



**HAL**  
open science

## Les territoires de la métrologie environnementale. L'exemple de la qualité des rivières en France

Gabrielle Bouleau

► **To cite this version:**

Gabrielle Bouleau. Les territoires de la métrologie environnementale. L'exemple de la qualité des rivières en France. Colloque Terrains communs, regards croisés EHESS, Sep 2008, Paris, France. 12 p. hal-00468560

**HAL Id: hal-00468560**

**<https://hal.science/hal-00468560>**

Submitted on 31 Mar 2010

**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.

## **Les territoires de la métrologie environnementale. L'exemple de la qualité des rivières en France.**

Gabrielle Bouleau

La nature de la pollution a changé au cours du temps ; nos instruments de mesure et notre perception de la pollution ont évolué aussi. Pour comparer des situations ayant eu lieu à des époques différentes, il manque un référentiel commun. Plusieurs travaux ont cependant été entrepris pour quantifier l'évolution des flux de pollution au cours du temps, en recoupant différentes sources d'information, pour faire la part entre la représentation de la pollution et sa réalité physique ou son effet sur la santé publique (Barles et Lestel 2007, Cioc 2002 , Mosley 2001). Cependant les technologies de mesure sont aussi mises au point pour satisfaire des enjeux sociaux et diffuser certaines représentations sociales de l'environnement (Callon, Lascoumes et Barthe 2001, Latour 1989). D'une part, la réalité mesurée est une sélection (Callon 1986), motivée par un groupe social qui ne s'intéresse qu'à certains aspects de la réalité. D'autre part cette sélection agit en retour sur la société. La technique de mesure n'est pas inerte dans le corps social, au contraire, elle interagit avec les rapports de force et les représentations. La façon dont on mesure ces flux aujourd'hui nous permet-elle de mieux comprendre le passé ou bien est-elle porteuse d'un point de vue qui trahit les enjeux de l'environnement des époques précédentes ? Comment décrire les partis-pris et les idéologies qui se retrouvent « verrouillées » dans les techniques de métrologie ? Dans cet article, je propose de répondre à cette question en étudiant en quoi la mesure de la qualité des rivières en France au vingtième siècle porte certaines représentations sociales et agit sur le corps social. Je propose un cadre théorique pour qualifier la part d'arbitraire inhérente à toute mesure de l'environnement. L'exemple de la mesure écologique des rivières en France me permet ensuite d'illustrer ce cadre théorique et son intérêt dans une perspective socio-historique.

### 1. Ambiguïté de l'observation environnementale

Montrer à la fois les changements sociaux et les changements biophysiques est une entreprise passionnante à laquelle les sociologues peuvent contribuer en précisant ce qui rend la métrologie contingente. En effet, beaucoup de conventions sont nécessaires pour qu'une mesure soit comparable à une autre. En absence de ces conventions, l'observation est ambiguë au moins pour trois raisons que je vais détailler.

La première ambiguïté de l'environnement est celle de l'*échelle*. Dans son article sur le dépérissement des forêts, Franz-Josef Brüggemeier (2002) explique que l'on assiste, de

manière simultanée depuis les années 80, à des dépérissements locaux de certaines forêts et une croissance accrue de la forêt en Europe. L'état de santé des feuilles serait peut-être un signe de dépérissement pour certaines forêts à l'échelle locale mais à l'échelle européenne les feuilles flétries seraient un symptôme sans signification. L'indicateur à l'échelle locale ne serait pas pertinent à une échelle plus large. Pour mesurer le dépérissement, il faudrait sélectionner un autre élément pour représenter l'état de la forêt. Cet exemple nous permet de comprendre ce qu'est une mesure : une sélection d'un élément puis son codage sous forme d'une information (taille, couleur, occurrence, ...). La validité de cette sélection est admise tant que la mesure et la perception évoluent de la même façon. Si l'environnement est hétérogène (s'il existe à la fois des forêts qui meurent et des forêts en bonne santé), alors le *territoire* considéré influe fortement sur le choix de la mesure et son interprétation. Les corrélations statistiques que l'on pourra établir entre le signe et le phénomène dépendront du territoire retenu. Ma recherche sur les indicateurs de qualité des rivières montre que beaucoup de négociations et d'ajustement de ces indicateurs portent précisément sur leur territoire de validité. Celui-ci doit correspondre au territoire du pouvoir politique qui finance l'étude mais il a peu de chance d'être mesuré de manière régulière s'il ne correspond pas en outre à une revendication sociale particulière (parfois en opposition avec le pouvoir politique). Le territoire pris en compte pour construire une méthode de mesure de l'environnement constitue donc une première dimension de sa contingence.

La seconde ambiguïté de l'environnement est celle du *grain d'analyse*. Au sein du territoire considéré, on peut échantillonner tous les mètres, tous les centimètres ou tous les millimètres. Ce qui paraîtra homogène à un grain grossier pourra sembler plus hétérogène à un grain plus fin. Si l'on sait ce que l'on vient échantillonner, alors le grain peut-être déterminé a posteriori en fonction de l'hétérogénéité observée au grain le plus fin. Les enquêtes que j'ai menées sur la mesure de la qualité des rivières révèlent qu'une méthode de mesure passe par beaucoup de phases de tâtonnements au cours desquelles ce qui est échantillonné change beaucoup. Au début, les éléments échantillonnés sont très nombreux. Certains éléments récoltés se répartissent en grands ensembles spatiaux, d'autres en unités beaucoup plus petites. Si le grain ne dépendait que de cet échantillonnage, il serait largement indéterminé. Mais le choix du grain ne dépend pas de ce qui est trouvé dans ces premières phases d'échantillonnage. Au contraire, il semble que le grain soit prédéfini par l'utilisation sociale qui est envisagée pour la mesure et c'est ce grain « pertinent » qui va déterminer la sélection des éléments à conserver dans la mesure. Si l'équipe de scientifiques travaille pour un groupe social qui a besoin de

distinguer des changements tous les mètres, alors les éléments qui deviendront les représentants de l'ensemble seront ceux qui varient suffisamment tous les mètres. Ainsi le grain retenu pour une méthode de mesure a aussi son histoire. C'est la deuxième dimension de sa contingence.

Enfin, le *vocabulaire* disponible pour décrire l'environnement à un moment donné conditionne aussi les catégories qui vont être élaborées pour définir un protocole de mesure. Dans son étude anthropologique des méthodes scientifiques de suivi de la forêt et de la savane amazoniennes, Bruno Latour (1993) analyse les pratiques d'échantillonnage du sol par des pédologues. Ceux-ci sont exactement dans la situation évoquée précédemment où ils ne savent pas exactement ce qu'ils cherchent parce que les signes pédologiques associés à la savane se trouvent sous la forêt et réciproquement. Cependant leurs techniques d'échantillonnage ne sont pas menées au hasard. Ils ont été formés à la reconnaissance des horizons. Ils « lisent » le sol en identifiant des couches homogènes et des discontinuités. Cette lecture, comme toute activité de classement, est le résultat d'un apprentissage, d'une pratique de cette typologie sanctionnée par des experts, c'est-à-dire des personnes ayant été confrontées à beaucoup de cas, notamment des cas ambigus (voir l'exemple du codage des catégories socio-professionnelles, Desrosières et Thévenot 1988). Il est très intéressant de voir à cette occasion que la géographie de l'apprentissage n'est pas sans effet. Il est probable qu'un pédologue qui n'a pratiqué qu'en Europe aura du mal à faire correspondre les types d'horizon auquel il a été habitué avec ce qu'il découvrira pour la première fois sous les tropiques.

Trois territoires peuvent donc influencer sur le choix d'une mesure, le territoire sur lequel on va utiliser la méthode, le territoire sur lequel certaines différences perçues ont motivé la mise au point de cette méthode et le territoire où les experts qui ont développé la méthode avaient acquis leur compétence. En quoi ces territoires marquent la méthode de mesure ? Ils la marquent de manière statistique. Ces territoires influenceront l'étendue des échantillons possibles, leur caractère rare ou fréquent, la force des corrélations établies entre ces échantillons et les phénomènes que l'on cherche à mesurer. Certains signes seront abandonnés parce qu'ils ne seraient pertinents qu'à une autre échelle ou à un autre grain. Certains éléments ne seront pas collectés parce qu'ils appartiennent à la typologie d'une autre discipline ou qu'ils n'ont pas de sens dans le territoire où les experts ont été formés. L'histoire de la mesure de la qualité des rivières en France au vingtième siècle illustre les conséquences de cette dimension territoriale de la métrologie environnementale.

## 2. La mesure de la qualité des rivières en France au vingtième siècle

Ma recherche a porté sur les innovations visant à mesurer la qualité écologique des rivières en France. J'ai reconstitué les conditions d'élaboration, de diffusion et d'utilisation de deux programmes de métrologie: celui mis au point à partir de 1964 par un service central de l'Etat en utilisant les macro-invertébrés du fond des cours d'eau et celui élaboré à partir de 1979 par des universitaires de Lyon à partir de la diversité biologique de la flore et de la faune des plaines alluviales. Cette recherche a été menée à partir de 32 entretiens semi-directifs auprès d'hydrobiologistes et de gestionnaires, complétés par une analyse d'archives individuelles et de bibliographie.

### a. L'indice saprobie, outil associé au sacrifice des cours d'eau industriels

Pour comprendre ces innovations, il est nécessaire de rappeler quelles étaient auparavant les politiques de gestion des rivières et les outils dont elles disposaient. Sabine Barles (2002) et Mark Cioc (2002) ont montré, sur la Seine et le Rhin, que les industries polluantes ont bénéficié à la fin du dix-neuvième siècle et au début du vingtième d'une politique de « sacrifice » des rivières industrialisées conduisant à transformer ces cours d'eau en égouts pour ne pas imposer le coûts de la dépollution aux entreprises. Face à cette stratégie, deux autres usages des rivières, la pêche à la ligne et l'adduction d'eau publique se reportèrent sur d'autres cours d'eau. Mais ce déplacement ne se fit pas sans contestation et des outils de mesure de la qualité furent introduits dans le débat.

Concernant l'eau potable, les médecins français restèrent relativement à l'écart mais les urbanistes, « les ingénieurs, les hommes de loi et les administrateurs, tous, peu ou prou, hygiénistes » participèrent activement aux discussions, assistant aux congrès internationaux d'hygiène, réclamant et obtenant des instances de surveillance de la qualité de l'eau (Goubert 1986, p.98-99). Pour cet usage, on utilisait alors à la fois des mesures chimiques d'oxygène dissous (Lestel 2005) pour une mesure instantanée de la qualité de l'eau et l'indice saprobie (Kolkwitz et Marsson 1908). Plus une rivière est polluée de manière récurrente par des molécules organiques qui en se décomposant consomment l'oxygène dissous, plus son cortège biologique évolue vers des espèces qui tolèrent cette situation et qu'on appelle saprobies (qui vivent sur de la matière en décomposition). Cet indice traduisait donc l'anoxie de la rivière mais sur un temps plus long, celui nécessaire à l'adaptation d'une faune et d'une flore spécifiques à ces conditions.

Les pêcheurs à la ligne participaient à un autre débat, celui concernant la part entre

braconnage et pollution dans le dépeuplement des rivières (Bouleau et Barthélémy 2007, Corbin 1995, p.339). En effet, depuis l'Ancien Régime, les autorités de la pêche en France avaient toujours considéré que le braconnage était la principale cause de diminution des stocks de poisson. La pollution n'était pas considérée comme un problème par les autorités. Seuls les pêcheurs avaient à cœur de prouver que les poissons mouraient d'empoisonnement. Les clubs de pêche sportive, importés d'Angleterre dont l'importance en France allait croître tout au long du vingtième siècle, obtinrent des tribunaux que la pollution industrielle soit considérée comme un empoisonnement volontaire quand on pouvait constater la mort de poisson dans la rivière ou en testant l'effet de l'eau sur un poisson sain (Corbin 1995, p.339). En 1911, Thienemann utilisa ce test dans la Ruhr (Cioc 2002, p.92). Cependant la réglementation française n'allait pas reconnaître le délit de pollution accidentelle avant 1959 (Bouleau 2008). Or à partir de 1941, suite au lobbying des clubs de pêche, les pêcheurs à la ligne furent organisés en fédérations départementales et ils s'acquittèrent auprès de l'Etat d'une taxe pour pêcher sur le domaine public navigable. Cette taxe finançait notamment le repeuplement à partir de piscicultures agréées. L'incohérence entre la politique qui tolérait les pollutions industrielles et celle qui exigeait des pêcheurs le financement du repeuplement fut dénoncée par l'Union Nationale des Fédérations Départementales de Pêche et de Pisciculture comme en témoigna régulièrement le bulletin officiel d'information du Conseil Supérieur de la Pêche (voir par ex. CSP 1953).

#### b. L'indice biotique, outil de discrimination de la pollution accidentelle

La mise en place des agences de l'eau à partir de 1964 permis de trouver un financement pour la dépollution. Mais la reconquête technique de l'oxygène dissous dans les rivières fut un processus relativement long (voir par ex. sur la Seine, Bouleau et Lunet de Lajonquière 2007, sur la Moselle, Garcier 2005). Pendant ce temps, la lutte contre la pollution fut également juridique, aiguillonnée par deux services de police de l'eau, les gardes-pêche du Conseil Supérieur de la Pêche (CSP) et les services régionaux d'aménagement et des eaux (SRAE) nouvellement créés en 1965 et coordonnés par une division « qualité de l'eau » du centre d'étude et de recherche sur l'aménagement forestier et les espaces ruraux du ministère de l'agriculture (CERAFER). C'est dans cette division que fut mis au point l'indice biotique.

L'*échelle* de travail de cette division s'imposait naturellement pour ces agents du ministère comme le territoire national couverts par des SRAE et des agences de bassin, le territoire métropolitain et la Corse. Cependant les outils de mesure de la qualité des rivières qui existaient (test poisson et indice saprobie) ne satisfaisaient pas leurs partenaires, les acteurs de

la pêche (CSP et fédérations) qui étaient prêts à mettre à disposition du personnel et des camionnettes-laboratoires à condition que la division qualité des eaux les aide à établir un indicateur biologique capable de dénoncer une pollution accidentelle même quand celle-ci avait cessé.

*« L'intérêt du biologique, c'est que quand les prélèvements se faisaient ponctuellement, l'industriel voyait le préleveur venir, il fermait les vannes et alors en physico-chimie on ne voyait rien. Tandis que nos bestioles elles étaient là pour dire qu'à un moment ça avait été mal. » (un ingénieur du CERAFER)*

Ce qu'ils choisirent d'étudier fut marqué par l'influence des institutions de gestion de la pêche qui cherchaient à dénoncer les pollutions accidentelles et qui privilégiaient la pêche à la truite (Bouleau et Barthélémy 2007). Plutôt que des espèces qui se développent à la longue en présence de pollution organique (comme les saprobies), les pêcheurs recherchaient des espèces qui disparaissent soudainement en cas de pollution et dont la disparition ne peut pas être liée au braconnage. Les macro-invertébrés étaient de bons candidats parce qu'ils sont emportés par le courant quand ils meurent et que leur sensibilité à la pollution est très variable d'une espèce à l'autre. On pouvait donc caractériser des situations de référence en absence de pollution et établir différents niveaux de pollution accidentelles ayant fait disparaître plus ou moins d'espèces. De plus, beaucoup de ces espèces sont des larves d'insectes qui constituent donc un maillon de la chaîne alimentaire des poissons, cela avec donc du sens pour les acteurs de la pêche. C'est à partir de ces macro-invertébrés qu'avait été développée une méthode britannique (Woodiwiss 1964) sur une rivière à truites. Ce type de rivière correspondait bien au Doubs, le cours d'eau utilisé pour caler l'indice biotique, celui sur lequel l'un des hydrobiologistes de l'équipe fit sa thèse d'état (Verneaux 1973). Dans la préface de son mémoire de doctorat, Verneaux écrivit :

*« Il s'agit en fait d'une longue histoire commencée avec mon père il y a quelque vingt cinq ans sur les berges du Doubs, qui s'achèvera sans doute dans quelques années avec la mort de la rivière. (...) L'écologie c'est d'abord et surtout le terrain ; les chercheurs ne le fréquentent jamais assez et la cause première de ce travail est, je crois, constituée par les cours d'eau eux-mêmes, par ce qu'il en reste dois-je actuellement écrire. »*

On voit dans ce témoignage que la mise au point de la mesure n'est pas un exercice désincarné. L'attachement à la rivière et le sentiment de menace imminente expliquent le choix du site pour le développement des outils de mesure.

Le *grain d'échantillonnage* résulta de plusieurs contraintes. Tout d'abord Verneaux et le reste de l'équipe souhaitaient avoir un outil qui permette de discriminer parfaitement les affluents industriels du Doubs des affluents non industrialisés. C'est dans ce but qu'ils utilisèrent la méthode de la Trent River. Mais le protocole britannique ne rendait pas compte de la diversité des habitats que l'on trouvait sur le Doubs. Le grain fut alors adapté pour mieux correspondre à la diversité rencontrée sur le Continent.

*« On est parvenu à un tableau donnant une note de zéro à dix. On a modifié parce qu'on s'est tout de suite rendu compte que l'on avait de grosses différences entre les parties à courant rapide et les parties à courant lent. On a donc fait des prélèvements en faciès lotiques et en faciès lentiques et on a fait la moyenne des deux. Ça marchait assez bien. On a tout de suite formé nos gardes-pêche qui étaient notre bras séculier. » (un ingénieur du CERAFER).*

Puis la méthode calée sur le Doubs fut testée et modifiée à la marge pour être également discriminante sur l'ensemble du territoire français. Cet indice biotique fut institutionnalisé par l'arrêté interministériel du 2 septembre 1969 et intégré à l'inventaire national de la pollution en 1971. Il fut normalisé dans les années 80 (indice biologique global normalisé) et constitue aujourd'hui la chronique de mesure écologique hydrobiologique la plus longue dont on dispose. Cependant sa validité dans des milieux très différents du Doubs, comme le milieu méditerranéen par exemple, a toujours été contestée puisque dans ces zones les valeurs optimales de l'indicateur ne sont jamais atteintes (comme si même sans pollution, la qualité de la rivière n'était jamais bonne). C'est notamment pour remédier à ce défaut et construire un indicateur compatible avec un territoire européen que de nouveaux indicateurs sont élaborés aujourd'hui (Wasson, Chandesris, Pella et Blanc 2003).

#### c. Quantification de la biodiversité alluviale menacée par les barrages du Haut-Rhône

Alors que l'indice biotique était déjà utilisé en routine depuis dix ans, une controverse émergea sur le Haut-Rhône dans les années 80 à l'occasion de la relance de projets de barrages de la Compagnie Nationale du Rhône sur un secteur qui devint rentable avec les chocs pétroliers (Michelot 1990, Pritchard 2004). Le Rhône était à l'époque un haut lieu de la contestation antinucléaire et écologiste en France (Villalba 1997, Whiteside 1997). C'était aussi une scène de contestation régionaliste du pouvoir central après la nationalisation d'EDF réduisant l'indépendance de la Compagnie Nationale du Rhône (Bethemont 1997, Henry 1986, Pritchard 2004). C'était enfin un grand fleuve étudié par des scientifiques de Lyon (Amoros et Petts 1993, Amoros, Roux, Reygrobellet, Bravard et Pautou 1987). Cette équipe



bénéficia à partir de 1979 d'un financement du Ministère de l'environnement et du CNRS pour un programme intégré de recherche sur l'environnement (PIREN grands fleuves). Elle bénéficia également de la loi de 1976 sur la protection de la nature qui rendit les études d'impact obligatoire et imposa donc aux constructeurs de barrages de financer des études dont les résultats furent utilisés par cette équipe sur tout le *territoire* du Haut-Rhône. Plus qu'un secteur d'étude, la plaine alluviale du Haut-Rhône et notamment la confluence Ain-Rhône était en effet d'un territoire vécu, avec des pratiques de pêche et de tourisme de proximité (Michelot 1990) fréquenté notamment par les scientifiques urbains de Lyon dont certains étaient aussi militants écologistes.

Ce qui intéressait les scientifiques et les écologistes était de pouvoir quantifier l'effet de la réduction du débit sur la biodiversité dans la plaine alluviale. Pour cela, ils conduisirent des campagnes de prélèvement de flore avec un *grain* d'analyse capable de révéler la diversité qui leur est familière :

*« Ce milieu ouvert était très fréquenté par les gens eux-mêmes. Il y avait une connaissance profane profonde des pêcheurs, des citadins, des riverains. Il ne restait qu'à le rendre scientifique. (...) Le leader du militantisme à l'époque c'était un cadre de chez Renault à Anthon, il était naturiste et militant de la confluence. Il s'est trouvé en phase avec les scientifiques. Il dirigeait une association locale de protection de la nature (...) Pour ces citadins, le sauvage, c'est ce qui se déplace, parce que ça décourage tout aménagement. (...) L'accès était difficile, ça se méritait. C'était une liberté qui se méritait et qui était créée par la liberté de la rivière. » (un scientifique du PIREN Rhône)*

La plaine alluviale se déplaçait au gré des crues. Elle sélectionnait dans le paysage des espèces floristiques adaptées à l'immersion plus ou moins prononcée, à l'érosion selon les endroits, au limon ou à l'argile selon ce que déposait le fleuve. Les barrages allaient réduire la mobilité du fleuve qui entretenait cette diversité. Les chercheurs du PIREN Rhône échantillonnèrent donc la plaine alluviale du Haut-Rhône, choisirent les espèces de plantes dont les habitats étaient entretenus par la mobilité du fleuve, établirent des corrélations entre leur présence et la dynamique fluviale et produisirent des cartes illustrant cette diversité. Leur *lecture* du paysage était influencée par leur fréquentation du milieu mais aussi leurs disciplines. La biogéographie, par exemple, était plus développée en France à partir de la flore que de la faune (à l'inverse par exemple de ce qui s'est passée en Californie (Griesemer 1990, Star et Griesemer 1989)). Les animaux terrestres ne furent pas échantillonnés par le PIREN Rhône.

Cependant la typologie établie pour la cartographie ne fut utilisée qu'une fois pour la gestion, pour argumenter le rejet du projet de barrage à la confluence Ain-Rhône et ne parvint pas à s'imposer comme un nouveau protocole de mesure de la qualité des rivières étant donné son périmètre restreint sur le Rhône et le manque de stratégie de promotion de l'outil auprès des services gestionnaires. Mais la méthode consistant à coder les espèces en fonction de leurs modes de vie (traits biologiques) fut reprise plus tard pour développer un indice de qualité des rivières au niveau européen à partir des poissons (Oberdorff, Pont, Hugueny, Belliard, Thomas et Porcher 2002).

### Conclusion

La mesure environnementale est un processus d'extraction d'éléments à partir d'un ensemble infiniment complexe. Ces éléments sont des représentants légitimes du tout si on parvient à corréliser leur présence avec une propriété de l'ensemble qui intéresse l'observateur. Cette corrélation va dépendre du *territoire*, du *grain de l'échantillonnage* choisis par les utilisateurs de la mesure et de la *lecture* experte de l'environnement par les scientifiques qui l'ont mise au point. La métrologie porte en elle les territoires qui ont formé ses experts, les territoires du débat dans lequel la quantification a vu le jour et les unités du territoire qu'il était important de distinguer dans ce débat. La métrologie agit sur le corps social parce qu'elle définit des seuils de perception, elle établit des équivalences et elle marginalise les exceptions. Construire une typologie revient en effet à rendre équivalents ou échangeables les éléments d'un même type. Utiliser les mesures actuelles comme les indicateurs de biodiversité, le flux d'azote, les pluies acides pour qualifier un état environnemental passé revient à rendre commensurable des choses qui ne l'étaient pas forcément. On masque éventuellement le fait que les quantités que l'on ajoute dans nos opérations de bilan ne pouvaient pas être ajoutées à l'époque. Le territoire du bilan n'existait pas forcément en tant que territoire de gestion. Notre grain d'analyse ne correspond pas forcément à l'hétérogénéité qui avait du sens à cette époque. Notre lecture s'est exercée sur une gamme de situations probablement différente de celle des contemporains. La comparaison reste cependant valide et intéressante, notamment pour éclairer les débats actuels, à condition de vérifier que les situations que l'on compare ne sont pas à la périphérie des territoires qui ont déterminé la méthode de mesure.

### Bibliographie

C. Amoros et G. E. Petts (1993). Hydrosystèmes fluviaux. Paris, Masson.

C. Amoros, A. L. Roux, J. L. Reygrobellet, J. P. Bravard et G. Pautou (1987). "A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems " Regulated Rivers **1** (1): 17-36.

S. Barles (2002). L'invention des eaux usées. In Le démon moderne. La pollution dans les sociétés urbaines et industrielles d'Europe. The Modern Demon. Pollution in Urban and industrial European societies, C. Bernhardt et G. Massard-Guilbaud, Eds. Clermont-Ferrand, Presses universitaires Blaise-Pascal: 129-156.

S. Barles et L. Lestel (2007). "The Nitrogen Question: Urbanization, Industrialization, and River Quality in Paris, 1830—1939." Journal of Urban History (33): 794- 812.

J. Bethemont (1997). "Le Rhône entre nation et région." Revue de géographie de Lyon, Géo-carrefour, **72** (1): 67-75.

G. Bouleau (2008). "Le rôle des pêcheurs aux origines de la loi sur l'eau de 1964." Economie Rurale.

G. Bouleau et C. Barthélémy (2007). "Les demandes sociales de restauration des rivières et leurs traductions scientifiques et politiques." TSM (2): 68-76.

G. Bouleau et Y. Lunet de Lajonquière (2007). "Efficience et obligation de résultats : quelles leçons tirer de la politique points noirs de l'agence Seine Normandie menée de 1987 à 1991 ?" La Houille Blanche (3): 58-63.

G. C. Bowker et S. L. Star (1999). Sorting Things Out. Classification and Its Consequences. Cambridge, Massachusetts, MIT Press.

M. Callon (1986). "Eléments pour une sociologie de la traduction, la domestication des coquilles St jacques et des marins pêcheurs de la Baie de St Brieux." année sociologique **36**: 169-207.

M. Callon, P. Lascoumes et Y. Barthe (2001). Agir dans un monde incertain, Seuil.

M. Cioc (2002). The Rhine: An Eco-Biography, 1815-2000 Seattle, University of Washington Press.

A. Corbin, Ed. (1995). L'avènement des loisirs (1850-1960), Champs Flammarion.

CSP (1953). "Voeux du Congrès National 1953 des présidents de fédérations départementales de pêche." bulletin officiel d'information du Conseil Supérieur de la Pêche (13): 4-14.

A. Desrosières (2000). La politique des grands nombres. Histoire de la raison statistique, La découverte Poche.

A. Desrosières et L. Thévenot (1988). Les catégories socioprofessionnelles, Ed. La Découverte.

R. Garcier (2005). La pollution industrielle de la Moselle française. Naissance, développement et gestion d'un problème environnemental, 1850-2000. Thèse de doctorat Géographie, Lyon 2.

J.-P. Goubert (1986). La conquête de l'eau. L'avènement de la santé à l'âge industriel. Paris, Hachette Pluriel.

J. R. Griesemer (1990). "Modeling in the museum: On the role of remnant models in the work of Joseph Grinnell " Biology and Philosophy **5** (1): 3-36

C. Henry (1986). Affrontement ou connivence. La nature, l'ingénieur et le contribuable, Ecole Polytechnique- Laboratoire d'économétrie.

R. Kolkwitz et M. Marsson (1908). "Okologie des pflanzlichen saprobien." Berichte der

Deutschen botanischen Gesellschaft **26**: 505-519.

B. Latour (1989). La science en action. Introduction à la sociologie des sciences. Paris, La découverte.

B. Latour (1993). Le "pédofil" de Boa Vista - montage photo-philosophique. In Petites leçons de sociologie des sciences. B. Latour, Ed. Paris Points sciences. La découverte.

L. Lestel (2005). Experts and water quality in Paris in 1870. In Resources of the City. Contributions to an environmental History of Modern Europe. D. Schott, B. Luckin et G. Massard-Guilbaud, Eds. Aldershot, Hampshire, Ashgate.

J.-L. Michelot (1990). "Les conflits pour l'aménagement de l'espace au confluent Ain-Rhône." Annales de géographie **XCIX** (555): 527.

S. Mosley (2001). The chimney of the world: a history of smoke pollution in Victorian and Edwardian Manchester. Cambridge, UK, White Horse Press.

T. Oberdorff, D. Pont, B. Hugueny, J. Belliard, R. B. d. Thomas et J. P. Porcher (2002). "Adaptation et validation d'un indice poisson pour l'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau français." Bull. Fr. pêche pisc. **365/366**: 405-433.

T. Porter (1995). Trust in Numbers: the Pursuit of Objectivity in Science and Public Life. Princeton, Princeton University Press.

S. B. Pritchard (2004). "Reconstructing the Rhône: the Cultural Politics of Nature and Nation in Contemporary France, 1945-1997." French Historical Studies **27** (4): 765-799.

S. L. Star et J. R. Griesemer (1989). "Institutional Ecology, 'translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39." Social Studies of Science **19** (387): 387-420.

J. Verneaux (1973). Cours d'eau de Franche-Comté (Massif du Jura). Essai de biotypologie. Mémoire de thèse d'Etat Sciences Naturelles. Besançon, Université de Besançon: 200.

B. Villalba (1997). "La genèse inachevée des Verts." Vingtième siècle. Revue d'histoire (53): 85-97.

J.-G. Wasson, A. Chandesris, H. Pella et L. Blanc (2003). Typologie des eaux courantes pour la directive cadre européenne sur l'eau : l'approche par hydro-écorégion. Mise en place de systèmes d'information à références spatiales (SIRS). Actes du Vè séminaire., Montpellier, Cemagref Editions, 13-14 novembre 2003.

K. H. Whiteside (1997). "René Dumont and the fate of political ecology in France." Contemporary French civilization **21** (1): 1-17.

F. S. Woodiwiss (1964). "The biological system of stream classification used by the Trent River Board." Chemistry and Industry: 443-447.

J. Yates (1989). Control Through Communication: The Rise of System in American Management. Baltimore, JHU Press.