partir duquel sont déterminés les programmes d'augmentation des ressources en eau²⁷⁰ ». Cependant, au début des années 2000, la Midouze subit des étiages sévères alors que les DOE étaient devenus des

²⁷⁰ CACG (1994). *Schéma directeur de gestion des étiages du bassin de l'Adour*. Vol. III, note de synthèse : 9.

dispositifs de gestion des crises utilisés par les services déconcentrés de l'État, en particulier la Mission interservices de l'eau (Mise), et que les ouvrages projetés n'avaient pas encore été construits, la priorité étant le projet du Gabas dans la partie amont de l'Adour. Sur la Midouze, la possibilité de réalimenter les cours d'eau à partir de réservoirs hydroélectriques n'existait tout simplement pas. Pour respecter les DOE, les services de la Mise, responsables des cellules sécheresse, demandèrent alors aux Préfets des Landes et du Gers de signer des arrêtés d'interdiction d'irriguer en 2001, 2002, 2003 et 2005, qui produisirent des tensions significatives avec la profession agricole et furent jugées politiquement intenables : « On a franchi d'emblée le DCR alors qu'il n'y avait jamais eu de crises avant ! On a du interdire l'irrigation de façon immédiate, il y a eu des manifestations de la part de la profession agricole, le préfet nous a alors demandé de réduire la contrainte. Mais on n'avait pas de plan de crise. C'était une année anormalement basse, avec une nappe très basse, avec un système qui s'est tari très vite. Les rivières jouent le rôle de drain de la nappe. La nappe alimente la rivière. C'était très soudain, ce n'était jamais arrivé avant...Donc on a décidé de redéfinir le DOE et le DCR... » (Entretien, Mise des Landes, 2014). Dans ces conditions, les services de l'État décidèrent de financer une nouvelle étude pour rediscuter, avec l'Agence, les collectivités, et les porte-paroles de l'irrigation et des industriels, des seuils retenus pour définir le DOE et le DCR sur la Midouze. Cette étude revint à évacuer la question de la pollution industrielle de l'usine de cellulose, dont la dilution aurait demandé des débits deux fois supérieurs au DOE. Le problème fut ainsi, de nouveau, mis hors champ, comme cela avait déjà été le cas en 1994 lors de la définition du DMA. Concernant les pollutions urbaines, l'étude pariait sur une amélioration des techniques de traitement des communes concernées. Cela permit alors de restreindre la question du débit minimum à celui qui serait nécessaire pour satisfaire la vie piscicole, en s'appuyant sur la surface d'habitat noyé, comme si la concentration en polluants ne comptait pas. La partie de la Midouze située à l'aval de Campagne étant un milieu sableux jugé peu propice à la vie piscicole, l'étude en conclut qu'abaisser le DOE ne modifierait pas les possibilités pour les poissons d'y trouver des habitats adéquats. Ainsi, en 2009, l'État et le Comité de bassin entérinèrent un abaissement du DOE à Campagne. Cela permit de réduire les risques de crises tout en n'obérant pas complètement non plus la capacité à inscrire des déficits, certes amoindris, mais toujours bien présents, et donc des projets d'ouvrages-réservoirs sur le moyen et long terme.

La reterritorialisation des DOE après l'adoption du Sdage de 1996 réorganisa aussi spatialement les relations entre acteurs. C'est par exemple ce que montre le cas de la gestion de la rivière Aveyron. Les services déconcentrés de l'État réduisirent le risque de crises d'approvisionnement en eau pour l'irrigation en abaissant les DOE de l'amont de la rivière. Ce faisant, ils fragilisèrent le bien fondé du projet de barrage de Vimenet, qui intéressait peu les agriculteurs et les élus du territoire où il serait

construit. Ce réservoir devait en effet essentiellement bénéficier aux agriculteurs de l'aval et il était porté politiquement par les élus du département du Tarn-et-Garonne. Ainsi, les services de l'État désolidarisèrent l'amont d'une gestion du déficit à l'aval, déficit qui est quant à lui toujours maintenu par un DOE élevé dans le département du Tarn-et-Garonne, géré par des conventions de lâchés passés avec EDF. Sur la Garonne, c'était bien l'attachement à un DOE élevé à Portet-sur-Garonne et au projet de réservoir de Charlas qui conduisit le Smeag et la CACG à déployer tout un discours sur la solidarité entre la vallée de la Garonne et la Gascogne dans les années 1990, que le Conseil départemental de la Haute-Garonne fragilisa dans les années 2000 (Fernandez, 2009).

Le tournant des années 2010 est une période où la mise en place des organismes uniques et la définition des volumes prélevables, en application de la loi sur l'eau de 2006, intensifia les problèmes posés par l'alignement des temporalités de l'action publique, entre planification et gestion des crises. C'est en effet bien ce travail d'alignement que le ministère de l'Environnement chercha à déléguer aux organismes uniques : « Plutôt que d'autoriser l'ensemble des demandes, puis de les réguler chaque année par des arrêtés de restriction des usages, il a été demandé, dans les zones de répartition des eaux (zones en déficit structurel en eau) de définir les volumes réellement disponibles, notamment pour l'irrigation, et de répartir ces derniers sous l'égide d'un organisme unique, entre irrigants, dans le cadre d'une gestion collective » (Circulaire du 3 août 2010²⁷¹, p. 54). Le ministère voulut aussi renforcer le rôle des DOE en leur conférant plus explicitement le statut de référence en fonction de laquelle seraient déduits les volumes prélevables : « le volume prélevable (pour l'irrigation) est celui devant permettre de satisfaire l'ensemble des usages, en priorité l'eau potable, en respectant les objectifs de la directive-cadre sur l'eau, en moyenne quatre années sur cinq ou huit années sur dix sans avoir à recourir aux arrêtés préfectoraux de restriction des prélèvements. Ce qui revient en d'autres termes à assurer le respect du débit d'objectif d'étiage quatre années sur cinq ou huit années sur dix » (Circulaire du 3 août 2010²⁷², p. 54). Entre 2007 et 2010, en Adour-Garonne, les Dreal (Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement) et l'Agence de l'eau lancèrent des études pour évaluer les volumes prélevables et les comparer aux volumes que les DDA (Directions départementales de l'agriculture) puis les DDT (Directions départementales des territoires) avaient jusqu'alors autorisés, en application de la loi sur l'eau de 1992. Ces études montrèrent que, dans plusieurs bassins, les volumes prélevables seraient

²⁷¹ Circulaire du 3 août 2010 relative à la résorption des déséquilibres quantitatifs en matière de prélèvements d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation dans les bassins où l'écart entre le volume prélevé en année quinquennale sèche et le volume prélevable est supérieur à un seuil de l'ordre de 30 %. NOR : DEVO1020919C.

²⁷² Circulaire du 3 août 2010 relative à la résorption des déséquilibres quantitatifs en matière de prélèvements d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation dans les bassins où l'écart entre le volume prélevé en année quinquennale sèche et le volume prélevable est supérieur à un seuil de l'ordre de 30 %. NOR : DEVO1020919C.

largement inférieurs aux volumes jusqu'alors autorisés. Les Dreal engagèrent ensuite des discussions avec la profession agricole : « la profession agricole s'est dit : il faut tenir jusqu'à la campagne présidentielle... Alors en 2010-2011, il y a eu des négociations dures, des phases de rupture de la concertation : par moments, les agriculteurs ne venaient plus aux réunions, alors là on restait nous, la Dreal, avec nos calculs, le calendrier était repoussé... jusqu'à ce qu'on arrive aux présidentielles et là le ministère de l'Agriculture s'est emparé de la question pour dire : c'est pas possible, il faut trouver une solution spécifique à Adour-Garonne, parce qu'on ne peut pas négliger le vote agricole et cette solution, elle a été validée en mai 2011 par le Président de la République » (Entretien, Dreal Midi-Pyrénées, 2014). Le protocole d'accord signé entre l'État et la profession agricole en novembre 2011 revint à ajourner, de nouveau, le respect des DOE à 2021 là où un tel respect aurait supposé de contraindre les prélèvements plus d'une année sur cinq, en faisant l'hypothèse que, d'ici 2021, de nouveaux barrages-réservoirs seraient construits : « avec la réforme des volumes prélevables, on fait du surbooking. Si les barrages ne sont pas construits en 2021, alors l'État devra abaisser les autorisations... Mais est-ce bien réaliste ? » (Entretien, DDT de la Haute-Garonne, 2014). Or, l'un des premiers projets prévus dans le cadre de cet accord était le barrage de Sivens sur le Tescou qui, à l'automne 2014, fut le théâtre d'un conflit d'une violence encore rarement égalée pour ce qui concerne les projets hydro-agricoles en France, avec la mort d'un jeune militant tué par les forces de l'ordre.

On peut donc voir dans la mise en œuvre de la réforme des volumes prélevables la dernière manifestation en date d'une gestion quantitative de l'eau dont les dispositifs successifs depuis les années 1990 reviennent toujours à lier la finitude de la ressource à son augmentation pour répondre à des demandes agricoles. Elles reviennent toujours à prendre en charge des enjeux environnementaux par des infrastructures qui se retrouvent pourtant aussi contestées d'un point de vue à la fois environnemental et social.

Comme avec le PDRE, le Sdage et les PGE, l'action publique ne prend pas, avec la réforme des volumes prélevables, de décision tranchante et nourrit plutôt une forme d'ambiguïté qui est à la fois productive parce qu'elle lui permet de maintenir à l'agenda de l'action publique plusieurs trajectoires possibles pour les hydrosystèmes, que ce soit à des fins hydroélectriques, hydroagricoles, de production d'eau potable ou de maintien de la vie aquatique, mais qui génère aussi des contradictions jusqu'à l'impasse. Certaines de ces trajectoires sont plus structurantes et engagées que d'autres et elles peuvent entrer de plus en plus en concurrence pour l'accès à l'eau. Lorsque l'action publique se retrouve face à des impasses, elle n'arrive jamais à restreindre des usages de l'eau au nom d'un objectif de débit élevé dans les cours d'eau au-delà d'une logique exceptionnelle qui relève de la gestion de crise. La construction de nouveaux réservoirs s'avère cependant de plus

en plus conflictuelle, comme le montrent les cas de Sivens et de Caussade, dans le Lot-et-Garonne²⁷³. Ces deux cas illustrent des situations où le droit de l'environnement²⁷⁴, l'activité réglementaire des services de l'État ou les dispositifs de concertation se trouvent dans l'incapacité de résoudre des conflits. Ils montrent comment, dans ces situations, des acteurs, aux pouvoirs et aux perspectives normatives très différentes, opèrent des formes d'emprise spatiale directe qui imposent une direction à l'action, avec des stratégies du fait-accompli comme à Caussade, ou d'occupation du sol avec les zones à défendre (ZAD) capables alors de susciter en retour une violence d'État plutôt inédite en matière hydro-agricole, comme à Sivens.

Dans le sud-ouest de la France, ce sont finalement des actions politiques et collectives très situées qui définissent l'état acceptable du cours d'eau, aujourd'hui gouverné par des indicateurs, des incitations, des systèmes de compensations, des ACB, du droit ou des équipements. Ce n'est pas le niveau d'eau qui organise les territoires. Ce qui explique l'abaissement ou l'augmentation des seuils, ce ne sont pas les demandes en eau des hydrosystèmes, même si c'est ce qui est invoqué pour les augmenter dans les années 1990 ou les abaisser aujourd'hui, mais plutôt la sécurisation voire l'augmentation de l'accès à l'eau des irrigants que cela permet. Il s'agit, au fond, de promouvoir l'irrigation, la diversité des pratiques et des modèles agricoles qu'elle soutient, sans jamais vraiment les distinguer ni en discuter explicitement. Ce faisant, il s'agit, aussi, de protéger différemment les rentes hydroélectrique ou industrielle.

Dans les situations de crise, la qualification et la gestion du problème sont aussi largement négociées avec la profession agricole, dans des contextes où il y a toujours une forme d'incertitude irréductible sur la pluviométrie à venir et où il est toujours plus difficile de convaincre sur l'importance des débits pour le milieu aquatique, quand le maïs est au stade de la formation de ses grains: « Il faut voir comment se passe une cellule de crise ! La DDT dit au préfet qu'on a franchi le débit d'étiage et qu'il faudrait restreindre l'irrigation 2 jours sur 7 dans l'arrêté cadre ... la profession agricole réagit : « Ce n'est pas la peine, il va pleuvoir dans deux jours, vous nous embêtez pour rien, le débit va remonter ! » Si météo France, qui participe aussi à la réunion, dit que les prévisions n'annoncent pas de pluie dans les prochains jours, alors le second argument c'est celui de l'économie agricole qui serait mise en péril, et puis le troisième argument c'est celui de la fiabilité des données de la Dreal : les stations de mesure de la Dreal sont fausses ! À côté de cela le préfet demande à l'Onema et à la Dreal de lui dire ce que sont les risques/enjeux environnementaux s'il ne prend pas la mesure. Et on ne peut pas

²⁷³ Où la chambre d'agriculture, dominée par la Coordination rurale, a construit le réservoir de Caussade (près d'un million de m³), sans autorisation administrative.

²⁷⁴ Depuis les années 1990, des associations de défense de la nature ont intenté de nombreuses actions au tribunal administratif contre des projets de barrage-réservoir. Même lorsqu'elles les ont gagnées, le plus souvent, les réservoirs concernés ont été construits. Et même jugés illégaux, il est très difficile de les détruire.

répondre à cela, parce qu'au fond, on n'en sait rien !... Voilà c'est comme cela une cellule sécheresse : quand on passe à 80 % du DOE, la restriction c'est 1 jour par semaine, mais là les agriculteurs râlent pour le plaisir parce que de toutes façons ils n'irriguent pas 7 jours sur 7, ils n'irriguent pas le dimanche. Cela ne pose de problème à personne. Quand on commence à être à des restrictions de 2 jours sur 7, là c'est plus problématique pour les irrigants, mais les préfets hésitent beaucoup à prendre ces mesures... J'ai eu des agriculteurs qui n'ont accepté la restriction totale que lorsque le cours d'eau a été à sec ! » (Entretien, DDT de la Haute-Garonne, 2014).

Au-delà des situations de crise et de manière plus structurelle, inféoder les milieux aquatiques au débit les condamne à toujours être une variable d'ajustement. La focale sur les débits revient en effet à reporter un indicateur central de l'agriculture, de la production électrique et aussi indirectement de la production d'eau potable, sur la vie aquatique. Or, cette dernière est tributaire d'une diversité de paramètres, qui, selon les lieux, peuvent être plus ou moins déterminants. C'est d'ailleurs ce qu'avait cherché à faire valoir, sans succès, le Conseil scientifique auprès du Comité de bassin Adour-Garonne lors de la controverse sur le projet de barrage de Charlas au début des années 1990 (Fernandez, 2009). Cela peut être la teneur en azote, en phosphore, l'oxygène, la largeur mouillée, le transport solide, qui n'ont pas de relation univoque avec le débit: « sur l'Aveyron amont par exemple, on a une dégradation de la température et de l'indice diatomée (...) l'analyse des données montre que le cortège de diatomées s'explique avant tout par la dégradation des conditions d'écoulement et la présence d'eau stagnante. Ce qu'il faut là c'est détruire des seuils. Augmenter les débits n'est pas la réponse adaptée » (Entretien, Dreal Midi-Pyrénées, 2014). La partie amont de l'Aveyron est en effet caractérisée par la présence de seuils qui étaient liés à des moulins et à l'irrigation des prairies. Ces usages ont aujourd'hui disparu. Ces seuils ont pour effet de ralentir les écoulements, en cherchant à maintenir des hauteurs d'eau constantes. Il existe différents types de diatomées et elles ne réagissent pas toutes de la même manière à la vitesse de l'eau. Si plusieurs d'entre elles colonisent exclusivement les eaux courantes, ou ont une préférence pour elles, d'autres se trouvent aussi dans les eaux stagnantes. Ce que suggère cette citation, c'est plutôt la complexité de l'étiologie du vivant et la volonté de l'administration d'agir en priorité sur des aménagements aujourd'hui sans intérêt économique, sachant que cela peut, aussi et selon les lieux, susciter des oppositions au nom de leur valeur patrimoniale.

Ensuite, l'impératif économique inlassablement invoqué pourrait, lui aussi, être relativisé, en sortant d'une gestion fluxiale de l'eau (Narcy, 2004) qui place la gestion de l'eau dans une position presque systématique d'ajustement par rapport à la gestion des espaces et en particulier des systèmes agricoles et alimentaires. C'est ce que les participants au débat public sur le projet de Charlas avaient proposé sans que les élus donnent suite (Fernandez, 2009). Par ailleurs, si les cas du réservoir de

Caussade ou du projet de Sivens montrent un attachement continu et durable de la profession agricole et de ses porte-parole à l'augmentation de l'offre en eau, les souscriptions pour bénéficier de l'eau stockée dans le réservoir de Fourrogues dans le Tarn, sont, elles, bien en deçà de ce qui était prévu. C'était le cas aussi du canal Saint-Martory au moment de sa mise en eau à la fin du XIX^e siècle. Il faudra attendre les années 1970 pour qu'il soit utilisé de manière significative pour l'irrigation. De plus, si le monde agricole parle souvent d'une seule voix dans des instances telles que les Cle ou les Comités de bassin, il ne constitue pas pour autant un groupe homogène. Il existe bel et bien des dissensions entre modèles agricoles promus mais aussi entre ayants droits et prétendants à l'usage : « On se retrouve avec des agriculteurs impactés par le réservoir, qui perdent des terres ou voient leurs droits d'eau fragilisés et des agriculteurs qui vont bénéficier de l'eau du réservoir et voir leurs droits d'eau sécurisés ou augmentés...Cela explique aussi la position de certaines chambres d'agriculture qui refusent de soutenir des projets d'ouvrage » (Entretien, Dreal Midi-Pyrénées, 2014). Il s'agit, là aussi, d'une des caractéristiques du conflit autour du projet de barrage-réservoir de Charlas qui opposait, dans les années 1980, des agriculteurs riverains et la FDSEA (Fédération départementale des syndicats d'exploitants agricoles) de la Haute-Garonne à la CACG (Fernandez, 2009).

Ainsi, les dispositifs de gestion de l'eau opèrent des découpages de l'espace et du temps, qui sont sans cesse localement renégociés. Pour autant, les effets de cadrage dont ils font l'objet dans le sud-ouest de la France tendent aussi, aujourd'hui, à produire des conflictualités avec une violence renouvelée voire inédite.

Avec Rémi Barbier, nous avons récemment lancé une enquête sur la production d'arrêtés sécheresse dans le Grand-Est et le bassin Rhin-Meuse (projet Cristeau). Dans cette région, la Dreal et les DDT cherchent à se saisir, depuis moins de dix ans et à la faveur de la mise à l'agenda politique du changement climatique, de la gestion quantitative. À partir d'une analyse combinant méthodes quantitatives et qualitatives, nous étudions la production textuelle des arrêtés par le prisme des apprentissages et des négociations qu'elles permettent, que ce soit pour réorganiser non seulement des espaces de compétences au sein de l'administration mais aussi construire une prise sur le partage de l'eau.

4.2 Gouverner le temps avec des ACB

Pour S. Boudia (2014), si l'ACB²⁷⁵ trouve bien ses origines au XIX^e siècle (Porter T., 1995a), sa généralisation s'opère après la Deuxième Guerre mondiale, part des États-Unis et fait largement intervenir les économistes de la *RAND corporation* (Research AND Development corporation)²⁷⁶. Avant d'être un instrument d'action publique, et alors que ses méthodes ne sont pas stabilisées, l'ACB est surtout un moyen d'inscrire un nouveau langage commun économicisé dans toute l'administration, de rendre visible un nouvel esprit de l'action publique marqué par un souci accru de rationalisation et d'efficacité grâce à la régulation marchande. Jusque dans les années 1950, l'ACB se limitait à une simple analyse comptable de données directement issues de la sphère marchande. Ensuite, elle a peu à peu fourni un cadre, en particulier à l'aide d'évaluations contingentes, censé pouvoir quantifier et commensurer par le prix la diversité des préférences, attachements ou utilités qu'un groupe d'individus tirerait d'un projet ou d'une politique publique. Dans les domaines de la santé et de l'environnement, il s'est agi, avec l'ACB, le consentement à payer, les nouveaux contrats d'assurance, le paiement pour des services rendus par les écosystèmes ou le prix d'une vie humaine, des marchés de droit à polluer..., au fond, de donner prix à ce qui n'en avait pas, à la fois pour révéler le caractère inutile de dépenses publiques ou au contraire rendre lisible des coûts ou des bénéfices jusqu'alors externalisés pour chercher ensuite à les internaliser. Donner un prix aux choses quelles qu'elles soient serait une condition d'une bonne gestion. Pourtant, de nombreux travaux ont bien montré que l'avènement d'une vérité des prix tels qu'ils s'observent sur des marchés ou telle qu'elle fonctionne dans la théorie néoclassique, est le résultat de tout un travail performatif qui s'inscrit dans des espaces sociaux particuliers, qu'il s'agisse des entreprises de la finance (Ortiz, 2014) ou des États (Lemoine, 2016). Une telle vérité peut arriver à s'imposer, à devenir une convention, malgré les controverses sur les concepts ou les instruments sur lesquelles elle s'appuie. Pour autant, certains biens ne supportent pas de devenir des marchandises sans être corrompus : le prix ne peut pas être une mesure de tout.

²⁷⁵ Dans ce propos, sous le vocable « analyse coûts-bénéfices » (ACB), nous incluons, comme le propose S. Boudia, à la fois ce qui relève des « analyses coûts-efficacité », c'est-à-dire une évaluation et une comparaison du coût de différentes solutions à un problème donné, et des « analyses coûts-bénéfices » ou « coûts-avantages » qui reviennent à comparer les coûts d'une solution à ses bénéfices (marchands ou non marchands).

²⁷⁶ La *RAND Corporation* est un *think tank* fondé en 1948 d'abord pour conseiller l'armée américaine. Elle a ensuite progressivement élargi son champ d'action produisant des analyses stratégiques pour d'autres gouvernements, des fondations privées, des organisations internationales et des entreprises privées. Elle a largement contribué à l'émergence de la théorie des jeux, en comptant parmi ses membres John von Neumann et aux méthodes de la prospective.

La *Political ecology* a étudié les processus d'internalisation de la nature dans l'économie marchande et ses effets. Pour D. Harvey (2007), il s'agit là d'une forme d'accumulation par dépossession, qui réactualise l'accumulation primitive du capital mise en lumière par Marx. Pour Harvey, elle implique des processus non-économiques pour permettre l'expropriation des moyens de subsistance, grâce à des brevets sur différentes formes de vie, des lois favorisant la privatisation d'espaces ou de services publics, les systèmes de crédit... Dans ces processus, les États jouent un rôle central parce qu'ils détiennent le monopole de la violence et des définitions de la légalité, pour permettre la création de nouveaux marchés mondiaux de la dette, de services écosystémiques ou encore de terres arables, dès lors que l'accumulation entre en crise. Les techniques d'évaluation monétaire constituent alors une étape vers la marchandisation, en définissant la nature par des utilités qui peuvent s'échanger. Pour autant, la marchandisation est toujours incomplète, étant donnée les complexités biophysiques en jeu, et elle est aussi toujours contestée socialement. L'eau est peu coopérative à la marchandisation (Bakker, 2004). En Angleterre par exemple, la privatisation a été suivie par des formes de re-régulation de la gestion des services d'eau potable (Bakker, 2005). La mise en marché des zones humides aux États-Unis a aussi fait l'objet de luttes politiques. Les zones humides résistent particulièrement bien au processus d'abstraction et de remodelage que cherchent à lui imposer l'évaluation économique pour les rendre équivalentes, négociables et échangeables (Robertson, 2000; 2012).

Les chercheurs en économie écologique critiquent quant à eux les ACB parce qu'elles renvoient à une soutenabilité faible, qui ne pense pas les limites matérielles et les effets de seuil, qui suppose la substituabilité du capital naturel grâce au progrès technologique et qui, au fond, s'abstrait de la complexité du monde politique et naturel (Vivien, 2009a; b). Ils n'accordent pas de crédit aux méthodes fondées sur des questionnaires pour définir des préférences déclarées et des prix pour des biens ou des services pour lesquels il n'existe pas de transaction sur des marchés²⁷⁷, méthodes qui se sont largement développées aux États-Unis à partir des travaux de Ciriracy Wantrup (Milanesi, 2011).

Récemment, des chercheurs ont proposé d'intégrer les apports de la *Political ecology* pour définir les conditions auxquelles une évaluation monétaire de la nature pourrait être justifiée, en essayant, pour différents cas, d'identifier ce que l'évaluation avait produit ou empêché, d'un point de vue écologique ou social (Kallis et al., 2013). Des chercheurs en économie et en sciences de gestion (Billé et al., 2012; Laurans et al., 2013) ont par ailleurs récemment pointé que la très prolifique littérature scientifique anglophone internationale sur l'évaluation économique reste en général plutôt silencieuse sur les usages concrets qui en sont faits pour gérer l'environnement ainsi que sur leurs

²⁷⁷ À la différence de ce que les économistes néo-classiques nomment des préférences révélées grâce au prix des biens qui s'échangent sur des marchés tels que les biens immobiliers par exemple.

effets. Que peut-on dire de ces instruments, de leurs usages et de leurs effets dans la gestion de l'eau en France?

Dès le XIX^e siècle, aux États-Unis, les projets d'ouvrage hydraulique servirent de lieu privilégié de conception et d'expérimentation de formes de commensuration qu'incarnent ce qu'on appelle aujourd'hui les ACB (Porter T., 1995a). Les ACB, inscrites avec les études d'impacts dans la loi sur l'environnement de 1969²⁷⁸, promettaient une pacification des conflits suscités par les projets d'infrastructures hydrauliques et une dépolitisation des causes grâce à l'objectivation économique. Les ACB se généralisèrent ensuite à partir de 1981, avec l'ordonnance de Reagan qui l'imposait à tous les investissements majeurs de l'État fédéral, ce que Clinton confirma en 1994 par une seconde ordonnance. En France, dans les années 1960, les initiatives étasuniennes furent reprises dans un certain nombre de politiques et en particulier dans le programme de rationalisation des choix budgétaires lancé par le ministère des Finances en janvier 1968 avec des expérimentations dans le domaine sanitaire mais aussi environnemental. Pour autant, l'intérêt pour ces méthodes est resté très limité jusque dans les années 1990. Depuis, si l'évaluation des politiques publiques a fait l'objet d'une attention renouvelée, elle reste encore relativement peu institutionnalisée (Lacouette Fougère et Lascombes, 2013). La place de la monétarisation des biens non marchands dans l'action publique y est bien plus marginale qu'aux États-Unis. T. Porter (1995a) a analysé les différences, entre les États-Unis et la France, concernant la place de l'évaluation économique dans la conduite des projets de grandes infrastructures et plus largement dans les pratiques de l'État du XIX^e siècle jusqu'aux années 1930. Pour Porter, il s'agit de différences d'insertion politique des corps d'ingénieurs, l'USACE d'un côté et les Ponts et Chaussées de l'autre, ces derniers ayant eu moins besoin de recourir à l'argument économique pour légitimer leurs propositions techniques. Pour M. Fourcade (2011), l'argent occupe aussi historiquement une place beaucoup plus centrale et visible dans le système juridique étasunien, où il a été associé au déploiement d'une expertise sophistiquée pour établir des prix là où il y n'y en a pas et définir de manière systématique une compensation monétaire des dommages.

Avec une intensité variable en France et aux États-Unis, les ACB s'inscrivent bien dans une histoire longue et commune d'efforts pour construire un langage commun entre élites, et négocier le bien-fondé de grands projets d'infrastructures d'État. Elles répondent à une logique de compensation financière pilotée par la puissance publique pour trancher et clore les débats sur la gestion des dommages ou des nuisances que les activités industrielles ou les grandes infrastructures d'État génèrent. Ainsi, ces instruments peuvent à la fois rendre visibles et débattables de nouvelles dimensions d'un problème, et en ce sens avoir un pouvoir créatif, mais, d'un même mouvement, ils

²⁷⁸ *National Environmental Protection Act (NEPA).*

reviennent aussi, souvent, à circonscrire sans discussion les dégâts dont l'industrie ou l'État seraient redevables (Fressoz, 2013; Le Roux, 2014).

Aux États-Unis, les ACB réalisées dans le champ de l'hydraulique à partir des années 1970 constituèrent un moyen de débattre des logiques des politiques déployées par le *Bureau of Reclamation* dans l'Ouest étasunien pour qui les ouvrages hydrauliques et le développement conjoint de l'irrigation et de la production hydroélectrique étaient ce qu'il convenait de faire, par conviction et sans avoir à le justifier. Elles produisirent aussi un déplacement de la conflictualité vers le foncier et son caractère incommensurable pour certains acteurs (Espeland, 1998). Elles revinrent souvent aussi à rendre invisible, à mettre hors du champ de l'analyse, ce qui résistait à la modélisation économique et à une évaluation quantifiée (Espeland, 2001).

En s'appuyant en particulier sur l'expertise d'un professeur en ingénierie et en sciences de l'environnement, Dale Whittington, la Banque mondiale reprit dès les années 1980 le cadrage des ACB et de l'évaluation contingente pour définir les projets de développement qu'elle financerait et inscrire dans ses pratiques des formes de rationalisation de l'allocation des ressources. Là encore, c'est le secteur de l'eau qui servit d'expérimentation, en utilisant l'évaluation contingente pour révéler par les prix les demandes de populations en services tels que ceux de l'eau potable et de l'assainissement (Milanesi, 2011). Tout se passait alors comme si la contribution des usagers à la totalité des coûts du service était une évidence, ou, du moins, ce vers quoi il fallait tendre. Dans les pays occidentaux pourtant, les collectivités locales, la dette et l'impôt jouèrent un rôle central dans le financement des investissements et la généralisation des services pendant plus d'un siècle, avant de conférer à la tarification un rôle plus important. Ce type d'orientation allait produire, dans les pays en développement, de nombreuses impasses. Selon Barraqué (2005), les critiques à la privatisation dans les années 1990 et 2000 ont raté alors leur cible, en liant strictement gestion privée et inaccessibilité au service des pauvres. La privatisation serait plutôt un prolongement de l'étatisation des services d'eau qui avait prévalu depuis les années 1960 dans les pays sous régime d'Aide et qui avait, elle aussi, été incapable de résoudre la question de l'accès à l'eau des plus pauvres. En Europe et en Amérique du Nord, l'accès à l'eau potable en réseau a d'abord été généralisé grâce à des capitaux publics, avant que le service ne soit ensuite consumé. Ce qui fait aussi la réussite occidentale pour B. Barraqué, c'est qu'il s'est agi d'une gestion locale menée par des collectivités ou leurs syndicats, avec des systèmes de péréquation à cette échelle, tout en étant, aussi, soutenus par des aides à d'autres niveaux de gouvernement.

En France, c'est avec la mise en œuvre de la DCE que les ACB devinrent un instrument de l'action publique qui se voulait central pour gérer le grand cycle de l'eau. Pour autant, les efforts

d'économicisation de l'environnement dans le domaine de l'eau s'étaient déployés en France dès les années 1980 et 1990, alors que la légitimité de l'État aménageur tendait à diminuer au profit d'un référentiel de marché. Ce fut en particulier le cas pour les politiques de gestion du risque inondation, avec la remise en cause des digues (Guerrin et Bouleau, 2014), mais aussi pour les politiques de gestion de la ressource dans différents bassins. Dans le contexte transfrontalier et européen du Rhin, on observe aussi des formes d'économicisation dès les années 1970 lorsqu'il s'agit de décider de mesures de gestion des pollutions salines. C'est ce que nous explorons dans les sections suivantes.

La DCE adoptée en 2000 incarne une écologisation de la politique de l'eau, avec l'introduction de nouveaux objectifs de qualité des milieux, des échéances pour les atteindre et l'interdiction totale de certains produits. Pour autant, sous l'influence du Conseil des ministres européens en charge de l'eau, le texte adopté permit aussi des dérogations (Bouleau G., 2017b), et exclut certaines substances, telles que les substances radioactives par exemple (Laurens et De Abreu, 2009). Le plus grand potentiel dérogatoire fut accordé aux hydrosystèmes qui avaient fait l'objet de transformations géomorphologiques anthropiques significatives ou qui avaient été complètement créés par les sociétés humaines (canaux par exemple). Pour ces masses d'eau dites fortement modifiées (MEFM) ou artificielles (MEA), la DCE permet d'adapter les critères d'évaluation, pour ensuite sélectionner les actions qui permettent d'améliorer leur état. Les catégories MEFM et MEA incorporent en quelque sorte le caractère disproportionné des coûts de l'atteinte du bon état. Pour les autres masses d'eau, la dérogation est un droit à l'ajournement, initialement borné à 2027, s'il est justifié par un argument économique (des coûts disproportionnés) ou technique (des solutions qui ne sont pas encore disponibles), ou sans limite si l'argument est écologique (l'expression de l'effet de mesures sur l'état des masses d'eau s'inscrit dans une temporalité longue)²⁷⁹. La question du recouvrement des coûts par secteur relevait initialement, avec la notion de coûts complets, d'une logique de recherche d'une vérité des prix jugée à même de rebattre le partage de l'effort environnemental, de rendre lisible et de limiter les subventions anti-environnementales dont bénéficiaient certains secteurs. Le recouvrement des coûts a cependant finalement été réduit à un principe auquel les États pouvaient déroger dans le texte final. Le Conseil des ministres en revanche n'a pas obtenu que la DCE dans son ensemble puisse être soumise à une ACB : le Parlement refusa que son application se retrouve complètement soumise à une logique d'administration de la preuve de coûts inférieurs à ses bénéfices. Dans ce texte, le langage économique, via les ACB et les ACE

²⁷⁹ Une loi de 2018 « portant suppression de sur-transposition de directives européennes en droit français » a modifié le Code de l'environnement qui limitait le report à deux mises à jour du document de planification de l'eau (jusqu'en 2027), que l'argument soit économique, technique ou tenant aux conditions naturelles. Le gouvernement d'E. Philippe a estimé que la France avait transposé la DCE avec des règles plus strictes que ce que prévoyait le texte de la directive. L'argument écologique permet maintenant un ajournement sans limite dans le temps.

(analyses coût-efficacité), apparaît alors plutôt comme un instrument qui peut contenir, limiter et rationaliser l'ambition écologique de la DCE au niveau de ses marges. L'évaluation économique intervient en particulier dans la définition de plans de gestion, qui sont, en France, décidés par les Comités de bassin et incarnés par les Sdage depuis 2009.

Nous proposons ici de discuter de la place et de l'importance de l'évaluation économique localement. Nous nous appuyons pour ce faire sur le cas du sud-ouest de la France qui traite du rôle de l'évaluation économique dans les années 1990 sur la Garonne, puis, d'une ACB dans les années 2000 et 2010 sur la Midouze (section 4.2.1). Nous mobilisons aussi le cas du bassin du Rhin dans le nord-est de la France. Nous nous appuyons sur une perspective historique de la gestion de pollutions industrielles pour resituer l'ACB dont a fait l'objet un projet de canalisation destinée à transférer les rejets industriels de soudières depuis la Meurthe vers le Rhin en 2015 (section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

4.2.1 L'évaluation économique dans le bassin Adour-Garonne

Dans cette section, nous mettons en perspective l'évaluation économique dont a fait l'objet le projet de barrage-réservoir de Charlas dans les années 1990 (section 4.2.1.1), puis les rejets de l'industrie Tembec à Tartas dans le Retjons, un affluent de la Midouze dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE (section 4.2.1.2).

4.2.1.1 Les étiages de la Garonne

Dès le début des années 1980, le ministère de l'Environnement promut des instruments d'analyse économique pour défendre les enjeux environnementaux dans les procédures de décision d'aménagement. Pour ce faire, il soutint un programme de recherche coordonné par C. Henry, alors directeur du laboratoire d'économie de l'École polytechnique²⁸⁰. Dans les années 1970, les travaux de C. Henry (1974), appliqués aux infrastructures routières, avaient montré comment les outils mathématiques du ministère de l'Équipement pour quantifier les incertitudes revenaient, *in fine*, à privilégier des solutions irréversibles. À l'issue du programme de recherche, les résultats furent publicisés dans un rapport intitulé « Affrontement ou connivence. La nature, l'ingénieur et le contribuable » paru en 1986 et réédité sous forme d'ouvrage l'année suivante. Ces résultats eurent un écho important dans les sphères académiques et politiques françaises, en montrant, à partir de cas concrets, que l'évaluation économique était stratégiquement façonnée et travaillée dans des directions très diverses : pour forcer des solutions d'aménagement en surestimant la rentabilité d'un

²⁸⁰ C. Henry sera, de 1997 à 2002, membre du Conseil d'analyse économique, sous l'autorité du Premier ministre Lionel Jospin, puis professeur de développement durable à Sciences Po Paris et à l'Université Columbia (New York, États-Unis). Il a reçu de nombreuses distinctions pour ses travaux.

projet et en édulcorant leurs effets écologiques, ou, au contraire, pour requalifier ces solutions et les rendre indésirables grâce à un argumentaire économique qui, alors, pouvait indirectement servir les enjeux écologiques. Sur les cas français, l'analyse de C. Henry donnait à voir la primauté, le plus souvent, des logiques aménagistes, en particulier dans la gestion de l'eau avec des évaluations économiques aux méthodes jugées très discutables, l'absence d'études environnementales et de débat contradictoire.

En s'appuyant sur ce programme, la Direction de l'eau du ministère de l'Environnement, renforcée politiquement par les succès électoraux des Verts (Villalba, 1997), milita pour de nouvelles procédures d'instruction des projets hydrauliques, incluant des évaluations écologiques et économiques. Cela concerna en particulier des projets controversés d'ouvrages de soutien des étiages. La Loire et la Garonne constituèrent les deux arènes principales où se négocièrent le contour de ces nouvelles procédures. Sur la Loire, pour résoudre le conflit autour de projets de retenues portés par un syndicat mixte, l'Epala (Établissement public pour l'aménagement de la Loire et de ses affluents)²⁸¹, la Direction de l'eau finança une contre-expertise menée par un réseau d'associations, impliquant militants écologistes et scientifiques. Les résultats de l'expertise de l'Epala et de la contre-expertise firent l'objet d'un débat contradictoire qui contribua à faire abandonner les projets de Serre-la-Farre et de Chambonchard (Garnier et Rode, 2007; Huyghues Despointes, 2009).

Peu satisfaite par le PDRE adopté par le Comité de bassin Adour-Garonne en 1989, la Direction de l'eau milita ensuite pour que ce programme fasse aussi l'objet d'une évaluation économique et écologique, alors qu'elle préparait un texte ministériel sur les études d'impact des ouvrages de soutien d'étiage. Ce texte ne vit jamais le jour. Le Comité de bassin répondit en instaurant une Commission d'évaluation du PDRE en 1989 et un Conseil scientifique en 1991, au sein desquels intervinrent des hydrobiologistes et des économistes de Toulouse et de Bordeaux. Il s'agissait alors de disciplines peu représentées chez les gestionnaires de l'eau. Ces chercheurs avaient cependant réussi à établir des relations avec l'Agence et le Comité de bassin grâce à leur implication active dans le Piren sur les grands fleuves, porté par le CNRS (Centre national de la recherche scientifique) et le ministère de l'Environnement, décliné sur la Garonne depuis le début des années 1980 (Bouleau G. et Fernandez, 2012). D'abord très réticent, le Comité de bassin, au sein duquel dominaient les enjeux de l'irrigation, finit par accepter la tenue d'une évaluation du projet de barrage de Charlas, financée par l'Agence, pour discuter de son opportunité. En contrepartie, le Comité de bassin obtint du ministère qu'il abandonne l'idée d'une expertise couplée à une contre-expertise, format qui avait

²⁸¹ À sa création en 1983, il s'agissait d'un syndicat mixte composé de cinq régions, quatorze départements et dix-sept communes urbaines de plus de 30 000 habitants du bassin versant de la Loire. Aujourd'hui, il s'agit de l'Établissement public Loire, dont la composition a évolué.

pourtant prévalu sur la Loire et que soutenait Noël Mamère, alors élu de Gironde et président du Conseil d'administration de l'Agence. Le Comité qui allait financer l'étude argua qu'un modèle d'expertise/contre-expertise serait trop coûteux. Après coup un tel argument peut sembler bien discutable : les débats sur le projet de Charlas ont duré près de 30 ans et ils ont été alimentés par un nombre incalculable d'études, dont le coût total est largement supérieur à celui de l'expertise et de la contre-expertise réalisées sur la Loire. Le Comité de bassin obtint aussi que l'étude soit confiée à la CACG et que le rôle du Conseil scientifique ne relève que du simple avis. Pour élargir les possibilités de débat contradictoire cependant, le ministère de l'Environnement obtint que certaines parties de l'étude soient sous-traitées à Asca²⁸² et au Cergene²⁸³, qui n'étaient pas liés au secteur agricole.

Cette étude, conduite entre 1992 et 1996, fit l'objet d'intenses controverses : près de quarante scénarios furent étudiés, associant une diversité d'aménagements et de discours relatifs aux demandes en eau pour l'irrigation, la salubrité, la vie piscicole ou la solidarité entre la Gascogne et la vallée de la Garonne (Figure 16). Le rapport final contenait 19 tomes.

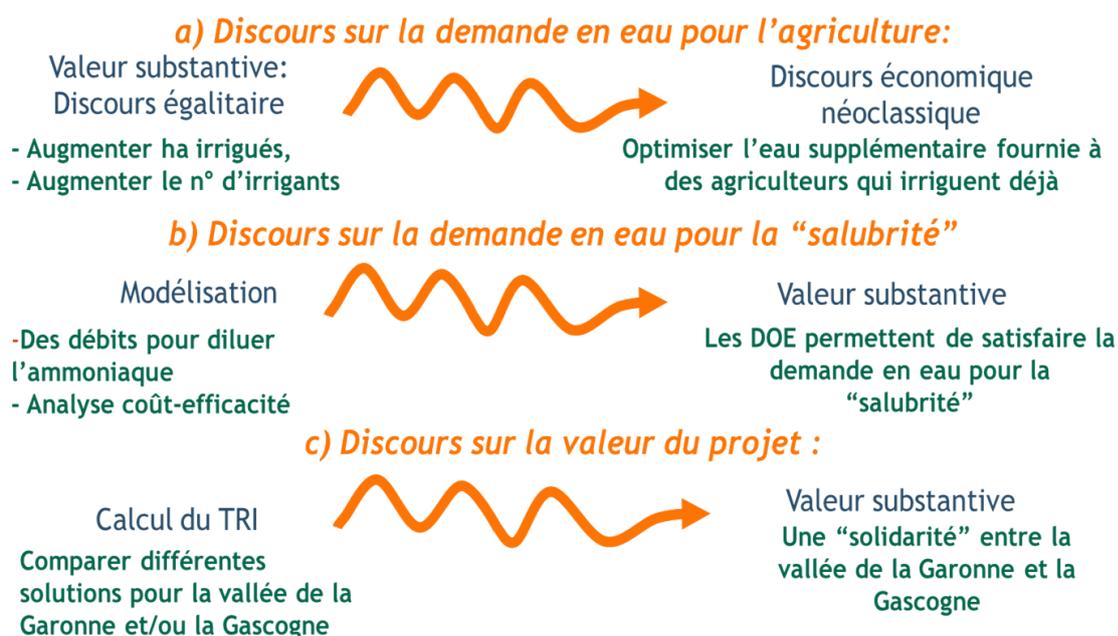


Figure 16 : Évolution des discours sur les demandes en eau et sur la valeur du projet de barrage de Charlas tout au long de l'étude globale d'environnement sur Charlas (Source : Auteur).

Cette étude produisit une requalification de l'agriculture irriguée : il ne s'agissait plus de promouvoir sa généralisation sans avoir à justifier de sa rentabilité pour l'agriculture du Sud-ouest, mais de la sécuriser et de l'intensifier. L'irrigation n'était plus un besoin à universaliser et devint une demande à

²⁸² Bureau d'études avec des compétences en économie agricole mise au service d'enjeux environnementaux.

²⁸³ Laboratoire associé à l'École Nationale des Ponts et Chaussées qui développait des outils d'ingénierie économique pour la gestion des ressources et des risques naturels

sécuriser voire à augmenter, circonscrite à ceux qui irriguaient déjà. La première moitié des années 1990 était en effet marquée par une baisse du soutien financier du ministère de l'Agriculture aux infrastructures hydro-agricoles et par la réforme de la Pac, qui revint à remplacer le soutien aux prix de vente des produits agricoles par des aides directes, c'est-à-dire des primes à l'hectare fondées sur une estimation de rendements moyens et des terres irriguées du passé, dont le montant et la répartition était en cours de négociation à l'échelle départementale avec les services déconcentrés du ministère de l'Agriculture. Les résultats des analyses d'Asca, du Cergrene et de la CACG sur la rentabilité économique du développement de l'irrigation donnèrent à voir de grandes marges d'incertitude. Ils montraient aussi que tout nouveau projet d'irrigation fondé sur des réseaux collectifs ne serait pas rentable. Ils contribuèrent à modifier les discours, les stratégies et les pratiques des irrigants et de leurs porte-paroles, que ce soit dans leurs négociations pour la traduction locale de la réforme de la Pac ou dans la gestion du système Neste par la CACG. Les discours s'économicisèrent autour de la notion de valeur marginale du mètre cube d'eau utilisé qui favorisait les agriculteurs riverains ou ceux qui n'étaient pas riverains mais bénéficiaient déjà d'infrastructures collectives d'amenée d'eau sur de longues distances construites grâce à des fonds publics. Ainsi, l'importance de la demande en eau pour l'irrigation à satisfaire par le projet de Charlas apparaissait comme le résultat d'une rente historique différenciée. Elle se retrouva re-répartie différemment entre les agriculteurs et, aussi, globalement abaissée.

C'est alors que l'idée d'une demande en eau des hydrosystèmes qui ne serait plus circonscrite à des enjeux de salubrité prit de l'ampleur au sein de l'étude. C'est ce qui permit, avec la promotion d'une nécessaire solidarité entre la vallée de la Garonne et la Gascogne, de maintenir une rentabilité exprimée par un taux de retour sur investissement du projet de barrage de Charlas qui soit supérieur à celui d'autres solutions (Figure 16). La solidarité renvoie à ce que Soubeyran (2015) a qualifié de sociodicée de l'aménagement et qui revient, face à la critique environnementale, à unir l'espace problème, solution et validation. La salubrité représente la capacité des eaux à respecter la santé des populations humaines, c'est-à-dire à ne pas les rendre malades. Elle est depuis longtemps devenue en France une catégorie administrative qui la circonscrit à des critères physico-chimiques qui permettent ensuite à l'eau salubre ou brute d'être potabilisée à des coûts jugés acceptables. Dit autrement, ce qui rend malade c'est l'eau que les personnes ingèrent et incorporent, mais il ne s'agit pas, plus largement, des choses environnantes (Fressoz, 2009).

Les solutions se divisent ensuite en deux pôles : le traitement de l'eau elle-même ou la gestion des débits des cours d'eau qui diluent les polluants et stimulent leur capacité auto-épuratoire, sans qu'une telle capacité n'ait jamais été précisément évaluée. Le travail de modélisation du Cergrene montra la contingence de l'évaluation de la salubrité, qu'elle soit estimée à partir de l'identification

du paramètre le plus déclassant en fonction des seuils définissant le caractère salubre des eaux, ou indirectement à partir des efforts consentis par le passé pour maintenir des débits minimum dans les cours d'eau. Sur la Garonne en particulier, entre la confluence avec l'Ariège et la confluence avec le Tarn, c'était alors l'ammoniaque dans sa forme non-ionisée qui posait problème, dans des situations jugées exceptionnelles, d'étiage sévère ou d'accident industriel, et liées aux rejets de l'usine de la SCGP (Société chimique de la Grande Paroisse)²⁸⁴ et de la station d'épuration des eaux usées de l'agglomération toulousaine, à Ginestous (Figure 17). Or, à la suite de la sécheresse de 1989, l'Agence finançait déjà des investissements pour améliorer la performance et la sécurité des stations d'épuration des eaux usées industrielles de la SCGP et urbaines de Ginestous. Ainsi, le risque que représenterait une pollution par l'ammoniaque pour la production d'eau potable à Toulouse ou des villes secondaires situées entre Toulouse et la confluence avec le Tarn était devenu à la fois trop situé et trop peu problématique.

²⁸⁴ Encore connue sous le nom d'Azote Fertilisants de France (AZF).

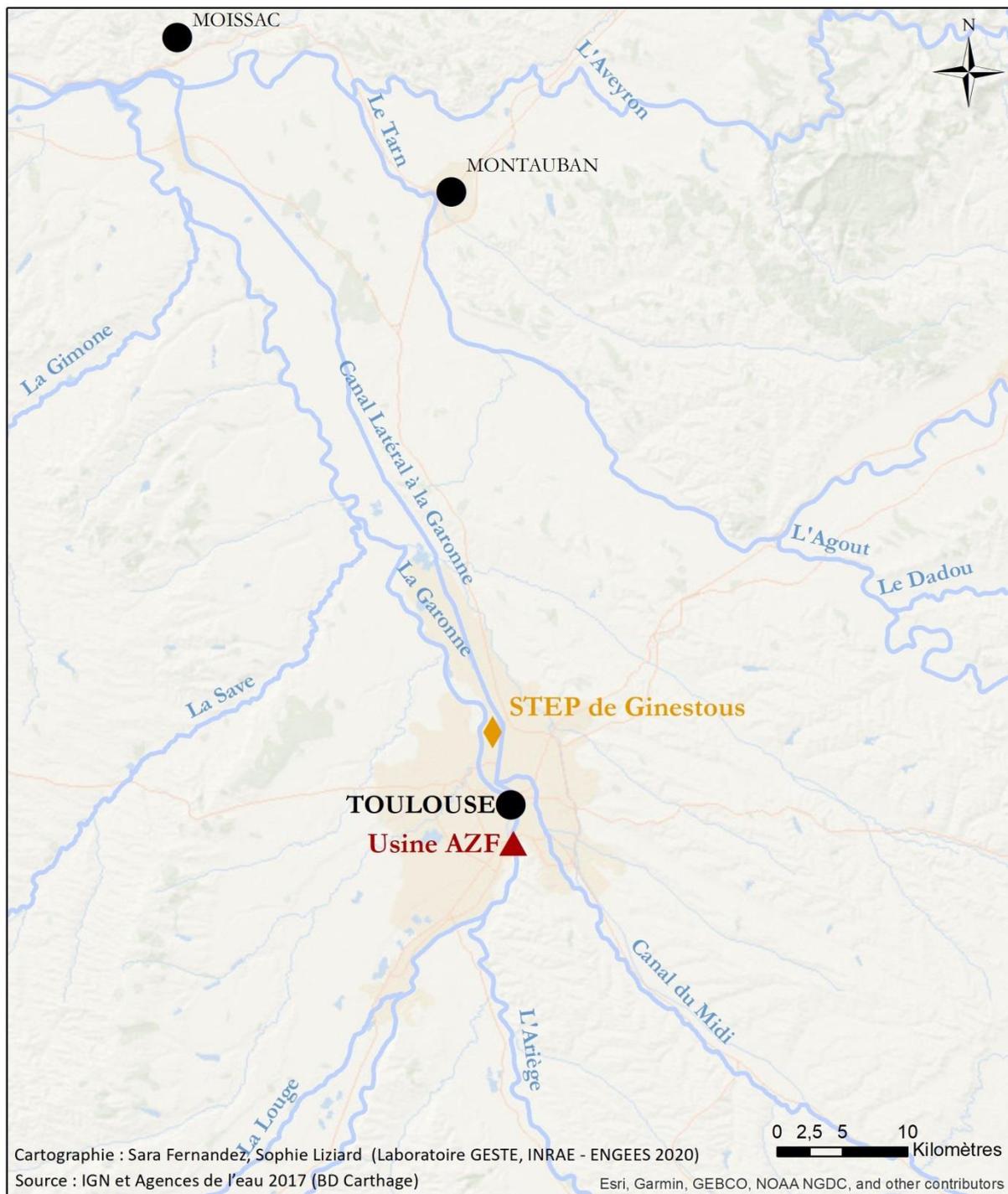


Figure 17 : Carte représentant l'usine AZF, la STEP de Ginestous et les débits de la Garonne à Toulouse.

C'est alors que le Comité de pilotage de l'étude développa l'idée d'une vie piscicole structurellement affectée par des concentrations d'ammoniaque élevées. Quelques années avant, en 1989, l'Agence de l'eau estimait pourtant que, sur la Garonne, « la qualité s'est très nettement améliorée depuis 1971 et les objectifs fixés il y a près de 10 ans sont presque partout atteints, sauf en aval de Toulouse où l'effort sur la réduction des rejets azotés doit se poursuivre. La Garonne apparaît comme un fleuve peu pollué en regard des autres grands fleuves européens et sa qualité ne paraît pas

constituer un obstacle à la remontée des grands migrateurs »²⁸⁵. Le Comité de pilotage de l'étude s'appuya sur un décret de 1991²⁸⁶ qui définissait des critères physico-chimiques correspondant à une eau de rivière apte à la vie piscicole. En ce qui concerne l'ammoniac, les concentrations limites étaient 100 fois inférieures à celles d'une eau brute destinée à la consommation humaine. Le Comité de pilotage de l'étude n'avait par ailleurs aucune obligation de conférer à la Garonne le statut de rivière piscicole, la liste des cours d'eau concernés par ce décret n'ayant jamais été établie. Promouvoir une nouvelle représentation de la Garonne, structurellement polluée par l'ammoniac non ionisé, dont les seuils de toxicité pour les poissons étaient beaucoup plus contraignants que pour l'eau brute, devint un enjeu important pour la CACG, l'administration et les élus du Smeag parce qu'une telle représentation contribuait à soutenir le projet de barrage de Charlas.

Invoquer la vie piscicole eut aussi pour effet d'interpeler les hydrobiologistes qui réagirent dans les avis du CS et cherchèrent à recadrer le problème en proposant une autre étiologie de la qualité piscicole de la Garonne. Ils invoquèrent, entre autres, les obstacles physiques à la circulation des poissons. Ils remirent aussi en question la pertinence des concentrations seuils retenues dans le décret et des débits préconisés qui leur étaient associés. Leurs critiques restèrent cependant inaudibles parce qu'elles revenaient à se désolidariser d'un cadrage par les débits, qu'aucun des acteurs puissants du système ne soutenait, tout en ne produisant pas d'indicateurs alternatifs sur lesquels l'Agence aurait pu construire une nouvelle légitimité d'action. L'étude révéla la difficulté à produire, à partir d'un problème de dilution, un instrument générique permettant un pilotage à distance, que ce soit pour l'eau potable ou la vie aquatique. L'alignement des intérêts passa alors par le recours à la notion de débit naturel reconstitué élaborée dans les années 1980 et sur laquelle allaient désormais se fonder les nouveaux indicateurs de débit, les DOE. L'étude constitua ainsi le laboratoire de la transformation des DMA en DOE à partir du cas de la Garonne. Ce n'était plus un minimum, c'était un objectif. Ce n'était plus sa capacité à diluer les polluants qui comptait mais sa capacité à représenter un état désiré de l'hydrosystème fondé sur des savoirs abstraits et universels hydrologiques, applicables à l'ensemble des situations rencontrées dans le bassin Adour-Garonne.

Que nous révèle ce cas ? L'évaluation économique a permis de produire une nouvelle manière de concevoir et de gérer l'irrigation parce que ses porte-paroles, que ce soient dans les services du ministère de l'Agriculture, à la CACG ou dans les laboratoires de recherche du Cemagref ou du Cergrene, trouvaient dans ce type d'instruments de nouvelles ressources pour à la fois représenter

²⁸⁵ Comité de bassin Adour-Garonne, 1989. Procès-Verbal de la séance du lundi 27 novembre. Point n° 4. Amélioration de la ressource en eau et écologie des rivières. Archives de l'Agence de l'eau Adour-Garonne.

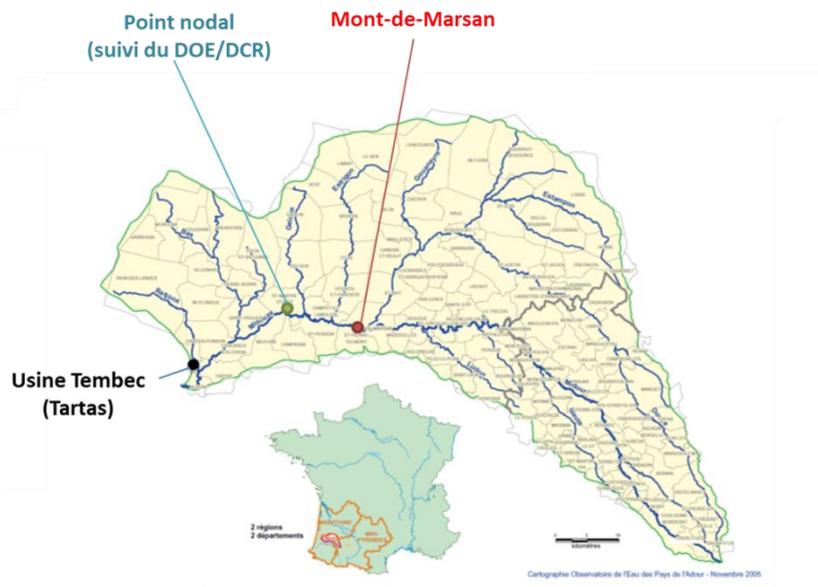
²⁸⁶ Décret n°91-1283 du 19/12/91 relatif aux objectifs de qualité assignés aux cours d'eau, sections de cours d'eau, canaux, lacs ou étangs et aux eaux de mer dans les limites territoriales.

les territoires de l'eau et les façonner. À la suite de l'étude globale d'environnement sur Charlas, et de la réforme de la Pac, la CACG développa des travaux avec le Cemagref sur les instruments de gestion des services d'irrigation, tels que les quotas et la tarification, qu'elle appliqua au système Neste et qu'elle publicisa dans des arènes internationales, via la CIID. Pour autant, et malgré l'avis du CS, l'évaluation économique ne permit pas de rediscuter du projet de barrage lui-même. Pour la CACG puis le Smeag, gouverner de nouveaux stocks d'eau, quel qu'en soit l'usage, représentait alors à la fois une ressource politique pour piloter le partage de l'eau et la trajectoire des territoires. C'était aussi un moyen de se connecter à la politique contractuelle de l'Agence de l'eau articulée autour des DMA puis des DOE, et de respecter les règles de la police de l'eau, en application de la loi sur l'eau de 1992. De telles négociations produisirent alors de nouveaux objectifs de gestion, qui prirent, pour un temps, une valeur axiologique et qui, ce faisant, ne furent pas soumis à une évaluation instrumentale de type ACB.

4.2.1.2 Les matières oxydables de la Midouze

Dans le cas de la Midouze, rivière du bassin de l'Adour, on a affaire à un industriel qui réussit à être régulièrement mis hors champ de la planification locale de la gestion de l'eau depuis les années 1990 (Fernandez et Debril, 2016). Il s'agit de l'usine de production de cellulose située à Tartas, qui rejette ses effluents dans le Retjons un affluent de la Midouze (Figure 18). Cette usine, construite au début des années 1940, se fournit en bois dans les forêts de pins landaises à proximité pour fabriquer de la pâte à papier, puis de la pâte dite fluff (pour la production de couches culottes et de divers produits d'hygiène), avant de se lancer, au début des années 2000, dans la production de cellulose destinée à l'industrie de la chimie. Les rejets de cette usine ont ce qu'on appelle une demande chimique en oxygène (DCO) très élevée, ce qui signifie que ses rejets sont peu biodégradables²⁸⁷ (Figure 19).

²⁸⁷ Elle est donc à ce titre soumise à la redevance pour pollution de l'Agence de l'eau. L'activité de l'usine se caractérise aussi par des prélèvements d'eau importants, associés à une redevance prélèvement.



- Légende**
- Limites du bassin versant de la Midouze
 - Rivières du bassin versant de la Midouze
 - Limites départementales
 - Limites cantonales

Figure 18 : Le bassin versant de la Midouze (Source : auteur à partir de la carte produite par l'Observatoire de l'eau des Pays de l'Adour, 2006).



Figure 19 : Photographies de la Midouze à sa confluence avec le Retjons (Source : auteur).

Dans les années 1990, les premières études pour la définition d'un objectif de débit sur la Midouze, au point nodal de Campagne à l'aval de Mont-de-Marsan (Figure 18), furent, d'un même mouvement, un moyen d'objectiver les problèmes d'eau et de produire un consensus sur la manière de les gérer. Dans ces études, les rejets de l'usine de cellulose eurent un statut instable. Ils furent pris marginalement en compte pour calculer le DMA, objectif de gestion à moyen terme, et ignorés pour calculer le DCR, objectif de gestion à court terme. Cela permet de les rendre visibles, tout en

désamorçant les contraintes jugées ingouvernables qu'ils pourraient générer si on envisageait de manière effective de gérer la pollution industrielle par les débits.

Dans les années 1990, une telle ingouvernabilité de la gestion de la pollution industrielle par les débits du Retjons était déjà associée à des choix considérés comme irréversibles : « l'usine a été implantée en 1943 quand le propriétaire, originaire de Tartas, a déménagé son usine de Calais, en suivant l'avancée allemande, alors que Tartas était en zone libre. C'était donc un retour aux sources. Il est venu s'installer sur les bords du Retjons, ce qui n'était pas forcément une très bonne idée...Aujourd'hui, on n'implanterait jamais une usine ici. Déjà, une usine papetière n'est pas implantée sur un petit cours d'eau, il faut de l'eau quelle que soit la saison ! »²⁸⁸ (Entretien, usine Tembec-Tartas, 2014). La police administrative des ICPE (Installations classées pour la protection de l'environnement) n'exerçait que peu de pression sur l'usine. Des associations locales de l'environnement, Aquitaine alternative et la Sepanso saisirent d'ailleurs le tribunal administratif en 1992 contre un arrêté qui autorisait l'usine à accroître sa production tout en maintenant les limites de rejets fixées en 1984. Or depuis 1984, l'usine avait déjà considérablement augmentés ses rejets, sans être sanctionnée, sauf pour un très important déversement en 1988. L'usine alors détenue par le groupe Saint-Gobain se trouvait par ailleurs dans une situation économique et sociale fragile : elle menaçait en effet de fermer²⁸⁹. Elle fut finalement rachetée par Tembec, une compagnie québécoise, en 1999, avec un soutien financier de l'État français pour investir dans une diversification de ses productions.

Le calcul du DMA et du DCR à Campagne dans les années 1990 révèle alors des compromis combinant considérations hydrologiques, qui firent l'objet de modélisations sophistiquées, et sélection discrétionnaire de la dilution jugée gouvernable.

Dans les années 2000, les services déconcentrés de l'État cherchèrent à réviser le DOE et le DCR dans le cadre de l'élaboration du Sage. Les études qu'ils menèrent montrèrent qu'un respect des normes en vigueur, compte-tenu de la charge polluante des eaux rejetées par l'usine de cellulose, demanderait un débit plus de deux fois supérieur au DOE fixé à Campagne en 1996. Pour l'ensemble des membres de la Cle, un tel résultat, combiné aux investissements que l'usinier consentait alors justifia, de nouveau, de mettre cette activité hors du champ de la gestion de l'eau. L'usine avait en effet réduit sa pollution unitaire mais elle l'avait aussi globalement augmentée, étant donnés les

²⁸⁸ L'usine s'approvisionne en eau non seulement à partir du Retjons mais aussi à partir d'une nappe fossile située à proximité de l'usine. La totalité des rejets sont déversés dans le Retjons.

²⁸⁹ En 1994, l'annonce de la fermeture de l'usine par le groupe Saint-Gobain suscita de nombreuses mobilisations des salariés, relayées par plusieurs élus, dont H. Emmanuelli, alors président du Conseil général des Landes. De nombreux articles de presse relatent cette affaire.

changements opérés dans sa production de cellulose au tournant des années 2000 : « On a forcément plus d'impacts en DCO qu'une usine de pâte à papier : c'est les rejets de lignine. C'est pas la peine d'aller sur les produits que tout le monde fait, ce qui nous permettrait de respecter la réglementation mais ne serait pas rentable ! La lignine on est obligés de l'enlever en partie finale, c'est elle qui est responsable de la DCO, elle est non biodégradable. On en rejette plus. Si demain on fait des pâtes basse viscosité, on arrive à 17 tonnes de DCO par jour, mais avec des pâtes haute viscosité, on est à 25. Cela ne correspond pas aux objectifs de l'entreprise en termes de développement. » (Entretien, usine Tembec-Tartas, 2014).

Les résultats de l'étude menée dans le cadre du Sage sur le DOE et le DCR à Campagne donnèrent aussi à voir la difficulté à atteindre le bon état du Retjons, que le classement en masse d'eau avait rendu visible, dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE. C'est ce qui incita ensuite l'Agence de l'eau Adour-Garonne à financer une ACB de l'atteinte du bon état sur le Retjons. Cette étude économique requalifia le Retjons, puisqu'il passa de rivière sacrifiée à rivière à fort potentiel piscicole. À la fin des années 2000, une telle requalification remit à l'agenda la question de la gestion des rejets de l'usine que l'élaboration du Sage depuis 2001 avait évacuée.

L'ACB permit à l'Agence d'évaluer la capacité des autorisations délivrées par la police des ICPE à limiter la pollution du Retjons et d'en débattre. L'ACB montra que si la qualité du Retjons restait plutôt bonne à l'amont de l'usine, elle était toujours abiotique à l'aval et que la DCO n'avait pas été abaissée depuis 2005 : « À l'agence, M. X. a suivi l'analyse économique de l'étude et aussi M. Y., chef du service milieu, qui connaît bien la région. Pour lui, à la différence des autres ruisseaux landais, le Retjons a un intérêt piscicole. On a d'ailleurs eu de la chance pendant l'étude parce qu'il y a eu un souci et l'usine a cessé de fonctionner pendant quelques semaines, et très vite, la vie piscicole est revenue... Il y avait des anguilles ! »²⁹⁰ (Entretien, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2014). En 2005, un arrêté préfectoral avait en effet défini des limites de rejets plus contraignantes pour l'usine, en s'appuyant sur la Directive relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution (Directive IPPC) et sa doctrine des meilleures technologies disponibles, et sur la DCE. Cet arrêté échelonnait les contraintes sur trois ans, associées à un engagement d'investissements de la part de l'usine.

Ce que l'ACB conduite en 2009 mit en évidence c'est que les investissements réalisés, qui avaient d'ailleurs plutôt ciblé la pollution de l'air, n'avaient pas permis de réduire la pollution de l'eau du Retjons, en particulier la DCO et de respecter les limites fixées par l'arrêté à l'horizon 2008. Selon le chargé de mission « développement durable » de l'usine ces normes ne pouvaient pas s'appliquer à

²⁹⁰ Les personnes de l'Agence mentionnées dans l'entretien ont été rendues anonymes.

la production de pâte cellulosique : « en 2005, l'administration a décidé de faire un arrêté en se basant sur les normes pour les usines de pâte à papier, mais ce n'est pas tenable ! On ne peut pas être classé pâte à papier ! Mais l'administration n'avait rien d'autres, alors on est toujours au-dessus des seuils, mais on ne nous embête jamais...» (Entretien, usine Tembec-Tartas, 2014). Avec l'ACB, l'Agence proposa alors d'indexer la restauration de la qualité de l'eau du Retjons à un déplacement des rejets vers la Midouze dont le débit moyen était plus élevé, comme promettait de le faire à une toute autre échelle le calcoduc vers le Rhin. Cette proposition était aussi associée à une amélioration du système de traitement des eaux usées de l'usine mais qui était jugée plus réaliste que s'il avait fallu traiter les rejets vers le Retjons. Ce faisant, l'Agence entérinait aussi que l'usine ne pouvait pas faire mieux sur le Retjons : « le tournant des années 1990 de l'entreprise a signifié une augmentation de la productivité environnementale, à la marge, mais par contre une augmentation de la quantité de polluants émis. Il fallait un marché de niche, parce que la pâte à papier était trop concurrencée, mais cela veut dire aussi beaucoup plus de pollution. Pour que ça passe, il fallait qu'ils deviennent très bons environnementalement, pour que ce soit acceptable » (Entretien, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2014).

De telles propositions ne furent acceptées par l'usine qu'au prix d'un nouvel ajournement de la prise en charge du problème: « On a fait l'étude en 2008-2009, on a reporté les objectifs de bon état à 2021. Du coup, pour l'instant, l'ambiance est plutôt détendue » (Entretien, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2014). En 2020, l'usine n'a toujours pas engagé les travaux et elle n'a pas été contrainte à le faire.

4.2.2 Le sel de la Moselle

Cette étude de cas s'appuie sur trois types de matériaux collectés : plus d'une centaine de documents d'archives, une trentaine d'entretiens semi-directifs, la littérature grise et la littérature scientifique disponibles. Les archives personnelles des agents en charge du suivi du dossier à l'Agence de l'eau Rhin-Meuse (comptes rendus de réunions, notes internes, études, etc.) depuis les années 1970, les archives départementales de la Meurthe-et-Moselle, les archives de l'association de sauvegarde des vallées et de prévention des pollutions (ASVPP) située à Thierville sur Meurthe, et les archives du Cabinet d'avocats Huglo-Lepage, nous ont permis de suivre les acteurs impliqués et les négociations sur le temps long. Les entretiens constituent à la fois un complément aux archives et un objet autonome pour saisir les relations qu'entretiennent les acteurs et les formes prises par leurs engagements. Ce matériel discursif a fait l'objet d'un travail de triangulation. Les archives personnelles nous permettent d'investiguer les zones amnésies des récits des acteurs interrogés (Marié, 1993). À titre d'exemple, l'action en justice de l'ASVPP à partir des années 1980, pourtant

cruciale dans l'évolution du dossier, n'a jamais été spontanément évoquée par les élus messins, les personnels de l'Agence de l'eau, des services de l'État ou encore des soudières lors des entretiens que nous avons menés. Elle n'est que très marginalement mentionnée dans les archives de l'Agence de l'eau. Nous avons aussi découvert l'existence d'une expertise récente qui aurait fourni une bonne part des données nécessaires à l'ACB, grâce aux archives du cabinet Huglo-Lepage qui en conservait des parties pour étayer la défense de la ville de Metz dans son procès contre les soudières entre 2008 et 2013. Il s'agit de l'expertise menée par le Tribunal administratif de Nancy à la demande de la ville de Metz en 2002 et produite en 2008. Elle portait sur la nature et l'ampleur des préjudices/coûts supportés par la ville de Metz liés aux rejets des soudières. L'Agence de l'eau n'en connaissait pas l'existence et elle a été détruite des archives du tribunal administratif après 5 ans.

La salinité de la Moselle était un enjeu inscrit dans le Sdage pour la période 2010-2015. Les deux soudières situées le long de la Meurthe étaient considérées comme les principaux responsables du niveau élevé de salinité de la Moselle²⁹¹. Restaurer la salinité naturelle de la Moselle (et de la Meurthe même si elle n'était pas explicitement ciblée) s'inscrivait alors dans l'objectif d'atteinte du bon état des masses d'eau souterraines au titre de la mise en œuvre de la DCE, et répondait à des enjeux de production d'eau potable.

Selon la DCE les ions chlorure constituent bien un critère physico-chimique de la qualité biologique des masses d'eau superficielles, mais sans fixer de seuil. En France, le Ministère de l'environnement a renvoyé la fixation de ces seuils à un échelon plus subsidiaire et le Comité de bassin Rhin-Meuse n'a pas voulu définir l'état écologique des cours d'eau en fonction de la concentration en ions chlorure. Pour les masses d'eau souterraines, en revanche, le Ministère de l'environnement a fixé une concentration seuil d'ions chlorure de 250 mg/l pour le bon état physico-chimique, seuil que le CBRM a localement confirmé. Dans la nappe alluviale de la Moselle où des collectivités rurales prélèvent de l'eau brute, les concentrations dépassent occasionnellement ces seuils.

Entre 2010 et 2015, le Comité de bassin et l'Agence de l'eau étudiaient une solution possible aux problèmes posés par les ions chlorure rejetés par les soudières dans la Meurthe et la Moselle qui aurait consisté à construire une canalisation traversant l'Alsace pour aller déverser les rejets dans le Rhin. Ce projet de caloduc fit l'objet d'une ACB en 2015, à laquelle je fus associée.

Dans cette section, je reviens sur des éléments de l'histoire de la gestion des dégâts provoqués par les rejets des soudières le long de la Meurthe depuis la fin du XIX^e siècle, qui expliquent cette ACB et ses enjeux.

²⁹¹ La soudière de Sarralbe ayant fermé en 1983.

4.2.2.1 Désinhiber les rejets dans la Meurthe

À la fin du XIX^e siècle, trois soudières s'implantèrent dans le bassin de la Moselle : sur la Meurthe à Dombasle-sur-Meurthe (1872)²⁹² et à Laneuveville-devant-Nancy (1881)²⁹³ ainsi que sur la Sarre à Sarralbe (1885)²⁹⁴ pour produire du carbonate et du bicarbonate de sodium (Figure 20). C'est la période où s'imposa le procédé mis en place par Solvay, issu d'une famille industrielle belge du sel. Ce procédé produit en abondance un composé inerte salé, le chlorure de calcium, très persistant et caractérisé par sa très grande affinité pour l'eau. Des concentrations en ions chlorure élevées dans l'eau peuvent corroder les réseaux d'eau potable, limiter la production agricole ou encore être néfastes pour la vie aquatique.

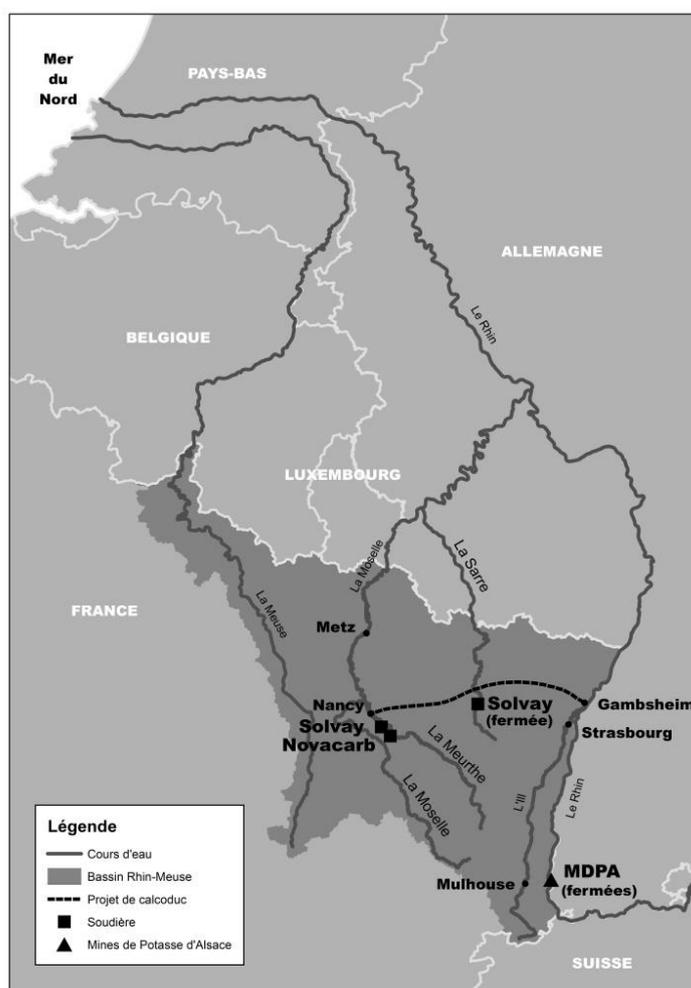


Figure 20 : Le bassin du Rhin et le projet de calcoduc (Source: Fernandez et Rozan, 2020)

²⁹² Propriété de Solvay & Cie.

²⁹³ Plusieurs propriétaires successifs, pour finalement appartenir à une filiale de Rhône Poulenc, Novacarb, qui sera elle-même rachetée par Rhodia.

²⁹⁴ Propriété de Solvay & Cie.

Dès l'implantation des soudières, la ville de Nancy²⁹⁵ renonça définitivement à se servir de l'eau de la Meurthe en mettant en place un système d'adduction d'eau à partir de la Moselle, à l'amont de sa confluence avec la Meurthe. Solvay, qui exploitait la soudière de Sarralbe, la dédommagea en finançant des forages dans la nappe alluviale et un système d'approvisionnement à partir de la Blies (Garcier, 2005). Ce n'est que lorsque les bassins de clarification et de décantation se rompirent accidentellement et provoquèrent des mortalités piscicoles spectaculaires, en 1926 pour la soudière de Dombasle et en 1956 pour la soudière de Laneuveville, que les exploitants indemnisèrent des associations de pêche et rempoissonnèrent la Meurthe. En 1947, les soudières de Meurthe-et-Moselle signèrent aussi une « convention pour l'institution d'un fonds commun », afin d'abonder régulièrement la compensation des dommages accidentels²⁹⁶.

L'accident de 1956 contribua à mettre à l'agenda politique le problème posé par les chlorures dans la Moselle pour l'approvisionnement en eau potable de Metz et de Thionville, alors que la Datar (Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale) voyait une grande métropole en devenir entre les pôles de Nancy, Metz et Thionville (Garcier, 2010). En 1959, alors que l'étiage de la Moselle fut particulièrement marqué, la teneur en chlorure atteint 4 g/l à Metz²⁹⁷. À la fin des années 1950, les ingénieurs des eaux et forêts du Ministère de l'agriculture évaluèrent la capacité à diluer les polluants par un soutien des étiages de la Meurthe et de la Moselle via la construction d'ouvrages de stockage dans la partie amont des bassins versants. Leurs études conclurent que les quantités rejetées demanderaient des capacités de stockage incompatibles avec l'hydrologie des cours d'eau concernés et le foncier disponible (Langenfeld, 1970). L'administration imposa plutôt aux soudières une modulation des rejets en fonction du débit de la Moselle avec des bassins de stockage, cofinancés par l'Agence financière de bassin nouvellement créée, entre 1972 et 1974²⁹⁸. L'Agence financière de bassin Rhin-soutint également la mise en place de systèmes d'approvisionnement alternatifs en eau brute. A partir de 1965, la ville de Metz mit en place un système d'approvisionnement à partir de la rivière du Rupt de Mad, associé à la construction en 1971 d'un barrage-réservoir en amont, le lac de Madine. Dimensionnée pour une production journalière de 90 000 m³ d'eau potable, l'usine de Moulins-les-Metz ne produira jamais plus de 60 000 m³ et plutôt de l'ordre de 45 000 m³ en moyenne. Les investissements représentaient alors cinq fois le coût d'une adduction supplémentaire dans la Moselle. En 1971, la ville de Pont-à-Mousson se tourna quant à elle vers les eaux d'exhaure de l'ancienne mine de fer de Saizerais. Avec la stagnation de la

²⁹⁵ Nancy est située le long de la Meurthe à l'aval des rejets des soudières.

²⁹⁶ Archives de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. Non classées. Période : 1940-2015.

²⁹⁷ Tribunal de Grande Instance de Metz. Jugement du 14 mars 2013, procédure n° I. 88/9. 2013.

²⁹⁸ D'une capacité totale de 3,6 millions de m³, situés après les bassins de décantation et avant le rejet dans la Meurthe.

croissance de la population de Thionville, le recours à des captages fut finalement jugé suffisant, sans avoir à mettre en œuvre des transferts interbassins (Garcier, 2005).

Ainsi, les villes riveraines de la Meurthe, de la Sarre et de la Moselle contournèrent le problème posé par les rejets des soudières pour la production d'eau potable en s'approvisionnant ailleurs. L'État n'émit pas de normes concernant les rejets et imposa seulement aux soudières de créer des bassins pour les décanter et les clarifier, puis les réguler en fonction des débits. Ce n'était qu'en cas d'accident que les soudières financèrent les associations de pêche pour compenser la mortalité piscicole. Ce type de gestion désinhiba (Fressoz, 2012b) les responsables des rejets et normalisa le danger. Il produisit des rivières auxquelles on ne conféra pas, durablement et quel qu'en soit le coût, le statut d'eaux brutes pour la production d'eau potable, pour accompagner le développement industriel. Les rejets pris en charge n'étaient que ceux qui été jugés accidentels et hors du commun.

4.2.2 Gouverner des équilibres transfrontaliers, les ions chlorure du Rhin

À l'échelle du bassin du Rhin, les concentrations élevées en chlorures posaient aussi un problème aux Pays Bas, dans le delta, qui s'intensifia après la seconde guerre mondiale, alors que des projets de reconstruction et de développement industriel se déployaient dans les pays riverains. Plusieurs villes importantes néerlandaises dépendent en effet du Rhin pour leur approvisionnement en eau potable. Le fonctionnement de leurs polders²⁹⁹ nécessite aussi l'arrivée d'eau douce afin de limiter les effets de l'entrée d'eau de mer dans le delta. Dès le milieu des années 1940, la Rijkswaterstaat (Agence nationale néerlandaise d'hydraulique et de travaux publics), les municipalités d'Amsterdam et de Rotterdam, regroupés ensuite au sein du *Rhine Water Works Committee* à partir de 1951, mirent en place un système de suivi régulier de la salinité du Rhin à la frontière germano-néerlandaise pour objectiver l'ampleur du problème. Dès 1948, la délégation néerlandaise mit à l'agenda de la Commission centrale pour la navigation du Rhin, qui associait les pays riverains du fleuve, la question de la salinité. Malgré les réticences des délégations françaises et allemandes, le sujet devint dès 1949 le cœur des activités d'une nouvelle Commission informelle créée à l'initiative de la délégation suisse. Elle fut chargée de caractériser l'hydrologie du Rhin, d'étudier les effets de sa salinité sur l'agriculture, sur la production d'eau potable et la santé publique, d'identifier des mesures techniques pour la réduire, et, enfin, d'évaluer économiquement les dommages et les solutions³⁰⁰.

²⁹⁹ Les polders sont des terres récupérées sur la mer qui doivent être à la fois irriguées et drainées afin de rincer les terres du sel qu'elles contiennent. C'est le lac d'Yssel qui sert de réservoir d'alimentation en eau douce du réseau de canaux des polders. Ce lac est séparé de la mer des Wadden par une digue et l'eau du lac peut se déverser en mer par des écluses à marée basse. Le lac d'Yssel est alimenté par plusieurs sources, dont le Rhin, d'où la nécessité, pour permettre l'irrigation des cultures sous serre de limiter la teneur en chlorure de sodium de l'eau du Rhin.

³⁰⁰ Archives de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. Non classées. Période : 1940-2015.

Entre 1949 et 1960, la Commission compila et analyse les données collectées par les différents pays et en particulier par les acteurs néerlandais qui se sont saisis du problème. La Commission conclut que la concentration en ions chlorure du Rhin à la frontière germano-néerlandaise était passée de 150 mg/l à plus de 300 mg/l entre 1945 et 1960, et que les sources de la charge moyenne annuelle de 265 kg/s mesurée à la frontière néerlandaise en 1960 se répartissaient de la manière suivante :

- 85 kg/s des Mines de potasse d'Alsace, MDPa (France),
- 55 kg/s des industries du sel françaises et allemandes de l'ouest (soudières et salines),
- 45 kg/s des eaux de drainage des mines de charbon de la Ruhr (République fédérale d'Allemagne, RFA),
- 80 kg/s des eaux usées urbaines et de la salinité naturelle (Suisse, France et RFA).

Les gouvernements de la RFA, de la France, du Luxembourg, des Pays-Bas et de la Suisse actèrent ces résultats en signant un accord à Bern en 1963 dans lequel ils s'engageaient à poursuivre leur collaboration en matière de lutte contre la pollution du Rhin, avec la création de la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution (CIPR), un organe d'études et de concertation. La CIPR reprit les travaux de la Commission informelle créée en 1949.

Pour définir la valeur seuil à ne pas dépasser à la frontière germano-néerlandaise, la CIPR s'appuya sur la première norme internationale applicable à l'eau de boisson proposée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) qui conseillait de ne pas dépasser le seuil de 250 mg/l pour le sel. La CIPR s'appuya aussi sur le seuil défini lors de la préparation de la directive approuvée en 1975 relative à la qualité requise des eaux brutes³⁰¹ et qui instaurait une norme conseillée de 200 mg/l. Ces normes sont fondées sur des critères gustatifs mais aussi sanitaires et financiers liés au risque de corrosion des réseaux. La norme sur les eaux brutes (200 mg/l) est plus contraignante que celle qui concerne l'eau potable (250 mg/l) parce que la potabilisation de l'eau n'implique pas de traitement des ions chlorure et augmente même plutôt leur teneur dans l'eau³⁰². La Commission estima aussi que le seuil à ne pas dépasser dans le Rhin pour les cultures des polders était de 300 mg/l. Pour prendre en charge ensemble les enjeux de potabilisation de l'eau et de fonctionnement des polders, elle conclut que le seuil à fixer était de 200 mg/l à la frontière germano-néerlandaise.

Pour définir la solution à privilégier afin de respecter ce seuil, la CIPR estima qu'il était plus facile de gérer un point de rejet quantitativement significatif plutôt qu'une multitude de points de rejets dispersés dans l'espace. Les MDPa devinrent alors le candidat idéal pour porter la charge d'une réduction de la concentration en chlorure du Rhin. La CIPR proposa aux pays riverains d'étudier

³⁰¹ Les eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire dans les Etats membres.

³⁰² Du fait de la chloration de l'eau dans le processus de potabilisation.

différentes alternatives : changement dans les procédés de production des MDPA, utilisation du sel résiduaire comme sel de déneigement, remblayage, transport du sel rejeté par les MDPA par des conduites vers les soudières lorraines qui les utiliseraient en tant que matières premières, ou vers la mer du Nord où il serait déversé, par voie ferrée ou par barges pour un déversement en mer du Nord, mise en terril, injection dans le sous-sol³⁰³.

À l'issue de la conférence interministérielle de la Haye en 1972, les États riverains s'engagèrent à respecter, en toutes circonstances, une teneur limite de 200 mg/l d'ions chlorure à l'entrée du Rhin aux Pays-Bas. Un difficile consensus fut aussi atteint sur un objectif d'abaissement à terme des rejets d'ions chlorure par la France de 60 kg/s grâce à un plan de stockage financé par tous les pays riverains. Comme le stockage n'était pas jugé sans risques (foncier, pollution de la nappe alluviale du Rhin), d'autres solutions furent aussi évaluées. Elles visaient toutes à déplacer une partie des rejets ailleurs : que ce soit vers les soudières lorraines, vers la mer du Nord ou encore dans le sous-sol alsacien et lorrain. Les États évacuèrent les solutions relevant d'une valorisation du sel ou d'un changement des techniques de production des MDPA.³⁰⁴

Ainsi, la CIPR estima qu'il était impossible techniquement ou trop coûteux de réduire la charge en sel dissous dans un rejet liquide, et les MDPA étaient l'une des rares activités à produire des résidus solides. Pour autant, les États ne privilégièrent pas non plus des solutions qui maintiendraient le sel hors de l'eau, et ce pour deux raisons principales. Les États cherchaient à éviter des conflits avec les acteurs du marché du sel. De plus, le sel étant très soluble, les mises en terril de long terme avaient aussi déjà montré par le passé qu'elles pouvaient durablement saliniser la nappe d'Alsace ce qui avait d'ailleurs déjà conduit les MDPA à privilégier des rejets dans le Rhin dans les années 1930. Le gouvernement français mit alors plutôt sur une solution du stockage souterrain des rejets des MDPA dans le sous-sol de la Grande Oolithe en Alsace, solution qui sera reprise dans la convention-cadre signée en 1976 par l'ensemble des pays riverains du Rhin. La convention prévoyait une réduction des rejets sur le territoire français en deux phases et interdisait aussi toute augmentation des rejets des industries supérieurs à 1 kg/s.

Au moment de ces négociations, il y eut plusieurs contentieux impliquant les tribunaux hollandais, français et la Cour d'Appel de la Haye³⁰⁵ (Figure 21).

³⁰³ Archives de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. Non classées. Période : 1940-2015.

³⁰⁴ Archives de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. Non classées. Période : 1940-2015.

³⁰⁵ Archives de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. Non classées. Période : 1940-2015.

Année	Tribunal concerné	Requérant	Objet	Issue
1974	Tribunal d'arrondissement de Rotterdam	L'association Reinwater et la société Handelskwekerij G.- J. Bier (horticulteur)	Demandent la reconnaissance de l'illégalité de l'augmentation de la teneur en sel des eaux du Rhin due au déversement de sels résiduels par les MDPAs, et des indemnités pour les dommages subis.	1975 : le Tribunal se déclare incompétent pour juger l'affaire.
1976	Cour d'Appel de la Haye	L'association Reinwater et la société Handelskwekerij G.- J. Bier (horticulteur)	Appel de la décision de 1975 du Tribunal d'arrondissement de Rotterdam.	1976 : La Cour d'Appel a sursis à statuer jusqu'à ce qu'une interprétation soit donnée aux termes « lieu où le fait dommageable s'est produit » figurant dans la Convention de Bruxelles (article 5 alinéa 3). 1976 (30 novembre) : arrêt de la Cour de Justice des Communautés européennes qui admet que le demandeur choisisse la juridiction qu'il entend saisir.
1978	Tribunal d'arrondissement de Rotterdam	L'association Reinwater et la société Handelskwekerij G.- J. Bier (horticulteur)	1978 : Renouvellent leur demande de jugement au fond.	1983 : le Tribunal de Rotterdam émet son jugement, après des séries d'expertises et de contre-expertises pour qualifier et quantifier les dommages. Il déclare qu'une procédure spéciale devra déterminer le montant et que les MDPAs doivent au moins payer les frais de procédures aux parties néerlandaises.
1981	Tribunal administratif de Strasbourg	Dix acteurs néerlandais	Conteste, par voie d'excès de pouvoir la légalité des autorisations de rejets délivrées par l'Etat aux MDPAs à titre temporaire (1980) ou permanent (1981-1990).	1983 : Le Tribunal annule les arrêtés d'autorisation de rejets, en se basant, notamment, sur le fait que l'administration française avait délivré ces autorisations sans rechercher les effets qu'elles auraient à l'étranger.
1984	Tribunal administratif de Nancy	ASVPP	Demande : <ul style="list-style-type: none"> un sursis à exécution et une annulation des arrêtés de 1983 qui autorisent les rejets des soudières qu'elle juge non conformes à la Convention de Bonn parce qu'ils reviennent à dépasser les limites qu'elle instaure et à augmenter les rejets, et parce qu'ils auraient dû faire l'objet d'études d'impact et d'une enquête publique, une indemnité à l'Etat pour sa responsabilité dans l'insuffisance de la réglementation. 	1984 : Le Tribunal rejette la requête concernant le sursis à exécution des arrêtés, rejet confirmé par le Conseil d'État en 1986. 1989 : Le tribunal rejette la requête concernant les dommages et intérêts mais sursoit à statuer sur l'annulation des arrêtés en demandant un avis au Ministère des affaires étrangères sur l'interprétation de la Convention de Bonn. 1991 : Le Tribunal rejette la demande d'annulation des arrêtés en s'appuyant sur l'avis du Ministre des affaires étrangères qui ne voit pas de contradiction avec la Convention de 1976. 1991 : la Cour d'appel annule le jugement du Tribunal sur l'annulation des arrêtés à la demande de l'ASVPP.
1986	Tribunal administratif de Nancy	ASVPP	Attaque l'Etat pour avoir laissé Rhône Poulenc augmenter la capacité de ses installations de la Madeleine en 1974 sans que cela ne fasse l'objet d'une nouvelle demande d'autorisation.	1990 : le Tribunal donne raison à l'ASVPP. Rhône-Poulenc fait appel, sans succès.
1988	Tribunal administratif de Strasbourg	La ville d'Amsterdam et la société de	Demande de réparation à l'Etat français du préjudice subi du fait des rejets d'effluents salins dans le Rhin par les Mines domaniales de potasse d'Alsace de 1976 à	2000 : le Tribunal retient la responsabilité pour faute de l'État, le condamnant à payer près de 24 millions de francs aux victimes. 2005 : jugement infirmé par la cour administrative d'appel de Nancy.

		production d'eau potable Waterleidingbedrijf Noord Holland (NVPWN)	1987.	2007 : jugement infirmé par le Conseil d'Etat.
1990	Tribunal d'arrondissement de Rotterdam	Ville de Rotterdam	Demande aux MDPa le remboursement des frais de dragage de sédiments dans le port de Rotterdam, sur la période 1961-2002 (300 millions de francs), des dommages dus à la toxicité acquise par les boues d'origine minière lors de leur transport dans les eaux du Rhin, qui empêche leur déversement pur et simple en mer par la ville de Rotterdam et représente des coûts de stockage pour la ville de Rotterdam.	1990 : Les MDPa obtiennent du tribunal de Rotterdam un appel en garantie qui met en cause 10 entreprises chimiques, situées le long du Rhin sur le parcours des boues et qui sont responsables de la pollution progressive des boues. Les entreprises citées sont de nationalité allemande, suisse, française et néerlandaise.
1991	Cours d'appel de Nancy	ASVPP	Demande l'annulation du jugement du Tribunal relatif à l'annulation des arrêtés parce que le caractère contradictoire de la procédure n'a pas été respecté.	1991 : la Cour d'appel donne raison à l'ASVPP 1991-1992 : réouverture du procès et instauration d'un débat contradictoire sur le statut des valeurs seuils. 1992 : le tribunal interprète l'accord international et annule les arrêtés de 1993. Les deux soudières doivent présenter un nouveau dossier de demande d'autorisation de rejets d'effluents chlorés.
1994	Tribunal administratif de Nancy	ASVPP	Plainte pour pollution chronique par les chlorures et pour dépassements des limites des rejets par le passé.	1994 : le Tribunal classe la plainte sans suite en arguant l'imminence de la production de nouveaux arrêtés.
2001-2008	Tribunal administratif de Nancy	Ville de Metz	Demande une expertise pour : <ul style="list-style-type: none"> déterminer la nature exacte de la pollution résultant de rejets de chlorure dans la Meurthe et dans la Moselle et analyser les conséquences de cette pollution sur la qualité des eaux de la Moselle et sur les investissements réalisés par la ville afin de diversifier ses sources d'approvisionnement en eau potable. 	2008 : l'expert mandaté par le Tribunal administratif publie ses conclusions : <ul style="list-style-type: none"> Il reconnaît la conformité des arrêtés de 1995. Il revoit cependant la part entre salinité anthropique et naturelle considérée dans les différents arrêtés et il donne plus de poids à la salinité due aux soudières. Il évalue le coût actualisé des installations construites par la ville de Metz depuis les années 1970, du fait de la teneur en chlorures de la Moselle, environ 50 millions d'euros en valeur actualisée. Il estime que les seuls investissements nécessaires aujourd'hui correspondent à une usine d'osmose inverse pour sécuriser les approvisionnements en cas de pollution du Rupt de Mad.
2008-2013	Tribunal de grande instance de Metz	Ville de Metz	Demande la condamnation des sociétés Solvay et Novacarb au versement d'une somme de 51, 5 millions d'euros, pour obtenir réparation du préjudice subi du fait des rejets de chlorures dans la Moselle.	2013 : le juge rejette la demande de la ville de Metz (prescription).

Figure 21: Principaux recours déposés contre les rejets industriels chargés en ions chlorure dans la Moselle et le Rhin

4.2.2.3 Traductions locales des seuils transfrontaliers

Dans les années 1970, l'État français envisageait de faire peser une partie de la charge de la réduction des rejets définie dans la Convention de 1976 sur les soudières. Les arrêtés préfectoraux émis en mars 1974 autorisant les rejets dans la Meurthe furent les premiers à fixer des seuils quantitatifs, exprimés en kg/s et en mg/l, à la fois individuels et communs aux deux soudières, aux points de rejet dans la Meurthe et à Hauconcourt³⁰⁶. Les arrêtés prévoyaient aussi une réduction des rejets à partir de 1980³⁰⁷. À court terme, ces arrêtés misaient sur la modulation des rejets des soudières en fonction du débit déjà en place pour respecter limites de concentration autorisées à Hauconcourt.

Cependant, dès le mois d'avril 1974, la teneur en chlorure à Hauconcourt dépassa les 1 g/l et atteignit 1.5 g/l en été, contraignant le fonctionnement d'usines à l'aval. Malgré les arrêtés, le niveau élevé de demande en carbonate de sodium conduisit les soudières à accroître leur production, sans que l'administration ne s'y oppose. Lors des étiages sévères de 1976 la modulation ne permit pas non plus de respecter les concentrations seuils à Hauconcourt. En 1977, en réponse à une question écrite du député mosellan JL Masson sur le sujet, le Ministre de l'environnement écrivit ainsi : « *il est vrai cependant que les soudières ont, dans un passé récent, augmenté leur production sans être pourvues des autorisations administratives nécessaires et des instructions ministérielles ont été données pour que dorénavant toute extension fasse l'objet nécessairement d'une demande d'autorisation au titre des installations classées* »³⁰⁸.

Nous avons, dans une publication récente, analysé la trajectoire des études associées aux différentes solutions envisagées par l'État et les industriels impliqués pour gouverner le problème des ions chlorure dans le Rhin et la Meurthe. Nous avons montré comment ces différentes solutions, qu'elles concernent les soudières lorraines ou les MDPA en Alsace, se transforment régulièrement en problèmes et conduisent à un ajournement de la gestion entre les années 1970 et 1990. Dans les années 1980, c'est finalement la fermeture programmée des MDPA qui rendit gouvernable à l'échelle internationale les flux d'ions chlorure émis par la France grâce à un stockage qui pouvait être circonscrit dans le temps, alors que la pression exercée par les Pays Bas se relâchait à la faveur de la mise à l'agenda politique d'autres polluants et enjeux liés à la qualité de l'eau du Rhin, après l'accident spectaculaire de l'usine Sandoz en 1996, au nom d'une logique de coût-efficacité (Fernandez et Rozan, 2020)

³⁰⁶ Flux moyen annuel pour les deux soudières de 31 kg/s et une concentration maximale de leurs rejets à Hauconcourt de 376 mg/l.

³⁰⁷ Flux moyen annuel pour les deux soudières de 22.5 kg/s et une concentration maximale de leurs rejets à Hauconcourt de 281 mg/l.

³⁰⁸ Archives de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. Non classées. Période : 1940-2015.

Nous nous attachons ici plutôt à analyser l'action de la police des ICPE en Lorraine et ses relations à des contentieux lancés par l'ASVPP. Il s'agit en effet de processus importants pour comprendre l'ACB dont a fait l'objet le projet de calcoduc en 2015.

Entre 1979 et 1983, alors que la solution d'injection n'était plus une option, le projet de réduction des rejets des soudières à l'horizon 1980 disparut de l'activité règlementaire. Les arrêtés préfectoraux émis en 1979 repoussèrent d'abord l'échéance d'une réduction des rejets de 1980 à 1983. En 1983, les nouveaux arrêtés préfectoraux ne demandaient plus aucune réduction des rejets à terme : ils reprenaient la limite de flux moyens annuels en vigueur en 1974. En ce qui concerne la concentration moyenne autorisée à Hauconcourt, ces arrêtés offraient même de nouvelles marges de manœuvre puisqu'ils la considéraient comme une valeur guide, exprimée en moyenne annuelle : en cas d'étiage sévère les concentrations seuil autorisées pouvaient dépasser la limite des 400 mg/l³⁰⁹, position partagée par le Ministère de l'environnement. Or, comme l'écrira ensuite le Préfet de Meurthe et Moselle en 1993 : « *un rejet limité en moyenne annuelle ne permet pas de trouver matière à sanction à un instant donné : l'inspection des installations classées ne peut valablement dresser un procès-verbal de constatations d'infraction* »³¹⁰.

En 1984, les deux soudières mirent en place un système de modulation automatique des rejets industriels (Marisor). Elles augmentèrent aussi la capacité de leurs bassins de modulation, ainsi que leur niveau de production. Entre le milieu des années 1980 et le début des années 1990, les rejets dépassaient régulièrement les limites, alors que les soudières lorraines cherchaient encore à augmenter leur production. En 1991, la salinité constatée à Hauconcourt atteint 710 mg/l et elle dépassa les 600 mg/l pendant 21 jours³¹¹.

À partir de 1983, l'administration française estima que la fermeture de la soudière sur la Sarre, les gains de productivités de la saline de Varangéville et une optimisation accrue des rejets des soudières en fonction du débit autorisaient les soudières à maintenir voire augmenter leur production, sans remettre en question les engagements internationaux pris.

Dès 1984, l'ASVPP formula alors une demande au Tribunal administratif de Nancy de sursis à exécution et d'annulation des arrêtés de 1983 qu'elle jugeait non conformes à la Convention de Bonn parce qu'ils revenaient à dépasser les limites qu'elle instaurait et à augmenter les rejets, et qu'ils auraient dû faire l'objet d'études d'impact et d'une enquête publique. Elle demandait une indemnité à l'État pour sa responsabilité dans l'insuffisance de la réglementation. En 1984, le tribunal rejeta la

³⁰⁹ La limite fixée à Hauconcourt dans les arrêtés de 1983 est de 318 mg/l en conditions hydrologiques normales et de 477 mg/l en périodes d'étiages marqués.

³¹⁰ Archives de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. Non classées. Période : 1940-2015.

³¹¹ Archives de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. Non classées. Période : 1940-2015.

requête concernant le sursis à exécution des arrêtés, rejet confirmé par le Conseil d'État en 1986. En 1989, le tribunal rejeta la requête concernant les dommages et intérêts mais revint sur l'annulation des arrêtés en demandant un avis au Ministère des affaires étrangères sur l'interprétation de la Convention de Bonn. En 1986, l'ASVPP attaqua aussi l'État au tribunal administratif pour avoir laissé Rhône Poulenc augmenter la capacité de ses installations de la Madeleine en 1974 sans que cela ne fasse l'objet d'une nouvelle demande d'autorisation, procès qu'elle gagna en 1990. Rhône-Poulenc fit appel, sans succès. L'ASVPP s'appuya entre autres sur des photos aériennes des installations pour administrer la preuve d'une augmentation de l'activité des soudières dans les années 1970 et 1980. Le Ministère de l'environnement estimait quant à lui que le dispositif Marisor était à même d'assurer une stabilité des rejets, même si l'activité de production des soudières augmentait.

En 1991, le tribunal rejeta la demande de l'ASVPP d'annulation des arrêtés en s'appuyant sur l'avis du Ministre des affaires étrangères qui ne voyait pas de contradiction avec la Convention de 1976. L'ASVPP demanda alors à la Cours d'appel administrative de Nancy une annulation du jugement parce que le caractère contradictoire de la procédure n'avait pas été respecté, ce qui lui fut accordé la même année. La réouverture du procès et l'instauration d'un débat contradictoire permit de débattre de l'interprétation du statut de la limite de 400 mg/l fixée par la Convention, entre moyenne annuelle ou valeur limite instantanée. La Cour administrative d'appel de Nancy demanda également un avis au ministère allemand de l'environnement. En 1992, le tribunal estima finalement que l'article des arrêtés permettant d'aller jusqu'à 477 mg/l à Hauconcourt en cas d'étiage sévère devait être annulé et que les deux soudières devaient présenter un nouveau dossier de demande d'autorisation pour leurs rejets. L'arrêt signala ainsi le pouvoir du juge administratif en matière d'interprétation d'accords internationaux, que pouvait aller contre l'interprétation du Ministère des affaires étrangères. Il confirma son contrôle sur le contenu d'arrêtés préfectoraux produits par l'exécutif et sa capacité à prescrire de nouvelles procédures d'autorisation en matière d'installations classées³¹². Les soudières se pourvurent en cassation devant le Conseil d'État, qui réaffirma en 1996 le statut de la concentration à Hauconcourt de 400 mg/l comme valeur limite.

Ce long contentieux et son issue rouvrirent donc la question de l'encadrement administratif de l'activité des soudières. L'ASVPP travailla aussi à la mise à l'agenda (i) d'autres pollutions émises par les soudières jusqu'alors rendues invisibles pas la focalisation sur les chlorures (ammoniac, matières en suspension...), (ii) des effets des pollutions par les chlorures dans la Meurthe, la Moselle et sa nappe d'accompagnement à l'amont d'Hauconcourt, et (iii) et d'un renouvellement des études pour des alternatives de gestion des rejets. Elle réalisa un travail de veille, en demandant très

³¹² Archives personnelles de l'ASVPP. 1990-2000.

régulièrement les données de rejets à l'administration. Elle multiplia les échanges avec des élus européens et les ministères de l'environnement allemand et néerlandais. Des élus parlementaires et sénateurs mosellans posèrent aussi des questions au gouvernement sur sa gestion du problème des chlorures.

À partir de 1991, la préfecture et les directions régionales de l'industrie et de l'environnement (Drire) portèrent une attention accrue à la légalité des arrêtés préfectoraux des soudières. En 1992, les experts sollicités à la demande du Ministre de l'environnement mirent en évidence la nécessité, pour rendre le contrôle et la sanction effectifs, d'autoriser un flux total journalier, tous les jours de l'année, quelle que soit l'hydraulicité, avec des tolérances pour tenir compte des erreurs de tarage, et de réduire les fuites des bassins dans la nappe phréatique. Ils proposèrent aussi d'améliorer le système Marisolor avec la prise en compte de la totalité des rejets, l'amélioration des formules de calcul des débits, un meilleur suivi des courbes de tarage, la création d'une nouvelle station de mesure intermédiaire pour améliorer le temps de réaction, la transmission en temps réels des mesures effectuées à Hauconcourt (Estienne et al., 1992). En 1994, le Tribunal classa sans suite une nouvelle plainte de l'ASVPP pour pollution chronique par les chlorures et pour les dépassements passés des limites des rejets. Le Tribunal justifia cette décision par l'imminence de la production de nouveaux arrêtés. Cet arrêt révèle aussi l'incapacité d'imputer juridiquement des responsabilités individuelles des soudières sur la concentration en chlorures à Hauconcourt et la faiblesse des sanctions prévues par la loi en cas de dépassement des seuils de rejets.

Les nouveaux arrêtés d'autorisation firent alors l'objet d'une enquête publique et d'une consultation des pays riverains, avant d'être adoptés en 1995. L'enjeu pour l'ASVPP était d'abaisser les rejets, en reprenant les seuils définis dans les arrêtés de 1974. Pour les soudières, il s'agissait au contraire de sécuriser leur rente historique. Elles multiplièrent les rapports et brochures destinées à un large public. L'enquête publique conclut en faveur des soudières et les arrêtés figèrent durablement leurs rejets mais sans les réduire³¹³.

Les soudières n'abandonnèrent pas pour autant l'idée d'augmenter leur production, de l'ordre de 30 %, pour rester compétitives face aux producteurs de soude naturelle. Elles estimaient pouvoir utiliser le droit à polluer que la fermeture des MDPA rendrait disponible à sa fermeture programmée en 2004. Cette demande fit l'objet d'une nouvelle enquête publique lancée en 1998 qui ne recueillit que 2 % d'avis favorables. La commission d'enquête releva entre autres que les projets revenaient à augmenter la pollution des cours d'eau concernés, que l'environnement économique des soudières était imprévisible, que la construction de nouveaux bassins en zone inondable modifierait

³¹³ Archives personnelles de l'ASVPP. 1990-2000.

l'écoulement des eaux et représentait un risque...Elle émit un avis défavorable³¹⁴. Le Ministère des affaires étrangères s'opposa à la demande, parce qu'il jugeait qu'elle remettrait en question la Convention de Bonn et la limite de rejets de 38 kg/s dans la Moselle. La CIPR, le gouvernement allemand réagirent aussi négativement au projet d'extension³¹⁵. Les nouvelles demandes des deux soudières ne bénéficiant plus d'aucun soutien, elles furent rejetées par arrêté préfectoral en 1999.

Ainsi, l'action en justice menée par l'ASVPP permit de transformer le droit mou de la Convention internationale signée à Bonn de 1976 en engagement fort et territorialisé, en transformant les seuils qu'elle avait fixés en valeurs limites. L'ASVPP imposa à l'action publique une nouvelle mise en cohérence de ses pratiques, en figeant de manière plus effective les rejets dans la Meurthe et la Moselle.

4.2.2.4 L'ACB et la fin du calcoduc

À la fin des années 1990, les soudières n'abandonnèrent pour autant pas l'idée d'accroître leur production, en déplaçant les rejets directement dans le Rhin. Elles considéraient désormais favorablement l'idée d'un calcoduc, une canalisation pour transporter les rejets des soudières vers le Rhin en traversant l'Alsace. Depuis les années 1960, il s'agissait d'une solution maintes fois considérée et toujours rejetée pour diverses raisons (Fernandez et Rozan, 2020). Le Comité devint une arène importante des négociations et de recherche de nouveaux compromis, offrant alors la possibilité aux porte-paroles de la ville de Metz d'avoir voix au chapitre, alors que les arrêtés préfectoraux et la procédure relative aux ICPE relevaient de la préfecture de Meurthe-et-Moselle. Les relations entre les deux départements étaient très tendues que ce soit sur le TGV (Train à grande vitesse), les autoroutes ou encore le siège d'administrations régionales. Dans un tel contexte, la ville de Metz remit à l'agenda la question des nuisances qu'occasionnait la présence de chlorures dans la Moselle, en mobilisant aussi, de nouveau, l'arène judiciaire.

En 2001, la ville de Metz lança en effet une requête au tribunal administratif pour une expertise qui, d'une part, détermine la nature exacte de la pollution résultant de rejets d'ions chlorure dans la Meurthe et qui, d'autre part, analyse les conséquences de cette pollution sur la qualité des eaux de la Moselle et sur les investissements réalisés par la ville de Metz pour diversifier ses sources d'approvisionnement en eau brute. Ce travail d'expertise dura jusqu'en 2008. Dès 2002, les premières conclusions de l'expert renforcèrent les orientations politiques et administratives prises dans les années 1990, qui conditionnaient le respect des accords internationaux à l'interdiction d'une augmentation des rejets des soudières. L'expert confirma aussi que les soudières pesaient pour plus

³¹⁴ Archives de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. Non classées. Période : 1940-2015.

³¹⁵ Archives de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. Non classées. Période : 1940-2015.

de 80 % dans la teneur en ions chlorure mesurée en moyenne sur la Moselle à Hauconcourt, à la frontière luxembourgeoise. Il évalua à environ 50 millions d'euros le coût actualisé des infrastructures construites par la ville de Metz depuis les années 1970 pour s'approvisionner en eau brute à partir du Rupt-de-Mad, un affluent de la Moselle, grâce à la construction de deux retenues (Madine et d'Arnaville) et de canalisations, du fait de la trop forte concentration en ions chlorure dans la Moselle (Figure 22).

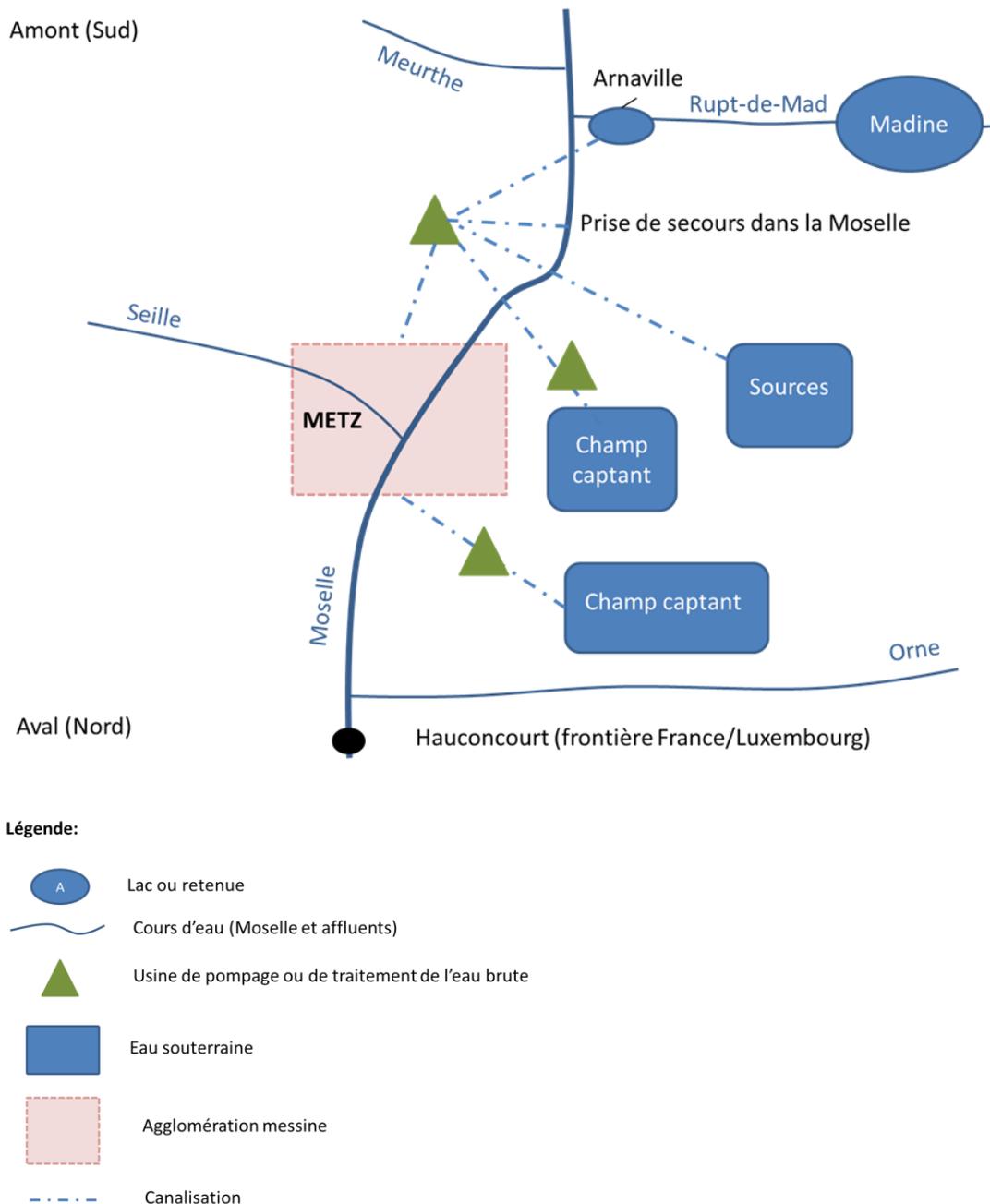


Figure 22 : Schéma du système d'approvisionnement en eau potable de l'agglomération messine (Source : auteur)

L'expert estima aussi que la ville de Metz n'avait plus, au début des années 2000, de besoin structurel de recourir à l'eau de la Moselle pour son approvisionnement en eau potable, ses

installations étant surdimensionnées. Le seul enjeu relevait selon lui d'une diversification des sources d'eau brute en cas de pollution accidentelle du Rupt de Mad, pour sécuriser l'approvisionnement en prélevant ponctuellement de l'eau de la Moselle, grâce à des mesures dérogatoires et en traitant ensuite la salinité de l'eau grâce à une usine d'osmose inverse. En 2008, la ville de Metz saisit ensuite le tribunal de grande instance pour demander la condamnation des sociétés Solvay et Novacarb au versement d'une somme de 51,5 millions d'euros afin d'obtenir réparation du préjudice causé par leurs rejets dans la Meurthe.

C'est alors qu'au début des années 2010, le Comité de bassin Rhin-Meuse chercha à accélérer les négociations pour permettre le financement et la réalisation du calcoduc. Ce projet permettrait aux soudières de poursuivre leurs activités, voire de les augmenter, même si l'issue du procès leur était défavorable. Le Comité de bassin justifiait le projet par sa capacité à reconquérir le bon état des eaux de la Moselle et ainsi atteindre les objectifs fixés localement pour la mise en œuvre de la DCE, en utilisant les droits à polluer par les ions chlorure que la fermeture des Mines de potasse d'Alsace près de Mulhouse le long du Rhin avait libérés (Figure 20). En 2013, c'est la ville de Metz qui perdit le procès. Le juge reconnut l'intérêt à agir de la ville de Metz, mais il qualifia le problème de trouble anormal de voisinage, autrement dit de dommage qui excéderait les inconvénients inhérents au voisinage. Or, le droit considère ce type de dommage comme étant prescrit au-delà de 30 ans après le point de départ de l'action et de 10 ans après son aggravation. Pour le juge, le point de départ de l'action correspondait au moment où la ville de Metz s'était lancée dans la construction d'infrastructures pour s'approvisionner ailleurs, dans les années 1970. Le jugement contribua ainsi à naturaliser les rejets passés et présents des soudières dans la Meurthe et indirectement dans la Moselle. La ville de Metz ayant perdu le procès, la position des acteurs du Comité de bassin vis-à-vis du projet de calcoduc changea. Le projet devint alors irréaliste. Les soudières ne cherchaient plus à augmenter leur production et ne voulaient pas payer pour un tel équipement. En 2015, en toute fin du processus et après un nombre significatif de coûteuses études cofinancées par l'Agence de l'eau, les soudières en lancèrent une dernière sur le risque de corrosion du calcoduc. Cette étude montra que la durée de vie de la canalisation serait de moins de 10 ans et que les seules solutions possibles pour limiter la corrosion reviendraient soit à ajouter à l'eau transportée des substances toxiques, soit à utiliser un matériau trop onéreux. Ce problème était pourtant bien connu depuis plusieurs décennies. La corrosion est en effet l'enjeu qui cadre, qui explique même, les normes de concentration limite en ions chlorure relatives aux eaux brutes et à l'eau potable définies par l'OMS dès les années 1960 et reprises par la Commission européenne. C'est aussi elle qui explique en grande partie la mobilisation des acteurs néerlandais pour la mise en place d'une gestion internationale de la qualité de l'eau du Rhin à partir de la fin des années 1940. C'est elle qui rendit

inopérante la solution d'injection que les soudières promurent dans les années 1970, problème que le Comité de bassin avait d'ailleurs déjà identifié une décennie plus tôt. Le risque de corrosion fut pourtant évacué dès qu'il s'agit d'étudier, de nouveau, le projet de calcoduc dans les années 1990. Il fut absent de toutes les réflexions, avant de revenir sur le devant de la scène en 2015 pour porter l'estocade finale à un projet de calcoduc déjà moribond. De même, la question de l'acceptabilité de la conduite pour les territoires traversés fut invisibilisée tout au long du processus pour n'être découverte qu'en 2015. Depuis 2013, la ville de Metz et le délégataire de son service d'eau, Véolia, ne promeuvent plus le co-financement par l'Agence de l'eau d'une usine d'osmose inverse, au profit d'un système de nanofiltration dont l'efficacité en matière de traitement des ions chlorure reste très incertaine, révélant que les enjeux de sécurisation de l'approvisionnement en eau potable de la ville de Metz ne se limitent pas, ou plus, à la question des ions chlorure. C'est alors que l'Agence de l'eau demanda à son Conseil scientifique la réalisation d'une ACB, à même de justifier l'abandon d'un objectif de reconquête de la salinité de l'eau de la Moselle et de sa nappe alluviale.

Sans calcul formalisé on savait pourtant, déjà, qu'une ACB reviendrait à abandonner le calcoduc. L'ACB se fonde en effet sur un raisonnement marginaliste qui prend pour point de départ la situation présente, et donc après que de nombreux investissements pour un approvisionnement en eau brute, alternatif à la Moselle, ont déjà été réalisés. Elle ne pouvait alors qu'objectiver l'inadéquation entre une solution coûteuse, structurante et porteuse elle-même de risques environnementaux sur les territoires traversés et un problème devenu aujourd'hui marginal, et ce d'autant plus que le système de production d'eau potable messin est surdimensionné. Il n'y a pas, par ailleurs, de porte-paroles des milieux aquatiques qui se seraient, aujourd'hui, frontalement opposés aux rejets des soudières, ou qui auraient pu exiger des études complémentaires sur le milieu aquatique. L'ACB a été un outil de justification formel, une fois la décision prise ou le consensus politique trouvé.

Le jugement en défaveur de la ville de Metz et l'ACB contribuèrent tous les deux à naturaliser les rejets passés et présents des soudières dans la Moselle, tout en empêchant leur augmentation future. Si l'ACB est tournée vers le futur, l'action en justice de la ville de Metz est quant à elle tournée vers la compensation d'un préjudice passé et qui persiste aujourd'hui. L'interprétation que fait le juge de la situation revient cependant à borner le passé sur lequel il considère qu'il est légitime de revenir. Les deux instruments, l'action en justice et l'ACB, ont alors pour effet de rendre les actions passées irréversibles, tout en limitant aussi leur poursuite tendancielle, en délégitimant, désormais, toute augmentation des rejets des soudières au nom de son inefficacité parce que ses bénéfices seraient inférieurs à ses coûts, ou au nom de sa charge contentieuse parce qu'en aggravant le « trouble anormal de voisinage », cela lèverait la prescription.

4.2.3 Conclusion

Les ACB menées dans le bassin du Rhin et de la Midouze visaient toutes les deux, pour des masses d'eau qui n'étaient pas classées en MFEM ou MEA, à évaluer la faisabilité économique de l'atteinte du bon état. L'évaluation n'a pas suscité de vives controverses. Dans le bassin du Rhin, elle fit suite à un conflit qui s'était étendu sur plusieurs décennies, mais qui avait alors déjà pris fin. Dans les années 1980 et 1990, dans les deux cas, ce sont des contentieux lancés par des associations de protection de l'environnement contre les industriels concernés qui permirent de durcir les contraintes administratives sur les rejets. Ces contentieux ne sont jamais mentionnés par les acteurs interrogés, impliqués aujourd'hui dans la gestion intentionnelle et effective de la qualité des rivières en jeu. Ils font l'objet d'une forme d'amnésie institutionnelle, et n'apparaissent qu'à la lecture d'archives personnelles de salariés des deux Agences de l'eau. Les deux ACB se caractérisent aussi par la relative faiblesse des moyens qui leur sont dédiés et qui conduisent ceux qui les produisent à maintenir une partie de l'analyse sous une forme qualitative et à définir de nombreuses conventions de calcul ad-hoc.

L'évaluation économique traverse donc bien aujourd'hui discursivement les logiques de planification locale de la qualité de l'eau. Pour autant, dans la pratique, elle reste un instrument négocié, plutôt secondaire et évanescent qui ne semble pas avoir un statut plus structurant que ce qu'il pouvait avoir avant l'adoption de la DCE pour gérer les pollutions de l'eau. Dans d'autres domaines, tels que celui de la gestion du risque inondation par exemple, l'évaluation économique semble s'être davantage institutionnalisée. Par ailleurs, après avoir structuré les agendas de recherche et polarisé l'action publique dans le domaine de l'eau pendant une vingtaine d'années, la DCE perd aujourd'hui en centralité, au profit d'un renforcement d'enjeux quantitatifs à des échelles plus locales, liés à la mise à l'agenda politique de l'adaptation au changement climatique.

Chapitre 5. La gestion de l'eau à l'épreuve du changement climatique

Dans les années 1970, avec le rapport du Club de Rome et les travaux de modélisation qu'il suscita, la conférence de Stockholm et la montée de mouvements militants environnementalistes et pacifistes, les recherches étasuniennes sur le climat changèrent de paradigme : il ne s'agissait plus tant de manipuler le climat à des fins économiques et militaires (ensemencement de nuages, etc.), que de mieux comprendre les changements dont il faisait l'objet, leurs causes et leurs effets. Dès le début des années 1980 pourtant, l'administration Reagan ignora l'alerte sur les risques que pourrait engendrer une augmentation de la température moyenne du globe et favorisa des expertises qui misaient, déjà, sur l'adaptation, jugée moins coûteuse qu'une transformation des consommations d'énergie, et l'innovation technologique, jugée moins incertaine que le climat (Aykut S. et Dahan, 2014b). Certains de ces experts deviendront ensuite ce que N. Oreskes et E. M. Conway (2010) ont qualifié de « marchands de doute », très médiatisés dans les années 2000. Depuis les années 1980 aux États-Unis, démocrates, républicains, différents ministères ou agences gouvernementales s'opposent sur l'appréciation du risque climatique.

Dès le début des années 1980, à l'échelle internationale, l'OMM investit aussi la question du climat en créant un programme de recherche mondial puis, avec le Pnue, le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) en 1988. C'est le succès du protocole de Montréal (1987) conçu pour lutter contre le trou de la couche d'ozone qui servit de modèle aux agences onusiennes pour structurer les négociations internationales sur le changement climatique (Dahan, 2013b).

Le cadrage du problème climatique dans les négociations internationales et dans l'espace public qui se mit en place à partir de la fin des années 1980 a conféré un rôle primordial aux sciences et à l'expertise (Dahan et Guillemot, 2006). La science du changement climatique organisée autour du Giec a largement contribué à structurer les discussions et les négociations. Le rapport de 1990 prépara le sommet de la Terre de Rio, celui de 1995 l'élaboration du protocole de Kyoto, celui de 2001 le tournant de l'adaptation³¹⁶. Ces rapports ont établi la responsabilité humaine dans le réchauffement global et bénéficient d'une large médiatisation internationale.

La mise à l'agenda politique international de l'adaptation a d'abord été soutenue par les pays du Sud qui demandaient à ce qu'elle soit associée à des transferts financiers et technologiques de la part des

³¹⁶ Les rapports du Giec, publiés tous les 4 ou 5 ans, sont approuvés par les gouvernements lors d'une procédure de relecture complexe.

pays du Nord, pour résoudre de nouveaux problèmes dont ces derniers étaient historiquement responsables. Aujourd'hui, l'adaptation est au cœur des politiques liées au réchauffement global et elle est même associée à la géo-ingénierie, depuis que les modèles ont montré que même avec un arrêt brutal, total et très certainement utopique du recours aux énergies fossiles, le réchauffement et ses impacts persisteraient du fait de l'inertie du système et de la non-linéarité des interactions (Dahan, 2013a).

Pour Aykut et Dahan (2014a), ce furent certes l'alerte mais aussi les tensions pour l'accès au pétrole polarisées au Moyen Orient qui expliquent la volonté, en particulier des États-Unis, de mettre en place des engagements internationaux lors du sommet de la Terre en 1992. Les États-Unis virent alors dans la perspective d'un marché unique du carbone un moyen de mettre en place une transition énergétique pacifique sans nuire à l'économie étasunienne. Dans les années 1990 se mit en place un régime climatique organisé autour d'une conception globale à la fois du problème et de ses solutions, de négociations entre États hétérogènes, nourries par les rapports du Giec. Cependant, la plupart des tentatives pour réorienter la consommation d'énergie vers des sources non carbonées (fiscalité écologique...) firent aussi face à des oppositions qui réussirent à les faire échouer, que ce soit aux États-Unis, au niveau de la Commission européenne, en France ou en Allemagne. Seuls les instruments de marché furent finalement inscrits dans le protocole de Kyoto, protocole qui ne sera jamais ratifié par les États-Unis. L'expérience du marché de carbone européen montre par ailleurs de sérieuses limites, que ce soit en matière d'efficacité environnementale ou en tant qu'instrument redistributif. En parallèle de négociations onusiennes sur le climat particulièrement lentes, difficiles et peu concluantes, de nombreux accords concernant le commerce international furent, eux, adoptés dans les années 1990 et 2000. Ils contribuèrent à une hausse significative du volume des échanges de biens dans le monde, soutenue par un pétrole bon marché, et ils stimulèrent les activités polluantes. Enfin, les cadres internationaux et les circuits financiers de l'APD continuèrent aussi à favoriser l'économie carbonée. Après le 11 septembre 2001, les États-Unis ajournèrent encore plus explicitement la prise en charge des enjeux climatiques. Après la COP (Conférence des parties)³¹⁷ de Copenhague (2009), et malgré la mobilisation massive qui la caractérisa, la construction d'une stratégie globale de répartition des objectifs de réduction (« partage du fardeau ») fut officiellement abandonnée au profit d'engagements volontaires. C'est aussi à ce moment-là que le Giec subit de violentes attaques sur ses méthodes, ce qu'on appela le « *climategate* » (Hulme, 2013). Pour Aykut (2015), au-delà des climato-sceptiques et des intérêts qu'ils représentent, la fragilité du Giec s'expliquerait aussi par le décalage entre la représentation de sa relation au processus politique qu'il

³¹⁷ *Conference of Parties*, aussi appelée Conférence des États signataires.

revendique (*policy-relevant, but not policy prescriptive, science-speaks-truth-to-power*) et ses pratiques, qui sont beaucoup plus complexes et hybrides.

L'échec des négociations à Copenhague en 2009 mit en exergue plusieurs hiatus : entre ce qui devrait être fait et ce qui était fait pour lutter contre le changement climatique, entre les lenteurs du processus et l'accélération d'autres dynamiques économiques, politiques et sociales qui aggravaient la situation du climat, entre un cadrage *top-down*, la volonté de mettre en place une régulation centralisée à l'échelle mondiale et des questions de souveraineté nationale.

Pour Aykut (2015), les années 2010 furent alors ensuite marquées par plusieurs réorientations politiques dans les enceintes de négociations internationales : la promotion des politiques nationales, l'abandon d'un objectif de partage du fardeau au profit de la promotion des opportunités offertes par une décarbonation de l'économie, le renforcement de la place de l'adaptation associée à la demande de prévision des changements climatiques au niveau régional, des appels à réformer le Giec pour le rendre plus réactif aux demandes politiques ou plus réflexif, la promotion d'une science dédiée à ses utilisateurs locaux... Ces réorientations révèlent aussi l'abandon de solutions inscrites dans les canons de l'économie néoclassique pour éliminer les dysfonctionnements du marché mondial grâce à l'instauration de taxes ou d'un marché carbone à l'échelle globale. Il s'agirait désormais de valoriser davantage l'agilité et l'intelligence collective, grâce à des processus qui donneraient plus de voix aux savoirs locaux et à la société civile, et qui, au niveau académique, se traduisent par un regain d'investissement de la part des sciences sociales (Guillemot, 2017; Marquet et Salles, 2014).

Depuis les années 1970, la question du climat a donc fait l'objet d'investissements à la fois politiques et scientifiques significatifs qui en ont fait un problème environnemental global doté d'espaces de discussion et de négociation nourries de modélisations à l'échelle de la planète entière³¹⁸ (Demeritt, 2001; Turnhout, Dewulf et al., 2016). Cela a-t-il modifié ou transformé à la fois la production de savoirs et la gestion de l'eau ? Si oui, comment et avec quels effets ? Dans un premier temps, nous analysons la climatisation des hydrologues et de leurs pratiques de modélisation, en particulier lorsque cette modélisation s'inscrit dans la production de savoirs d'action publique (section 5.1). Dans un deuxième temps, nous étudions comment le changement du climat se traduit dans les instruments de gestion des crises (section 5.2).

³¹⁸ C'est dans les années 1970 que les modélisations du climat et du temps commencent à converger. D'un côté, les modèles opérationnels de prévision, jusqu'alors régionaux puis hémisphériques, deviennent sphériques et capables de reproduire la circulation globale de l'atmosphère. D'un autre, les modèles de circulation générale de l'atmosphère commencent à intégrer des représentations des surfaces qui leur permettent de calculer les températures et de faire des prévisions à long terme. Depuis, les modèles de circulation générale (GCM) sont utilisés à la fois pour prévoir le temps et pour étudier le climat.

5.1 Climatisation de la modélisation hydrologique

Les modélisations et simulations numériques constituent des représentations d'une réalité donnée dont la complexité ne permet pas de se satisfaire d'une météorologie seule. Elles visent aussi à produire des représentations sur lesquelles on peut construire des projections plausibles. Elles ont à la fois une fonction heuristique, dans la mesure où elles sont utilisées pour comprendre un phénomène et prédictive, pour représenter ses évolutions possibles (Barbier, Daniel et al., 2020). Elles s'intègrent en particulier dans de nombreux exercices de prospective au sein desquels elles sont associées à la construction de scénarios (récits). Elles sont toujours marquées par leurs contextes de production : l'heuristique qu'elles déploient encapsule toujours aussi des effets de cadrages politiques et gestionnaires. Une telle heuristique peut viser à susciter l'adhésion de certains acteurs. Elle peut aussi participer d'une stratégie de circulation des résultats de la modélisation au-delà de leur site de production.

5.1.1 Les scénarios de la modélisation hydrologique

Depuis les années 1990, la modélisation hydrologique³¹⁹ a de plus en plus intégré la question du changement du climat (Figure 23, Figure 24, Figure 25), même si elle ne représente encore que 17% des publications en hydrologie en 2018.

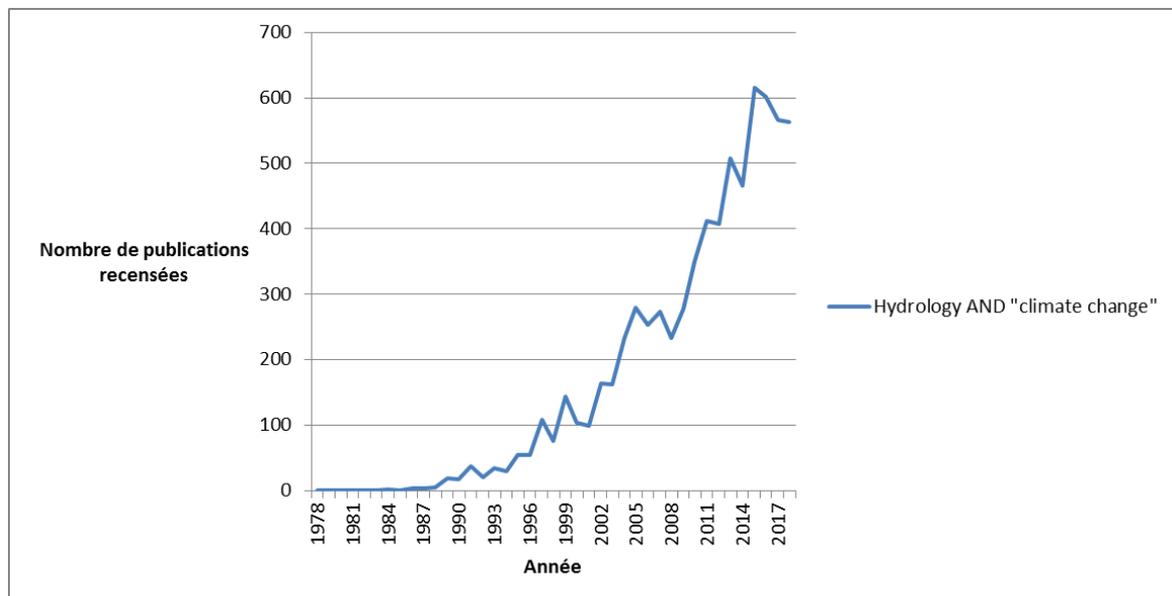


Figure 23 : Évolution du nombre de publications associant les mots-clés « hydrologie » et « changement climatique » (Source des données : Scopus)³²⁰

³¹⁹ Qui fait l'objet de publications dans des revues internationales référencées par la base de données Scopus.

³²⁰ Recherches réalisées sur le titre, le résumé et les mots-clés des publications référencées.

Si certains de ces travaux relèvent de la production de bilans globaux³²¹, la plupart des modèles hydrologiques continuent cependant à être pensés et conçus à des échelles plus locales, celles des bassins versants.

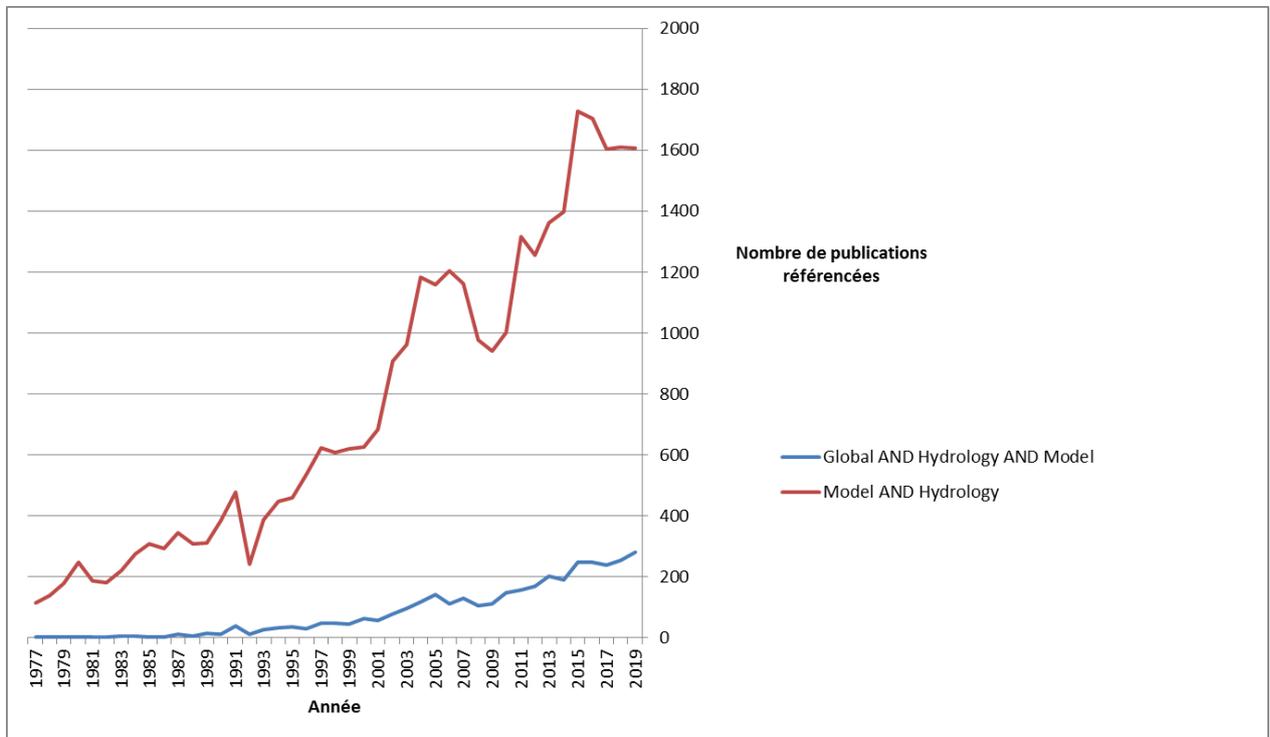


Figure 24 : Évolution du nombre de publications associant les mots-clés (1) « hydrologie » et « modèle » et (2) « hydrologie », « modèle » et « global » (Source des données : Scopus)

³²¹ Tel que le modèle WaterGap, développé par l'Université de Kassel en Allemagne par exemple et utilisé dans les publications du Pnue sur l'état global de l'environnement.

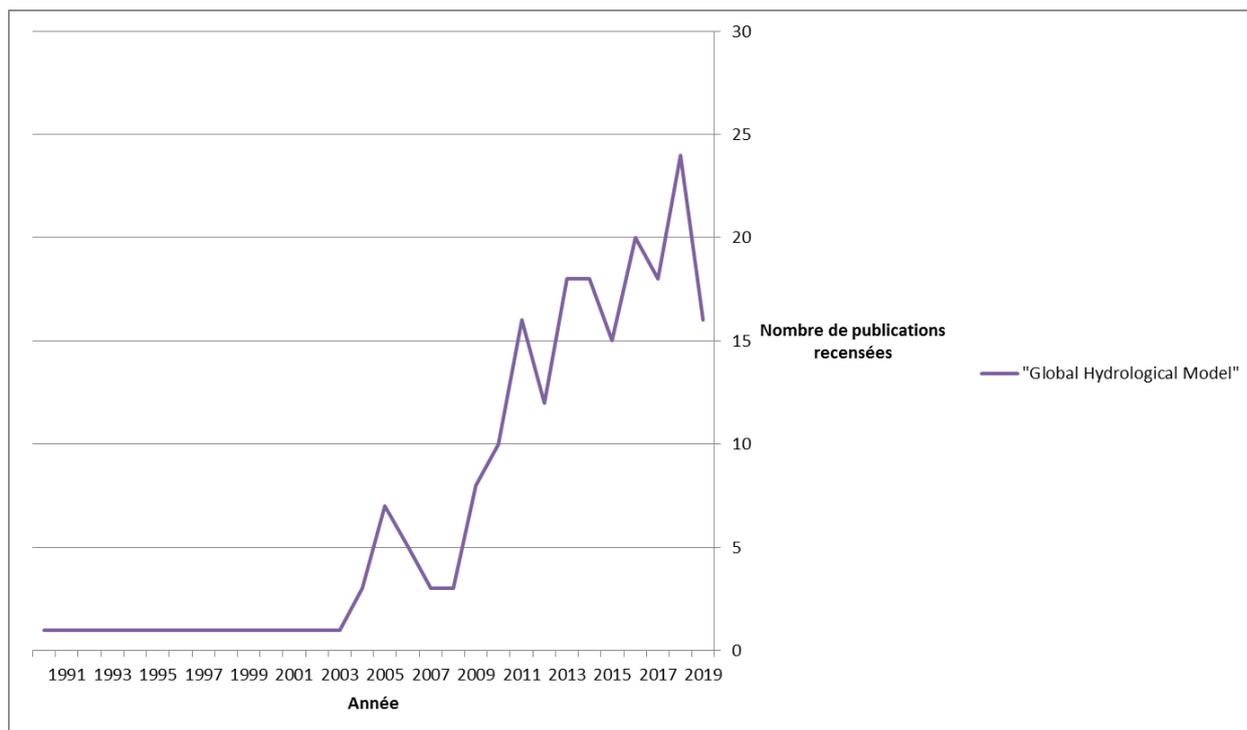


Figure 25 : Évolution du nombre de publications incluant l'expression « global hydrological model » (Source des données : Scopus)

Entre les années 1970 et 1990, les travaux de prospective réalisés à différentes échelles (mondiales, régionales ou locales) sur l'eau s'appuyaient tous sur une hypothèse de stationnarité des régimes hydrologiques. Ce qui variait dans les scénarios futurs, c'étaient les usages de l'eau. L'enjeu résidait alors dans une quantification de la capacité du système hydrologique, considéré comme stationnaire, à satisfaire des usages ou demandes en eau dans le futur.

À partir des années 2000, des scénarios d'évolution du climat (températures, précipitations) furent intégrées dans les modélisations hydrologiques. La représentation dominante devint celle d'un climat global, une force motrice qui impacte une hydrologie encore largement représentée et gérée à des échelles plus locales, et qui exigerait une adaptation, c'est-à-dire une réponse, un ajustement des sociétés pour qu'elles le prennent en compte, fassent avec cette nouvelle extériorité en modifiant leurs relations à l'eau (leurs prélèvements et les pollutions qu'elles induisent). Pour O. Garcia (2006), l'adaptation emprunte à la géographie des risques étasunienne, incarnée en particulier par G. White, qu'elle renouvelle en faisant du climat global une extériorité rendue visible par les centres de calcul du système Terre, un passage obligé pour saisir les vulnérabilités, domestiquer les aléas et déployer des planifications localement. Elle renvoie aussi à une conception de type DPSIR (*Driving forces-Pressures-State-Impacts-Responses*)³²², largement promue par l'OCDE (Organisation de coopération

³²² Forces motrices-Pressions-État-Impacts-Réponses.

et de développement économiques) et l'EEA (*European Environmental Agency*)³²³ et devenue hégémonique dans les travaux de prospective sur l'eau en Europe (Fernandez, Bouleau et al., 2014). Avec une logique déterministe, ces travaux s'appuient sur un partage des tâches entre, d'un côté, la modélisation hydrologique ou hydrogéologique à l'échelle d'un bassin versant ou d'une nappe et, de l'autre, des données d'entrée qui sont différemment extériorisées. Le climat et sa modélisation y apparaissent en tant que force motrice sur laquelle le système ne peut pas agir. Les sciences humaines et sociales sont quant à elles convoquées identifier des pressions sur le système en jeu, sur lesquelles les politiques peuvent agir et pour produire des scénarios. La modélisation hydrologique ou hydrogéologique quantifie alors les effets de ces forces motrices ou pressions pour ensuite définir le type de réponses à apporter sur ces dernières. Pourtant, si le futur est incertain, c'est bien non seulement parce que nous ne savons pas comment un facteur peut évoluer, comment la société se comportera en fonction de ce facteur mais aussi, et peut-être surtout, parce que nous ne savons pas non plus la signification de ce facteur dans le futur pour la société.

C. B. Jensen (2019; 2020) par exemple analyse le manque de prise de la modélisation du Mékong sur l'action publique. La plupart des modélisateurs que Jensen a étudiés concluent leurs articles parus dans des revues académiques par des recommandations pour l'action publique qui se fondent sur le format classique selon lequel « la science parle[rait] au pouvoir ». Le Mékong est inondé de modèles. Pour autant, le pouvoir semble sourd comme un pot et les modélisateurs n'envisagent pas, visiblement, d'apprendre à parler la langue des signes. Le pouvoir ignore en effet systématiquement les menaces sur la biodiversité et la sécurité alimentaire des populations, que font peser l'érosion côtière, la remontée d'eau salée dans le delta ou les discontinuités écologiques et sédimentaires, que révèlent pourtant et de manière concordante, toute une série de modélisations depuis plusieurs décennies, qui simulent les effets de la multiplication des barrages hydroélectriques sur le fleuve. Jensen ne nous donne pas vraiment d'interprétation des relations très ténues entre l'écologie des modèles et l'action publique sur le fleuve. Les modélisateurs du Mékong ne semblent pas innover pour que leurs modèles aient davantage de prises sur l'action publique. Quoi qu'ils en disent, leurs intérêts sont visiblement ailleurs. Pour Jensen, les modèles travaillent les tensions entre une volonté des chercheurs d'universaliser leurs énoncés d'un côté et de les particulariser de l'autre. Si leurs modèles n'ont aujourd'hui que peu de place dans la gestion du fleuve, les modélisateurs voient dans leurs prédictions une promesse d'inscription dans une matérialité future qui, en quelque sorte, leur donnera raison, et c'est ce qui sera à même de bouleverser les politiques. L'histoire nous montre pourtant que la matérialité des problèmes est loin d'induire systématiquement une mise à l'agenda politique. Ainsi, il apparaît que, dans le cas du Mékong, le modèle DPSIR ne rend pas compte de la

³²³ Agence européenne de l'environnement.

gestion passée ou présente du fleuve : la modélisation des effets de forces motrices ou de pressions sur le système n'induit pas de réponses de l'action publique. Dans ses publications, Jensen ne nous livre pas vraiment une analyse des logiques, des ressorts et des acteurs du gouvernement à l'œuvre sur le Mékong. Il s'appuie plutôt sur une ethnographie multi-site et sur la littérature de science-fiction pour produire un scénario du bassin du Mekong à l'horizon 2100, qui donne à voir le potentiel heuristique d'un brouillage des frontières entre expérimentation et fiction pour mieux saisir les contours sociaux et politiques de la situation présente (Jensen C. B., 2018).

Des analyses menées sur des pratiques de modélisation davantage connectées à l'action publique, que ce soit en Europe sur la Garonne (Fernandez, Bouleau et al., 2014) ou aux États-Unis sur le Colorado (Kroepsch, 2018), donnent à voir des formes de co-constructions situées entre représentations de la nature et manières de la gouverner : la représentation de la circulation de l'eau souterraine ou superficielle est associée à des luttes pour la reconnaissance ou l'activation de droits d'eau. Ces situations diffèrent de celle que Jensen a pu analyser sur le Mékong. Pour autant, le modèle DPSIR ne permet pas non plus de rendre compte de la gestion de ces fleuves : la qualification et la quantification de la nature y est indissociable des pressions ou des réponses des groupes sociaux concernés. Qualification, quantification et gestion ne sont pas des phénomènes séquentiels, ils y sont bien consubstantiels.

5.1.2 Modélisation et domestication des risques

La trajectoire de la mise à l'agenda politique et scientifique du changement climatique est caractérisée par une déterritorialisation du climat rendu lisible par sa concentration globale en gaz à effet de serre suivie d'une reterritorialisation avec la mise à l'agenda de l'adaptation, qui régionalise les demandes de services climatiques, demandes qui pluralisent à leurs tour les variables du climat qui comptent. Une telle reterritorialisation produit alors de nouveaux enjeux pour la modélisation : la descente d'échelle, la prise en charge de la pluralité des scénarios pluviométriques que les modèles climatiques produisent, le statut des extrêmes (crues et étiages) ou l'évolution des usages de l'eau. Dans ce processus de reterritorialisation, la modélisation hydrologique est un médiateur dans les négociations à la fois scientifiques et politiques des frontières entre risques et incertitudes.

À l'échelle internationale, et à partir du corpus référencé sur Scopus, la question des incertitudes dans les publications relevant de la modélisation apparaît significative à partir de la fin des années 1990 pour ce qui concerne l'hydraulique (plus de 30 % des publications, Figure 26, Figure 28) et dans une moindre mesure à partir du milieu des années 2000 pour l'hydrologie (plus de 10 % des publications, Figure 27, Figure 29).

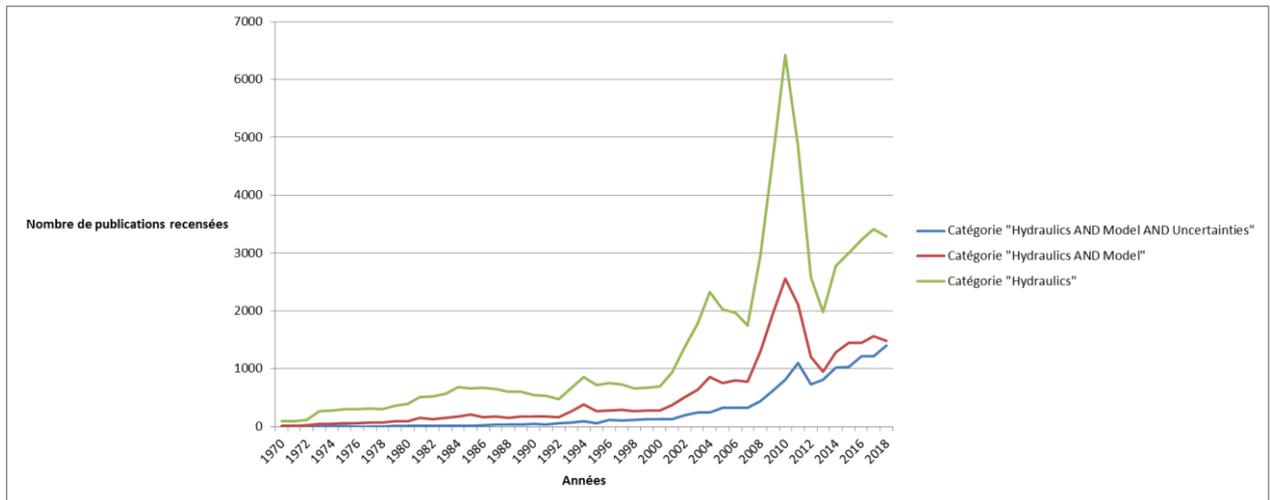


Figure 26 : Évolution du nombre de publications relevant (i) de l'hydraulique, (ii) de l'hydraulique et de la modélisation, et (iii) de l'hydraulique, de la modélisation et des incertitudes (période 1970-2018), (Source des données : Scopus)

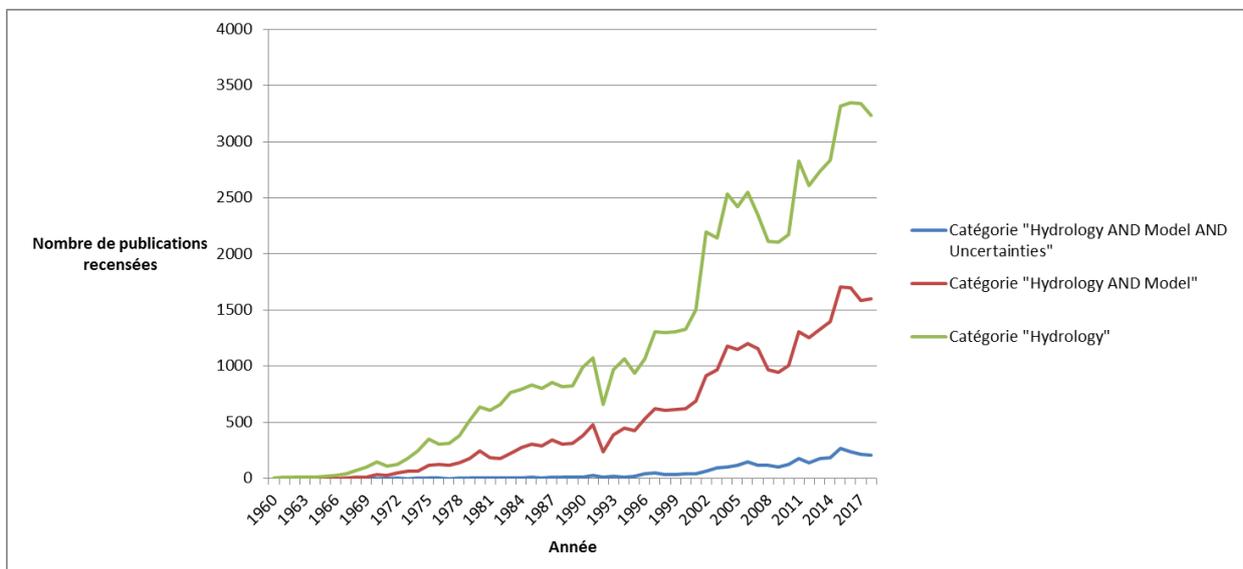


Figure 27 : Évolution du nombre de publications relevant (i) de l'hydrologie, (ii) de l'hydrologie et de la modélisation, et (iii) de l'hydrologie, de la modélisation et des incertitudes (période 1960-2018), (Source des données : Scopus)

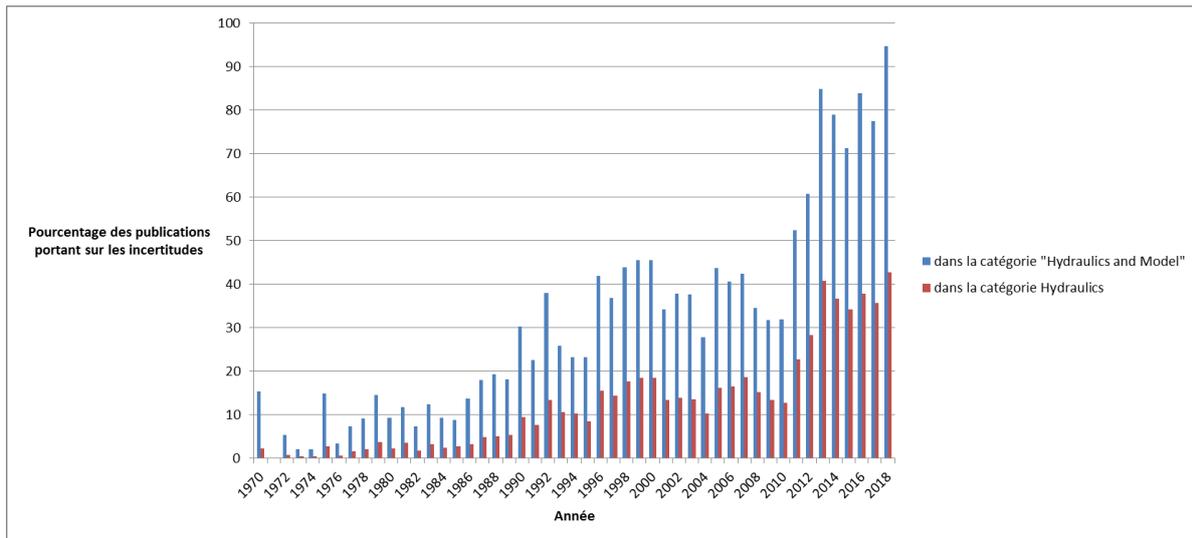


Figure 28 : Évolution de la part des publications sur les incertitudes dans les publications concernant (i) l'hydraulique et la modélisation et (ii) l'hydraulique (Source des données : Scopus)

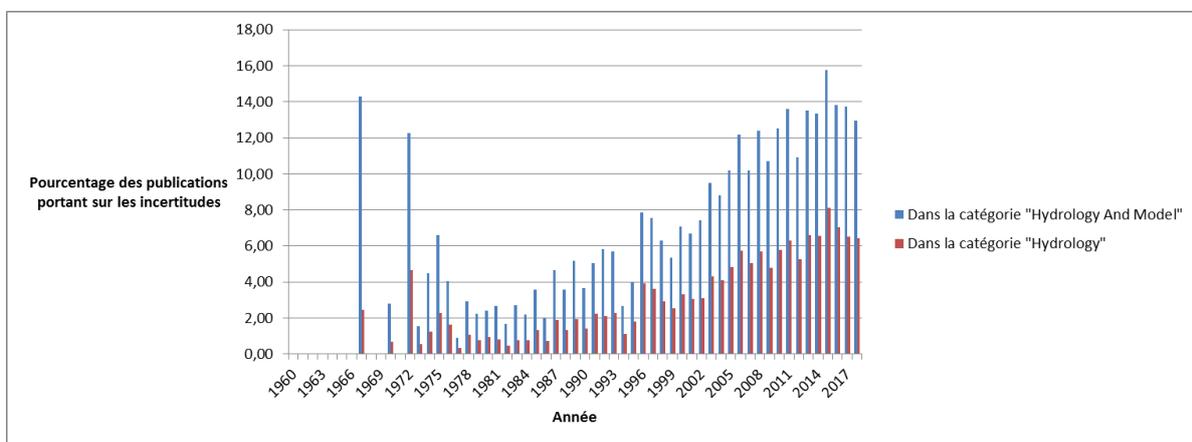


Figure 29 : Évolution de la part des publications sur les incertitudes dans les publications concernant (i) l'hydrologie et la modélisation et (ii) l'hydrologie (Source des données : Scopus)

Risques, incertitudes et complexité sont liés. La complexité produit des incertitudes, incertitudes que les sociétés modernes cherchent à « mettre en risque ». Pour autant, le risque et l'incertitude ne sont pas seulement le produit d'un monde toujours plus complexe : ils sont aussi socialement et politiquement construits (Reghezza-Zitt, 2019). En général, on distingue les notions de risques et d'incertitudes par la capacité à inscrire un événement et ses conséquences dans un espace standardisé de calcul. Si on retient avec U. Beck (1992) que la notion de risque renvoie à la volonté de contrôler certains effets imprévisibles des décisions ou des actions humaines et sociales, on peut aussi, comme le propose M. Reghezza (2015) voir dans l'incertitude radicale pas tant un type d'évènement que ce que la société du risque n'arrive pas à inscrire dans les dispositifs cognitifs ou discursifs qu'elle forge : les incertitudes irréductibles qui relèvent de la décision, de l'action, de la volonté et du pouvoir, de la liberté et de l'indétermination. Dans les travaux des modélisateurs, ce qui est qualifié d'incertitude correspond à ce qui est associé à une promesse de maîtrise : l'incertitude est valorisée dans la mesure où elle est transformable en risque calculable, où elle peut

être apprivoisée. L'incertitude est interprétée comme un risque en devenir. L'incertitude radicale, elle, n'est jamais explicitement discutée. Nous faisons l'hypothèse qu'elle est décelable, en creux, dans certains choix de modélisation opérés et dans des effets de cadrage.

En France, depuis une dizaine d'années, plusieurs travaux ont cherché à quantifier les effets du changement climatique sur les ressources en eau³²⁴. Ces travaux s'appuient sur des modèles climatiques et hydrologiques et sur des données qui n'ont, pour la plupart, pas été produits pour répondre à la question du changement du climat et qui se retrouvent plutôt réinvestis par cet enjeu. Ces travaux font intervenir des modélisateurs qui s'inscrivent depuis longtemps dans une logique de production de savoirs d'action publique et qui travaillent pour MétéoFrance, le Cemagref/Irstea/INRAE ou des Universités. Ces modélisations climatiques et hydrologiques sont schématiquement représentées dans la Figure 30. Cette figure montre (i) ce que les modèles climatiques et hydrologiques représentent par des algorithmes, (ii) les relations entre les modèles, (iii) les données sur lesquelles ils s'appuient et (iv) la manière dont ils conçoivent la construction de la confiance dans leurs résultats, à partir de l'estimation de biais.

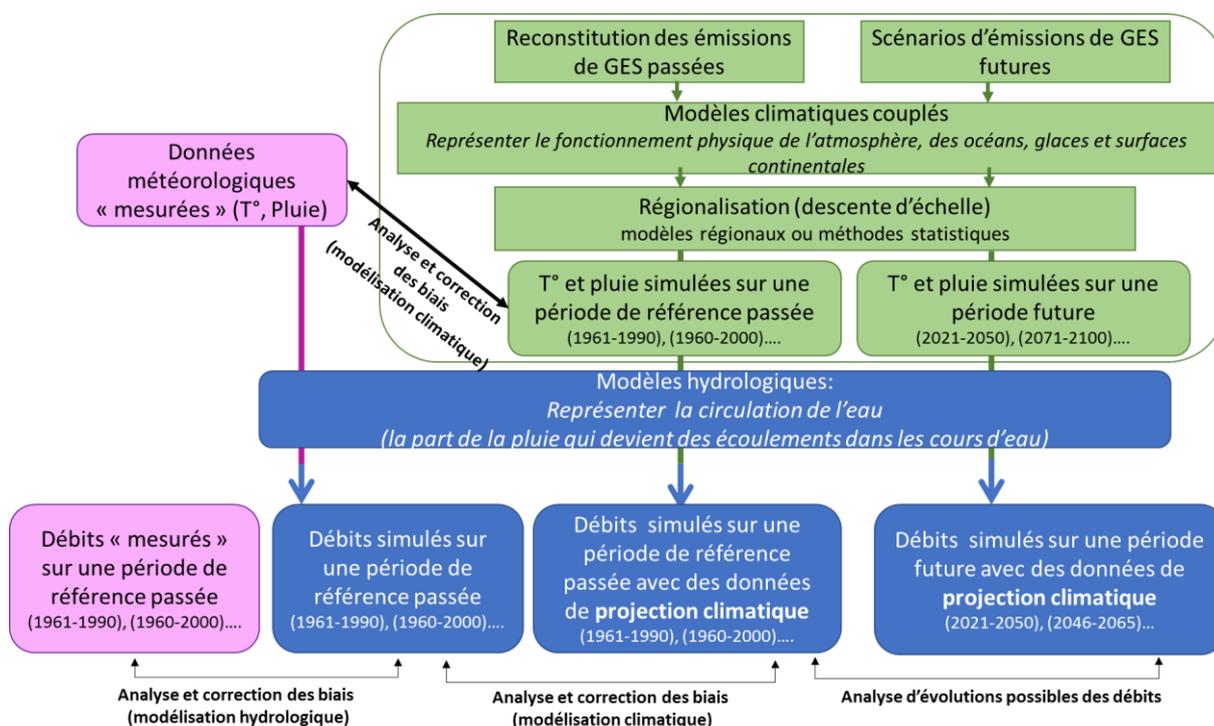


Figure 30 : Schéma des relations entre modélisations climatiques, hydrologiques et données (Source : Auteur).

³²⁴ A l'échelle nationale : projets Explore 2070 et AQUA 2030 et à des échelles plus locales : les bassins de la Garonne et de l'Adour (projets Garonne 2050 et Adour 2050), de la Durance (projet R2D2) ou du Rhin et de la Meuse (projets Mosarh21, Chimere21 et Valeures).

Les modélisateurs interrogés déploient différentes méthodes pour quantifier l'incertitude et la mettre en risque : outils statistiques pour le calage³²⁵, le débiaisage³²⁶ et plus récemment la ré-analyse³²⁷ des modèles et des données, et, dans une bien moindre mesure, des approches multi-modèles (Figure 31), ou encore la prise en compte d'une diversité de scénarios d'émissions.

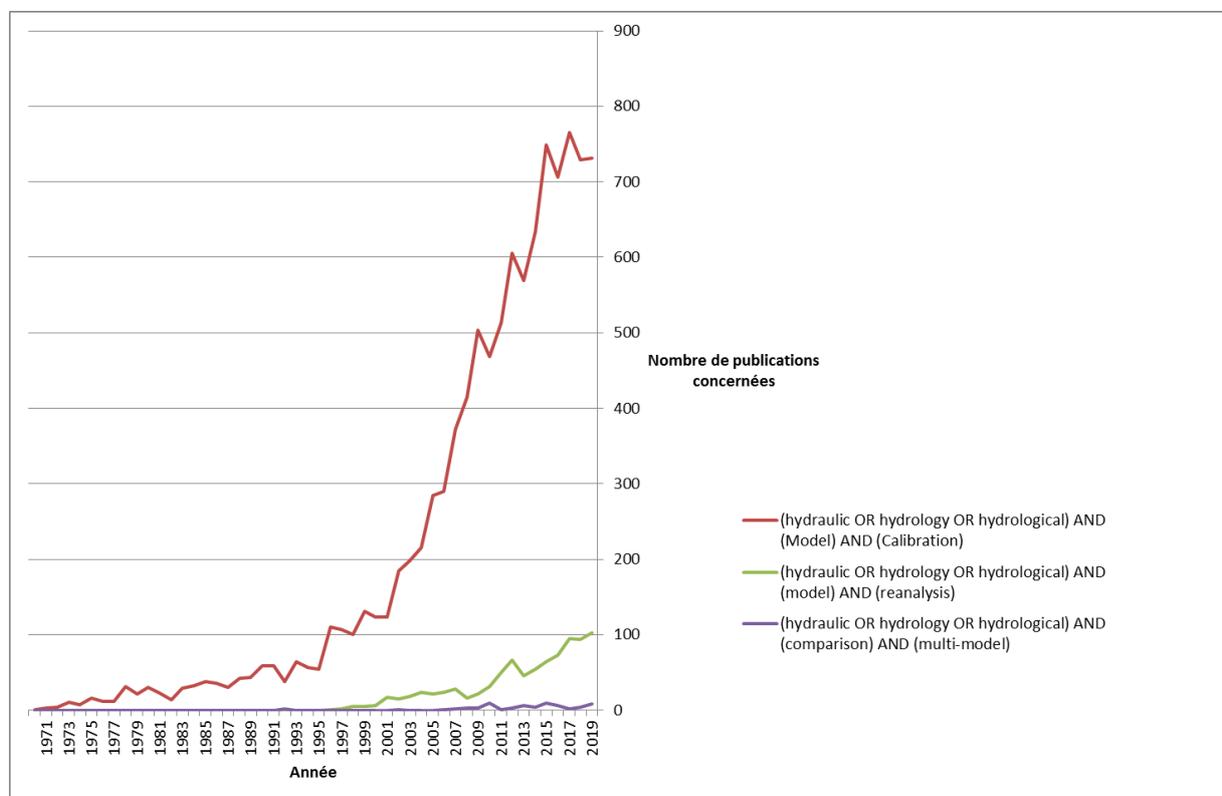


Figure 31 : Évolution du nombre de publications incluant les mots-clés (1) « hydraulique » ou « hydrologie » « modèle » et « calage », (2) « hydraulique » ou « hydrologie » « modèle » et « ré-analyse », (3) « hydraulique » ou « hydrologie » « multi-modèles » et « comparaison » (Source des données : Scopus)

Les modélisateurs estiment les biais entre les résultats de la modélisation d'un côté et les données, ou plutôt les « obtenues »³²⁸, à partir de mesures, de l'autre, pour corriger les premiers grâce à des procédures statistiques de calage, de ré-analyse et de débiaisage. Il s'agit là de procédures qui ont

³²⁵ Le calage intervient dans la construction d'un modèle. Même si le modèle est dit « à base physique », un calage du modèle reste toujours nécessaire. Il s'agit de modifier des paramètres du modèle, de les optimiser, pour que ses résultats se rapprochent d'un jeu de données observées, pour réduire au maximum la différence entre les deux.

³²⁶ Le « débiaisage » correspond à une procédure de traitement statistique de correction des sorties d'un modèle, alors qu'il a déjà été calé. L'enjeu est de chercher à éliminer ou à minimiser les écarts résiduels entre simulations et observations. À la différence du calage, la procédure ne revient donc pas à modifier le modèle lui-même. Le débiaisage agit seulement sur les sorties du modèle. On a plutôt affaire ici à une approche « curative » des erreurs de simulation.

³²⁷ La réanalyse est considérée par les modélisateurs comme un processus itératif entre modélisation et observations. Le processus suppose une évaluation des différences entre les sorties du modèle et les observations pour ne retenir que les données pour lesquelles la différence entre les deux approches reste sous un seuil que le modélisateur définit. Le produit de la réanalyse est donc une combinaison de « données » issues de la modélisation et d'observations.

³²⁸ Voir la section 1.2, chapitre 1.

fait jusqu'ici l'objet des efforts les plus importants de la part des modélisateurs dans les champs de l'hydraulique et de l'hydrologie pour renforcer la confiance qu'ils accordent à leurs résultats. Ce sont les questions qui ont été et qui sont encore les plus valorisées dans les sphères académiques. Elles se sont inscrites dans les pratiques des modélisateurs depuis les années 1970, alors qu'ils élaboraient des mondes hydrauliques ou hydrologiques stationnaires sur le long terme. Ces mondes étaient alors aussi statistiquement aléatoires : les années hydrologiques étaient considérées comme indépendantes les unes des autres. C'était le paradigme qui avait dominé à la fois les analyses théoriques et leurs applications dans la construction d'ouvrages hydrauliques depuis le début du XX^e siècle. Dans les années 1980, des météorologues administrèrent la preuve de l'importance de phénomènes cycliques, tels que *El Niño*, sur l'hydrologie. Les hydrologues et les hydrauliciens modifièrent alors leurs algorithmes pour intégrer des relations entre années hydrologiques consécutives. La mise à l'agenda du changement climatique à partir des années 1990, en remettant en question la stationnarité passée et future de l'hydrologie des cours d'eau, renouvela aussi les méthodes d'évaluation des biais des modèles.

Les pratiques de comparaison des performances entre différents modèles hydrologiques restent encore rares. Pour autant, elles se développent aussi, sous l'influence des pratiques des modélisateurs du climat. Elles caractérisent ainsi certains projets de recherche d'action publique menés à l'échelle nationale (Explore 2070) ou dans des contextes transfrontaliers tels que le Rhin (MOZARH 21). Pour les chercheurs d'Irstea, de MétéoFrance et du BRGM impliqués dans Explore 2070 la comparaison permet de construire une communauté de pratiques qui s'accorde sur les modèles à promouvoir et à combiner pour produire des savoirs recevables par l'action publique à l'échelle nationale et dans ses déclinaisons locales. Dans le cas de MOZARH 21, il s'agissait plutôt de construire une communauté d'action publique sur le Rhin associant les administrations françaises et allemandes pour élaborer un discours commun qui relativise celui des administrations néerlandaises qui, elles, lançaient l'alerte sur l'accroissement des risques d'inondations et d'étiage à l'aval sous l'effet du réchauffement climatique.

D'un côté, les synthèses récentes du Giec reprises localement centrent leur information sur l'augmentation de la fréquence ou de l'intensité des événements extrêmes. De l'autre, la focalisation des modélisations sur les évolutions probables a longtemps contribué à marginaliser les extrêmes et l'éventualité des changements brusques, ce que Shackley et Wynne (1996) ont appelé "*tuning out of extremes*". Les extrêmes sont aussi ce que les modèles hydrologiques ont historiquement et par construction le plus de difficultés à représenter : « dans certains cas, sur le projet FLOW MS, on avait parfois des réponses assez bonnes sur les crues mais qui ne marchaient pas du tout à l'étiage. Sachant qu'à l'étiage, l'un des gros problèmes qu'on a, c'est aussi la qualité de la mesure... c'est

paradoxalement plus difficile d'avoir une bonne mesure de débit lorsqu'il n'y a pas beaucoup d'eau que lorsqu'il y en a beaucoup (...) on est donc obligé en permanence de recalibrer les stations, les collègues travaillent en permanence pour faire des adaptations qui tiennent compte de la surélévation de la hauteur, du fait de la présence d'habitats aquatiques et dès qu'il y a peu d'eau, le moindre caillou fait que le niveau d'eau est influencé. Autant on a pris l'habitude de faire ces corrections depuis une dizaine d'années, autant on ne sait pas comment c'était mesuré dans le passé. On n'est pas sûr qu'il y a eu les mêmes correctifs, le même soin pris par les collègues pour faire les mesures de débit » (Enquête, Dreal Grand-Est, 2018) ; « si on s'intéresse aux crues, l'aspect le plus important est quand même la précipitation, et on sait que c'est très mal représenté par les modèles climatiques » (Enquête, Modélisateur, 2018).

En Rhin-Meuse, dans les années 1960 et 1970, le spectre de la pénurie d'eau avait été associé, en particulier en Lorraine, à de nombreux travaux de quantification et de projection. Le spectre de la pénurie d'eau avait contribué à légitimer l'action de l'Agence de l'eau et de son Comité de bassin nouvellement créés. La réponse apportée, avec le recours massif au génie hydraulique, permit de renouveler la co-dépendance entre développement urbain et industriel, en limitant les contraintes posées à ce dernier (Garcier, 2005; 2010). Les villes, telles que Metz par exemple, allèrent chercher de l'eau brute loin en amont. La désindustrialisation à partir des années 1980 allait ensuite reléguer les enjeux de gestion quantitative au second plan des politiques de l'eau mises en œuvre par l'Agence de l'eau. Ils sont aujourd'hui remis à l'agenda avec le changement climatique, mais sans avoir suscité encore un effort météorologique important. Ainsi, en Rhin-Meuse, les usages de l'eau ne sont pour l'instant pas intégrés à la modélisation : « Pour la plaine d'Alsace et l'Ill, les résultats étaient très incertains. Ils avaient du mal à reproduire l'hydrologie de cours d'eau très anthropisés. Du coup, leur modèle hydrologique n'était pas efficient (...) Alors on a globalement décidé de laisser tomber ces cours d'eau. On n'arrive pas à reconstituer les débits actuels, donc ça ne veut plus rien dire en termes de prévisions » (Enquête, Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2018). C'est aussi le cas de l'évapotranspiration de la végétation et des relations entre occupation des sols et écoulements, malgré l'importance des couverts forestiers dans cette région. Dans les modélisations, il s'agit pour l'instant d'un paramètre circonscrit à un pourcentage. Il n'y a pas vraiment de modélisation des effets du climat sur la végétation, végétation qui peut pourtant se développer plus précocement ou tardivement, qui peut mourir et être remplacée par d'autres espèces par ou sans l'action de l'homme, etc. Il s'agit là d'un enjeu dont ce sont récemment saisis des chercheurs en hydrologie de Strasbourg, en s'appuyant sur un des « bassins versants de recherche » vosgiens, le Strengbach (Aubure, Haut-Rhin) instrumenté depuis 1985 et initialement organisé autour de l'évaluation des effets des pollutions atmosphériques sur les couverts forestiers, en particulier les pluies acides. Ils

proposent maintenant de quantifier l'évapotranspiration des forêts, grâce à des capteurs au niveau des sols et des arbres. Les massifs forestiers vosgiens ont en effet été, ces dernières années, durement affectés par les sécheresses. Ainsi, le changement climatique semble contribuer à réinvestir l'hydrologie des territoires de montagne, que les efforts de métrologie avaient plutôt délaissés au profit des grands fleuves et de la nappe d'Alsace. Il semble aussi qu'il contribue à remettre à l'agenda scientifique les processus à l'œuvre dans les sols, qu'il s'agisse de leur réserve en eau ou de l'activité végétative et de la transpiration qu'elle implique.

La mise à l'agenda scientifique et politique des relations entre changement climatique et ressources en eau révèle des interdépendances entre le climat, exprimé par des variables telles que la température et la pluviométrie, d'abord représenté à l'échelle globale pour ensuite être régionalisé, et des eaux qui restent largement représentées et gouvernées à l'échelle locale. Or le climat comme le milieu aquatique du futur sont aussi largement dépendants de ce que sera la société du futur, les perceptions et les valeurs accordées aux différents éléments de nature, inscrites dans les métriques qui comptent, les systèmes alimentaires, énergétiques ou de transport, ainsi que les modes d'organisations politiques et de gestion qui organiseront ces systèmes et les flux de matière qui les caractérisent... Penser et organiser une recherche à la fois interdisciplinaire et finalisée sur ces questions demanderaient de sortir d'une perspective déterministe destinée à optimiser des règles de gestion. C'est ce qui permettrait d'être plus réflexif sur les continuités et discontinuités spatiales que des savoirs disciplinaires produisent en particulier sur des territoires tels que le massif des Vosges, qui est resté aux marges des investissements métrologiques et de la modélisation hydrologique et hydrogéologique.

5.2 Savoirs climatisés et action publique territorialisée sur l'eau

En France, les années 2000 et 2010 sont caractérisées par un renforcement de la place de l'adaptation dans les politiques publiques environnementales, associée à une demande de prévision des changements climatiques au niveau régional et à la promotion d'une science davantage dédiée à des utilisateurs locaux. Ce sont d'abord des politiques distinguant adaptation et atténuation qui ont été conçues au niveau national pour ensuite être déclinées localement. L'adaptation est devenue une injonction, censée orienter et transformer l'ensemble des politiques sectorielles, tout en étant aussi un « problème mal structuré » (Duran et Thoenig, 1996) où la connaissance même des problèmes à résoudre est en jeu. Que devient-elle localement ? Est-elle appropriée, transformée, inscrite dans des pratiques d'action publique ?

5.2.1 L'atténuation et le nexus eau-énergie

Depuis 2015, l'atténuation en France est cadrée par la loi relative à la « transition énergétique pour la croissance verte » (LTECV). Cette loi est le produit de plus d'une décennie de débats autour de la place du nucléaire dans la politique énergétique française. Dans les années 2000, un groupe d'experts composé d'outsiders des politiques énergétiques françaises promut un scénario « négawatt », qui donnait à voir ce que pourrait être une société française plus sobre dans sa consommation d'énergie, plus efficace dans sa production d'énergie, et avec une production qui privilégierait le recours aux énergies renouvelables. Leurs propositions trouvèrent un écho dans l'espace public alors que, au début des années 2010, la catastrophe de Fukushima, les déboires de la construction du réacteur nucléaire dit de troisième génération à Flamanville et les difficultés financières d'Areva participaient d'un renouvellement de la critique du nucléaire. C'est alors que les tenants de la politique énergétique construite sur le « tout électrique, tout nucléaire » investirent politiquement la catégorie énergies renouvelables, de laquelle le nucléaire est exclu, pour chercher à la remplacer par la décarbonation de l'économie dans les débats sur la transition (Aykut S. et Evrard, 2017). Lors de la campagne électorale de 2012, la notion de transition énergétique s'inscrit à l'agenda gouvernemental. Après l'élection, le gouvernement organisa un débat dont l'objectif était d'aider à définir les contours de la notion de transition et à préciser ses modalités d'application. Dans ce débat, très rapidement, la question du nucléaire devint centrale. À l'issue de ce débat, l'administration reprit la main et privilégia un consensus mou qui lui permit d'agréger des visions contradictoires, en ne tranchant pas sur la question du nucléaire. La loi de 2015 fixa quant à elle des objectifs quantifiés en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de consommation énergétique finale et primaire, de type d'énergie mobilisée (augmentation de la part d'énergie renouvelable, réduction du nucléaire), d'autonomie énergétique des départements d'outre-mer, à deux horizons (2030 et 2050). L'atteinte de ces objectifs dépendait cependant de l'adoption d'un texte réglementaire complémentaire : la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Ce texte, dont la publication fut plusieurs fois repoussée, parut finalement un an plus tard, en juillet 2016. Il n'aborda pas la question de l'évolution du parc nucléaire. Entre-temps, le rapport annuel de la Cour des comptes de février 2016 avait observé que la combinaison des différents objectifs de la LTECV (50 % de nucléaire en 2025, 40 % d'électricité renouvelable en 2030 dans un contexte de stagnation de la demande électrique) signifierait mécaniquement la fermeture d'une vingtaine de réacteurs à cet horizon, sur un total de 58. En 2017, le Plan Climat de N. Hulot proposa, quant à lui, de parvenir à la "neutralité carbone" pour traduire à l'échelon national l'Accord de Paris sur le climat signé en décembre 2015, tout en repoussant aussi l'échéance de fermeture programmée des centrales. En 2019, une nouvelle loi « énergie-climat » fut adoptée. Si, à l'horizon 2050, cette loi renforce bien les

objectifs de réduction des gaz à effet de serre, elle ne le fait pas à plus court terme (horizon 2030) comme le préconisait l'accord de Paris. Si cette loi confirme la fermeture des dernières usines à charbon dès 2022, elle ajourne et réduit aussi les engagements en matière de réduction de la part du nucléaire dans la production d'électricité.

Depuis 2015, des stratégies nationales bas-carbone (SNBC) sont régulièrement produites et actualisées pour organiser la politique d'atténuation du changement climatique en France. La première SNBC (période 2015-2019) fut publiée quelques mois après l'adoption de la LTCEV, à l'issue d'un travail de structuration et d'articulation des objectifs et des mesures avec des enjeux sociétaux dépassant la sphère des politiques énergétiques. La production de ce type de document est considérée comme un cadre d'apprentissage itératif et collectif, dans une logique de gestion adaptative. Elle se fonde sur l'idée selon laquelle les révisions successives dont la SNBC fera l'objet s'appuieront sur des retours d'expériences ou d'expérimentations pour en tirer des enseignements et réorienter les actions. La deuxième SNBC (2020-2024) fait de la préservation de la qualité des sols et de l'eau un des trois enjeux majeurs de son EES (évaluation environnementale stratégique). Les deux SNBC abordent la question de l'eau de trois manières en relation avec les mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre: (i) en tant que levier/moyen direct (ii) en tant que co-bénéficiaire et (iii) en tant qu'enjeu qui pourrait être négativement impacté (Figure 32).

Type de relation avec les mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre	Mesures identifiées
L'eau, un levier/moyen direct	<ul style="list-style-type: none"> • l'eau, un moyen de produire des énergies renouvelables : hydroélectricité, géothermie, récupération de la chaleur fatale³²⁹ issue du traitement des eaux usées, production d'hydrogène par électrolyse de l'eau³³⁰. • réduire les émissions de GES dus au transport ou à la production d'eau (eau potable, eau chaude...) : recours à l'énergie solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire, développement de procédés de traitement des eaux usées moins émetteurs de GES
L'eau, co-bénéficiaire indirect	<ul style="list-style-type: none"> • mesures concernant le secteur agricole : Promotion de l'agro-écologie : amélioration des capacités de rétention de l'eau des sols, moindres pollutions diffuses lessivées. • mesures concernant le secteur forestier : les arbres (forêts, ripisylves) ont un impact positif sur la qualité de l'eau. • mesures concernant les transports, les déchets, etc. considérées comme

³²⁹ Production de chaleur dérivée d'un site de production, qui n'en constitue pas l'objet premier et qui de ce fait n'est pas nécessairement récupérée.

³³⁰ L'électrolyse consiste à faire passer un courant électrique dans l'eau, pour obtenir de l'oxygène ou de l'hydrogène gazeux. Le courant électrique peut être issu des surplus de production des énergies renouvelables tels que l'éolien ou le photovoltaïque. Cet hydrogène peut ensuite être utilisé dans les réseaux de distribution ou de transport de gaz naturel. La 2^e SNBC envisage le recours à l'hydrogène pour le secteur des transports terrestres et maritimes.

	des risques de pollution de l'eau évités.
L'eau, négativement impactée (« point de vigilance »)	<ul style="list-style-type: none"> impacts qualitatifs de la promotion des énergies renouvelables (photovoltaïque, éolien et surtout hydroélectricité) impacts quantitatifs de la promotion d'énergies renouvelables (production de biomasse, hydroélectricité)

Figure 32 : L'eau dans les deux SNBC

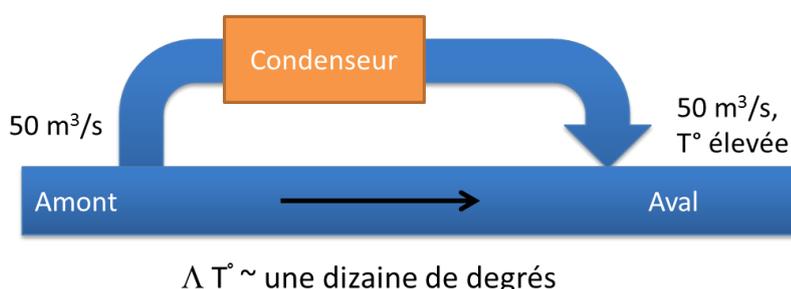
L'impact sur l'eau d'une réduction de la production d'énergie nucléaire n'est pas mentionné. Il s'agit pourtant bien du secteur qui, à l'échelle nationale, prélève le plus d'eau et de loin si on comptabilise les prélèvements des usines à circuit ouvert. Les rejets des centrales génèrent aussi des pollutions thermiques (Figure 33). La fermeture de centrales nucléaires signifierait donc une diminution significative des pressions sur les eaux de surface.

Si depuis les années 2000, l'évidence de l'industrie nucléaire de la France (Hecht Gabrielle, 2004) est de plus en plus contestée lorsqu'on débat de questions énergétiques, elle est encore mise hors champ, dès lors qu'on définit les impacts de choix énergétiques sur l'eau.

Circuit « ouvert »

= refroidissement par l'eau

- Possible que si le débit est élevé (grand fleuve, estuaire)
- Prélèvements très importants (50 m³/s pour 1 GWh)
- Pas de consommation d'eau
- Moins coûteux



Circuit « fermé »

= refroidissement par l'air

- Consommation d'eau
- Prélèvements moindre (3 m³/s pour 1 GWh)
- Rejets: purge régulière nécessaire

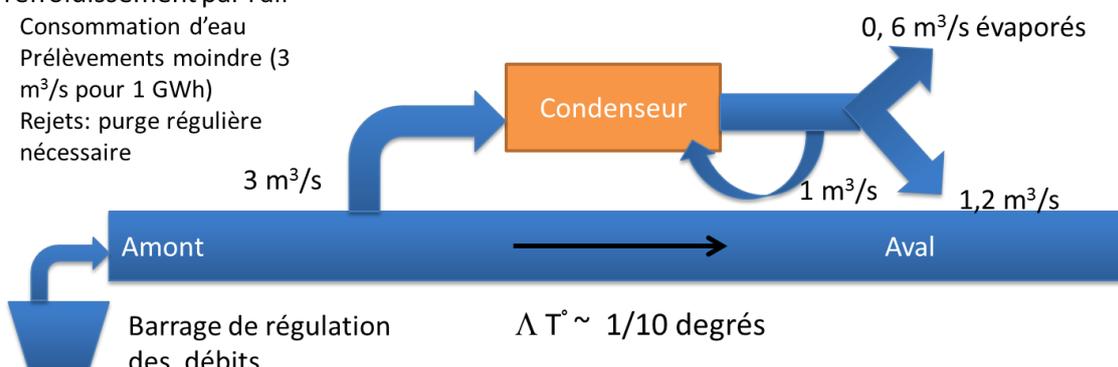


Figure 33 : Représentation des relations eau et usine nucléaire à (i) circuit ouvert et (ii) à circuit fermé (Source : Auteur).

Le statut écologique ambigu de l'hydroélectricité est quant à lui rendu visible dans les deux SNBC. L'hydroélectricité y est en effet valorisée en tant que source d'énergie renouvelable, tout en pointant

la responsabilité des ouvrages (seuils, gestion des barrages-réservoirs : chasses, ...) dans les discontinuités et les pollutions des milieux aquatiques. Les SNBC ne tranchent pas sur l'importance relative des avantages et des inconvénients de l'hydroélectricité : elles laissent ces arbitrages à des niveaux plus subsidiaires. Historiquement, dans le sud-ouest, c'est bien l'hydroélectricité qu'EDF et l'administration ont accepté d'inclure dans les processus et les dispositifs de la gestion concertée de l'eau localement. Le nucléaire est quant à lui toujours resté hors du champ de la gestion territorialisée de l'eau, même s'il a bénéficié d'infrastructures que le Comité de bassin a décidées et que l'Agence de l'eau a contribué à financer³³¹.

5.2.2 S'adapter. Un nouvel impératif politique pour la gestion de l'eau ?

La stratégie française d'adaptation au changement climatique a évolué après trois séries de recommandations en 2006, 2011 et 2018. La première stratégie s'articulait autour de 9 domaines d'action thématiques face aux risques sectoriels. La deuxième, qui donna naissance au premier Plan national d'adaptation au changement climatique (Pnacc -1, 2011-2015), mit l'accent sur les risques climatiques pour plusieurs politiques sectorielles (santé, eau, biodiversité, etc.) et a insisté sur la nécessité de coordonner l'action entre ces politiques. Le Pnacc-2 (2016-2022) s'articule différemment du Pnacc-1 autour de 58 actions prioritaires regroupées en six domaines³³², avec des thèmes émergents sur le renforcement de la résilience des écosystèmes, les solutions fondées sur la nature, la réduction des risques de catastrophes naturelles et la mobilisation d'instruments financiers. Le Pnacc-2 précise aussi comment intégrer les risques climatiques et les objectifs d'adaptation dans les plans locaux de développement durable³³³. Les deux Pnacc insistent sur un besoin de nouveaux savoirs sur les effets locaux du changement climatique pour pouvoir développer des actions d'adaptation dans les territoires. Ils identifient différents enjeux pour l'eau en matière d'adaptation, liés à une augmentation de l'intensité d'évènements extrêmes (sécheresses et inondations), l'apparition de situations plus structurelles de pénurie d'eau, l'augmentation de la température de l'eau, des risques de disparition de zones humides ou d'une érosion de la biodiversité aquatique.

Le Pnacc-1 accorda une place significative aux situations de pénuries, qui seraient aggravées dans le futur, et à leurs impacts sur l'agriculture et la production d'énergie. Le Pnacc-1 fit l'objet d'une

³³¹ Cas du barrage-réservoir de soutien d'étiage de Lunax justifié en partie par la construction de l'usine de Golfech sur la Garonne à la confluence avec le Tarn.

³³² Gouvernance, prévention et résilience, connaissances et information, nature et environnement, économie et action internationale.

³³³ Élaborés dans le cadre du Sradet (schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires) et du PCAET (Plan climat-air-énergie territorial).

évaluation par le CGEDD (Conseil général de l'environnement et du développement durable)³³⁴ en 2015³³⁵. Pour les ressources en eau, le CGEDD³³⁶ releva les avancées dans le domaine du développement des connaissances et mentionna les travaux de modélisation développés à l'échelle nationale et sur différents bassins. Il estima en revanche que les actions opérationnelles relevant d'économies d'eau ou plus largement d'une adaptation des activités qui prélèvent ou consomment le plus d'eau (agriculture et centrales thermiques) à des ressources en eau plus faibles n'étaient pas encore mises en œuvre et que les financements ne constituaient pas un facteur limitant. Pour l'agriculture, les évaluateurs pointèrent entre autres le besoin d'associer les filières pour stimuler les changements de production. Le Pnacc-2 mit alors l'accent sur la nécessité de davantage territorialiser les politiques d'adaptation et d'associer les parties-prenantes localement, ce que le ministère de l'Environnement, qui se pense localement en ensemble, considérait comme un gage d'une mise en place effective de l'adaptation au changement climatique, entre autres dans le domaine de l'eau. Le document proposa en particulier le déploiement de stratégies foncières par l'État pour limiter l'artificialisation des sols (limiter la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers, promouvoir l'infiltration des précipitations) et la nécessité de se fonder sur des solutions basées sur la nature, que ce soit pour répondre à des enjeux de prévention des risques ou de restauration de la biodiversité. En ce qui concerne les ressources en eau, l'agriculture, les sols ou la biodiversité, les préconisations s'inscrivent dans la continuité du Pnacc-1. Les deux Pnacc privilégient le déploiement d'une société sobre en eau. Pour autant, ils jugent aussi possible et légitime la réalisation de projets de développement d'ouvrages de stockage.

La planification décidée par les comités de bassin (Sdage) et mise en œuvre par les Agences de l'eau (programmes d'intervention) s'appuient sur les Pnacc pour climatiser localement la politique de l'eau. Dans ces processus, l'action publique accorde aussi une place importante au développement de connaissances territorialisées qu'elle voit comme un moyen d'obtenir des ordres de grandeur et de maîtriser les incertitudes pour guider les politiques d'adaptation localement. Ainsi, les propositions des Sdage se fondent tous sur des travaux de modélisation réalisés à l'échelle nationale (Explore 2070) ou plus locales. En Rhin-Meuse par exemple, l'ensemble de ces travaux³³⁷ est mobilisé pour y dessiner un futur de l'eau à deux horizons (2021-2050 et 2071-2100), avec des ordres de grandeurs de changements de la température, de la pluviométrie et des débits caractéristiques des

³³⁴ Service d'inspection et de conseil du ministère de l'environnement.

³³⁵ CGEDD, 2015, Évaluation du plan national d'adaptation au changement climatique. Rapport n°010178-01, Novembre, ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, Paris. 203 pages.

³³⁶ Geoffroy Caude (coordonnateur), Patrick Lavarde, Mireille Viora, avec la contribution de Martin Guespereau.

³³⁷ Il s'agit des projets suivants, conduits depuis les années 2010 : MOSARH21 sur les affluents français du Rhin, ANR Vulnar dans la vallée du Rhin et la plaine d'Alsace, AMICE sur le bassin de la Meuse, RheinBlick2050 sur le Rhin et ses principaux affluents de FLOW MS FLOW MS sur le bassin de la Moselle et de la Sarre.

cours d'eau. Pour autant, ce qui est retenu dans ces textes pouvait être directement déduit des analyses du Giec sans passer par une modélisation hydrologique.

L'Agence de l'eau cherche à faire du changement climatique le problème qui affecte le plus significativement le futur de l'eau dans les territoires, tout en étant difficile à appréhender au présent et à s'incarner dans des transitions de la gestion de l'eau. Le changement climatique suscite-t-il des formes d'action publique inédites en matière d'eau ou recycle-t-il plutôt des questions déjà mises à l'agenda politique ? Marquet et Salles (2014) ont montré comment dans le sud-ouest de la France (Adour-Garonne) l'adaptation au changement climatique a constitué un moyen de renégocier des enjeux préexistants autour de la pénurie d'eau. Ils mettent en évidence la tension entre un consensus sur l'importance d'une gouvernance collaborative pour s'adapter au changement climatique à long terme et le refus de céder sur des intérêts sectoriels à court terme.

L'analyse initiée dans le nord-est de la France (Rhin-Meuse) montre à la fois des similitudes et des divergences. Il n'y a pas aujourd'hui en Rhin-Meuse de polarisation de l'action publique autour d'un enjeu dominant comme c'est le cas avec le partage de l'eau en Adour-Garonne. En Rhin-Meuse, on a plutôt affaire à différents enjeux qui se partagent et se disputent l'agenda politique de l'eau défini par le Comité de bassin, sans que l'un domine complètement l'autre. Dans le Sdage 2016-2021 ainsi que dans le 10^e et 11^e programmes de mesures, les enjeux s'articulent autour d'une meilleure gestion des extrêmes hydrologiques (crues, étiages). Les actions promues s'inscrivent à la jonction entre enjeux économiques et écologiques autour de la gestion des inondations. Elles répondent en ce sens aux cadres définis par la Directive inondation de 2007 et la loi Maptam (de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles) de 2014³³⁸, en promouvant des actions en faveur des milieux aquatiques (restauration hydro-morphologique, de la continuité écologique et protection des zones humides) et de l'assainissement (réhabilitation du réseau pluvial) parce qu'ils constituent aussi des moyens de gérer les inondations, à un coût jugé moindre que le « tout endiguement », dans les zones rurales. Ces actions viennent renforcer les orientations du Comité de bassin et de l'Agence déjà prises dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive cadre sur l'eau, tout en permettant de renégocier la question de l'état de référence. C'est le cas par exemple avec le Rhin: si le changement climatique modifie significativement le milieu aquatique, alors l'Agence juge qu'il n'y a plus lieu de viser un retour du saumon grâce à la construction de passes-à-poissons et qu'il y a là une opportunité pour repenser la restauration en ménageant l'espace fluvial pour qu'il continue à être un monde biologique divers mais différent de ce qu'il a pu être.

³³⁸ La loi Maptam octroie entre autres aux Établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propre (EPCI-FP) des responsabilités en matière de gestion des milieux aquatiques et de prévention du risque inondation (Gemapi).

L'adaptation au changement climatique contribue aussi à rendre visible des espaces aux marges à la fois de l'action publique territorialisée de l'eau et des recherches sur l'eau, tels que le massif des Vosges. Dans ce massif, plusieurs communes ont connu des problèmes d'approvisionnement en eau récurrents et intenses depuis 2015. La gestion de la nappe phréatique des grès du Trias inférieur à Vittel fait l'objet de conflits entre Nestlé-Waters et plusieurs associations de protection de l'environnement. L'analyse préliminaire menée auprès d'élus de communes des Hautes-Vosges où l'eau brute a manqué montre qu'ils attribuent une diversité de causes aux problèmes qu'ils rencontrent : non seulement le changement du climat mais aussi l'extension de la forêt, l'évolution des consommations des ménages, ou encore le développement touristique. Ainsi, ils insistent non seulement sur la pluviométrie mais aussi sur l'occupation de l'espace et sur les pratiques des usagers de l'eau pour expliquer les situations de tension pour l'approvisionnement en eau qu'ils rencontrent. Les élus identifient donc des causes au manque d'eau liées non seulement au climat mais aussi à la gestion des espaces, dans un contexte où la pluviométrie et la circulation de l'eau sont peu connues et font l'objet d'un désinvestissement de la part de l'action publique³³⁹. Pour autant, l'adaptation à ces nouvelles contraintes est essentiellement prise en charge par une augmentation ou une rationalisation de la gestion de l'offre en eau brute (interconnexion, nouvelles sources) ou en eau potable (réduction des fuites), déjà inscrites dans les programmes successifs des Agences de l'eau depuis les années 2000. L'action publique locale continue de miser sur la capacité du système à éviter la perturbation (grâce à des camions citernes) et à gérer des crises lorsqu'elles adviennent (restrictions d'usage temporaires). On n'a pas tant affaire à un climatoscepticisme militant de la part des élus qu'à une situation où ce qui prévaut, c'est une volonté de maîtrise du service d'eau, qui s'ajuste à la gestion des espaces et à la pluviométrie. Dans ce cadre, ces élus privilégient des actions de proche en proche: ils misent sur les relations avec les élus des communes voisines pour techniquement mailler les réseaux et contractuellement organiser de nouveaux marchés de l'eau intercommunaux. Ces pratiques de coopération en matière de maillage n'empêchent pas les élus d'être très aussi très réticents face aux projets de coopération et de mutualisation intercommunale plus larges, imposés nationalement par la loi NOTRe (loi portant nouvelle organisation territoriale de la République)³⁴⁰ de 2015.

³³⁹ « Les stations météo sont souvent dans les vallées et non en haut des montagnes parce que c'est difficile d'accès et il pleut plus en altitude que dans la vallée » (enquête, chercheur-modélisateur, 2019) et les sites de mesures tendent à se réduire: « depuis la fermeture du chalet en 1997, il n'existe plus de station météorologique mesurant l'épaisseur de neige sur les crêtes des Hautes-Vosges. La station Météo-France d'Altenberg à 1084 m, où étaient mesurées aussi des données d'enneigement, a fermé en 1985 » (Wahl et al., 2007).

³⁴⁰ Cette loi prévoit le transfert de la compétence des services d'eau potable et d'assainissement aux EPCI-FP.

En ce qui concerne la neige dans les Vosges, des études récentes montrent une baisse de la durée moyenne d'enneigement ces dernières décennies, baisse qui est attribuée au réchauffement climatique. Certains élus adhèrent à une telle représentation de l'évolution de l'enneigement, mais sans nécessairement l'expliquer par un changement du climat et en invoquant aussi la grande variabilité de l'enneigement, une caractéristique climatique historique des Vosges. Cela rend difficilement perceptible ou crédible des changements qui seraient le signe d'une modification plus profonde de la dynamique de l'enneigement. Les acteurs du tourisme en montagne, même lorsqu'ils entérinent le changement du climat, déploient de manière dominante une stratégie de résistance, fondée sur la promesse d'accéder à des techniques de production de neige artificielle toujours plus efficaces.

Avec les « Ateliers des territoires »³⁴¹, qui constituent un exemple d'instrument emblématique d'un État qui se pense désormais localement en ensemblier, l'État cherche à résoudre les difficultés qu'il rencontre, sur certains territoires, à enrôler les élus, grâce à l'ingénierie de projet. Les ateliers récemment menés dans les massifs montagnards français et en particulier dans les Vosges portaient sur leurs évolutions futures à moyen et long terme. L'État cherchait en effet à inscrire dans l'action publique intercommunale la problématique de l'avenir d'économies locales aujourd'hui largement fondées sur le tourisme de neige. Les ateliers n'ont cependant pas réussi à constituer un espace légitime pour aborder ce type de transition. Dans les Vosges, nos travaux ont montré que les ateliers ont pu se tenir parce qu'ils ont évacué la question de l'évolution de l'enneigement pour se centrer sur des sujets plus consensuels, les paysages, qui ont aussi constitué un moyen pour la communauté de communes en cours de création de s'inscrire dans le « paysage » institutionnel local. Dans les Pyrénées, la concurrence acerbe entre les gestionnaires de stations de ski a empêché la tenue des ateliers.

Ainsi, en ce qui concerne la neige, encore plus que la production d'eau potable dans le contexte vosgien, penser des trajectoires alternatives pour les territoires de montagne se heurte frontalement à des intérêts sectoriels antagonistes, particulièrement puissants et structurés, même dans les stations de ski dites de taille moyenne.

Le manque d'eau relève bien de l'expérience tangible pour certaines communes, tout comme la pluie ou la neige qui est tombée (ou pas) les derniers mois. C'est bien moins le cas pour le climat : la variabilité spatio-temporelle et ses effets relève à la fois d'une construction cognitive moins sensible, plus distante, qui donne prise à de multiples interprétations. Cependant, au-delà d'une question d'appréhension et d'expérience, l'analyse montre que la question du climat et de ses effets ne

³⁴¹ <http://www.atelier-territoires.logement.gouv.fr/>

constitue pas encore aujourd'hui une ressource politique pour l'action publique communale ou intercommunale.

Dans les années 2000, de nombreux auteurs considéraient que la publicisation des risques associés aux effets du changement climatique pouvait être à même de stimuler des transformations fondamentales de nos économies et des relations entre les sociétés et leurs environnements. Il s'agissait au fond de démontrer le caractère insoutenable de pratiques *business as usual* qui devenaient une sorte d'oxymore (à la fois tendancielle et impossibles), pour déclencher des changements profonds (Boyd et al., 2009; Brooks et al., 2009; Goklany, 2007; Huq et al., 2004; Klein and Smith, 2003; Klein et al., 2005; Lemos et al., 2007; McGray et al., 2007; Persson and Klein, 2009). Pourtant, la publicisation des menaces que fait peser le changement climatique sur l'eau depuis les années 2010 en Rhin-Meuse n'a pas vraiment mis en crise l'existant, n'a pas levé les frontières entre les secteurs et revient aujourd'hui à privilégier des solutions technologiques qui s'inscrivent dans un scénario plutôt tendanciel. Les analyses menées montrent que la difficulté à sortir de la tendance n'est pas vraiment due à un manque de connaissances ou de sensibilisation de l'action publique ou collective locale. Elle s'explique aussi par des intérêts sectoriels, soutenus eux-aussi par l'action publique, qui ne voient pas aujourd'hui dans des scénarios alternatifs des ressorts stratégiques, et qui ne sont pas non plus vraiment contraints à changer. Elle s'explique enfin peut-être par les temporalités longues qui caractérisent les changements sociotechniques dans le domaine de l'eau, comme les cas que nous avons explorés tout au long de ce volume l'ont montré.

Conclusion et perspectives

Les mécanismes de co-construction des savoirs et de l'action publique explorés dans ce volume révèlent la centralité d'une logique déterministe et mathématisée pour appréhender les problèmes d'eau. Elle a produit des quantifications et des modélisations de plus en plus sophistiquées censées équiper une action publique enjointe à se rationaliser. L'impératif d'intégration et d'optimisation des ressources ne se limitent plus à la GIRE ou « Gestion intégrée des ressources en eau » (Trottier, 2012). Il tend à se généraliser avec la multiplication des nexus à prendre en compte entre l'eau, l'énergie, l'alimentation, le climat et la santé, pour une sécurité globale des sociétés. Pour autant, l'analyse montre des décalages entre une telle conception et ce qui fait vivre des situations de gestion aux prises avec des constructions territoriales aux épaisseurs historiques, sociales et matérielles multiples. La modélisation qui a soutenu les DOE était autant une représentation de l'hydrologie des rivières du sud-ouest de la France qu'un moyen de négocier le partage de l'eau et de mettre en cohérence des temporalités en tension. Les analyses coûts-bénéfices réalisées sur le Retjons et sur la Moselle n'étaient pas tant des instruments de véridiction ou de pilotage de l'action publique, que des espaces de négociation, évanescents et conjoncturels, qui permirent *in fine* un ajournement de la réduction des polluants rejetés dans les cours d'eau. Dans l'estuaire du Guadalquivir aujourd'hui, la production et la circulation de chiffres précis sur les flux et les stocks d'eau soutient une flexibilité discrétionnaire du partage de l'eau entre les irrigants.

En France, l'analyse de l'activité règlementaire des Cle montre qu'elles se sont globalement saisies du nouveau pouvoir que leur a conféré la loi sur l'eau de 2006, les sortant d'une stricte logique de concertation locale (Lizard et al., 2019; 2020). Elle illustre l'extension de la polycentralité de la production de la norme juridique vers le niveau local alors qu'elle a jusqu'ici plutôt été considérée dans la littérature vers le niveau européen. Une fois adopté, le sort du règlement repose cependant aussi largement sur son emparement au-delà du cercle des acteurs qui l'ont élaboré, car « ce qui manque ce ne sont pas les règles, c'est la capacité à les faire appliquer » (Entretien, membre de Cle, 2017).

On observe donc des formes de relocalisation de la gestion de l'eau, même si les acteurs convoqués sont aussi très souvent connectés à des pouvoirs régionaux, nationaux ou européens. Ces relocalisations s'accompagnent de l'essor d'un gouvernement à distance de l'État français, qui se vit désormais localement le plus souvent en ensemblier. Un tel style de gouvernement se matérialise dans une succession de procédures dont l'objectif explicite est de susciter une coordination et des accords locaux, qui, d'ailleurs, contournent très régulièrement les Sage : les contrats de rivière, les

organismes uniques et les volumes prélevables, les PGE, les PGRE (plans de gestion de la ressource en eau). et maintenant les PTGE.

Les efforts pour réguler les usages de l'eau les plus visibles relèvent de la conception et de la promotion de nouveaux instruments jugés à même de réorienter des dynamiques sociales et sortir de l'impasse. Ces processus ne semblent pas se fonder sur un retour d'expérience, sur une analyse de l'existant, de ce que sont devenus les instruments qui les ont précédés ou de leurs conditions d'effectivité. Les PTGE en constituent un bon exemple. A-t-on alors toujours affaire à une action publique ou s'est-elle transformée en « dire public » ou encore en promesse d'action publique ? Que nous dit une telle inflation d'innovations institutionnelles ? On peut opter pour suivre ces innovations permanentes, et les empilements de mesures mal coordonnées qui caractérisent les politiques environnementales (Lascoumes, 2018). On peut aussi décider d'analyser, sur la durée, les trajectoires territoriales différenciées d'instruments plus stables de l'activité réglementaire de l'administration que sont par exemple les arrêtés préfectoraux. L'analyse que nous menons actuellement avec Rémi Barbier sur la production d'arrêtés-sécheresse dans les différents départements du Grand-Est s'inscrit plutôt dans cette deuxième logique. Cette production illustre un cas où l'administration à l'échelle régionale et départementale se saisit d'une nouvelle question, impliquant alors des apprentissages et une acculturation à la sécheresse, la production de nouvelles pratiques, de nouvelles formes d'organisation et de circulation d'informations. Notre étude montre la diversité des logiques à l'œuvre dans le processus d'écriture et dans la mobilisation de savoirs qui l'informent, qu'il s'agisse de débits caractéristiques des cours d'eau ou de besoins en eau des cultures. Elle donne à voir des tensions sans cesse réactualisées entre des logiques d'harmonisation et d'homogénéisation consubstantielles de l'agir administratif et des pratiques qui favorisent l'entropie en prenant en compte des situations hydro-territoriales spécifiques. Elle montre aussi les efforts sans cesse renouvelés de l'administration pour mettre à distance les différences matérielles liées à la circulation de l'eau ou à la pluviométrie, au nom d'une égalité de traitement de la population du territoire qu'elle cherche à gouverner. Pour autant, dans la mesure où les ICPE bénéficient d'une régulation administrative propre, il y a bien une dualité de traitement entre les usagers de l'eau. Les arrêtés sécheresse peuvent alors apparaître comme l'espace de l'action réglementaire que la police des ICPE veut bien laisser vacant. Enfin, un peu comme le disait René Magritte pour différencier la matérialité de la pipe et sa représentation picturale, « ceci n'est pas un arrêté ». En effet, l'analyse des processus d'écriture d'un arrêté et de sa mise en œuvre donnent à voir la diversité des rôles conférés à un tel texte, bien au-delà de la stricte régulation des usages de l'eau.

Revenons sur les grandes hypothèses qui structurent ce volume. Nous avons montré que les processus politiques et leurs réalisations matérielles rendent lisibles certaines dimensions de l'eau (son abondance, sa rareté ou sa teneur en sels), et qu'ils produisent aussi, d'un même mouvement, des formes d'ignorance (sur la circulation de l'eau en montagne ou dans les pays semi-arides, sur les relations entre eaux et nucléaire)... Ce faisant, les savoirs interviennent aussi dans la construction de possibles politiques. Ainsi, le suivi des hauteurs d'eau et la modélisation des débits ont permis à l'Agence de l'eau Adour-Garonne de faire des rivières un objet de gestion en tant que tel et selon des logiques différentes de celles des ministères de l'Agriculture ou de l'Industrie. Le changement climatique devient aujourd'hui un moyen de renégocier l'état de référence des cours d'eau incarné par les DOE en Adour-Garonne ou par la présence de saumons dans le Rhin. Pour autant, le plus souvent, ces savoirs travaillent de manière significative les accès à l'eau et les rentes associées lorsqu'ils sont aussi connectés à des actions d'associations qui imposent de nouvelles manières de faire à l'action publique³⁴².

Nous proposons maintenant de poursuivre l'étude des savoirs d'action publique et la manière dont ils contribuent aux recompositions contemporaines de la gestion de l'eau, autour de trois grands objets :

- les communautés épistémiques et de pratiques de modélisateurs (hydraulique, hydrologique, hydrogéologique ou hydrobiologique) qui produisent des savoirs d'action publique, en analysant en particulier le rôle des bureaux d'étude.
- La territorialisation du changement climatique et ses effets sur les instruments de gestion des crises, en étudiant en particulier la production d'arrêtés sécheresse par les administrations déconcentrées départementales et régionales.
- L'écologisation de la gestion des risques liés à l'eau avec les « solutions fondées sur la nature », dans le contexte de transfert de compétences à des groupements de communes, en collaboration avec Joana Guerrin (science politique, UMR GESTE).

³⁴² Actions d'associations qui empêchent la réalisation d'infrastructures hydrauliques, comme cela été le cas à Charlas, Sivens ou encore plus récemment à Vittel, ou qui, par des actions en justice, poussent l'État à exercer son pouvoir de police administrative et à ne plus passer outre (cas de l'ASVPP pour les rejets des soudières dans la Meurthe).

Annexe : proposition de définitions pour cadrer la problématique du manque d'eau

Notion	Définition proposée
Pénurie d'eau	La pénurie d'eau est le produit de déterminants biophysiques (sécheresses...) et de constructions sociales et politiques. La définition du manque d'eau s'opère toujours par rapport à des usages de l'eau existants ou projetés, c'est-à-dire en fonction d'enjeux que des collectifs cherchent à stimuler, maintenir ou développer. Dire cela suppose que (i) la pénurie ou le manque d'eau ne signifie pas nécessairement « absence » d'eau, (ii) les usages existants ou projetés ne se réduisent ni à des « besoins » absolus et essentialisés, ni à des « demandes » qui se réduiraient à une dimension économique ou financière.
Sécheresse	La sécheresse est une notion climatique et qui renvoie à un phénomène biophysique exceptionnel par rapport à une « normale », définie statistiquement. Les sciences qui analysent les sécheresses opèrent ensuite des distinctions : sécheresses météorologiques, hydrologiques ou édaphiques, qui sont aussi reliées entre elles selon des processus biophysiques. Elles diffèrent selon ce qui est mesuré et ce qui évalué comme étant affecté, comme revêtant un caractère exceptionnel : la pluie pour la sécheresse météorologique, les débits pour la sécheresse hydrologique ou la végétation pour la sécheresse édaphique.
Étiage	L'étiage est une notion hydrologique : l'étiage est un identifiant du régime du cours d'eau, qui ne caractérise donc pas un événement exceptionnel, et qui est aussi défini statistiquement. Il correspond aux basses eaux de la rivière. Les causes ainsi que la dynamique spatiale et temporelle d'un étiage sont complexes à saisir. Elles demandent de comprendre les relations entre les nappes et la rivière, les relations entre l'eau de la rivière et l'occupation des sols... Il s'agit aussi d'être capable de se représenter ce qu'ont été les actions humaines qui ont pu influencer cet étiage : les prélèvements, le stockage nival de haute-montagne pour l'hydroélectricité, les rejets urbains ou industriels qui peuvent renvoyer de l'eau venant d'autres bassins, mais aussi les modifications du lit. La représentation de l'étiage est donc largement cadré par une série de « conventions » retenues par les hydrologues pour le calcul. Lorsqu'on parle « d'étiage exceptionnel », la notion rejoint alors celle de « sécheresse hydrologique ».
Aridité	Selon Diane Davis, les terres "arides" représentent de 40 à 45 % des terres de la planète et hébergent près de 38% de la population mondiale. Elles sont situées en Afrique, en Asie, en Australie, dans l'ouest étasunien, au Mexique, et sur la côte ouest de l'Amérique latine. La plupart des climatologues et des géographes définit l'aridité par des situations où l'évaporation est supérieure à la pluviométrie. L'aridité a cependant surtout été associée à des processus de politisation et de dramatisation au service de projets politiques d'expansion impérialiste, qu'elle soit européenne, étasunienne ou soviétique. L'aridité, assimilée à l'absence généralisée de végétation a produit des cadres de pensée et d'action. L'adjectif « aride » est d'ailleurs, dans le langage courant, souvent utilisé comme synonyme de « stérile » ou « dépourvu d'attrait ». Pourtant, les sciences écologiques montrent bien que les terres dites « arides » se caractérisent d'abord par une grande diversité biologique.

Liste des sigles et acronymes

ACB : Analyse coût-bénéfice (ou analyse coût-avantage)

ACE : Analyse coût-efficacité

ACV : Analyse de cycle de vie

ADN : Acide désoxyribonucléique

APD : Aide publique au développement

ARN : Acide ribonucléique

ASVPP : Association de sauvegarde des vallées et de prévention des pollutions

BINGO ou Big NGO: *Big Non-Governmental Organizations*

CACG : Compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne

CGEDD : Conseil général de l'environnement et du développement durable

CGIAR/GCRAI : *Consultative Group on International Agricultural Research*/Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale

CIPR : Commission internationale pour la protection du Rhin

Cle : Commission locale de l'eau

CNRS : Centre national de la recherche scientifique

COP : *Conference of parties*

Datar : Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale

DCE : Directive cadre européenne sur l'eau

DCO : demande chimique en oxygène

DCR : Débit de crise

DDA : Direction départementale de l'agriculture

DDT : Direction départementale des territoires

DMA : Débits minimum admissibles

DODQ : Débits objectifs de qualité

DOE : Débit d'objectif d'étiage

Draf : Direction régionale de l'agriculture et de la forêt

Dreal : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

Drire : Direction régionale de l'industrie et de l'environnement

EEA : *European Environmental Agency*/Agence européenne de l'environnement

EES : Évaluation environnementale stratégique

Epala : Établissement public pour l'aménagement de la Loire et de ses affluents

ET₀ : Évapotranspiration de référence

ETP : Évapotranspiration potentielle

FAO/OAA : *Food and Agriculture Organization of the United Nations*/ Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

FDSEA : Fédération départementale des syndicats d'exploitants agricoles

G77 : Groupe des 77

GATT : *General Agreement on Tariffs and Trade*/ Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce

GDE : Gestion de la Demande en Eau

Gemapi : Gestion des milieux aquatiques et prévention du risque inondation

Giec : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

GIRE : Gestion intégrée des ressources en eau

ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement

ICPE : Installations classées pour la protection de l'environnement

Ifpri : *International Food Policy Research Institute*/Institut de recherche international sur les politiques alimentaires

IPPC : Prévention et réduction intégrées de la pollution (Directive)

IWMI : *International Water Management Institute*/Institut international pour la gestion de l'eau

Loi Maptam : Loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles

LTECV : loi relative à la « transition énergétique pour la croissance verte »

Mise : Mission interservices de l'eau

NEPA : *National Environmental Protection Act*

NOAA : *National Oceanic and Atmospheric Administration*/Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

OMM/WMO : Organisation météorologique mondiale/*World Meteorological Organization*

Onema : Office national de l'eau et des milieux aquatiques

ONG : Organisation non gouvernementale

Pac : Politique agricole commune

Pam : Plan d'action pour la Méditerranée

PCAET : Plan climat-air-énergie territorial

PCB : Polychlorobiphényle

PDRE : Programme de développement des ressources en eau

PGE : Plan de gestion des étiages

PGRE : Plan de gestion de la ressource en eau

Piren : Programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement

Pnacc : Plan national d'adaptation au changement climatique

Pnud : Programme des Nations unies pour le développement

Pnue/UNEP: Programme des Nations unies pour l'environnement/ *United Nations Environment Programme*

PTGE : Projet de territoire pour la gestion de l'eau

RAND corporation: *Research ANd Development corporation*

REPA : *Resource and environmental profile analysis*

RFA : République fédérale d'Allemagne

RSE : Responsabilité sociale et environnementale

Sage : Schéma d'aménagement et de gestion des eaux

Sdage : Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux

Sepanso : Société pour l'étude, la protection et l'aménagement de la nature dans le Sud-Ouest

SETAC: *Society of Environmental Toxicology and Chemistry*

SFI : Société financière internationale

Smeag : Syndicat mixte d'études et d'aménagement de la Garonne

SNBC : Stratégie nationale bas-carbone

SOAS: School of Oriental and African Studies

Sraddet : Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires

TGV : Train à grande vitesse

TVA : *Tennessee Valley Authority*

Unesco : *United nations Educational, Scientific and Cultural Organization/Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture*

URSS : Union des républiques socialistes soviétiques

WTO/OMC : World Trade Organization/Organisation mondiale du commerce

ZAD : Zone à défendre

Bibliographie

- Alatout S. 2007. From Water Abundance to Water Scarcity (1936-1959). Reapproaching borders: new perspectives on the study of Israel-Palestine. In: Sufian SL, M., (Ed). Reapproaching borders New perspectives on the study of Israel-Palestine. Maryland: Rowman and Littlefield Publishers; p.
- Alatout S. 2008. 'States' of scarcity: water, space, and identity politics in Israel. *Environment and Planning D: Society and Space*.26(6):1948-1959.
- Alatout S. 2009. Bringing Abundance into Environmental Politics: Constructing a Zionist Network of Water. Abundance, Immigration, and Colonization. *Social Studies of Science*.39(3):363-394.
- Aldaya M. M., Llamas M. R. 2008. Water footprint analysis for the Guadiana river basin. Delft, The Netherlands:: UNESCO-IHE.
- Allan J. A. 1983. Natural resources as national fantasies. *Geoforum*.14(3):243-247.
- Allan J. A. 1984. Reorganising Libya's National Water Resources. *Libyan Studies*.15:153-155.
- Allan J. A. 1988. The Great Man-Made River: Progress and Prospects of Libya's Great Water Carrier. *Libyan Studies*.19:141-146.
- Allan J. A. 1989. Water Resource Evaluation and Development in Libya — 1969–1989. *Libyan Studies*.20:235-242.
- Allan J. A., editor. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible. *Priorities for water Natural Resources and Engineering 1992a July*; Southampton: Natural Resources Institute.
- Allan J. A. 1992b. Substitutes for Water are Being Found in the Middle East and North Africa. *GeoJournal*. 28 (3):375-385.
- Allan J. A., editor. 'Virtual water': a long term solution for water short Middle Eastern economies? *British Association Festival of Science, Water and Development Session; 1997*; University of Leeds: School of Oriental and African Studies, University of London.
- Allan J. A. 1999. Israel and water in the framework of the Arab-Israeli conflict. *Water and the Arab-Israeli conflict; 29 April - 1 May Center of Law at Bir Zeit University: Water Issues Group, SOAS, University of London*; p. 1-11.
- Allan J. A. 2001. Virtual water-economically invisible and politically silent-a way to solve strategic water problems. *International water and Irrigation*.21(4):39-41.
- Allan J. A. 2002. Hydro-peace in the Middle East: why no water wars?: a case study of the Jordan River Basin. *SAIS review*.22(2):255-272.
- Allinne J. P. 1989. L'eau des Pyrénées: utopies et contraintes autour de la Révolution. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*.60(3):345-356.
- Ananthakrishnan A. 2007. The allure of the transnational: Notes on some aspects of the political economy of water in India. *Cultural Anthropology*.22(4):640-658.
- Ångström A. 1936. A coefficient of humidity of general applicability. *Geografiska Annaler, Series A, Physical Geography*.18(3-4):245-254.
- Aykut S., Dahan A. 2014a. Gouverner le climat ? 20 ans de négociations climatiques. Paris: Presses de Sciences Po. 750 p.
- Aykut S., Dahan A. 2014b. La gouvernance du changement climatique. Anatomie d'un schisme de réalité. In: Pestre DD, (Ed). *Le gouvernement des technosciences Gouverner le progrès et ses dégâts depuis 1945*. Paris: La Découverte; p. 97-132.
- Aykut S., Evrard A. 2017. Une transition pour que rien ne change ? Changement institutionnel et dépendance au sentier dans les « transitions énergétiques » en Allemagne et en France. *Revue internationale de politique comparée*.24(1):17-49.
- Aykut S. C. 2015. Les « limites » du changement climatique. *Cités*.63(3):195-210.
- Bafoif F., Weber B. Les temporalités de l'eupéanisation. *Temporalités [Internet]*. 2014; 19(mis en ligne le 01 juillet 2014). Available from: <http://journals.openedition.org/temporalites/2714>.
- Bakker K. 2004. *An Uncooperative Commodity: Privatizing Water in England and Wale*. Oxford: Oxford University Press. 244 p.

- Bakker K. 2005. Neoliberalizing Nature? Market Environmentalism in Water Supply in England and Wales. *Annals of the Association of American Geographers*.95(3):542-565.
- Ballestero A. 2019. *A future history of water*. Durham and London: Duke University Press. 232 p.
- Barbier R., Trépos J. Y. 2007. Humains et non-humains: un bilan d'étape de la sociologie des collectifs. *Revue d'Anthropologie des Connaissances*.1(1):35-38.
- Barbier R., Riaux J., Barreteau O. 2010. Science réglementaire et démocratie technique. Réflexion à partir de la gestion des pénuries d'eau. *Natures, Sciences et Sociétés*.18(1):14-23.
- Barbier R., Daniel F., Fernandez S. 2020. Des études ont montré...Contribution à l'analyse cognitive des situations de gestion environnementale. In: Barbier R, Danie F, Fernandez S, Raulet-Croset N, Leroy M, Guerin-Schneider L, (Eds). *L'environnement en mal de gestion Les apports d'une perspective situationnelle*. Villeneuve d'Asq: Presses universitaires du Septentrion; p. 263-277.
- Barnes S. B. 1974. *Scientific Knowledge and Sociological Theory*. Paul RK, (Ed). London, Henley and Boston: Routledge. 192 p.
- Barraqué B. 2005. Eau (et gaz) à tous les étages: comment les Européens l'ont eue, et comment le Tiers Monde pourrait l'avoir? «Accès aux services essentiels dans les PED; 14 janvier; Paris: IDDRI; p. 15.
- Barraqué B., Roche P.-A. (Eds). Title|. Edition ed|. Place Published|: Publisher; Year|.
- Barraqué B., Laigneau P. 2017. Agences de l'eau: rétrospection prospective. *Annales des Mines-Responsabilité et environnement*.3:114-120.
- Barthe Y. 2002. Rendre discutable. Le traitement politique d'un héritage technologique. *Politix*.15(57):57-78.
- Barthe Y. 2009. Les qualités politiques des technologies. Irréversibilité et réversibilité dans la gestion des déchets nucléaires. *Tracés Revue de Sciences humaines [En ligne]*.16.
- Bastard B., Delvaux D., Mouhanna C., Schoenaers F. 2015. Vitesse ou précipitation ? La question du temps dans le traitement des affaires pénales en France et en Belgique. *Droit et société*.90(2):271-286.
- Beck U. 1992. *Risk Society, Towards a New Modernity*. London: Sage Publications. 260 p.
- Belhoste B. 2011. L'hydraulique en plein air. Le cas des expériences sur les dépenses d'eau. *Documents pour l'histoire des techniques Nouvelle série*.20(2e semestre):15-27.
- Benamouzig D., Besançon J. 2005. Administrer un monde incertain : les nouvelles bureaucraties techniques. Le cas des agences sanitaires en France. *Sociologie du travail*.47(3):301-322.
- Bennet J. 2010. *Vibrant Matter. A political Ecology of Things*. Durham and London: Duke University Press. 176 p.
- Bénos R., B. L., Milanesi J., J. P. 2020. GP2I (Grands projets inutiles et imposés). In: Alexandre F, Argounès F, Bénos R, Blanchon D, Blot F, Chanteloup L, et al., (Eds). *Dictionnaire critique de l'anthropocène*. Paris: Editions du CNRS; p. 444-445.
- Berdoulay V., Entrikin J. N. 1998. Lieu et sujet: Perspectives théoriques. *L'Espace géographique*.27(2):111-121.
- Berque A. 2014. *Poétique de la Terre. Histoire naturelle et histoire humaine, essai de mésologie*. Paris: Belin.
- Bessy C., Chateauraynaud F. 1995. *Experts et faussaires. Pour une sociologie de la perception*. Paris: Métailié. 368 p.
- Bethemont J. 1977. *De l'eau et des hommes, essai géographique sur l'utilisation des eaux continentales*. Paris: Bordas. 280 p.
- Bethemont J. 1999. *Les grands fleuves. Entre nature et société*. Paris: Armand Colin. 255 p.
- Beuscart J.-S., Peerbaye A. 2006. Histoires de dispositifs. (introduction). *Terrains & travaux*.11(2):3-15.
- Billé R., Laurans Y., Mermet L., Pirard R., Rankovic A. 2012. Valuation without action? On the use of economic valuations of ecosystem services. *IDDRI, Contract No.:* 12.
- Blaikie P. M. 1985. *The political economy of soil erosion in developing countries*. New York: Longman Publishing Group. 188 p.

Blanchon D. 2012. Les géographes se racontent : Georges Bertrand et Jacques Bethemont, deux grandes voix de la géographie de l'environnement. *L'Espace géographique*.3(41):285-288.

Blanck J. 2016. Gouverner par le temps. Cadrages temporels du problème des déchets radioactifs et construction d'une irréversibilité technique. *Gouvernement et action publique*.1(1):91-116.

Blandin P. 2019. De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité. Paris: Quae. 128 p.

Blaney H. F., Criddle W. D. 1950. Determining water needs from climatological data. *USDA Soil Conservation Service SOS-TP, USA*.3:8-9.

Bloor D. 1976. *Knowledge and Social Imagery*. London, Henley and Boston: Routledge and Kegan Paul. 156 p.

Blot F., Gonzalez Besteiro A. 2017. Contribution de la géographie francophone à la political ecology. Deux études des relations sociétés/eaux souterraines dans l'Espagne semi-aride. *L'Espace géographique*.46(3):193-213.

Boelens R., Shah E., Bruins B. 2019. Contested Knowledges: Large Dams and Mega-Hydraulic Development. *Water International*.11(416).

Boelens R., Hoogesteger J., Swyngedouw E., Vos J., Wester P. 2016. Hydrosocial territories: a political ecology perspective. *Water International*.41:1-4.

Bonneuil C., Hochereau F. 2008. Gouverner le « progrès génétique ». Biopolitique et métrologie de la construction d'un standard variétal dans la France agricole d'après-guerre. *Annales Histoire, Sciences Sociales*.63e année(6):1305-1340.

Bonneuil C., Fressoz J.-B. 2013. *L'événement Anthropocène: la Terre, l'histoire et nous*. Paris: Editions du Seuil. 304 p.

Bonneuil C., Pestre D. 2015. *Le siècle des technosciences*. Pestre D, (Ed). Paris: Le seuil. 494 p.

Borraz O., Demortain D. 2015. Science réglementaire. *Dictionnaire critique de l'expertise*. Paris: Presses de Sciences Po; p. 279-285.

Boucheron P. 2004. Techniques hydrauliques et technologies politiques: histoires brèves d'ingénieurs au service du duc de Milan à la fin du XV^e siècle. *Mélanges de l'école française de Rome*.116(2):803-819.

Boudia S., Jas N. E. 2014. Powerless science? Science and politics in a toxic world. Jørgensen D., Moon D., C. M, (Eds). New York & Oxford: Berghahn Books. 280 p.

Boudia S., Pestre D. 2016. Mises en économie de l'environnement et hégémonie politique. Remarques introductives. *Ecologie & politique*.52(1):13-18.

Bouleau G. 2007. *La gestion française des rivières et ses indicateurs à l'épreuve de la directive cadre*: AgroParisTech.

Bouleau G. 2013. The co-production of science and waterscapes: The case of the Seine and the Rhône Rivers, France. *Geoforum*.

Bouleau G. 2015. L'agence n'est pas un guichet : allouer des aides dans les agences de l'eau : un travail de composition. In: Arpin I, Bouleau G, Candau J, Richard Ferroudji AD, (Eds). *Activités professionnelles à l'épreuve de l'environnement*. Toulouse: Octarès; p. 169-188.

Bouleau G. Pourquoi chercher la petite bête? Les enjeux politiques de l'indice biotique en France (1964-1969). [Vertigo] *La revue électronique en sciences de l'environnement* [Internet]. 2016; (2| septembre 2016, mis en ligne le 30 septembre 2016). Available from: <http://journals.openedition.org/vertigo/17587>

Bouleau G. 2017a. La catégorisation politique des eaux sous l'angle de la Political Ecology: le patrimoine piscicole et la pollution en France. *L'Espace géographique*.3(Tome 46):214-230.

Bouleau G. 2017b. Écologisation de la politique européenne de l'eau, gouvernance par expérimentation et apprentissages. *Politique européenne*.1:36-59.

Bouleau G. 2019. *Politisation des enjeux écologiques: de la forme au motif environnemental*. Londres: ISTE Group. 180 p.

Bouleau G., Guérin-Schneider L. 2011. *Des tuyaux et des hommes: Les réseaux d'eau en France*. Paris: Editions Quae. 200 p.

- Bouleau G., Fernandez S. 2012. Trois grands fleuves, trois représentations scientifiques. In: Gautier D, Benjaminsen Td, (Eds). *L'approche Political Ecology : pouvoir, savoir et environnement*. Paris: Quae; p. 201-217.
- Bouleau G., Pont D. 2014. Les conditions de référence de la directive cadre européenne sur l'eau face à la dynamique des hydrosystèmes et des usages. *Natures Sciences Sociétés, EDP Sciences*.22(1):3-14.
- Bouleau G., Deuffic P. Qu'y a-t-il de politique dans les indicateurs écologiques? . [VertigO] *La revue électronique en sciences de l'environnement [Internet]*. 2016; 16(2 | septembre 2016, mis en ligne le 30 septembre 2016). Available from: <http://journals.openedition.org/vertigo/17581>.
- Bouleau G., Marchal P.-L., Meybeck M., Lestel L. 2017. La construction politique de la commune mesure de la qualité des eaux superficielles en France : de l'équivalent-habitant au bon état (1959-2013) *Développement durable et territoires [En ligne]*.8(1).
- Bouleau G., Deuffic P., Sergent A., Paillet Y., Gosselin F. Entre logique de production et de préservation: l'évolution de l'information environnementale dans les domaines de l'eau et de la forêt. [VertigO] *La revue électronique en sciences de l'environnement [Internet]*. 2016; 16(2 | septembre 2016, mis en ligne le 30 septembre 2016). Available from: <http://journals.openedition.org/vertigo/17592>.
- Bouleau N. 2014. *La modélisation critique*. Paris: Éditions Quae.
- Bourblanc M. Définir des indicateurs en milieu controversé: retour sur l'expertise scientifique «Algues vertes» en France. [VertigO] *La revue électronique en sciences de l'environnement [Internet]*. 2016; 16(2 | septembre 2016, mis en ligne le 30 septembre 2016). Available from: <http://journals.openedition.org/vertigo/17601>.
- Bourblanc M., Fernandez S., Gaudin A. 2019. Gouverner les rivières par les débits environnementaux. Une analyse croisée de cas sud-africains et français. In: B. C, (eds.). *BD, (Eds). L'accès à l'eau en Afrique: vulnérabilités, exclusions, résiliences et nouvelles solidarités*. Nanterre: Presses universitaires de Paris Nanterre; p. 137-153.
- Braun B. 2008. Environmental issues: inventive life. *Progress in Human Geography*.32(5):667-679.
- Bruno I. 2014. «Des faits, des faits, des faits!» À propos du gouvernement par les chiffres et autres données probantes (dans l'éducation et ailleurs). *Revista Lusófona de Educação*(28):25-42.
- Bullock J., Darwish A. 1993. *Water Wars: Coming Conflicts in the Middle East*. London: St. Dedmundsbury Press.
- Calatayud S. Antes de la política hidráulica. La gestión del agua bajo el Estado liberal en España (1833-1866). In: Agraria SEDH, editor. *Documentos de Trabajo*. Valencia: DT-SEHA n° 13-14; 2013. p. 59.
- Callon M. 1986. Éléments pour une sociologie de la traduction: la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année sociologique*.36:169-208.
- Callon M. 1999. La sociologie peut-elle enrichir l'analyse économique des externalités? Essai sur la notion de cadrage-débordement. In: Foray D, Mairesse Jd, (Eds). *Innovations et performances Approches interdisciplinaires*. Paris,: Éditions de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales,; p. 399-431.
- Carré C., Deutsch J.-C. 2015. *L'eau dans la ville. Une amie qui nous fait la guerre*. Paris: Editions de l'Aube. 320 p.
- Carroll A. 2013. Have a Coke and a Smile”: Is the Aqueduct Alliance Coca- Cola’s Solution to Escape Future Liability for Groundwater Depletion? *Global Business & Development Law Journal*.26(2):475-502.
- Castree N. 1995. The nature of produced nature: materiality and knowledge construction in marxism. *Antipode*.27(1):12-48.
- Chamayou G. 2018. *La société ingouvernable : une généalogie du libéralisme autoritaire*. Paris: La Fabrique. 326 p.
- Chapagain A. K., Hoekstra A. Y. 2003. Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. Delft, The Netherlands: UNESCO-IHE.

- Chapagain A. K., Hoekstra A. Y. 2008. The global component of freshwater demand and supply: an assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products. *Water International*.33(1):19-32.
- Chapagain A. K., Hoekstra A. Y., Savenije H. H. G. 2006. Water saving through international trade of agricultural products. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions, European Geosciences Union*.10(3):445-468.
- Chateauraynaud F. 2015. L'emprise comme expérience Sociologies [En ligne].Autour du politique : de multiples expériences d'enquête.
- Chivallon C. 2008. L'espace, le réel et l'imaginaire : a-t-on encore besoin de la géographie culturelle ? *Annales de Géographie*.660-661(2):67-89.
- Cohen A. G. 2017. Des lois agronomiques à l'enquête agroécologique. Esquisse d'une épistémologie de la variation dans les agroécosystèmes *Tracés Revue de Sciences humaines* [En ligne].33(mis en ligne le 19 septembre 2017, consulté le 03 mai 2019.).
- Collinet C., Schut P.-O., Pierre J., Caluzio C. L'articulation des temporalités dans les politiques de prévention du vieillissement. *Temporalités* [En ligne] [Internet]. 2014; 19(mis en ligne le 25 juin 2014). Available from: <http://journals.openedition.org/temporalites/2696>.
- Collins H. 1992. *Changing Order. Replication and induction in scientific practice*. Chicago: University of Chicago Press. 207 p.
- Commaille J., Simoulin V., Thoemmes J. 2014. Les temps de l'action publique entre accélération et hétérogénéité. *Temporalités* [En ligne].19, mis en ligne le 30 juin 2014, consulté le 23 juillet 2016. URL: <http://temporalites.revues.org/2818>.
- Conchon A. 1998. Droits de péage et pouvoirs sur la rivière (XVIIe-XVIIIe siècles). *Éditions de la Sorbonne* | « Hypothèses ».1(1):83-88.
- Cooley J. K. 1984. The War over Water. *Foreign policy*(54):3-26.
- Cornilleau L. 2019. Définir et gouverner les crises au sein du Comité de la sécurité alimentaire mondiale (1974-2008). *Critique internationale*(4):23-41.
- Cornilleau L., Joly P.-B. 2014. La révolution verte, un instrument de gouvernement de la "faim dans le monde". Une histoire de la recherche agricole internationale. In: Pestre DD, (Ed). *Le gouvernement des technosciences Gouverner le progrès et ses dégâts depuis 1945*. Collection Recherches. Paris: La Découverte; p. 171-201.
- Cortes G., Pesche D. 2013. Territoire multisitué. *L'Espace géographique*.42(4):289-292.
- Cruz Villalón J. 1988. La intervención del hombre en la ria y marismas del Guadalquivir. *ERIA*:109-123.
- D'Souza R. 2003. Damming the Mahanadi river: The emergence of multi-purpose river valley development in India (1943-46). *Indian Economic Social History Review*.40(1):81-105.
- Dagiral É., Licoppe C., Martin O., Pharabod A.-S. 2019. Le Quantified Self en question(s). Un état des lieux des travaux de sciences sociales consacrés à l'automesure des individus *Réseaux*.4(216):17-54.
- Dahan A. 2007. *Les modèles du futur. Changement climatique et scénarios économiques : enjeux politiques et économiques*, . Paris: La Découverte. 256 p.
- Dahan A. 2013a. Le changement climatique: l'exception d'un risque In: al. DBe, (Ed). *Du risque à la menace*. Paris: Presses Universitaires de France, « L'écologie en questions »; p. 347-368.
- Dahan A. 2013b. *Historic Overview of Climate Framing*. Paris: Fondation Maison des sciences de l'homme, August. Report No.
- Dahan A., Guillemot H. 2006. Changement climatique: dynamiques scientifiques, expertise, enjeux géopolitiques. *Sociologie du travail*.48(3):412-432.
- Damagnez J., Riou C., De Villele O., El Amami S., editors. *Estimation et Mesure de L'évapotranspiration Potentielle en Tunisie*. Proceedings of the IAHS General Assembly of Berkeley; 1963; Berkeley, CA, USA.
- Damette F. 1995. *La France en villes*. Paris: DATAR.
- Darrigol O. 2005. *Worlds of flow: A history of hydrodynamics from the Bernoullis to Prandtl*. New York: Oxford University Press. 356 p.
- Daudel C. 2010. *Jacques Bethemont: géographe des fleuves*. Paris: l'Harmattan. 352 p.

- Davis D. K. 2007. Resurrecting the granary of Rome: environmental history and French colonial expansion in North Africa (Vol. 58). . Ohio: Ohio University Press.
- Davis D. K. 2016. The arid lands, history, power, knowledge. Cambridge, Massachusetts; London, England: The MIT Press. 271 p.
- de Fraiture C., Cai X., Amarasinghe U., Rosegrant M., Molden D. 2004. Does international cereal trade save water?: the impact of virtual water trade on global water use Colombo, Sri Lanka: IWMI.
- De Laet M., Mol A. 2000. The Zimbabwe bush pump: Mechanics of a fluid technology. *Social Studies of Science*.30(2):225-263.
- De Maré L. 1976. Resources-Needs-Problems: An assessment of the world water situation by 2000. Sweden: Department of Water Resources Engineering, Lund Institute of Technology, University of Lund.
- de Martonne E. 1926. L'indice d'aridité. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*:3-5.
- De Micheaux F. L., Mukherjee J., Kull C. 2018. When hydrosociality encounters sediments: Transformed lives and livelihoods in the lower basin of the Ganges River. *Environment and Planning E: Nature and Space*.1(4):641-663.
- de Wit C. T. 1958. Transpiration and crop yields. Wageningen, The Netherlands: Institut of Biological and Chemical Research on Field Crops and Herbage.
- Dedieu C. 2019. Quand l'Etat se retire : la suppression de l'ingénierie publique dans le domaine de l'eau [Thèse de doctorat]. Montpellier: Université de Montpellier.
- Dedieu F., Jouzel J.-N. 2015. Comment ignorer ce que l'on sait ? : La domestication des savoirs inconfortables sur les intoxications des agriculteurs par les pesticides. *Revue française de sociologie, Presse de Sciences Po / Centre National de la Recherche Scientifique*.56(1):105 - 133.
- Del Moral Ituarte L. 1989. Un intento frustrado de acondicionamiento del Guadalquivir: la actuación de la Real Compañía de navegación en la primera mitad del siglo XIX : nuevas aportaciones y replanteamiento geo-histórico de un tema polémico. *Mélanges de la Casa de Velázquez*.25:327-353.
- Del Moral Ituarte L. 1990. Pugna por el agua en el valle del Guadalquivir. *Revista de obras publicas(Mayo)*:13-33.
- Del Moral Ituarte L. 2008. Riego o navegación: la cuestión de la reserva del caudal en el río Guadalquivir. In: Rubiales Torejón Je, (Ed). *El Río Guadalquivir, Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía*. Sevilla: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Ministerio de Medio Ambiente; p. 275-287.
- Del Moral L., Martínez-Fernández J., Hernández-Mora N. 2017. Ongoing dialogues with Erik Swyngedouw about desalination in Spain. *Water International*.42(3):333-338.
- Deleuze G. 1990. Post-scriptum sur les sociétés de contrôle. In: Deleuze G, (Ed). *Pourparlers 1972-90*. Paris: Les Éditions de Minuit; p. 240-347.
- Delmas P. 1991. Le Maître des Horloges: modernité de l'action publique. . Paris: Odile Jacob.
- Demeritt D. 2001. The construction of global warming and the politics of science. *Annals of the association of American geographer*.91(2):307-337.
- Demeritt D. 2002. What is the 'social construction of nature'? A typology and sympathetic critique. *Progress in Human Geography*.26(6):767-790.
- Demeulenaere E. 2017. L'anthropologie au-delà de l'anthropos. Un récit par les marges de la discipline. In: Blanc G, Demeulenaere E, Feuerhahn WD, (Eds). *Humanités environnementales Enquêtes et contre-enquêtes*. Paris: Editions de la Sorbonne; p. 43-73.
- Descola P. 2005. Par-delà nature et culture. Paris: Gallimard. 793 p.
- Desrosières A. 1989. Comment faire des choses qui tiennent: histoire sociale et statistique. *Histoire & mesure*.4(3/4):225-242.
- Desrosières A. 2003. Historiciser l'action publique : l'État, le marché et les statistiques. In: Laborier P, Trom De, (Eds). *L'historicité de l'action publique*. Paris: PUF; p.
- Desrosières A. 2010. La politique des grands nombres. Histoire de la raison statistique. Paris: La Découverte. 462 p.
- Desrosières A., Kott S. 2005. Quantifier. *Genèses*.1(58):2-3.
- Devictor V. 2015. Nature en crise. Penser la biodiversité. Paris: Éd. du Seuil. 368 p.

- Di Méo G. 1991. L'Homme, la société, l'espace. Paris: Anthropos. 319 p.
- Di Méo G. 1998. De l'espace aux territoires : éléments pour une archéologie des concepts fondamentaux de la géographie. *L'Information Géographique*:99-110.
- Di Méo G. 2011. La territorialité : une tension régulatrice des contradictions territoriales. *Order les sciences du territoire*; Paris: Collège international des sciences du territoire (CIST); p. 119-123.
- Doel R. E., Harper K. C. 2006. Prometheus unleashed: Science as a diplomatic weapon in the Lyndon B. Johnson administration. *Osiris*.21(1):66-85.
- Dominguez-Faus R., Powers S. E., Burken J. G., Alvarez P. J. 2009. The Water Footprint of Biofuels: A Drink or Drive Issue? *Environmental Science & Technology*.43(9):3005-3010.
- Donaldson A., Lane S., Ward N., Whatmore S. 2013. Overflowing with Issues: Following the Political Trajectories of Flooding. *Environment and Planning C: Government and Policy*.31(4):603-618.
- Doorenbos J., Pruitt W. O. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Roma: FAO, 9253001364.
- Douglas M. 1966. Purity and danger: An analysis of concepts of pollution and taboo. Londres: Routledge.
- Dowling R., Lloyd K., Suchet-Pearson S. 2017. Qualitative methods II: 'More-than-human' methodologies and/in praxis. *Progress in Human Geography*.41(6):823-831.
- Duarte Abadía B., Boelens R., Du Pré L. 2019. Mobilizing water actors and bodies of knowledge. The multi-scalar movement against the Río Grande Dam in Málaga, Spain. *Water International*.11(3):410.
- Dubois M. 2017. Cela nous a échappé...»: théorie de l'acteur-réseau et le problème des générations scientifiques. *Social Science Information*.56(1):107-141.
- Dubresson A., Jaglin S. 2005. Gouvernance, régulation et territorialisation des espaces urbanisés. In: Antheaume B, Giraut F, (Eds). *Le territoire est mort, Vive les territoires! Une (re)fabrication au nom du développement*. Paris: IRD Éditions; p. 337-352.
- Duran P., Thoenig J.-C. 1996. L'État et la gestion publique territoriale. *Revue française de science politique*:580-623.
- Emberger L. 1930. Sur une formule climatique applicable en géographie. *Compte rendu hebdomadaire des séances de l'Académie des Sciences, Paris*(191):389-390.
- Epple M. 2008. The Gap between Theory and Practice: Hydrodynamical and Hydraulical Utopia in the 18th Century. In: Zittel C, G. E, al. e, (Eds). *Philosophies of Technology: Francis Bacon and his Contemporaries*. Enenkel, K. (Gen. Ed.) Leiden & Boston: Brill; p. 457-493.
- Ercin E., Mekonnen M., Hoekstra A. Y. 2012. The water footprint of France. Delft, the Netherlands: Unesco-IHE Institute for Water Education.
- Escobar A. 1996. Construction nature: Elements for a post-structuralist political ecology. *Futures*.28(4):325-343.
- Espelund W. N. 1998. The struggle for water: Politics, rationality, and identity in the American Southwest. Chicago: University of Chicago Press. 298 p.
- Espelund W. N. 2001. Bureaucrats and Indians in a contemporary colonial encounter. *Law & Social Inquiry*.26(2):403-433.
- Espelund W. N., Stevens M. L. 1998. Commensuration as a social process. *Annual review of sociology*.24:313-343.
- Estienne J., Leynaud G., Suzanne J. C. 1992. La pollution saline de la Moselle par les rejets de sel des soudières de Meurthe-et-Moselle. Paris: Conseil général des ponts et chaussées, 29 juin. Report No.
- Fairhead J., Leach M. 1996. Misreading the African landscape: society and ecology in a forest-savanna mosaic. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 374 p.
- Falkenmark M. 1977a. Reduced water demand - result of Swedish antipollution program. *Ambio*.6(1):66-70.
- Falkenmark M. 1977b. Water and mankind. A complex system of mutual in-teraction. *Ambio*.6(1):3-9.
- Falkenmark M. 1979. Main problems of water use and transfer of technology. *GeoJournal*.3(5):435-443.
- Falkenmark M. 1981. Integrated View of Land and Water. *The New Cornerstone in Environmental Planning*. *Geografiska Annaler, Series A, Physical Geography*.63(3/4):261-271.
- Falkenmark M. 1986. Fresh water: Time for a modified approach. *Ambio*.15(4):192-200.

Falkenmark M. 1990. Rapid population growth and water scarcity: The predicament of tomorrow's Africa. *Population and Development Review*.16, Supplement: Resources, Environment, and Population: Present Knowledge, Future Options:81-94.

Falkenmark M., Lindh G. 1974. How can we cope with the water resources situation by the year 2015 ? *Ambio*.3(3-4):114-122.

Falkenmark M., Lindh G. 1976. *Water for a starving world* Boulder, Colorado, USA: Westview Press.

Farinetti A. 2013. Les «eaux courantes» du droit, entre ressources vouées à l'exploitation et écosystèmes dignes de protection. *Géocarrefour*.88(1):55-63.

Faure A. 2020. Action publique territoriale. In: Cole A, Guigner S, Pasquier R, (Eds). *Dictionnaire des politiques territoriales*. 2e édition. Paris: Presses de SciencesPo; p. 29-33.

Ferguson J. 1994. *The Anti-Politics Machine: "Development," Depoliticization, and Bureaucratic Power in Lesotho*. Minneapolis: University of Minnesota Press. 320 p.

Fernandez S. 2009. Si la Garonne avait voulu... Étude de l'étiologie déployée dans la gestion de l'eau de la Garonne, en explorant l'herméneutique sociale qui a déterminé sa construction: AgroParisTech.

Fernandez S. 2014a. Gouverner les eaux depuis 1945. Internationalisation et intensification des flux de capitaux, de techniques et de modèles. In: Pestre D, (Ed). *Le gouvernement des technosciences Gouverner le progrès et ses dégâts depuis 1945*. Paris: La Découverte; p. 203-230.

Fernandez S. 2014b. Much Ado About Minimum Flows...Unpacking indicators to reveal water politics. *Geoforum*.57:258–271.

Fernandez S., Trottier J. 2012. La longue construction du débit d'étiage : l'odyssée d'une métamorphose (la gestion des cours d'eau du bassin Adour-Garonne). In: Papy F., Mahieur N., Ferrault C., (Eds). *Repenser la nature dans les campagnes d'aujourd'hui (ressources, institutions, habitants)*. Paris: Quae; p. 153-167.

Fernandez S., Beltran Muñoz M.-J. 2015. Du riz dans les marismas du Guadalquivir: une note salée? *L'Espace géographique*.44(2):115-130.

Fernandez S., Debril T. 2016. Qualifier le manque d'eau et gouverner les conflits d'usage : le cas des débits d'objectif d'étiage (DOE) en Adour-Garonne. *Développement durable et territoires*.7(3):Online, <http://developpementdurable.revues.org/11463>.

Fernandez S., Rozan A. 2020. Des chlorures dans la Meurthe et la Moselle : un pacte de sel ? Explorer l'ajournement dans les situations de gestion environnementale. In: (Dir) BRa, (Ed). *L'Environnement en mal de gestion Les apports d'une perspective situationnelle*. Villeneuve d'Ascq: Éditions des Presses universitaires du Septentrion; p. 29-48.

Fernandez S., Bouleau G., Treyer S. 2014. Bringing politics back into scenarios for water planning in Europe. *Journal of Hydrology*.518:17-27.

Florentin D. 2015. La vulnérabilité des objets lents: les réseaux d'eau. Les enjeux des diminutions de consommation d'eau vus à travers un exemple allemand. *Les Annales de la recherche urbaine*.110(1):152-163.

Forsyth T. 2003. *Critical Political Ecology: The Politics of Environmental Science*. London: Routledge.

Foster J. B. 1999. Marx's theory of metabolic rift: Classical foundations for environmental sociology. *American journal of sociology*.105(2):366-405.

Foster J. B. 2000. *Marx's ecology: Materialism and nature*. New-York: Monthly Review Press. 310 p.

Fouilleux E., Goulet F. 2012. Firmes et développement durable : le nouvel esprit du productivisme. *Etudes Rurales*.190:131-146.

Fourcade M. 2011. Cents and sensibility: economic valuation and the nature of "nature". *American journal of sociology*.116(6):1721-1777.

Freidberg S. 2014. Footprint technopolitics. *Geoforum*.55:178-189.

Fressoz J.-B. 2009. Circonvenir les circumfusa. La chimie, l'hygiénisme et la libéralisation des «choses environnantes»: France, 1750-1850. *Revue d'histoire moderne contemporaine*.4:39-76.

Fressoz J.-B. 2011. Les leçons de la catastrophe, Critique historique de l'optimisme postmoderne Laviedesidesesfr.

- Fressoz J.-B. 2012a. Ecologies marxistes et écologies de la modernité. À propos de John Bellamy Foster, *Marx's ecology. Materialism and Nature*, Monthly Review Press, New York, 2000. La Découverte, « Mouvements ».2(66):155-159.
- Fressoz J.-B. 2012b. *L'Apocalypse joyeuse. Une histoire du risque technologique*. Paris: Le Seuil. 320 p.
- Fressoz J.-B. 2013. Payer pour polluer. L'industrie chimique et la compensation des dommages environnementaux, 1800-1850. *Histoire & mesure*.28(1):145-186.
- Fressoz J.-B., Locher F. 2015. L'agir humain sur le climat et la naissance de la climatologie historique, XVIIe-XVIII siècles. *Revue d'histoire moderne & contemporaine*.62-1(1):48-78.
- Fressoz J.-B., Locher F. 2020. *Les Révoltes du ciel: Une histoire du changement climatique XVe-XXe siècle*: Edition du Seuil. 320 p.
- Frickel S., Moore K. E. 2006. *The New Political Sociology of Science. Institutions, Networks, and Power*. Madison: University of Wisconsin Press. 487 p.
- Frickel S., Howard J., Gibbon S., Kempner J. 2010. Undone Science: Charting Social Movement and Civil Society Challenges to Research Agenda Setting. *Science, Technology, & Human Values*.35(4):444-473.
- Friedmann H. 2005. From Colonialism to Green Capitalism: Social Movements and Emergence of Food Regimes. In: Buttel FH, McMichael P, (Eds). *New Directions in the Sociology of Global Development. Research in Rural Sociology and Development*. 11: Emerald Group Publishing Limited; p. 227-264.
- García Novo F., Marín Cabrera C. e. 2006. Doñana. Water and Biosphere. Madrid: Doñana 2005 Project - Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (Guadalquivir Hydrologic Basin Authority), Spanish Ministry of the Environment.
- Garcier R. 2005. *La pollution industrielle de la Moselle française: naissance, développement et gestion d'un problème environnemental. 1850-2000*: Université Lumière - Lyon 2.
- Garcier R. 2010. Du bon usage de la pénurie en eau. Pollution, pénurie et réponses institutionnelles en Lorraine, 1949-1971. *Géocarrefour*. 85(2):169-180.
- Garnier P., Rode S. 2007. Entre aménagement et environnement, la naissance avortée d'un projet aléatoire: le barrage de Chambonchard. *Annales de Géographie*.4:382-397.
- Gaudillière J.-P. 2016. Un nouvel ordre sanitaire international ? Performance, néolibéralisme et outils du gouvernement médico-économique. *Écologie et politique*,.52(1):107-124.
- Gaudin A., Fernandez S. 2018. En attendant les barrages. Gouverner les temporalités de la gestion de la pénurie en eau dans le sud-ouest de la France *Développement durable et territoires [En ligne]*.9(2):| Juin 2018, mis en ligne le 2015 juin 2018.
- Gautier D., Benjaminsen T. D. 2012. *Environnement, discours et pouvoir: l'approche Political ecology*. : Éditions Quæ.
- Gautreau P. 2018. *Information environnementale et pouvoir, Une géographie politique*.: Université Sorbonne Nouvelle - Paris 3.
- Geiger R. G. 1994. *Planning the French Canals: Bureaucracy, Politics, and Enterprise Under the Restoration*. Cranbury, NJ: University of Delaware Press. 338 p.
- Gentilli J. 1953. Une critique de la méthode de Thornthwaite pour la classification des climats. *Annales de Géographie*.12(331):180-185.
- Gerbens-Leenes P. W., Van Lienden A. R., Hoekstra A. Y., Van der Meer T. H. 2012. Biofuel scenarios in a water perspective: The global blue and green water footprint of road transport in 2030. *Global Environmental Change*.22(3):764-775.
- Gerbens-Leenes W., Hoekstra A. Y., van der Meer T. H. 2009. The water footprint of bioenergy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.106(25):10219-10223.
- Germaine M. A., Barraud R. *Restauration écologique et processus de patrimonialisation des rivières dans l'Ouest de la France*. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne] [Internet]*. 2013; Hors-série 16(| juin 2013, mis en ligne le 30 mai 2013). Available from: <http://journals.openedition.org/vertigo/13583>.

- Germaine M. A., Blanchon D., Temple-Boyer E., Fofack-Garcia R. 2019. Les objets techniques au prisme du cycle hydrosocial : nouveaux théoriques et empiriques Développement durable et territoires [En ligne].10(3) mis en ligne le 20 décembre 2019).
- Gingras Y. 2000. Pourquoi le "programme fort" est-il incompris? Cahiers internationaux de Sociologie.CIX:235-255.
- Gingras Y. 2012. Humains, non humains. comment repeupler les sciences sociales. Revue française de sociologie, Presse de Sciences Po / Centre National de la Recherche Scientifique.53(2):338-342.
- Ginn F. 2014. Sticky lives: slugs, detachment and more-than-human ethics in the garden. Transactions of the Institute of British Geographers.39(4):532-544.
- Giraut F. 2013. Territoire multisitué, complexité territoriale et postmodernité territoriale : des concepts opératoires pour rendre compte des territorialités contemporaines ? L'Espace géographique.42(4):293-305.
- Girel M. 2017. Science et territoires de l'ignorance. Versailles Quae. 160 p.
- Gleick P. H. 1993. Water and conflict: Fresh water resources and international security. International security.18(1):79-112.
- Gleick P. H. 1994. Water, war & peace in the Middle East. Environment: science and policy for sustainable development.36(3):6-42.
- Gómez Mendoza J. 1992. Regeneracionismo y regadíos. In: Gil Olcina A, Morales Gil A, (Eds). Hitos históricos de los regadíos españoles Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; p. 231-262.
- Gómez Mendoza J., Ortega Cantero N. 1987. Geografía y Regeneracionismo en España. Sistema.77:77-89.
- Gorostiza S., March H., Sauri D. 2017. Flows from beyond the Pyrenees. The Rhône River and Catalonia's search for water independence. Political Geography.60:132-142.
- Graber F. 2011. Du faiseur de projet au projet régulier dans les Travaux Publics (XVIIIe-XIXe siècles) : pour une histoire des projets. Revue d'histoire moderne & contemporaine.58-3(3):7-33.
- Graber F. 2016. Enquêtes publiques, 1820-1830. Définir l'utilité publique pour justifier le sacrifice dans un monde de projets. Revue d'histoire moderne & contemporaine.63-3(3):31-63.
- Granjou C. 2016. Sociologie des changements environnementaux. Futurs de la nature. Londres, Grande Bretagne: ISTE éditions. 189 p.
- Griffon M., Weber J., editors. Les aspects économiques et institutionnels de la Révolution Doublement Verte. Vers une Révolution Doublement Verte; 1995; Poitiers: CIRAD-URPA.
- Guerrin J. 2014. Une inondation négociée? Politisation d'un risque naturel sur le Rhône. Montpellier: Université Montpellier 1.
- Guerrin J., Bouleau G. 2014. Remparts ou menaces ? Trajectoires politiques de l'endiguement en France, aux Pays-Bas et aux États-Unis. Revue internationale de politique comparée.21(1):89-109.
- Guilbaud A. 2008. La «république des hydrodynamiciens» de 1738 jusqu'à la fin du 18e siècle. Dix-huitième siècle.1:173-191.
- Guillemot H. 2009. Comment évaluer un modèle numérique de climat ? Circulations et dialogues entre simulations et observations dans les pratiques des modélisateurs. Revue d'Anthropologie des Connaissances.3(2):273-293.
- Guillemot H. 2017. L'environnement global, défi à la contextualisation? Revue d'histoire des sciences humaines.30:115-137.
- Halpern C., Lascombes P., Le Galès P. 2019. Instrument. In: Boussaguet L, Jacquot S, Ravinet Pd, (Eds). Dictionnaire des politiques publiques. Paris: Presses de Sciences Po; p. 321 - 330.
- Harvey D. 1974. Resources, and the Ideology of Science. Economic Geography.50(3):255-276.
- Harvey D. 2007. A brief history of neoliberalism. , USA. New-York: Oxford University Press. 247 p.
- Hautcoeur P. C. d. 2007. Le marché financier français au XIXe siècle: Récit (Vol. 1). Paris: Publications de la Sorbonne. 510 p.
- Heams T. 2019. Infravies. Paris: Le Seuil. 188 p.
- Hecht G. 2001. Technology, politics, and national identity in France. In: Allen MT, Hecht GE, (Eds). Technologies of power. Cambridge, Massachusetts and London: MIT Press; p. 253-294.

- Hecht G. 2004. *Le rayonnement de la France: Énergie nucléaire et identité nationale après la seconde guerre mondiale*. Paris, France: Éditions de la Découverte.
- Heiskanen E. 1997. The social shaping of a technique for environmental assessment. *Science studies*.11(1):27-51.
- Henry C. 1974. Investment decisions under uncertainty: the "irreversibility effect". *The American Economic Review*.64(6):1006-1012.
- Hess D. 2015. Undone science and social movements. A review and typology. In: Gross M, McGoey LE, (Eds). *Routledge International Handbook of Ignorance Studies*. Londres & New York: Routledge, Taylor & Francis Group; p. 141-154.
- Hinchliffe S., Kearnes M. B., Degen M., Whatmore S. 2005. Urban wild things: a cosmopolitical experiment. *Environment and Planning D: Society and Space*.23(5):643-658.
- Hitchings R. 2012. People can talk about their practices. *Area*.44(1):61-67.
- Hoekstra A. Y., editor. *Virtual water trade, Introduction*. International Expert Meeting on Virtual Water Trade; 2002; Delft, The Netherlands: UNESCO-IHE.
- Hoekstra A. Y. 2016. A critique on the water-scarcity weighted water footprint in LCA. *Ecological Indicators*.66:564-573.
- Hoekstra A. Y. 2019. *The water footprint of modern consumer society*. London: Routledge.
- Hoekstra A. Y., Hung P. Q. 2005. Globalisation of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade. *Global Environmental Change*.15(1):45-56.
- Hoekstra A. Y., Chapagain A. K. p.-. 2007. Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. In *Integrated assessment of water resources and global change Water Resources Management*.21:35-48.
- Hoekstra A. Y., Mekonnen M. 2012. Reply to Ridoutt and Huang: From water footprint assessment to policy. *PNAS*.109(22):1425.
- Hoekstra A. Y., Gerbens-Leenesa W., H. van der Meerb T. 2009a. Reply to Pfister and Hellweg: Water footprint accounting, impact assessment, and life-cycle assessment. *PNAS*.106(40):114.
- Hoekstra A. Y., Chapagain A. K., Aldaya M. M., Mekonnen M. M. 2009b. *Water footprint manual. State of the Art*. Enschede, The Netherlands Water Footprint Network.
- Hoekstra A. Y., Chapagain A. K., Mekonnen M. M., Aldaya M. M. 2011. *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. London and Washington DC: Routledge.
- Hoekstra A. Y., Mekonnen M. M., Chapagain A. K., Mathews R. E., Richter B. D., 7(2), e32688. 2012. Global monthly water scarcity: blue water footprints versus blue water availability. *PLoS one*.7(2):e32688.
- Hoogendam P., Boelens R. 2019. Dams and Damages. Conflicting epistemological frameworks and interests concerning "compensation" for the Misicuni project's socio-environmental impacts in Cochabamba, Bolivia. *Water International*.11(3):408.
- Hulme M. 2013. *Exploring climate change through science and in society: an anthology of Mike Hulme's essays, interviews and speeches*. London: Routledge. 352 p.
- Huyghues Despointes F. *La Loire, espace d'une gouvernance environnementale ? Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne] [Internet]*. 2009; Hors série 6 (| novembre 2009, mis en ligne le 30 décembre 2009). Available from: <http://journals.openedition.org/vertigo/9160>.
- Ingold A., editor. *Gouverner les eaux courantes en France au XIXe siècle Administration, droits et savoirs*. *Annales Histoire, Sciences Sociales*; 2011: Editions de l'EHESS.
- Ingold A. 2017. Terres et eaux entre coutume, police et droit au xixe siècle. *Solidarisme écologique ou solidarités matérielles ? . Tracés Revue de Sciences humaines [En ligne]*.33.
- Ingold A. 2018. Commons and Environmental Regulation in History: The Water Commons Beyond Property and Sovereignty. *Theoretical Inquiries in Law*.19(2):425-456.
- Ingold T. 2000. *The perception of the environment: essays on livelihood, dwelling and skill*. London & New-York: Routledge. 465 p.
- Jalava M., Kumm M., Porkka M., Siebert S., Varis O. 2014. Diet change-a solution to reduce water use? *Environmental research letters*.9(7):14.

- Jany-Catrice F. 2012. *La performance totale : nouvel esprit du capitalisme ?* Villeneuve d'Ascq: Presses Universitaires du Septentrion. 176 p.
- Jarrige F., Le Courant S., Paloque-Bergès C. 2018. Infrastructures, techniques et politiques Tracés Revue de Sciences humaines [En ligne].35(mis en ligne le 14 novembre 2018, consulté le 20 juillet 2020).
- Jas N. 2005. Déqualifier le paysan, introniser l'agronome, France 1840-1914. *Ecologie politique*.2:45-55.
- Jasanoff S. 1990. *The fifth branch: Science advisers as policymakers*. Cambridge, Massachusetts, London: Harvard University Press. 302 p.
- Jasanoff S. 2005. *Designs on Nature - Science and democracy in Europe and the United States*. Princeton and Oxford: Princeton University Press. 374 p.
- Jasanoff S. 2009. *Science at the bar: Law, science, and technology in America*. Cambridge, Massachusetts and London, England: Harvard University Press. 285 p.
- Jasanoff S., Kim S. H. 2009. Containing the atom: Sociotechnical imaginaries and nuclear power in the United States and South Korea. *Minerva*.47(2):119-146.
- Jensen C. B. 2018. Wound-up worlds and The Wind-up Girl: on the anthropology of climate change and climate fiction. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*.1(1):186-200.
- Jensen C. B. 2019. Can the Mekong speak? On hydropower, models and 'thing-power'. . In: Abram S, Winthereik BR, Yarrow T, (Eds). *Electrifying anthropology: Exploring electrical practices and infrastructures*. London: Bloomsbury; p. 121-138.
- Jensen C. B. 2020. A flood of models: Mekong ecologies of comparison. *Social Studies of Science*.50(1):70-93.
- Jouzel J.-N. 2019. *Pesticides. Comment ignorer ce que l'on sait*. Paris: Les Presses de Sciences Po.
- Jouzel J.-N., Dedieu F. 2013. Rendre visible et laisser dans l'ombre. *Savoir et ignorance dans les politiques de santé au travail. Revue française de science politique et Sociétés*.63(1):29-49.
- Kaika M. 2003. Constructing Scarcity and Sensationalising Water Politics: 170 Days That Shook Athens. *Antipode*.35(5):919-954.
- Kalinin G. P., Bykov V. D. 1969. Worlds water resources, present and future. *Impact Sci Soc*.19(2):135-150.
- Kallis G., Gómez-Baggethun E., Zografos C. 2013. To value or not to value? That is not the question. *Ecological Economics*.94:97-105.
- Karpouzoglou T., Vij S. 2017. Waterscape: a perspective for understanding the contested geography of water. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*.4(3):e1210.
- Katerji N., Rana G. 2011. Crop reference evapotranspiration: a discussion of the concept, analysis of the process and validation. *Water Resources Management*.25(6):1581-1600.
- Kieken H., Dahan A., Armatte M. 2003. La modélisation : moment critique des recherches sur l'environnement. *Natures Sciences Sociétés*.11:396-403.
- Knorr-Cetina K. D. 1981. *The manufacture of knowledge. An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*. Oxford: Pergamon Press. 189 p.
- Knorr-Cetina K. D. 1983. The ethnographic study of scientific work: Towards a constructivist interpretation of science In: Knorr-Cetina KD, Mulkay Me, (Eds). *Science observed: perspectives on the social study of science*. London and Los Angeles: SAGE; p. 115-140.
- Koppen W. 1936. Das geographische System der Klimate. In: Koppen W, Geiger G, (Eds). *Handbuch der Klimatologie*. 1. C. Gebr: Borntraeger; p. 1-44.
- Korzun V. I. 1978. *World Water Balance and Water Resources of the Earth*. Paris: UNESCO.
- Kounina A., Margni M., Bayart J.-B., Boulay A.-M., Berger M., Bulle C., et al. 2013. Review of methods addressing freshwater use in life cycle inventory and impact assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*.18(3):707-721.
- Kroepsch A. C. 2018. Groundwater Modeling and Governance: Contesting and Building (Sub)Surface Worlds in Colorado's Northern San Juan Basin. 2018.4:24.
- Lacouette Fougère C. L., Lascoumes P. 2013. L'évaluation: un marronnier de l'action gouvernementale? *Revue française d'administration publique*.4:859-875.

- Lafaye C., Thévenot L. 1993. Une justification écologique?: Conflits dans l'aménagement de la nature. *Revue française de sociologie*, Presse de Sciences Po / Centre National de la Recherche Scientifique:495-524.
- Lamy J. 2016. Les palimpsestes de Marx. L'émergence de la sociologie marxiste de l'environnement aux États-Unis. *Editions Le Bord de l'eau « Écologie & politique »*.2(53):149-164.
- Lamy J. 2017. La science à la cour de Versailles : mise en scène du savoir et démonstration du pouvoir (XVIIe-XVIIIe siècles) *Cahiers d'histoire Revue d'histoire critique* [En ligne].136(mis en ligne le 01 octobre 2017, consulté le 18 octobre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/chrhc/6140>).
- Landström C., Whatmore S. 2014. Virtually Expert: Modes of Environmental Computer Simulation Modeling. *Science in context*.27(04):579-603.
- Langenfeld F. 1970. La pollution saline de la Moselle et les solutions envisagées pour y remédier. *Onzièmes Journées Hydrauliques*; Paris: Société hydrotechnique de France (SHF); p. 7 p.
- Lankford B. 2013. *Resource efficiency complexity and the commons: The paracommons and paradoxes of natural resource losses, wastes and wastages*. Oxon: Routledge. 231 p.
- Lascoumes P. 1994. *L'éco-pouvoir : environnements et politiques*. Deléage J-P, (Ed). Paris: La découverte. 324 p.
- Lascoumes P. 1996. Rendre gouvernable: de la "traduction" au "transcodage". L'analyse des processus de changement dans les réseaux d'action publique. In: CURAPP, (Ed). *La gouvernabilité*. Paris: PUF; p. 325-338.
- Lascoumes P. 2018. *Action publique et environnement*. Paris: Presses Universitaires de France. 128 p.
- Lascoumes P., Le Galès P. d. 2004. *Gouverner par les instruments*. Paris: Les Presses de Sciences Po. 370 p.
- Lascoumes P., Le Galès P. d. 2007. *Sociologie de l'action publique (1ere édition)*. Paris: Armand Colin. 128 p.
- Latour B. 1987. *Science in action. How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press. 313 p.
- Latour B. 1988. The politics of explanation. In: Woolgar Sd, (Ed). *Knowledge and Reflexivity: New Frontiers in the Sociology of Knowledge*. Londres & New-York: SAGE Publications; p. 155-177.
- Latour B. 1991. *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*. Paris: La Découverte. 211 p.
- Latour B. 1993. *La clef de Berlin. Petites leçons de sociologie des sciences*. Paris, : La Découverte/Poche.
- Latour B. 2007. *Changer de société, refaire de la sociologie*. sociales PShe, (Ed). Paris: La Découverte. 406 p.
- Latour B. 2012. *Enquête sur les modes d'existence. Une anthropologie des Modernes*. Paris: La Découverte. 504 p.
- Latour B., Woolgar S. 1979. *Laboratory life. The social construction of scientific facts*. London, Beverly Hills: Sage Publications. 271 p.
- Laurans Y., Rankovic A., Billé R., Pirard R., Mermet L. 2013. Use of ecosystem services economic valuation for decision making: Questioning a literature blindspot. *Journal of Environmental Management*.119:208-219.
- Laurens Y., De Abreu B. 2009. *L'eau gouvernée par l'économie. La négociation de la directive cadre sur l'eau*. Paris: EcoWhat, Mai. Report No.
- Le Roux T. 2014. L'émergence du risque industriel (France, Grande-Bretagne, XVIIIe - XIXe siècle). *Le Mouvement Social*.4(249):3-20.
- Lemoine B. 2016. *L'ordre de la dette: Enquête sur les infortunes de l'État et la prospérité du marché*: La Découverte. 308 pages p.
- Leroy M. 2006. *Gestion stratégique des écosystèmes du fleuve Sénégal: actions et inactions publiques internationales*. Paris: L'Harmattan. 623 p.
- Lestel L., Carré C. (Eds). Title|. Edition ed|. Place Published|: Publisher; Year|.

Levrel H., A. M. 2016. L'économicisation de la nature, réalités historiques et mythes contemporains. Paris: L'économicisation de la nature, réalités historiques et mythes contemporains. 2016.24.

Lilienthal D. E. 1944. Tennessee Valley Authority. Democracy on the March. New York: Harper & Brothers. 248 p.

Linhardt D., Muniesa F. 2011. Tenir lieu de politique. *Politix*.3:7-21.

Linton J. 2010. What is water? The history of a modern abstraction. Vancouver, Toronto.: UBC Press. 333 p.

Linton J., Budds J. 2014. The hydrosocial cycle: Defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water. *Geoforum*.57:170-180.

Liu C., Kroeze C., Hoekstra A. Y., Gerbens-Leenes W. 2012. Past and future trends in grey water footprints of anthropogenic nitrogen and phosphorus inputs to major world rivers. *Ecological Indicators*.18:42-49.

Livingstone D. N. 2010. Putting science in its place: geographies of scientific knowledge. Chicago and London: University of Chicago press. 234 p.

Liziard S., Barbier R., Fernandez S. 2019. Does Local Water Governance Enforce Ostrom's Principles? Investigating French Local Water Committees. In: Hamman P, Vuilleumier S, (Eds). Sustainability Research in the Upper Rhine Region Concepts and Case Studies. Strasbourg: Presses universitaires de Strasbourg, coll. Études alsaciennes et rhénanes; p. 83-98.

Liziard S., Barbier R., Fernandez S. Réglementer au plus près des territoires: le cas de la ressource en eau en France 2020; 20(1 | mai 2020, mis en ligne le 04 mai 2020). Available from: <http://journals.openedition.org/vertigo/28057>.

Locher F., Fressoz J.-B. 2017. L'espoir et l'effroi. Les entreprises agricoles face au changement climatique (XVIIe-XIXe siècle). *Entreprises et histoire*.86(1):21-33.

Lorimer J. 2006. What about the nematodes? Taxonomic partialities in the scope of UK biodiversity conservation. *Social & Cultural Geography*.7(4):539-558.

Lorimer J. 2007. Nonhuman charisma. *Environment and Planning D: Society and Space*.25(5):911-932.

Lorimer J. 2012. Multinatural geographies for the Anthropocene. *Progress in Human Geography*.36(5):593-612.

Lorrain D. 2004. Les pilotes invisibles de l'action publique, le désarroi du politique ? . In: Lascoumes P, Le Galès PD, (Eds). Gouverner par les instruments Paris: Presses de Sciences Po; p. 163-197.

Low M. C. 2020. Desert Dreams of Drinking the Sea, Consumed by the Cold War: Transnational Flows of Desalination and Energy from the Pacific to the Persian Gulf. *Environment and History*.26(2):145-174.

Lowdermilk C. W. 1944. Palestine, Land of Promise. New-York: Harper and Borthers. 236 p.

Lvovich M. I. 1973. The world's water : Today and tomorrow. Moscou: Mir. Publ.

Magalhães N., Fressoz J.-B., Jarrige F., Le Roux T., Levillain G., Lyautey M., et al. 2019. The physical economy of France (1830-2015). The history of a parasite? *Ecological Economics*.157:291-300.

Magrin G. 2016. The disappearance of Lake Chad: history of a myth. *Journal of Political Ecology*.23(1):204-222.

Mahrane Y., Fenzi M., Pessis C., Bonneuil C. 2012. De la nature à la biosphère. *Vingtième Siècle Revue d'histoire*(1):127-141.

Margairaz D. 2008. L'invention d'une catégorie administrative: la navigation intérieure, XVIIIe-XIXe siècles. *Bibliothèque de l'École des chartes*.166(1):119-144.

Marié M.-J. 1993. Territoire, centre et marge, identité et altérité. *Flux*.13-14:41-46.

Marquet V., Salles D. 2014. L'adaptation au changement climatique en France et au Québec. Constructions institutionnelles convergentes et diffusions contrastées. *Critique internationale*.1:73-91.

Mazoyer M., Roudart L. 1997. Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine. Paris: Éditions du Seuil. 546 p.

- Mc Ilroy I. C., Angus D. E. 1964. Grass, water and soil evaporation at Aspendale. *Agric Met.*1:201-224.
- McGoey L. 2012. Strategic Unknowns: Towards a Sociology of Ignorance. *Economy and Society.*41(1):1-16.
- Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J. 1992. *Beyond the limits: Confronting global collapse, envisioning a sustainable future.* Post Mills, Vermont: Chelsea Green Publishing Company 320 p.
- Meigs P. 1953. World distributions of arid and semi-arid homoclimates. *Review of research on arid zone hydrology Arid zone program.*1(203-209).
- Mekonnen M. M., Hoekstra A. Y. 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems.*15(3):401-415.
- Mekonnen M. M., Hoekstra A. Y., Thompson S. 2012. The blue water footprint of electricity from hydropower. *Hydrology & Earth System Sciences.*16(1):179-187.
- Mekonnen M. M., Gerbens-Leenes P. W., Hoekstra A. Y. 2015. The consumptive water footprint of electricity and heat: a global assessment. *Environmental Science: Water Research & Technology.*1(3):285-297.
- Merrett S. 2003. Virtual water and Occam's Razor. *Water International.*28(1):103-105.
- Mermet L. D. 2005. *Etudier des écologies futures: un chantier ouvert pour les recherches prospectives environnementales* Bruxelles: Peter Lang. 411 p.
- Michelot J.-L. 1990. Les conflits pour l'aménagement de l'espace au confluent Ain-Rhône. *Annales de Géographie.*99(555):513-530.
- Milanesi J. 2011. Une histoire de la méthode d'évaluation contingente. *Genèses.*3:6-24.
- Miller P., Rose N. 2008. *Governing the present: Administering economic, social and personal life.* Cambridge & Malden, MA: Polity Press. 246 p.
- Mitchell T. 1998. Fixing the economy. *Cultural Studies.*12(1):82-101.
- Mitchell T. 2002. *Rule of experts: Egypt, techno-politics, modernity:* University of California Press.
- Mitchell T. 2011. *Carbon democracy : political power in the age of oil.* London & New York: Verso. 278 p.
- Molle F., Mollinga P., Wester P. 2009. Hydraulic bureaucracies and the hydraulic mission: Flows of water, flows of power. *Water Alternatives.*2(3):328-349.
- Monteith J. L., editor. *Evaporation and environment.* Symposia of the society for experimental biology 1965; Cambridge: Cambridge University Press (CUP).
- Montel N. 2012. L'État aménageur dans la France de la Seconde Restauration, au prisme du Rapport au roi sur la navigation intérieure de 1820. *Revue d'histoire moderne & contemporaine.*59-1(1):34-61.
- Moyer F. 2018. Turgot et la navigation de la Charente : de la théorie à la pratique, et retour. Une étude de cas de la « fabrique des savoirs » de l'économie politique. *Dix-huitième siècle.*50(1):579-596.
- Mugelé R. 2018. *La grande muraille verte : géographie d'une utopie environnementale du Sahel*
par Ronan Mugelé. Paris: Université Paris 1.
- Mukerji C. 2009. *Impossible engineering: Technology and territoriality on the Canal du Midi:* Princeton University Press.
- Murphy R. 2001. Nature's Temporalities and the Manufacture of Vulnerability. A study of a sudden disaster with implications for creeping ones. *Time & Society.*10(2/3):329-348.
- Musso P. 1999. La symbolique du réseau», , no 38. *Quaderni.*38:69-98.
- Nace R. 1979. Lvovich, M. I. (1974), *World Water Resources and Their Future*, English translation. Washington, DC.: American Geophysical Union.
- Narcy J. B. 2004. *Pour une gestion spatiale de l'eau. Comment sortir du tuyau ?* Bruxelles: Presses universitaires européennes - Peter Lang.
- Narcy J. B., Mermet L. 2003. Nouvelles justifications pour une gestion spatiale de l'eau. *Natures Sciences Sociétés.*11(2):135-145.

- Nikitopoulos B. 1962. The influence of water on the distribution of the future earth's population. Athens: Athens Technological Organization/Center for Ekistics.
- Nikitopoulos B. 1967. The world water problem - Water sources and water needs. Athens: Athens Technological Organization/Centre for Ekistics, Contract No.: .
- O'Connor J. 1988. Capitalism, nature, socialism a theoretical introduction. *Capitalism Nature Socialism*.1(1):11-38.
- O'Connor J. 1996. The second contradiction of capitalism. In: Benton Te, (Ed). *The Greening of Marxism*. New York: Guilford Press; p. 187-196.
- Obertreis J., Moss T., Mollinga P., Bichsel C. 2016. Water, infrastructure and political rule: Introduction to the special issue. *Water Alternatives*.9(2):168-181.
- Orain O. 2003. Le plain-pied du monde. Postures épistémologiques et pratiques d'écriture dans la géographie française au XXe siècle. Paris: Université Panthéon-Sorbonne - Paris I.
- Oreskes N., Conway E. M. 2010. Merchants of doubt: How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming. New York: Bloomsbury Publishing USA. 354 p.
- Ortiz H. 2014. Valeur financière et vérité: enquête d'anthropologie politique sur l'évaluation des entreprises cotées en bourse. Paris: Les presses de Sciences Po. 180 p.
- Otero I., Kallis G., Aguilar R., Ruiz V. 2011. Water scarcity, social power and the production of an elite suburb: The political ecology of water in Matadepera, Catalonia. *Ecological Economics*.70(7):1297-1308.
- Oudin L. 2004. Recherche d'un modèle d'évapotranspiration potentielle pertinent comme entrée d'un modèle pluie-débit global. Paris: ENGREF.
- Pasquier R. 2016. Crise économique et différenciation territoriale. Les régions et les métropoles dans la décentralisation française. *Revue internationale de politique comparée*.23(3):327-335.
- Peet R., Watts M. 1996. *Liberation Ecologies: Environment, Development, Social Movements*. London: Routledge. 464 p.
- Peluso N. L. 1988. Rich forests, poor people and development: forest access control and resistance in Java. . : Cornell University.
- Penman H. L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London Series A Mathematical and Physical Sciences*.193(1032):120-145.
- Pestre D. 2013. A contre-science. *Politiques et savoirs des sociétés contemporaines*. Paris: Editions du Seuil. 251 p.
- Pestre D. 2014. Néolibéralisme et gouvernement. Retour sur une catégorie et ses usages. In: Pestre Dd, (Ed). *Le gouvernement des technosciences Gouverner le progrès et ses dégâts depuis 1945*. Collection Recherches. Paris: La Découverte; p. 261-283.
- Pfister S., Hellweg S. 2009. The water "shoesize" vs. footprint of bioenergy. *PNAS*.106(35):93-94.
- Pfister S., Koehler A., Hellweg S. 2009. Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA. *Environmental Science & Technology*.43(11):4098-4104.
- Pfister S., Boulay A.-M., Berger M., Hadjikakou M., Motoshita M., Hess T., et al. 2017. Understanding the LCA and ISO water footprint: A response to Hoekstra (2016) "A critique on the water-scarcity weighted water footprint in LCA". *Ecological Indicators*.72:352-359.
- Picon B., Ojeda J. 1993. De la nature «ressource» à la nature institutionnalisée dans les deltas du Rhône et du Guadalquivir. *Méditerranée*,78, 3-4(La Camargue et le Rhône, hommes et milieu):69-79.
- Pineault E. 2017. Ontologie de l'agir et matérialisme pratique : un dialogue Marx / Freitag *Les Cahiers philosophiques de Strasbourg [En ligne]*.41.
- Pinstrup-Andersen P., Pandya-Lorch R., Rosegrant M. W. 1997. *The World Food Situation: Recent Developments, Emerging Issues, and Long-Term Prospects*. 1997. Report No.
- Porter T. 1995a. Trust in numbers. The pursuit of objectivity, in science and public life. Princeton: Princeton University Press. 312 p.
- Porter T. M. 1995b. Trust in numbers. The pursuit of objectivity, in science and public life. Princeton: Princeton University Press. 312 p.
- Pritchard S. B. 2012. From hydroimperialism to hydrocapitalism: 'French' hydraulics in France, North Africa, and beyond. *Social Studies of Science*.42(4):591-615.

- Proctor R. N. 2011. Golden holocaust: origins of the cigarette catastrophe and the case for abolition. London, Berkeley and Los Angeles: Univ of California Press. 737 p.
- Proctor R. N., Schiebinger L. E. 2008. Agnotology: The making and unmaking of ignorance. Stanford, California: Stanford University Press. 288 p.
- Prost A. 1996. Les temps de l'histoire. Douze leçons sur l'histoire. Paris: Point; p. 101-123.
- Pruitt W. O. 1964. Cyclic relations between evapotranspiration and radiation. Transactions of the ASAE.7(3):271-275.
- Pumain P. 2005. Cumulativité des connaissances. Revue européenne des sciences sociales [En ligne].XLIII(131):mis en ligne le 04 novembre 2009, consulté le 2022 juin 2018.
- Rabinbach A. 2004. Le moteur humain: l'énergie, la fatigue et les origines de la modernité. Paris: La Fabrique.
- Raffestin C. 1980. Pour une géographie du pouvoir. Claval P, (Ed). Paris: Libraires techniques (LITEC). 249 p.
- Raffestin C. 1997. Le rôle des sciences et des techniques dans les processus de territorialisation. Revue européenne des sciences sociales:93-106.
- Raffestin C. 2012. Space, Territory and Territoriality. Environment and Planning D: Society and Space.30(1):121-141.
- Raison J.-P. 1997. Afrique tropicale : de l'échec de la « révolution verte » à la « révolution doublement verte » (Tropical Africa : from the "green revolution" failure to the "doubly green revolution"). Bulletin de l'Association de Géographes Français:423-433.
- Raison J.-P., Magrin G. D. 2009. Des fleuves entre conflits et compromis. Essais d'hydropolitique africaine. Paris: Karthala. 299 p.
- Rayner S. 2012. Uncomfortable knowledge: the social construction of ignorance in science and environmental policy discourses. Economy and Society.41(1):107-125.
- Reghezza-Zitt M. 2015. De l'avènement du Monde à celui de la planète : le basculement de la société du risque à la société de l'incertitude. Paris: Université Paris 1- Panthéon Sorbonne.
- Reghezza-Zitt M. 2019. Gestion de crise et incertitude (s) ou comment planifier le hors-cadre et l'inimaginable. Application aux crises résultant de crues majeures en Île-de-France. Annales de Géographie.2:5-30.
- Revel J. 2002. Le vocabulaire de Foucault. Zarader J-P, (Ed). Paris: Ellipses. 71 p.
- Ribot J. C., Peluso N. L. 2003. A Theory of Access. Rural Sociology.68(2):153-181.
- Richter L., Corder A., Brown P. 2018. Non-stick science: Sixty years of research and (in)action on fluorinated compounds. Social Studies of Science.48(5):691-714.
- Ridoutt B., Huang J. 2012. Environmental relevance—the key to understanding water footprints. PNAS.109(22):1424.
- Riou C. 1975. La détermination pratique de l'évaporation. Application à l'Afrique centrale. ORSTOM.
- Robbins P. 2007. Lawn people: How grasses, weeds, and chemicals make us who we are. Philadelphia: Temple University Press. 186 p.
- Robertson M. 2000. No Net Loss: Wetland Restoration and the Incomplete Capitalization of Nature. Antipode.32(4):463-493.
- Robertson M. 2012. Measurement and alienation: making a world of ecosystem services. Transactions of the Institute of British Geographers.37(3):386-401.
- Roose E. J. 1977. Use of the universal soil loss equation to predict erosion in West Africa. Soil erosion: prediction and control. Ankeny, Iowa: Soil Conservation Society of America p. p. 60-74.
- Rosegrant M., Agcaoili M., Perez N. 1995. Global Food Projections to 2010 : Implication for investment. Washington: IFPRI.
- Rosegrant M. W., Ringler C., editors. Why Environmentalists are Wrong about the Global Food Situation: Methods and Myths Conference of International Association of Agricultural Economists, Panel 8: World Food Futures: Methodological Basis and Implications of Long-Term Food Projections; 1997 August 10-16; Sacramento, California.

- Rosegrant M. W., Paisner M. S., Meijer S., Witcover J. 2001. Global food projections to 2020: emerging trends and alternative futures. Washington DC, USA: International Food Policy Research Institute.
- Ruellet A. 2013. Les "machines à remonter les bateaux" en France au XVIIe siècle. *Artefact Techniques, histoire et sciences humaines*(1):201-215.
- S. B. 2014. Gouverner par les instruments économiques. La trajectoire de l'analyse coût-bénéfice dans l'action publique. In: Pestre DD, (Ed). *Le gouvernement des technosciences Gouverner le progrès et ses dégâts depuis 1945*. Paris: La Découverte; p. 231-259.
- Saglio J. F. 2007. Les débuts du ministère de l'environnement. "Responsabilité & environnement", *Annales des Mines*.46:34-41.
- Sanson J., Pardé M. 1950. La sécheresse des années 1942-49 en France. *Revue de géographie alpine*.38(2):369-404.
- Santiso J. 2002. Lenteur politique et vitesse économique. Une perspective latino-américaine. In: Zawadzki PD, (Ed). *Malaise dans la temporalité*. Paris: Publications de la Sorbonne, coll. "Science politique"; p. 123-140.
- Sarraf S. 1973. Estimation de l'évapotranspiration potentielle et consommation en eau des cultures en région semi-aride (Liban): Université de Montpellier.
- Sautter G. 1978. « Dirigisme opérationnel" et stratégie paysanne, ou l'aménageur aménagé. *L'Espace géographique*.7(4):233-243.
- Sautter G., editor. *Libres réflexions sur les aménagements ayant pour objet la maîtrise de l'eau par ou pour les agriculteurs. Aménagements hydroagricoles et systèmes de production*; 1987; Montpellier: CIRAD.
- Schmidt-Lainé C., Pavé A. 2002. Environnement : modélisation et modèles pour comprendre, agir ou décider dans un contexte interdisciplinaire. *Nature Sciences Sociétés*.10(1):5-25.
- Schofield R. K., & Penman, H. L. 1949. The Principles Governing Transpiration by Vegetation. *Biology and civil engineering*:75-98.
- Schyns J. F., Hoekstra A. Y. 2014. The added value of water footprint assessment for national water policy: a case study for Morocco. *PloS one*.9(6):e99705.
- Scott J. C. 1998. *Seing like a State. How certain schemes to improve the human condition have failed*. New Haven and London: Yale University Press. 445 p.
- Seckler D. W. 1996. The new era of water resources management: from" dry" to" wet" water savings (Vol. 1). Iwmi. IWMI.
- Selcer P. 2011. *Patterns of Science: Developing Knowledge for a World Community at UNESCO*. Philadelphia: University of Pennsylvania.
- Severino J.-M., Ray O. 2011. La fin de l'aide publique au développement : mort et renaissance d'une politique publique globale. *Revue d'économie du développement*.19(1):5-44.
- Shackley S., Wynne B. 1996. Representing uncertainty in global climate change science and policy: Boundary-ordering devices and authority. *Science, Technology, & Human Values*.21(3):275-302.
- Shapin S. 1998. Placing the view from nowhere: historical and sociological problems in the location of science. *Transactions of the Institute of British Geographers*.23(1):5-12.
- Shapin S., Schaffer S. 1993. *Leviathan et la pompe à air. Hobbes et Boyle entre science et politique*. Paris: La Découverte. 457 p.
- Shaw D. J. 2015. Mastering nature through science: Soviet geographers and the Great Stalin Plan for the Transformation of Nature 1948-53. *Slavonic & East European Review*.93(1):120-146.
- Shenk T., Mitchell T. 2015. Les savoirs de l'économie. In: Bonneuil C, Pestre D, (Eds). *Le siècle des technosciences*. 3. Paris: Editions Le Seuil; p. 233-251.
- Shenton B., Watts M. 1979. Capitalism and hunger in Northern Nigeria. *Review of African political economy*.6(15-16):53-62.
- Shuval H. I. 1992. Approaches to resolving the water conflicts between Israel and her neighbors-a regional water-for-peace plan. *Water International*.17(3):133-143.
- Smith N. 1984. *Uneven Development: Nature, Capital and the Production of Space*. Oxford: Basil Blackwell. 198 p.

Soubeyran O. 2015. Pensée aménagiste et improvisation. L'improvisation en jazz et l'écologisation de la pensée aménagiste. Paris: Editions des archives contemporaines.

Spackman C., Burlingame G. A. 2018. Sensory politics: The tug-of-war between potability and palatability in municipal water production. *Social Studies of Science*.48(3):350-371.

Specty R., Isbérie C. 1996. L'avertissement à l'irrigation à l'épreuve de la pratique agricole. *La Météorologie*.8e série(16):31-40.

Stanhill G. 1961. A comparison of methods of calculating potential evapotranspiration from climatic data. *Israel Journal of Agricultural Research*.11:159-171.

Starr J. R. 1991. Water wars. *Foreign policy*(82):17-36.

Sulzman E. 2014. La navigation intérieure sous l'Ancien Régime. Naissance d'une politique publique. Rennes: Presses de l'Université de Rennes. 376 p.

Swyngedouw E. 2004. *Social Power and the Urbanization of Water: Flows of Power*. Oxford: Oxford University Press. 228 p.

Swyngedouw E. 2006. *Power, Water and Money: Exploring the nexus*. Oxford.

Swyngedouw E. 2009. The political economy and political ecology of the hydro-social cycle. *Journal of contemporary water research & education*.142(1):56-60.

Swyngedouw E. 2013. Into the Sea: Desalination as Hydro-Social Fix in Spain. *Annals of the Association of American Geographers*.103(2):261-270.

Swyngedouw E. 2015. *Liquid Power. Contested Hydro-Modernities in Twentieth-Century Spain*. Cambridge Massachusetts/London, England: The MIT Press. 320 p.

Thornthwaite C. W. 1948. An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review*.38(1 (January)):55-94.

Thornthwaite C. W., Holzman B. 1942. Measurement of evaporation from land and water surface. U.S. Dept. Agric.

Treyer S. 2006. A quelle raréfaction de l'eau faut-il se préparer? Construire une intervention prospective au service de la planification pour les ressources en eau en Tunisie: AgroParisTech.

Trottier J. 2003. Water wars: the rise of a hegemonic concept. Exploring the making of the water war and water peace belief within the Israeli-Palestinian Conflict Oxford: UNESCO.

Trottier J. 2012. L'avènement de la gestion intégrée des ressources en eau. In: A. B, F. L, (Eds). *Gestion de l'eau Approche territoriale et institutionnelle*. Québec: Presses universitaires du Québec; p. 179-198.

Trottier J. 2015. Les trajectoires de l'eau et de la terre dans la construction des territoires. *L'Espace géographique*.44(2):97-102.

Trottier J., Fernandez S. 2010. Canal spawn dams? Exploring the filiation of hydraulic infrastructure. *Environment and History*.27(16.1 February):97-123.

Trottier J., Perrier J. 2017. Challenging the Coproduction of Virtual Water and Palestinian Agriculture. *Geoforum*(87):85-94.

Trottier J., Rondier A., Perrier J. 2019. *Palestinians and Donors Playing with Fire: 25 years of Water Projects in the West Bank*. *International Journal of Water Resources Development*, Taylor & Francis (Routledge):1-25.

Turc L. 1961. Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle. *Ann Agron*.12:13-49.

Turnhout E., Boonman-Berson S. 2011. Databases, scaling practices and the globalization of biodiversity. *Ecology and Society*.16(1):35.

Turnhout E., Dewulf A., Hulme M. 2016. What does policy-relevant global environmental knowledge do? The cases of climate and biodiversity. *Current Opinion in Environmental Sustainability*.18:65-72.

Tvedt T. 1992. The struggle for water in the Middle East. *Canadian Journal of Development Studies/Revue canadienne d'études du développement*.13(4):13-33.

Unesco. 1955. À la conquête du désert. *Le Courrier*(8-9, numéro spécial).

Van Bavel C. H. M. 1966. Potential evaporation: the combination concept and its experimental verification. *Water Resources Research*.2(3):455-467.

- van Lente H., Rip A. 1998. The rise of membrane technology: from rhetorics to social reality. *Social Studies of Science*.28(2):221-254.
- Van Tilbeurgh V. L'articulation des temporalités dans une décision négociée : la construction d'une aire protégée. [VertigO] La revue électronique en sciences de l'environnement [Internet]. 2015; 15(2). Available from: <https://id.erudit.org/iderudit/1035829ar>.
- van Wijk W. R., de Vries D. A. 1954. Evapotranspiration. *Netherlands Journal of Agricultural Science*,.2:105-119.
- Vanham D., Mekonnen M. M., Hoekstra A. Y. 2013. The water footprint of the EU for different diets. *Ecological Indicators*.32:1-8.
- Villalba B. 1997. La genèse inachevée des Verts. *Vingtième Siècle Revue d'histoire*.53:85-97.
- Virol M. 2003. Vauban: de la gloire du roi au service d'Etat. Champ Vallon: Seysell,. 432 p.
- Vivien F.-D. 2009a. Pour une économie patrimoniale des ressources naturelles et de l'environnement. (1):17-28.
- Vivien F.-D. 2009b. Les modèles économiques de soutenabilité et le changement climatique. *Regards croisés sur l'économie*.6(2):75-83.
- Watts M. 1983. The Political Economy of Climatic Hazards: A Village Perspective on Drought and Peasant Economy in a Semi-Arid Region of West Africa (Économie politique des accidents climatiques: perspective villageoise sur la sécheresse et l'économie paysanne dans une région semi-aride d'Afrique occidentale). *Cahiers d'études africaines*:37-72.
- Watts M. 1987. Conjunctures and crisis: Food, ecology and population, and the internationalization of capital. *Journal of Geography*.86(6):292-299.
- Weller J.-M. 1997. L'humanité des non-humains. *Espaces Temps, Construire un événement Mouvement social, sciences sociales*.64-65:94-101.
- Whatmore S. 2002. *Hybrid Geographies. Natures, cultures, spaces*. London, Thousand Oaks, New Delhi: SAGE Publications. 225 p.
- Whatmore S. 2006. Materialist returns: practising cultural geography in and for a more-than-human world. *Cultural geographies*.13(4):600-609.
- Whatmore S., Landström C. 2011. Flood apprentices: an exercise in making things public. *Economy and Society*.40(4):582-610.
- White G. F. E. 1958. *The future of arid lands*. Washington D. C.: American Association for the Advancement of Science.
- Wolf A. T. 1998. Conflict and Cooperation along International Waterways. *Water Policy*.1(2):251-265.
- Wolfe C. T. 2020. *Lire le matérialisme*. Lyon: ENS Éditions. 292 p.
- Worster D. 1979. *Dust bowl: the southern plains in the 1930s*. New-York: Oxford University Press.
- Worster D. 1992. *Rivers of Empire. Water, Aridity, and the Growth of the American West*. Oxford: Oxford University Press.
- Zeng Z., Liu J., Koeneman P. H., Zarate E., Hoekstra A. Y. 2012. Assessing water footprint at river basin level: a case study for the Heihe River Basin in northwest China. *Hydrology and Earth System Sciences*.16(8):2771-2781.
- Zhuo L., Mekonnen M. M., Hoekstra A. Y. 2016. The effect of inter-annual variability of consumption, production, trade and climate on crop-related green and blue water footprints and inter-regional virtual water trade: A study for China (1978-2008). *Water Research*.94:73-85.
- Zimmer D., Renault D., editors. *Virtual water in food production and global trade: Review of methodological issues and preliminary results*. International Expert Meeting on Virtual Water Trade; 2002 December; Delft, The Netherlands: UNESCO-IHE.

Table des illustrations

Figure 1 : Schéma représentant la problématique et les hypothèses de recherche (source : Auteur).	15
Figure 2 : Schéma représentant la trajectoire des indicateurs de débit en Adour-Garonne (Source : Auteur)	57
Figure 3 : Carte des canaux construits et projetés au nom de la navigation	74
Figure 4 : Situer le Guadalquivir, Séville, Cordoue et Cadiz.	97
Figure 5: La carte de distribution des climats arides de Meigs, P. (1953).....	104
Figure 6: Schéma du cycle de l'eau à l'échelle mondiale par Falkenmark et Lindh (1974).....	115
Figure 7: Schéma des ressources disponibles à l'échelle mondiale par Falkenmark et Lindh (1974).	116
Figure 8 : Schéma des relations eaux-sociétés par Falkenmark (1977)	117
Figure 9 : Carte des surplus et des déficits en eau dans les différentes régions du monde par Falkenmark (1977).....	119
Figure 10 : Carte des grandes régions et des principaux problèmes liés à l'eau qui les caractérisent produite par Falkenmark (1977).	123
Figure 11 : La projection de Falkenmark (1981), une force motrice principale, la démographie et un « besoin » à satisfaire de 1000 m ³ /(an*pers).....	125
Figure 12 : Montants de l'APD en dollars constants 2014 sur la période 1960-2018 (Source des données : Banque mondiale).	135
Figure 13 : Nombre de publications avec la mention « water footprint » dans le titre ou le résumé (Source des données : Scopus).....	139
Figure 14 : Les Plans de gestion des étiages (PGE) et les projets de barrages controversés: Lot (Saint-Geniez-D'olt), Garonne-Ariège (projet de Charlas), Aveyron (projet de Vimenet) et Tescou (projet de Sivens).	162
Figure 15 : Les Plans de gestion des étiages (PGE) et les barrages-réservoirs construits: Adour-Amont (Gabas, 2005) et Neste-rivières gasconnes (Lizet-Osse, 2004 ; Saint-Laurent Auzoue, 2004 ; Lizon-Baïse, 2006 ; Castelnau-Magnoac, 2007).	164
Figure 16 : Évolution des discours sur les demandes en eau et sur la valeur du projet de barrage de Charlas tout au long de l'étude globale d'environnement sur Charlas (Source : Auteur).	178
Figure 17 : Carte représentant l'usine AZF, la STEP de Ginestous et les débits de la Garonne à Toulouse.	181
Figure 18 : Le bassin versant de la Midouze (Source : auteur à partir de la carte produite par l'Observatoire de l'eau des Pays de l'Adour, 2006).	184
Figure 19 : Photographies de la Midouze à sa confluence avec le Retjons (Source : auteur).....	184
Figure 20 : Le bassin du Rhin et le projet de caloduc (Source:Fernandez et Rozan, 2020).....	189

Figure 21: Principaux recours déposés contre les rejets industriels chargés en ions chlorure dans la Moselle et le Rhin.....	195
Figure 22 : Schéma du système d’approvisionnement en eau potable de l’agglomération messine (Source : auteur).....	201
Figure 23 : Évolution du nombre de publications associant les mots-clés « hydrologie » et « changement climatique » (Source des données : Scopus).....	208
Figure 24 : Évolution du nombre de publications associant les mots-clés (1) « hydrologie » et « modèle » et (2) « hydrologie », « modèle » et « global » (Source des données : Scopus)	209
Figure 25 : Évolution du nombre de publications incluant l’expression « global hydrological model » (Source des données : Scopus).....	210
Figure 26 : Évolution du nombre de publications relevant (i) de l’hydraulique, (ii) de l’hydraulique et de la modélisation, et (iii) de l’hydraulique, de la modélisation et des incertitudes (période 1970-2018), (Source des données : Scopus).....	213
Figure 27 : Évolution du nombre de publications relevant (i) de l’hydrologie, (ii) de l’hydrologie et de la modélisation, et (iii) de l’hydrologie, de la modélisation et des incertitudes (période 1960-2018), (Source des données : Scopus).....	213
Figure 28 : Évolution de la part des publications sur les incertitudes dans les publications concernant (i) l’hydraulique et la modélisation et (ii) l’hydraulique (Source des données : Scopus).....	214
Figure 29 : Évolution de la part des publications sur les incertitudes dans les publications concernant (i) l’hydrologie et la modélisation et (ii) l’hydrologie (Source des données : Scopus)	214
Figure 30 : Schéma des relations entre modélisations climatiques, hydrologiques et données (Source : Auteur).	215
Figure 31 : Évolution du nombre de publications incluant les mots-clés (1) « hydraulique » ou « hydrologie » « modèle » et « calage », (2) « hydraulique » ou « hydrologie » « modèle » et « ré-analyse », (3) « hydraulique » ou « hydrologie » « multi-modèles » et « comparaison » (Source des données : Scopus).....	216
Figure 32 : L’eau dans les deux SNBC.....	222
Figure 33 : Représentation des relations eau et usine nucléaire à (i) circuit ouvert et (ii) à circuit fermé (Source : Auteur).	222

Table des matières

Remerciements	4
Résumé.....	5
Introduction.....	6
Chapitre 1. Analyser les relations entre eaux, savoirs et pouvoirs	10
1.1 Problématiser les relations entre savoirs et action publique	10
1.2 Sciences et politiques, généralisations ou topologies ?	16
1.3 Natures et sociétés : une question de frontières indues ?	19
1.3.1 La <i>Political ecology</i> : une approche critique des relations entre sociétés et environnements	20
1.3.2 Le néo-matérialisme de la géographie « plus qu’humaine »	23
1.3.3 Symétries et non-humains	26
1.3.4 Continuités et discontinuités.....	28
1.4 Savoirs et ignorances.....	34
1.5 La géographie humaine et les relations entre eaux et sociétés.....	39
1.5.1 L’eau de la géographie française « classique »	39
1.5.2 Les eaux de la <i>Political ecology</i>	44
1.5.3 Les territoires, espaces et lieux des géographes constructivistes francophones	45
1.6 Les matérialités multiples des infrastructures hydrauliques	47
1.6.1 Infrastructures, savoirs et pouvoirs.....	47
1.6.2 Infrastructures et conflits	50
1.7 De l’usage des périodisations dans une recherche « non-historienne »	52
1.8 Commensurations et transformations contemporaines de l’action publique.....	61
Chapitre 2. Les voies d’eau : catégories, infrastructures hydrauliques et organisations sociales... 65	
2.1 Les voies d’eau, entre canaux et rivières aménagées dans le Sud-Ouest de la France	72
2.1.1 Relier les mers entre elles par des canaux ou par voie fluviale ?.....	73

2.1.2	Relier les deux mers entre elles par des canaux de jonction ou des lignes de chemin de fer?	77
2.1.3	D'un système national à un instrument de colonisation interne de périphéries nationales.....	85
2.2	Des canaux qui fabriquent l'hydrologie des cours d'eau gascons.....	92
2.3	L'estuaire du Guadalquivir, entre débits et marées.....	96
2.4	Conclusions sur les voies d'eau	99
Chapitre 3. Représenter et gouverner le manque d'eau: relocaliser les indicateurs globaux.....		101
3.1	Mettre au travail les zones arides	102
3.2	Construire une hydrologie mondiale.....	113
3.3	Vers des États-Nations « virtuels » ?	126
3.4	Des empreintes environnementales qui effacent l'action publique ?	134
3.5	Technopolitiques de l'eau en Méditerranée	147
3.6	Mais qu'est-ce qui fait suer les plantes ?	151
Chapitre 4. Rendre lisibles les spatialités et les temporalités de l'action publique.....		155
4.1	Découper le temps et l'espace avec les DOE en Adour-Garonne	159
4.2	Gouverner le temps avec des ACB	171
4.2.1	L'évaluation économique dans le bassin Adour-Garonne	176
4.2.1.1	Les étiages de la Garonne.....	176
4.2.1.2	Les matières oxydables de la Midouze.....	183
4.2.2	Le sel de la Moselle	187
4.2.2.1	Désinhiber les rejets dans la Meurthe.....	189
4.2.2.2	Gouverner des équilibres transfrontaliers, les ions chlorure du Rhin	191
4.2.2.3	Traductions locales des seuils transfrontaliers	196
4.2.2.4	L'ACB et la fin du calcoduc	200
4.2.3	Conclusion	204
Chapitre 5. La gestion de l'eau à l'épreuve du changement climatique.....		205
5.1	Climatisation de la modélisation hydrologique.....	208

5.1.1	Les scénarios de la modélisation hydrologique.....	208
5.1.2	Modélisation et domestication des risques	212
5.2	Savoirs climatisés et action publique territorialisée sur l'eau.....	219
5.2.1	L'atténuation et le nexus eau-énergie	220
5.2.2	S'adapter. Un nouvel impératif politique pour la gestion de l'eau ?	223
	Conclusion et perspectives.....	229
	Annexe : proposition de définitions pour cadrer la problématique du manque d'eau	232
	Liste des sigles et acronymes	233
	Bibliographie.....	236
	Table des illustrations.....	256
	Table des matières	258