

LA MASSE D'EAU : LE DÉTOURNEMENT ADMINISTRATIF D'UN CONCEPT GÉOGRAPHIQUE

Laurent TOUCHART et Pascal BARTOUT

Résumé

La Directive-cadre européenne sur l'eau a repris le terme de masse d'eau, bien connu des scientifiques, pour lui donner une nouvelle signification. L'article rappelle d'abord le sens initial de la masse d'eau en océanographie et limnologie. Puis il soulève les problèmes posés par ce récent changement sémantique : la perte du volume en trois dimensions, un fluvio-centrage au détriment des plans d'eau, le remplacement de limites mobiles par des seuils fixes. Certains problèmes de fond sont communs à l'Union européenne, mais la traduction française apporte une difficulté supplémentaire. Les auteurs militent pour une meilleure prise en compte de l'hydrosystème dans toutes ses dimensions et interrelations, ainsi que la revalorisation de la place des sociétés humaines dans les territoires de l'eau.

Mots-clés

épistémologie des sciences de l'eau, bassin versant, cours d'eau, plan d'eau, territoire de l'eau

Abstract

The European Water Framework Directive has taken over the well-known scientific French term of water mass to give it a new meaning. The paper first mentions the initial meaning of the water mass in oceanography and limnology. Then it highlights the problems due to this recent semantic change: the loss of the three dimensions of the water volume, the focus and emphasis on rivers at the expense of lakes, reservoirs and ponds, the replacement of mobile limits by fixed thresholds. Fundamental problems are common to the European Union, but the French translation of water body in water mass brings additional difficulty. The authors argue for a better taking into account of the hydrosystem in all its dimensions and for the upgrading of the human societies in the territories of the water.

Keywords

epistemology of hydrological sciences, drainage basin, river, water body, water territory

INTRODUCTION

Au contact de deux plateaux étagés du Limousin, la « masse d'eau » intitulée officiellement « la Gimelle (Montane) de sa source au confluent du lieu-dit Le Bois de St Mur » (code européen FRFR94) forme un bassin de 212 km² qui, dans le contexte de la Directive-cadre européenne sur l'eau, constitue une unité hydrographique. Au cœur de cette entité se trouve une rupture hydrologique et géomorphologique remarquable, à tel point que les premiers géographes français se sont appuyés sur elle pour tenter de confirmer ou infirmer les premières théories géomorphologiques davisiennes sur l'origine polycyclique de l'étagement des surfaces d'aplanissement (Demangeon, 1910 ; Perpillou, 1940). Les

Cascades de Gimel, où les eaux plongent de 143 m en trois abrupts, en forment le segment le plus connu. Or il se trouve que cette discontinuité majeure ne constitue aucunement une limite entre deux masses d'eau de la DCE-2000, celle-là étant repoussée à une dizaine de kilomètres en aval, dans la banlieue de Tulle, là où l'ensemble de la Sainte-Bonnette et de la Montane se jettent, sans obstacle, dans la Corrèze. Cet exemple pose de façon concrète le problème de la délimitation des masses d'eau, et, plus largement, de leur signification.

Nous émettons l'hypothèse que l'introduction dans les textes réglementaires du terme de « masse d'eau », clef de voûte de la Directive-cadre européenne de 2000, est la manifestation principale du

changement de vision qui s'est opéré en Europe concernant la gouvernance de l'eau. Cela pose comme question essentielle celle de la définition de la masse d'eau. Pour tenter d'y répondre, il convient de ne pas tomber dans le piège de répéter le discours selon lequel c'est la DCE-2000 qui aurait créé le concept de masse d'eau. Il faut au contraire insister sur son ancienneté, afin de pouvoir comparer le sens actuel, administratif, au sens traditionnel, scientifique, celui qui continue d'être utilisé par les océanographes et les limnologues. Ce sont les distorsions entre les deux qui pourront donner matière à réflexion.

En effet, la masse d'eau des législateurs pose aux scientifiques plusieurs problèmes géographiques. Le concept de masse d'eau est-il adapté au centrage du raisonnement sur le cours d'eau ? Le terme de masse d'eau est-il approprié à une délimitation cartographique fondée sur la localisation des confluent ? N'y a-t-il pas un détournement sémantique de la masse d'eau si le volume d'eau est remplacé par un espace plan et le débit par l'ordination de Strahler ? Un certain nombre de réponses sont à chercher à l'échelle de l'Union européenne et paraissent communes à tous les pays, à travers l'esprit insufflé par la législation européenne. Sans éviter cette échelle d'étude, le choix de notre démarche sera néanmoins de plus insister sur les territoires francophones, soumis à la traduction officielle du « *body of water* » par la « masse d'eau », et de focaliser sur le cas français, précurseur en matière de formalisation des hydro-écorégions.

I. LA MASSE D'EAU DANS SON SENS SCIENTIFIQUE D'ORIGINE

A. Un volume d'eau océanique

En océanographie, où la masse d'eau est étudiée dans sa signification première depuis le XVIII^e siècle, il s'est toujours agi, au sens large, d'un volume d'eau caractérisé par sa densité, elle-même dépendant de sa température et de sa salinité, séparé d'un autre par une rupture thermohaline. Les discontinuités étant en général des plans horizontaux, les masses d'eau se superposent en strates. Mais il peut aussi y avoir des discontinuités dont la composante verticale est bien développée, l'ensemble formant des fronts obliques (Dietrich, 1963). Grâce aux campagnes de mesures qui se multipliaient, ces volumes distincts purent être délimités de façon empirique dès le

XIX^e siècle. De grands progrès furent faits dans les années 1970 lors de la campagne *Geosecs* (*Geochemical Ocean Sections Studies*), qui, grâce à la mise en place de près de 500 stations de mesures, a permis de définitivement cartographier toutes les grandes masses d'eau océaniques (Merle, 2006). De fait, pour le dire de façon simple, l'océan est structuré en masses d'eau (Delmas *et al.*, 2007) et celles-ci forment « l'équivalent des masses d'air en climatologie » (Guilcher, 1979, p. 126).

À côté de la cartographie en trois dimensions, issue de mesures effectuées par des géographes ou des océanographes portés sur la spatialisation des phénomènes, le traitement mathématique fut lancé dès 1916 par le chercheur norvégien B. Helland-Hansen, quand il mit au point les premiers « diagrammes TS », ces graphiques qui portent à la fois les valeurs de température et de salinité. C'est en effet le croisement des deux qui détermine la densité de l'eau et c'est pourquoi l'océanographe russe O.I. Mamaev consacra l'ensemble de sa thèse d'État, soutenue en 1966, à la détermination des masses d'eau par l'analyse TS (Mamaev, 1970). Les liens mathématiques reliant ces trois facteurs avaient d'abord été construits sous forme d'abaques par l'océanographe danois Martin Knudsen et ses collègues en 1901 et 1902, puis précisés par plusieurs auteurs, dont Cox *et al.* (1970), pour être finalement fixés par une équation internationale de l'UNESCO dans les années 1980, elle-même largement fondée sur les travaux de N.P. Fofonoff (Fofonoff et Millard, 1983 ; Fofonoff, 1985).

À partir des travaux de l'océanographe norvégien Harald Sverdrup (1942), tout en continuant à utiliser la masse d'eau dans son sens large précédent, les chercheurs commencèrent cependant à distinguer « l'eau type » et « la masse d'eau » au sens strict. La première est désormais formée d'un volume d'eau de température et de salinité homogène dans l'espace et fixe dans le temps, la seconde étant constituée d'un mélange d'eaux types (Vanney, 2002). Dit de façon mathématique, une eau type est représentée sur un diagramme TS par un point et une masse d'eau par un segment de droite (Mamaev, 1970 ; Ivanoff, 1972).

Il est important de noter, pour la suite du propos, que, en océanographie classique, le terme français de « masse d'eau » a pour exacts équivalents an-

glais, allemand, russe, espagnol, ceux de « *water mass* », « *Wassermasse* », « *водная масса* », « *masa de agua* ». L'ensemble de la communauté scientifique internationale a toujours compris ce terme de la même manière et, dans la seconde moitié du XX^e siècle, la définition donnée par Alexandre Ivanoff (1972) à l'Université de Paris 6 est rigoureusement la même que celles de David Tolmazin (1985, 1992) à l'Université du Connecticut, de Günter Dietrich (1957, 1963) aux Universités de Hambourg et de Kiel, d'Oleg Mamaev à l'Université d'État de Moscou (Мамаев, 1970), de David Askren et Antoine Badan (1978) à l'Université d'Oregon.

Ainsi, pour les océanographes, qui ont créé ce terme dans le monde scientifique, la masse d'eau a toujours été un volume d'eau formant une subdivision de l'océan tout entier, délimitée par des discontinuités. Celles-ci, mouvantes, sont cartographiées en trois dimensions, grâce à des allers et retours entre les mesures de températures et de salinités sur le terrain et les traitements mathématiques concernant la densité de l'eau.

B. Un volume d'eau lacustre

En limnologie des lacs salés, les masses d'eau ont la même signification thermohaline qu'en océanographie, alors qu'elles se réduisent à des volumes de températures différentes en limnologie dulçaquicole. Depuis E.A. Birge (1910), l'habitude a été prise d'appeler « limnion » une masse d'eau lacustre, et, en 2002, L. Touchart a proposé d'appeler « stagnion » une masse d'eau distincte des autres à l'intérieur d'un étang. Devant ces racines, un préfixe sert à déterminer la position de la masse d'eau dont on parle, par rapport à celle des autres masses d'eau du même lac ou étang.

Dans la dimension verticale, ce sont le monimolimnion (Findenegg, 1935) et le mixolimnion (Hutchinson, 1937) séparés par une chimiocline dans les lacs salés, l'hypolimnion et l'épilimnion (Birge, 1910) séparés par une thermocline dans les lacs d'eau douce, ou par un métalimnion (Hutchinson, 1957) si la discontinuité a elle-même l'épaisseur d'une couche. Toute discontinuité séparant des strates superposées les unes aux autres dans la dimension verticale s'appelle « cline » en limnologie, le préfixe servant à caractériser la cause de la séparation (thermocline, chimiocline, pycnocline, oxycline, etc.). Dans la dimension horizontale, les

lacs présentent des zones concentriques, que L. Rossolimo proposa d'appeler « ceintures » (Россолимо, 1957). On distingue au minimum une ceinture littorale qui s'oppose à une zone de plein lac, à laquelle P. Welch (1952) réserve le nom de « limnion » au sens strict. Mais c'est surtout la « barre thermique » (Forel, 1895) qui est le terme limnologique le plus proche de la notion de front utilisée en océanographie. C'est cette discontinuité qui sépare clairement les couches littorales stratifiées de façon inverse et les couches du large stratifiées de façon directe, à l'automne, dans les lacs russes et canadiens, le contraire se produisant au début du printemps (Тихомиров, 1982).

L'intégration des dimensions verticale et horizontale fait que les lacs sont structurés, de façon plus ou moins durable, en masses d'eau, et tout leur fonctionnement biogéochimique en dépend (Эдельштейн, 1991 ; 2014). C'est pourquoi la typologie majeure en limnologie est celle qui repose sur la durée de l'existence des masses d'eau. Quand la distinction entre les masses d'eau s'opère de façon pérenne, on parle, depuis I. Findenegg (1935), de méromicticité. Si les masses d'eau persistent plusieurs années avant de se mélanger, on parle, depuis G.E. Hutchinson et H. Löffler (1956), d'oligomicticité. Quant au fait que les masses d'eau se mettent en place puis disparaissent de façon saisonnière dans la plupart des grands lacs d'eau douce de la zone tempérée, cela avait déjà été noté par F.-A. Forel (1892a). Dans les plans d'eau plus petits, les masses d'eau se font, durent quelques jours ou quelques semaines, puis se défont, selon le principe de pléomicticité (Paschalski, 1964) ou de polymicticité discontinue (Lewis, 1983). Dans les étangs pelliculaires et dans les mares, tout refroidissement nocturne suffit à détruire la structuration en masses d'eau, selon un rythme diurne, dit polymictique continu par J.R. Lewis (1983). La durée et le rythme de la mise en place des masses d'eau et de leur destruction ont des conséquences si importantes pour le fonctionnement trophique des milieux lentiques que L. Touchart (2007), à travers la notion de cubement des plans d'eau en fonction des échelles spatio-temporelles, a proposé de définir les différents plans d'eau, en particulier de distinguer les lacs et les étangs, en s'appuyant sur eux.

Ainsi, puisqu'un lac d'eau douce, et *a fortiori* un étang, peut être brassé sur tout son volume et homo-

généralisé, la structuration en masses d'eau disparaît par moment. L'étude des périodes de destruction des limites entre les masses d'eau, pendant lesquelles l'oxygène et les nutriments se diffusent dans l'ensemble du plan d'eau, est l'objet majeur de la limnologie dulçaquicole. Quand le lac d'eau douce, ou l'étang, est dans l'état d'uniformité thermique, on ne parle alors plus de masses d'eau.

C. Un volume d'eau fluvial d'embouchure

En potamologie, le terme de masse d'eau est traditionnellement surtout employé aux embouchures estuariennes, lors de l'existence d'un coin salé, quand l'eau fluviale, de densité inférieure, se superpose à l'eau marine, celle-ci s'enfonçant en coin sous celle-là (Pritchard, 1967).

Dans les lacs salés, le phénomène est proche de celui des embouchures marines, amputé cependant de la remontée de la marée de salinité. La rivière a souvent tendance, sauf si elle très turbide, à apporter une eau qui flotte sur le lac, comme cela a été étudié pour l'Omo à son entrée dans le Turkana (Yuretich, 1969). Dans les lacs d'eau douce, tout dépend des écarts de température (Carmack *et al.*, 1979) et de turbidité (Vollenweider, 1956) entre les eaux fluviales et lacustres. D'amont en aval, on observe d'abord une confrontation entre les masses d'eau, un contact brutal qui donne parfois l'impression d'un combat, comme à l'embouchure du Rhône dans le Léman, où le phénomène est surnommé la « bataille » (Forel, 1892b). Ici le concept de discontinuité séparant les masses d'eau est même visible dans le paysage. On peut ensuite étudier, par conductivité (Dussart, 1948), traçage isotopique (Meybeck *et al.*, 1970) ou imagerie satellitale (Tan *et al.*, 2016), le positionnement de l'eau fluviale plus loin en aval dans le lac, en surface, ou à des profondeurs intermédiaires, ou encore au fond. Il convient de noter l'abondante bibliographie limnologique traitant, depuis une centaine d'années, de tous ces panaches (*plumes* des Anglo-Saxons), tant chez les géologues, les masses d'eau d'origine fluviale chargées de sédiments provoquant des courants de turbidité au fond des lacs (Карабанов и Фиалков, 1987), que chez les biologistes, du fait que ces masses d'eau n'ont pas les mêmes potentialités trophiques (Tan *et al.*, 2016 ; Jameel *et al.*, 2018).

Enfin, de façon dérivée, le terme de masse d'eau a pu aussi être employé scientifiquement pour dési-

gner des volumes d'eau, en général de turbidité différente, au niveau d'un confluent entre deux cours d'eau, avant que le brassage et la turbulence du courant ne les fassent disparaître. Certains contrastes sont matérialisés par des différences de couleur, un exemple bien connu étant celui du confluent entre l'Arve et le Rhône. Si l'opposition est si nette, c'est d'ailleurs que seule l'eau de l'affluent a des caractéristiques fluviales, cependant que celle du Rhône, décantée dans le Léman, est de qualité lacustre. Ici, et plus généralement dans le cadre de la confrontation entre deux masses d'eau au niveau d'un confluent, la bibliographie scientifique est plutôt tournée vers l'influence géomorphologique de ce phénomène sur la dynamique fluviale et les modifications des profils d'équilibre (Bravard, 1988).

En conclusion, la masse d'eau (*water mass*, *Wassermasse*, *водная масса*, *masa de agua*), grâce à une longue histoire pluriséculaire marquée par sa stabilité épistémologique, est un concept qui a fait l'unanimité de la communauté scientifique internationale jusqu'en l'an 2000. Terme rigoureusement défini et communément utilisé par les océanographes et les limnologues, il concernait aussi, par extension, les cours d'eau, du moins au niveau de leur embouchure dans la mer ou dans un lac. Dans toutes les acceptions scientifiques classiques, l'important reste la notion de volume en trois dimensions formant une subdivision d'un volume plus grand, délimitée par des discontinuités internes à celui-ci. L'emboîtement d'échelles est inhérent au concept, une masse d'eau étant une portion d'un objet hydrologique, en général l'océan, une mer ou un lac. Dans le cadre des trois dimensions, les discontinuités séparant les masses d'eau ont tout de même, le plus souvent, une composante verticale plus marquée, les plans d'eau, qu'ils soient marins ou lacustres, étant, par essence même, stratifiés en couches de différentes densités. La composante horizontale n'est cependant jamais absente, et, quand elle devient prédominante, exerce une grande influence sur la productivité biologique, le long de fronts. Du fait de l'action des courants, et aussi de certaines ondes comme les seiches internes, les discontinuités séparant les masses d'eau sont mouvantes. En tant que discontinuités aqueuses, leur représentation cartographique est dynamique et ne peut être figée par des points de repère terrestres fixes.

II. LA MASSE D'EAU DE LA DIRECTIVE-CADRE EUROPÉENNE ET DE L'ADMINISTRATION FRANÇAISE

La logique de la masse d'eau à vocation réglementaire est issue de la Directive-cadre européenne sur l'Eau du 23 octobre 2000 accompagnant l'écologisation de la politique de l'Union européenne. Cette « nouvelle gouvernance » (Scott et Trubek, 2002 ; Bruno *et al.*, 2006) s'appuie, selon G. Bouleau et D. Pont (2014), sur le *New Public Management*, une théorie où la comparaison systématique des performances à moindres coûts est érigée en finalité et où l'expérimentation est fondée sur la « méthode ouverte de coordination » (Sabel et Zeitlin, 2012), dans laquelle chaque unité locale identifiée comme appropriée s'accorde sur un objectif général supprimant « la distinction entre les phases d'énonciation des normes et leur mise en œuvre » (Bouleau, 2017). Définitivement fixée par la Commission Européenne en 2001, cette nouvelle gouvernance de l'eau réclame une politique d'indicateurs biophysiques fondés sur ce que les écosystèmes peuvent supporter (Dobson et Eckersley, 2006). Elle s'inscrit dans un territoire appelé « *body of water* » en anglais et « masse d'eau » en langue française. En dessous de la surface du sol, il s'agit du « *body of groundwater* » et de la « masse d'eau souterraine ». En tant que géographes, nous privilégierons l'étude de la « masse d'eau superficielle » et n'aborderons son équivalent souterrain que là où l'argumentation nécessitera une comparaison.

A. La nouvelle définition européenne et ses problèmes de traduction en français

Dans son sens administratif français actuel, la masse d'eau apparaît comme une expression nouvelle, issue de la Directive-cadre européenne sur l'eau de 2000, ainsi définie : « 'masse d'eau de surface' : une partie distincte et significative des eaux de surface telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières » (Le Parlement Européen, 2000, article 2, définition 10). Il s'agit de la traduction officielle en langue française, effectuée comme il se doit par la Direction générale de la traduction, un organisme européen de 2336 employés, dont 1413 traducteurs aidés d'un certain nombre d'outils comme la plateforme Euramis (Pariente, 2010). La définition anglaise originelle de la *Water*

Framework Directive est quant à elle la suivante : « '*Body of surface water*' means a discrete and significant element of surface water such as a lake, a reservoir, a stream, river or canal, part of a stream, river or canal, a transitional water or a stretch of coastal water » (The European Parliament, 2000).

Il est remarquable que, en anglais, ce soit le terme de « *body of water* » qui soit nouvellement défini (The European Parliament, 2000). Celui de « *water mass* » n'est pas employé par la DCE, qui laisse les océanographes et limnologues anglo-saxons continuer à l'utiliser dans son sens originel. La plupart des traductions effectuées dans les autres langues de la Commission européenne sont littéralement calquées sur l'anglais : la version allemande de la DCE écrit « *Wasserkörper* », la version italienne « *corpo idrico* », roumaine « *corp de apă* », ou encore slovène « *telo vode* ». Toutes ces langues parlent ainsi de « corps d'eau », alors qu'elles possèdent toutes, par ailleurs, dans leur vocabulaire scientifique le terme de « masse d'eau ». Si le corps d'eau confine au néologisme dans les langues latines et l'aurait été si la version française l'avait choisi, il n'en est pas de même en anglais et en allemand.

Water body était une expression déjà existante, qui possédait l'avantage de ne pas entretenir de confusion avec *water mass*, sans pour autant éviter l'inconvénient d'être moins précise, moins strictement définie par les chercheurs. C'est d'ailleurs pourquoi *water body* était en général absent des index des grands manuels anglo-saxons classiques d'hydrologie continentale, qui se sont succédé au cours du XX^e siècle (Meinzer, 1942 ; Ward et Robinson, 1990). À mi-chemin entre le lexique courant et scientifique, il représentait d'abord, dans celui-ci, un plan d'eau dans son ensemble, une mer, un lac, puis il a pu être élargi au cours d'eau (Langbein et Iseri, 1960). D'ailleurs, la nouvelle utilisation du terme de *water body* pose depuis 2000 un problème aux chercheurs écrivant en langue anglaise sur les plans d'eau, ceux-là s'obligeant depuis lors à utiliser le terme *Standing Water Body* (abrégé en *SWB*) afin de le différencier du vocabulaire administratif généré par la DCE (Terasmaa *et al.*, 2019).

Wasserkörper existait aussi déjà en allemand, mais ce terme était au départ réservé à l'océanographie, où il était pratiquement synonyme de *Wassermasse*, bien que Kurt Kalle lui eût donné une définition stricte, indiquant que *Wasserkörper* était un type

particulier de *Wassermasse*, une masse d'eau homogène et très distinctement délimitée par des discontinuités marquées, que sont notamment les thermoclines et les chimioclines (Dietrich et Kalle, 1957). L'océanographe et limnologue autrichien Albert Defant (1928, 1929) l'utilisait pour désigner les masses d'eau séparées par des discontinuités pouvant osciller par entrée en résonance, tant en mer qu'en lac. Terme ancien, *Wasserkörper* a été repris par la DCE-2000 en lui donnant un nouveau sens.

Dans d'autres langues, les professionnels européens de la Direction générale de la traduction ont choisi une expression qui souligne plutôt que la portion d'eau en question est l'objet d'étude, l'objet de l'attention destinée à préserver ou réhabiliter son bon état écologique. C'est ainsi que le texte bulgare de la DCE écrit « *воден обект* », « l'objet d'eau ». Sur le plan scientifique, cela correspondrait à un « objet hydrologique », dans un sens proche de celui de G. Réméniéras et P. Hubert (1992) ou de L. Touchart *et al.* (2014).

Dans d'autres langues, enfin, les traducteurs européens ont cherché à faire se rapprocher la définition elle-même et la construction du vocabulaire. C'est ainsi que la version polonaise de la DCE a préféré « *część wód* », soit, littéralement, « la partie des eaux, la portion des eaux, le tronçon des eaux ». Dans ce cas, l'amointrissement de la notion de volume est assumé. Un équivalent français aurait pu être celui « d'étendue d'eau ».

Au moins trois familles de possibilités existaient donc pour choisir un nouveau terme, plus ou moins adapté à la nouvelle définition. À la différence de l'anglais et de l'allemand, la langue française n'avait pas à disposition deux termes déjà existants et on peut comprendre que les traducteurs n'aient pas voulu forger un néologisme de toutes pièces. Si on avait voulu s'en dispenser, « corps d'eau » aurait pu, de façon moins littérale, être rendu par « collection d'eau ». Toujours est-il que la version en langue française de la Directive-cadre européenne sur l'eau a fait le choix de la « masse d'eau », un terme qui renvoie aux mers et aux lacs, alors qu'il ne sera question dans l'immense majorité des cas que d'eaux courantes, qui renvoie à un volume d'eau, alors qu'il ne sera question que de discontinuités en plan, qui renvoie à des limites de densité d'eau, alors qu'il ne sera question que de segmentation par des confluent. Dans la conception scientifique nor-

male d'avant la DCE, toute masse d'eau se meut, par essence même. Or, après la mise en œuvre de la DCE, les bornes deviennent fixes, puisque ce sont des confluent. Pourtant, cette traduction ne semble pas avoir été mise en cause, et, selon Ch. Gramaglia (2008, p. 137), la « masse d'eau » pour rendre « *water body* » favoriserait même la prise en compte « non seulement [des] rivières mais aussi [de] leurs affluents et [de] leurs exutoires, soit solidairement [de] l'ensemble du réseau hydrographique ». Non seulement, nous ne voyons pas pourquoi, mais nous pensons au contraire que l'épistémologie dit l'inverse.

B. Une masse d'eau nouvellement fluvio-centrée

Alors que la masse d'eau était un terme scientifique avant tout océanographique et limnologique, il est devenu, à partir de 2000, dans son emploi administratif, une expression potamologique. Ce transfert sémantique a été acté au point que, dans son argumentaire pourtant critique sur la constitution de la politique écologiste de l'eau au sein de l'Union Européenne, Gabrielle Bouleau (2017) écrit : « pour permettre la comparaison des situations d'un pays à l'autre, la DCE prévoit que chaque État membre découpe son réseau hydrographique en unités d'évaluation, les masses d'eau ». Pour y parvenir, l'État français s'est appuyé sur des limites biophysiques fondées sur une logique écosystémique, privilégiant la biocénose au biotope : ce sont les hydro-écorégions (HER) (Andriamahefa, 1999).

Ces HER trouvent leur origine dans la théorie du contrôle hiérarchique des hydrosystèmes (Frissell *et al.*, 1986 ; Naiman *et al.*, 1992) qui implique de définir un emboîtement des structures physiques, déterminé par des processus géomorphologiques, allant du bassin jusqu'aux microhabitats (Bartout et Touchart, 2017). Dans le cadre potamologique, J. Béthemont s'est appliqué à régionaliser ces processus, créant le néologisme de « morphorégions » (Béthemont *et al.*, 1996). Croisant le concept de morphorégion avec celui d'« écorégion » (Omernick, 1987), J.G. Wasson a répondu à la demande des gestionnaires pour qui il serait pertinent de regrouper des cours d'eau en unités cohérentes de gestion, ayant une « bonne correspondance entre la répartition géographique des types naturels et celles des différentes catégories d'activités humaines qui les affectent » (Wasson *et al.*, 2004). En cela, J.G.

Wasson s'inscrit dans les Systèmes d'Évaluation de la Qualité (SEQ) introduits par la loi sur l'eau de 1992 en France. Le « juge de paix » (Wasson *et al.*, 2004) de ce nouveau concept reconnaissant la géologie, le relief et le climat comme des déterminants primaires du fonctionnement des écosystèmes d'eau courante à l'échelle du bassin-versant ne pouvait être que les peuplements aquatiques, renforçant encore le contrôle des pêcheurs et des associations environnementalistes « comme les porte-paroles d'entités non-humaines dans des domaines bien spécifiques » (Gramaglia, 2008).

Une partie de cette transformation semble donc due au concept d'HER en lui-même mais ceci a été renforcé par la formation et la pratique du personnel chargé de la mise en œuvre, dont l'expérience est centrée sur le seul réseau hydrographique s'écoulant d'amont en aval : écologues de l'IRSTEA et du CSP, devenu AFB en 2016, agents des services déconcentrés du ministère de l'environnement (selon G. Bouleau, 2017). En effet, dans la DCE elle-même, au contraire, la définition officielle de la masse d'eau commence par citer, dans l'ordre, les lacs et les réservoirs, avant d'arriver aux eaux courantes. Le document d'origine rendait certes possible le mésemploi ultérieur du terme, mais ne l'imposait pas comme une évidence. De fait, la transformation a profité d'une part du flou laissé dans la caractérisation de l'objet hydrologique, d'autre part des problèmes de traduction de l'anglais vers le français.

Dans la pratique, l'administration française a construit 9748 MECE « masses d'eau cours d'eau » et seulement 429 MEPE « masses d'eau plan d'eau » (décompte effectué le 5 septembre 2019 à partir de la plateforme ouverte des données publiques françaises, transmis par E. Hulot, DDT-87). Les MECE représentent donc 96 % du total et les MEPE 4 %. Cette élimination de 99,92 % des plans d'eau de notre pays, puisque, dans la réalité, il y a en France 554 566 plans d'eau de plus d'un are (Bartout et Touchart, 2013), a été rendue possible par l'invention de la limite de superficie de 50 ha, au-delà de laquelle un plan d'eau peut être défini et reconnu en tant que tel. Cette limite, qui n'est fondée sur aucune rupture du fonctionnement limnologique d'un plan d'eau qui aurait un fondement scientifique, est celle qui a été administrativement imposée pour faire une exception au fluvio-centrage de la DCE et des cir-

culaires françaises. Parmi de nombreux exemples de ce fluvio-centrage, on peut citer la circulaire de 2005 précisant la typologie des masses d'eau, dont les schémas indiquent clairement qu'un plan d'eau d'origine fluviale doit obligatoirement, qu'elle que soit sa taille, appartenir à une MECE (République Française, 2005).

Les causes de cette vision procèdent du contexte général de l'écriture de la DCE, tel qu'il a été étudié par D. Lounsans et Ch. Gramaglia (2011), G. Bouleau et D. Pont (2014), G. Bouleau (2017). Décrit dans la bibliographie des chercheurs en sciences politiques, ce contexte renvoie à deux éléments. Le premier est un accord politique entre les États membres et la Commission Européenne qui n'est pas prévu par les traités (Josefsson, 2015) lors des tractations pré-DCE en 1996, confiant à des comités d'experts la rédaction de documents guides et non aux élus communautaires. Le second se trouve être un état de référence imaginé comme l'état de nature, ce dernier ne pouvant être que fluvial. D. Lounsans et Ch. Gramaglia (2011) ont montré que la DCE avait été construite par une communauté assez fermée de personnes ayant toutes la même vision, et son évolution, notamment en France, a encore accentué cette fermeture, n'acceptant d'écouter que des techniciens ou des scientifiques appartenant à cette même école de pensée.

C'est pourquoi S. Rui et A. Villechaise-Dupont (2006) parlent d'une politique de l'eau entre « initiés », cependant que G. Bouleau (2017) évoque un système « néo-corporatiste » et A. Finger-Stich (2013) plaide pour une inflexion de la vision naturalisante au profit de l'identification « des acteurs, des institutions, des services, des pratiques et des interactions sociales ». Il serait bien entendu possible d'opposer à cette synthèse de la bibliographie en sociologie et en sciences politiques quelques actions lancées par la DCE dans le sens de l'ouverture, notamment les enquêtes publiques voulues par elle. Le chercheur britannique D. Woods (2008) en a suivi les réussites et les échecs et a même spatialisé les différences géographiques des taux de participation du public aux consultations entre l'Ecosse, l'Irlande du Nord, le Pays de Galles et l'Angleterre. Mais la résultante des forces contradictoires entre fermeture et ouverture penche, d'après la bibliographie citée, en faveur de la rédaction par un groupe d'experts ayant une pensée commune.

Pour notre propos, la conséquence en est que le plan d'eau n'est désormais plus considéré qu'à travers ses « impacts » sur le cours d'eau. Or W.N. Espeland (1998) avait étudié combien l'invention du concept d'impact aux États-Unis avait conduit à la création des quantifications dans le domaine de l'eau, cependant que G. Bouleau et Ph. Deuffic (2016) ont montré que cette frénésie de chiffres n'était pas toujours justifiée et pouvait refléter par ailleurs la faiblesse de certains argumentaires.

C. Une masse d'eau réduite à deux dimensions

La question de traduction précédemment évoquée, qui accentue le problème dans les pays de langue française, n'est pas suffisante pour expliquer le glissement de sens fondamental qui s'est opéré en 2000 à l'échelle de l'Union européenne. Avant l'écriture de la DCE, la masse d'eau représentait pour un scientifique francophone un volume d'eau et il en était de même de la *water mass* pour un scientifique anglophone. Dans cette aire linguistique, le *water body* était déjà plus ambigu. La *water mass* était une portion, le *water body*, bien que défini de façon moins stricte, plutôt un objet hydrologique complet, longtemps employé pour un plan d'eau, dont l'usage avait été ensuite élargi, de façon moins fréquente, à un cours d'eau (Langbein et Iseri, 1960), mais les deux concernaient, avant tout, un volume d'eau en trois dimensions.

Le terme même de « volume » n'est pas employé dans la définition officielle de la masse d'eau de surface. En revanche, il constitue le premier mot de celle de la masse d'eau souterraine, que ce soit en anglais ou en français. « *Body of groundwater means a distinct volume of groundwater within an aquifer or aquifers* » (The European Parliament, 2000). « 'Masse d'eau souterraine' : un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères » (Le Parlement Européen, 2000, article 2, définition 12). Pourtant la délimitation des dites masses d'eau souterraines selon une démarche administrative souffre elle aussi d'une distorsion majeure avec la nappe d'eau souterraine des scientifiques. La primauté d'une cartographie administrative se manifeste notamment dans le fait de pouvoir déborder sur plusieurs aquifères, alors que la nappe d'eau souterraine (*groundwater table*) des scientifiques s'appréhende à l'échelle du terrain qui la contient. Le Conseil international de la langue française (1978, p. 142) écrit ainsi : « nappe souterraine : ensemble des

eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère. Et A. Foucault et J.-F. Raoult (1988, p. 218) d'indiquer : « nappe d'eau souterraine : eaux souterraines remplissant entièrement les interstices d'un terrain poreux et perméable (l'aquifère) de telle sorte qu'il y ait toujours liaison par l'eau entre les pores ».

L'emploi définitoire du mot « volume » rend, eu égard à son application effective, la masse d'eau souterraine plus abusive encore que son équivalent superficiel. En effet, tous ces termes sont devenus dans les années 2000, par la force des choses techniques, des espaces dont les dimensions horizontales se trouvaient désormais être très prépondérantes, sinon exclusives. Le légitime besoin de cartographie, qui aurait dû être un enrichissement, se transformait en une contrainte. Nous émettons ici l'hypothèse que le SIG, imposé comme un outil obligatoire sans forcément le recul épistémologique nécessaire, qui donne l'impression d'une 3D hydrologique alors que, dans ce cas, il n'est qu'une 3D topographique, a construit un biais méthodologique favorisant le bassin versant aux dépens du volume d'eau. Cela est d'ailleurs confirmé par le fait que l'un des trois critères de l'hydro-écorégion est la topographie. Il est vrai que l'Union européenne, qui caractérise et cartographie les masses d'eau au moyen de la base de données dite du « Système d'Information sur l'Eau en Europe », WISE-WFD, créée en 2007, avait comme préoccupation essentielle d'homogénéiser les données sur l'eau et leur traitement entre les différents pays (Kramer et Schneider, 2010). Bien entendu, les débits, quand ils étaient disponibles, étaient des valeurs de volume d'eau très prisées. Mais le besoin d'homogénéisation ne pouvait se satisfaire, d'une part des disparités de connaissances à cet égard selon les pays, d'autre part du fait que, partout, leur mesure était d'autant plus rare qu'on remontait en direction de l'amont. En outre, tracer des délimitations dans un plan horizontal correspondait alors mieux à une pensée administrative territoriale appliquée à l'eau, au contraire d'une pensée hydrologique originelle, qui aurait mis en valeur le volume d'eau. Enfin, plus largement, la politique du *New Public Management*, qui, selon G. Bouleau et D. Pont (2014), sous-tend la DCE, « imposait donc de trouver un moyen de rendre toutes les eaux comparables » (p. 5). D'ailleurs, les vieilles méthodes d'ordination des cours d'eau, en particulier celle de Strahler (1957), fondées sur les seules dimensions horizontales, évitant les débits et

tous les volumes d'eau, et qui visaient déjà ce but de comparabilité, ont été réhabilitées par les agences de l'eau, les SDAGE et les organismes associés, qui ne manquent pas de les mettre en exergue dans tous leurs documents.

Ce biais, bien visible dans la manière dont le bassin versant est mis en avant pour les cours d'eau aux dépens des débits, est encore plus préjudiciable dans le cas des plans d'eau. La limite des 50 ha pour reconnaître l'existence de ceux-ci renforce le fait que le critère surfacique est le seul pris en compte, alors même que, au contraire, la dimension verticale est beaucoup plus importante que la dimension horizontale dans le fonctionnement limnologique de tout plan d'eau, et qu'il est recommandé de prendre le volume pour que cela ait du sens scientifiquement.

Le volume d'eau se retrouvant *de facto* en retrait, la conséquence logique aurait été d'employer un autre terme que celui de masse d'eau pour caractériser ces portions d'espaces, remplies d'eaux, littorales ou lacustres, pour certaines, drainées par des eaux fluviales pour d'autres. La terminologie anglaise de la DCE-2000 est plus cohérente concernant le fluvio-centrage, bien qu'elle n'évite pas l'écueil du passage de la 3-D à la 2-D, le terme moins précis et moins connoté de *water body* oscillant entre plan et volume. Dans le cas de la France, l'importance prise par les affleurements géologiques dans la détermination des HER a renforcé la primauté de la dimension horizontale.

Les conséquences en sont actées depuis l'arrêté du 12 janvier 2010 (article 3) : « deux masses d'eau ne peuvent avoir de parties communes. Plusieurs masses d'eau souterraines peuvent se superposer au droit de tout point d'un bassin ». Ainsi, les interrelations verticales sont niées, on ne peut avoir que des couches superposées sans lien, le SIG utilisé de façon partielle ayant pris la place de la réalité.

D. Une masse d'eau rigidifiée par des limites fixes

1. Un objet hydrologique ou une portion d'objet hydrologique ?

La lecture rapide de la définition 10 de la DCE peut donner l'impression que la masse d'eau de surface est toujours un morceau d'objet hydrologique,

puisqu'elle dit que, dans certains cas, c'est une « partie », dans d'autres une « portion ». Or, à bien y regarder, c'est le contraire qu'elle exprime. Dans l'ordre du texte, une masse d'eau est d'abord un objet hydrologique entier : un lac, une rivière. C'est ensuite, possiblement, une portion d'objet hydrologique, celle-ci étant fluviale ou côtière, mais ne pouvant être lacustre. Le message est en effet brouillé par le fait que le terme de « partie » est employé pour les objets hydrologiques entiers, en ce sens qu'ils forment un morceau des eaux de surface, un morceau de l'hydrosphère en quelque sorte. De ce point de vue, l'usage du mot « *element* » dans la version anglaise est moins ambigu, puisque cette « partie » est alors vraiment constitutive de l'ensemble. La seconde moitié de la définition est plus semblable dans les deux langues : aux « partie » et « portion » françaises répondent les mots de « *part* » et « *stretch* » dans la version anglaise, bien qu'on puisse noter que l'expression de « *stretch of water* » soit couramment employée en anglais pour désigner une étendue d'eau, tandis qu'une « portion d'eaux » n'existe *a priori* pas dans la langue française. Quoi qu'il en soit, il y a dans la définition de la DCE une inversion de l'ordre par rapport à la masse d'eau scientifique d'origine, cette dernière étant normalement une subdivision d'un volume plus grand, qui peut exceptionnellement devenir l'objet hydrologique tout entier si le brassage homogénéise tous les volumes en un seul.

Cependant, en contradiction avec l'ordre des mots de la définition en langue française effectuée par la Direction générale de la traduction européenne, l'administration française a surtout construit des masses d'eau qui sont des portions d'objet hydrologique. En effet, seules les MEPE peuvent former des objets hydrologiques entiers. Et encore un plan d'eau n'est-il même pas toujours considéré comme suffisamment important pour constituer une MEPE à lui seul. L'administration se réserve la possibilité d'associer plusieurs plans d'eau de superficie supérieure à 10 ha chacun pour composer une unique MEPE de plus de 50 ha (GREBE, 2005). Or, comme vu précédemment, l'immense majorité des masses d'eau sont des MECE. Là encore, il y a une inversion. Scientifiquement, dans les plans d'eau, comme il y a stratification, il y a plusieurs masses d'eau. Or cela n'existe jamais administrativement. Scientifiquement, dans les cours d'eau, la turbulence empêche la stratification et c'est d'ailleurs

la définition classique opposant cours d'eau et plans d'eau (Angelier, 2000). Ce brassage permanent empêche l'existence de plusieurs masses d'eau. Or ce sont les cours d'eau que l'administration tronçonne en plusieurs masses d'eau. J.-G. Wasson *et al.* (2006, p. 7) disent même clairement qu'une masse d'eau est un « tronçon de cours d'eau ».

L'importance donnée aux confluent montre donc bien que lesdites masses d'eau n'en sont pas, mais que ce sont des étendues terrestres formant un cadre à des objets hydrologiques, qui plus est selon une maille prédéfinie très fine, soit 22 km de linéaire en moyenne, contre 102 km dans l'Union Européenne. Seuls la Suède, le Danemark et l'Autriche ont des masses d'eau plus petites que la France. Cette maille a été imposée par le gouvernement français en 2007 afin que le modèle d'indicateurs hexagonal rejaillisse sur tous les États européens ne disposant pas à cette époque du suivi scientifique adéquat (Bouleau, 2017).

2. La masse d'eau devenue un bassin versant administratif de rivière

En usant d'une métonymie géographique, l'administration a remplacé le contenu (la masse d'eau) par le contenant (les lignes de partage des eaux). Officiellement, il existe, à côté de la masse d'eau, le bassin versant de masse d'eau. Et l'Agence de l'Eau Loire Bretagne d'indiquer : « pour vérifier l'atteinte de ces objectifs, la DCE demande de délimiter des masses d'eau, qui sont l'unité spatiale d'évaluation de l'état des eaux. Les bassins versants de masse d'eau DCE sont des couches de travail sans statut de référentiel validé » (<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/bassins-versants-des-masses-deau-loire-bretagne/>).

Cependant, les textes des différents organismes parlent souvent elliptiquement de ME à la place de BVME. De fait, les « masses d'eau », dans les États francophones de l'Union européenne, tout comme les « *water bodies* » dans les pays anglophones et les « *Wasserkörper* » dans les pays germaniques, se sont retrouvées être définies comme les « unités d'évaluation de la DCE », comme l'écrit le glossaire EauFrance coordonné par l'AFB (<http://www.glossaire.eaufrance.fr/concept/masse-d'eau>). En tête de bassin, les masses d'eau correspondent ainsi, dans le jargon administratif, à des « bassins élémentaires ».

Mais, dès qu'on s'éloigne des sources et des ruisseaux, les unités administratives que sont les BVME correspondent à des tronçons de cours principal augmentés des petits affluents qui entrent sur ce segment. Ils sont alors nommés « bassins immédiats » (par exemple « la Vienne depuis le Palais-sur-Vienne jusqu'à Saint-Junien » (FRGR0359b)). Dans ce cas, il s'agit d'un territoire imaginaire sans fondement scientifique autre que celui de combler le hiatus entre deux autres sous-bassins.

Fondés sur les travaux de J.-G. Wasson et les hydro-écorégions, les documents officiels français ont érigé les sous-bassins administratifs en fondement de la gestion de l'eau. À ce sujet, les documents de la Direction de l'eau du Ministère sont éclairants quant au rôle des confluent et de l'ordination de Strahler, avec la constitution de « masses d'eau endogènes » et de « masses d'eau exogènes ». Le passage suivant est à cet égard éloquent : « Pour des cours d'eau traversant les hydro-écorégions ainsi définies, il est nécessaire de prendre en compte l'influence de l'hydro-écorégion située à l'amont ; influence qui s'exprime notamment par les caractéristiques géochimiques ou hydrologiques des cours d'eau. Par exemple, un cours d'eau traversant une hydro-écorégion à dominante calcaire mais qui naît dans une hydro-écorégion à dominante siliceuse [...]. Dans ce cas, ses références se rapprocheront davantage de celle de l'hydro-écorégion à dominante siliceuse » (Direction de l'Eau, 2005, p. 4). Les auteurs de la circulaire avouent que le fondement de toute leur réflexion (tronçonner les cours d'eau aux confluent et assimiler la qualité de l'eau du segment à l'environnement immédiat du sous-bassin et notamment à sa géologie) n'est pas satisfaisant scientifiquement, si bien qu'ils sont obligés de contester eux-mêmes leur première typologie, qu'ils gardent quand même au plus haut niveau, pour en construire une seconde, dans laquelle ils admettent que les caractéristiques du cours d'eau sont souvent dues aux sous-bassins situés plus en amont, d'où provient le tronc principal du cours d'eau.

Les « bassins élémentaires » de « masses d'eau endogènes » et les « bassins immédiats » souvent formés de « masses d'eau exogènes » ne sont pas fondés sur la même logique. Or cette contradiction majeure n'est, selon nous, presque jamais notée, ou, quand elle l'est, n'est pas soulignée à sa juste

valeur. Ainsi G. Bouleau et D. Pont (2014, p. 4), définissent, dans leur article critique, la masse d'eau comme une « unité hydrographique ou hydrogéologique cohérente ». La contradiction est certes remarquée, la masse d'eau étant caractérisée tantôt par son hydrographie tantôt par son hydrogéologie, mais pour être de suite effacée par sa supposée cohérence, que nous réfutons ici.

CONCLUSION

Avant l'an 2000, la masse d'eau était un concept scientifique classique, définie comme un volume d'eau, en général une portion d'océan, de mer ou de lac, aux limites mouvantes, celles-ci, bien qu'existant dans les trois dimensions, voyant leur composante verticale comme déterminant le fonctionnement hydrologique. Dans le contexte européen d'une nouvelle gouvernance de l'eau s'appuyant désormais sur des espaces plans, fluvio-centrés, cartographiés dans leur seule composante horizontale et aux limites fixes, la traduction européenne officielle, en langue française, de l'expression de *water body* par celle de masse d'eau a accentué ce glissement sémantique dans les pays francophones de l'Union. En France même, les travaux scientifiques pionniers qui ont conduit à la création des HER ont pu, selon nous, par la manière dont ils ont été utilisés et systématisés, encore renforcer cette évolution.

La perte de la notion de volume en trois dimensions, ainsi que, à l'intérieur de la dimension horizontale, la très nette survalorisation de la direction longitudinale, dans le sens fluvial d'amont en aval, si possible sans rupture, sans ralentissement, sans emmagasinement d'eau, va à l'encontre de l'essence même de l'hydrosystème. Ainsi, curieusement, depuis une quinzaine d'années que le terme d'hydrosystème est régulièrement cité et revendiqué dans les documents officiels, comme les SDAGE, son vrai fondement scientifique, celui de redonner leur place aux échanges latitudinaux et verticaux, ainsi qu'aux alternances de stockage et déstockage, est moins suivi.

Par le sens nouveau donné à la masse d'eau, le jargon administratif s'est éloigné de la signification scientifique originelle. Incontestablement, de nouveaux groupements scientifiques se sont formés, dominés par une mise en avant de l'aspect technique des Systèmes d'Informations Géogra-

phiques, qui cartographie des limites fixes aux nouvelles masses d'eau, aux dépens de la continuité épistémologique et des réflexions ancrées dans une évolution progressive tendant à prendre la mesure de la complexité de fonctionnement des objets hydrologiques, dont le caractère fluctuant des limites et seuils internes en fonction des échelles de temps est une manifestation majeure.

La critique que nous faisons de cette nouvelle masse d'eau devra donner lieu à d'autres recherches, qui ouvriront vers des réflexions plus poussées sur les non-dits qui sous-tendent l'opposition trop simple entre ladite continuité d'un cours d'eau et les ruptures. La manière actuelle d'envisager cette opposition tend, selon nous, à éloigner la législation européenne et sa déclinaison en France de certaines réalités de terrain. Ainsi, selon les documents officiels, une cascade naturelle formée d'abrupts infranchissables de plus d'une centaine de mètres de hauteur ne forme pas de rupture hydrogéomorphologique nécessitant de distinguer deux masses d'eau. En revanche, plus de 99,9 % des propriétaires d'étangs français, y compris médiévaux, voient leur plan d'eau n'être qu'une « masse d'eau cours d'eau ». Or la perception de ces gestionnaires locaux de leur territoire, dont les enquêtes scientifiques montrent qu'ils caractérisent les étangs par des qualificatifs comme « familial, amical, convivial » (Ardillier-Carras, 2007), est loin de se réduire à un ensemble d'impacts sur un cours d'eau. Ce genre de décalage rend sans doute difficile l'appropriation du discours européen par certaines catégories de la population, alors même que la concertation et la participation de l'ensemble du public sont censées être l'un des fers de lance de la politique de l'eau depuis 2000.

BIBLIOGRAPHIE

- Andriamahefa, H. (1999). *Les hydro-écorégions du bassin de la Loire. Morphologie, hydrologie, pressions anthropiques sur les cours d'eau et les bassins versants*. Saint-Étienne, Université Jean Monnet, CEMAGREF, 272 p.
- Ardillier-Carras, F. (2007). L'étang et son environnement humain : une géographie du rôle social. In Touchart L., dir. *Géographie de l'étang, des théories globales aux pratiques locales*. Paris, L'Harmattan, 228p., 158-177.
- Askren, D. & Badan, A. (1978). *Conceptos de oceanografía física*. Corvallis, Oregon State University, School of Oceanography, 160 p.

- Angelier, E. (2000). *Écologie des eaux courantes*. Paris, Lavoisier, Tec et Doc, 200 p.
- Bartout, P. & Touchart L. (2013). L'inventaire des plans d'eau français : outil d'une meilleure gestion des eaux de surface. *Annales de Géographie*, 122(691), 266-289.
- Bartout, P. & Touchart, L. (2017). Le territoire limnique, une alternative à la gouvernance des plans d'eau par masses d'eau ? *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 17(3), 32 p.
- Béthémont, J., Andriamahefa, H., Rogers, C. & Wasson, J.G. (1996). Une approche régionale de la typologie morphométrique des cours d'eau : application de la méthode « morphorégions » au bassin de la Loire et perspectives pour le bassin du Rhône (France). *Revue de Géographie de Lyon*, 71(4), 311-322.
- Birge, E.A. (1910). On the evidence for temperature seiches. *Transactions of the Wisconsin Academy of sciences, Arts and Letters*, 16, 1005-1016.
- Bouleau, G. (2017). Écologisation de la politique européenne de l'eau, gouvernance par expérimentation et apprentissage. *Politique européenne*, 55, 36-59.
- Bouleau, G. & Deuffic, Ph. (2016). Qu'y a-t-il de politique dans les indicateurs écologiques ? *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], 16(2), septembre 2016, mis en ligne le 30 septembre 2016, URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/17581> ; DOI : [10.4000/vertigo.17581](https://doi.org/10.4000/vertigo.17581)
- 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*, 22, 3-14.
- Bravard, J.-P. (1988). Les confluences rhodaniennes : de la dynamique holocène aux changements contemporains. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 65(1), 9-22.
- Bruno, I., Jacquot, S. & Mandin, L. (2006). Europeanization through its instrumentation: benchmarking, mainstreaming and the open method of co-ordination... Toolbox or Pandora's box? *Journal of European Public Policy*, 13(4), 519-536.
- Carmack, E.C., Gray, C.B., Pharo, C.H. & Daley, R.J. (1979). Importance of lake-river interaction on seasonal patterns in the general circulation of Kamloops Lake, British Columbia. *Limnology and Oceanography*, 24, 634-644.
- Conseil International de la Langue Française (1978). *Vocabulaire de l'hydrologie et de la météorologie*. Paris, La Maison du Dictionnaire, 240 p.
- Cox, R.A., McCartney, M.J. & Culkin, F. (1970). The specific gravity/salinity/temperature relationship in natural seawater. *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts*, 17(4), 679-689.
- Defant, A. (1928). Physik des Meeres. *Handbuch der Experimentalphysik*, 25(2), 569-686.
- Defant, A. (1929). *Dynamische Ozeanographie*. Berlin, Springer, Einführung in die Geophysik, Bd. 9, T. 3, 222 p.
- Delmas, R., Chauzy, S., Verstraete, J.-M. & Ferré, H. (2007). *Atmosphère, océan et climat*. Paris, Belin, coll. Pour la science, 287 p.
- Demangeon, A. (1910). Le relief du Limousin. *Annales de Géographie*, 19(104), 120-149.
- Dietrich, G. & Kalle, K. (1957). *Allgemeine Meereskunde, eine Einführung in die Ozeanographie*. Berlin, Borntraeger, 492 p.
- Dietrich, G. (1963). *General Oceanography, an introduction*. New York, J. Wiley & Sons, Interscience, 588 p.
- Direction de l'Eau (2005). *Directive-cadre européenne sur l'eau. Typologie nationale relative aux eaux de surface (cours d'eau, plans d'eau, eaux de transition et eaux côtières)*. Paris, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, 18 p.
- Dobson, A. & Eckersley, R., dir. (2006). *Political Theory and the Ecological Challenge*. Cambridge, Cambridge University Press, 272 p.
- DREAL Centre Val de Loire (2018). onglet « bassin Loire-Bretagne », sous-onglet « un territoire », www.centre.developpement-durable.gouv.fr/bassin-loire-bretagne-r8.html, consulté le 5/12/2018.
- Dussart, B. (1948). Recherches hydrographiques sur le lac Léman. *Annales de la Station Centrale d'Hydrobiologie appliquée*, 4, 187-206.
- Espeland, W.N. (1998). *The struggle for water: politics, rationality, and identity in the American southwest*. Chicago, University of Chicago press, 298 p.
- Findenegg, I. (1935). Limnologische Untersuchungen im Kärntner Seengebiet. Ein Betrag zur Kenntnis des Stoffhaushaltes in Alpenseen. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, 32, 369-423.
- Finger-Stich, A. (2013). Étangs en société : sujets versatiles. In Oertli B., Frossard P.-A., dir., *Mares et étangs : écologie, gestion, aménagement et valorisation*. Lausanne, Presses Polytechniques et universitaires romandes, 13-20.
- Fofonoff, N.P. (1985). Physical properties of sea water: a new salinity scale and equation of state for seawater. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 90(C2), 3332-3342.
- Fofonoff, N.P. & Millard Jr, R.C. (1983). *Algorithms for the computation of fundamental properties of seawater*. Paris, UNESCO Technical Papers in Marine Sciences, 44, 53 p.
- Forel, F.-A. (1892a). Thermique des lacs d'eau douce. *Verhandlungen der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft*, 75, 5-8.
- Forel, F.-A. (1892b, 1895). *Le Léman, monographie limnologique*. Lausanne F. Rouge, T. I, 543 p., T.2, 651 p.
- Foucault, A. & Raoult, J.-F. (1988). *Dictionnaire de géologie*. Paris, Masson, 3^e éd., 352 p.
- Frissell, C.A., Liss W.J., Warren C.E. & Hurley M.D. (1986). A hierarchical framework for stream habitat classification. *Environmental Management*, 10, 199-214.

- Gramaglia, Ch. (2008). Des poissons aux masses d'eau : les usages militants du droit pour faire entendre la parole d'être qui ne parlent pas. *Politix*, 83(3), 133-153.
- GREBE (2005). Élaboration d'un réseau de surveillance des Masses d'Eau Plans d'Eau conforme aux prescriptions de la directive-cadre européenne. Lyon, rapport final 14 octobre, 117 p.
- Guilcher, A. (1979). *Précis d'hydrologie marine et continentale*. Paris, Masson, 2^e éd., 344 p.
- Hutchinson, G.E. (1937). A contribution to the limnology of arid regions primarily founded on observations made in the Lahontan Basin. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 33, 47-132.
- Hutchinson, G.E. (1957). *A Treatise on Limnology*. New York, John Wiley & Sons, vol. I, Geography, physics and chemistry, 1015 p.
- Hutchinson, G.E. & Löffler, H. (1956). The thermal classification of lakes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 42, 84-86.
- Ivanoff, A. (1972). *Introduction à l'océanographie, propriétés physiques et chimiques des eaux de mer*. Paris, Vuibert, tome I, 208 p.
- Jameel, Y., Stein, S., Grimm, E., Roswell, C., Wilson, A.E., Troy, C., Höök, T.O. & Bowen, G.J. (2018). Physico-chemical characteristics southern Lake Michigan river plume. *Journal of Great Lakes Research*, 44, 209-218.
- Josefsson, H. (2015). Ecological Status as a Legal Construct Determining its Legal and Ecological Meaning. *Journal of Environmental Law*, 27, 231-258.
- Kramer, K.J.M. & Schneider, X. (2010). Analysis of EC Framework Programme and LIFE projects for their relevance to The Water Framework Directive. In Quevauviller Ph., Ed, *Water System Science and Policy Interfacing*. Cambridge, Royal Society of Chemistry Publishing, 422 p., 101-116.
- Langbein, W.B. & Iseri, K.T. (1960). *General introduction and hydrologic definitions. Manual of Hydrology, part I, General surface-water techniques*. Washington, Geological survey water-supply paper 1541-A, 33 p.
- Le Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne (2000). Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. *Journal officiel des Communautés européennes*, 22.12.2000, L 327, 1-72.
- Lewis, W.M. Jr. (1983). A revised classification of lakes based on mixing. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40, 1779-1787.
- Loupsans, D. & Gramaglia, Ch. (2011). L'expertise sous tension. Cultures épistémiques et politiques à l'épreuve de l'écriture de la Directive-cadre européenne sur l'eau. *L'Europe en formation*, 361(3), 87-114.
- Meinzer, O.E., éd. (1942). *Hydrology*. New York, Dover publications Inc., 712 p.
- Merle, J. (2006). *Océan et climat*. Paris, IRD éditions, coll. Référence, 224 p.
- Meybeck, M., Hubert, P., Martin, J.-M. & Olive, P. (1970). Étude par le tritium du mélange des eaux en milieu lacustre et estuarien, application au lac de Genève et à la Gironde. *Isotopes Hydrology IAEA*, 523-541.
- Mosetti, F. (1964). *Oceanografia*. Udine, Del Bianco, 462 p.
- Naiman, R.J., Lonzarich D.G., Beechie T.J. & Ralph S.C. (1992). *General principles of classification and the assessment of conservation potential in rivers*, 31 p, in Boon P., P. Calow, G. Petts, *Rivers conservation and Management*, Chichester, Wiley & Sons, 93-123.
- Omernick, J.M. (1987). Ecoregions of the conterminous United States. *Annals of the Association of American Geographers*, 77(1), 118-125.
- Pariante, A. (2010). *Histoire de la traduction à la Commission européenne*. Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne, 79 p.
- Paschalski, J. (1964). Circulation types of lakes. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 12(3), 383-408.
- Perpillou, A. (1940). *Le Limousin, étude de géographie physique régionale*. Chartres, Durand, 257 p.
- Pritchard, D.W. (1967). What is an estuary: physical viewpoint. In Lauff G.H., Ed, *Estuaries*. Washington D.C., American Association for the Advancement of Science, 83, 757 p., 3-5.
- Réménieras, G. & Hubert P. (1992). Hydrologie. In *Encyclopaedia Universalis*, Paris, corpus 11, 796-806.
- République Française (2005). *Circulaire DCE 2005/11 relative à la typologie nationale des eaux de surface (cours d'eau, plans d'eau, eaux de transition et eaux côtières), en application de la Directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau*. Paris, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, Direction de l'Eau, Sous-direction des milieux aquatiques et de la gestion de l'eau, 18 p.
- Rui, S. & Villechaise-Dupont, A. (2006). Les associations face à la participation institutionnalisée : les ressorts d'une adhésion distancée. *Espaces et sociétés*, 1(123), 21-36.
- Sabel, Ch. & Zeitlin, J. (2012). Experimentalist governance. In Levi-Faur D. (dir.), *The Oxford Handbook of Governance*, Oxford, Oxford University Press, p. 169-184.
- Scott, J. & Trubek, D.M. (2002). Mind the Gap: Law and New Approaches to Governance in the European Union. *European Law Journal*, 8 (1), 1-18.
- Strahler, A.N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union*, 38(6), 913-920.

- Sverdrup, H.U., Johnson, M.W. & Fleming, R.H. (1942). *The Oceans, their physics, chemistry, and general biology*. New York, Prentice-Hall, 1087 p.
- Tan, J., Cherkauer, K.A., Chaubey, I., Troy, C.D. & Essig, R. (2016). Water quality estimation of river plume in southern Lake Michigan using Hyperion. *Journal of Great Lakes Research*, 42(3), 524-535.
- Terasmaa, J., Bartout, P., Marzecova, A., Touchart, L., Vandell, E., Koff, T., Choffel, Q., Kapanen, G., Maleval, V., Vainu, M., Millot, C., Qsair, Z. & Aldomany, M. (2019). A quantitative assessment of the contribution of small standing water bodies to the European waterscapes - case of Estonia and France. *Heliyon*, 5(9), 8 p., <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02482>
- The European Parliament and the Council of the European Union (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*, L327, 1-72.
- Tolmazin, D. (1985, 1992). *Elements of dynamic oceanography*. London, Chapman & Hall, 181 p.
- Touchart, L. (2002). *Limnologie physique et dynamique, une géographie des lacs et des étangs*. Paris, L'Harmattan, 395 p.
- Touchart, L. (2007). La définition de l'étang en géographie limnologique. In *Géographie de l'étang, des théories globales aux pratiques locales*. Paris, L'Harmattan, 228 p., 13-53.
- Touchart, L., Bartout, P. & Nedjai, R. (2014). La géographie limnologique en France : conjugaison de l'espace et du temps pour la compréhension des relations homme-milieu. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 62, 93-103.
- Vanne, J.-R. (2002). *Géographie de l'océan global*. Paris, éditions scientifiques GB, 335 p.
- Vollenweider, R.A. (1956). L'influenza della torbidità provocata dalle acque di piena nel bacino di Pallanza (Lago Maggiore). *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, 9, 85-111.
- Ward, R.C. & Robinson, M. (1990). *Principles of Hydrology*. London, McGraw-Hill, 3rd ed., 365 p.
- Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H. & Blanc, L. (2004). Les hydro-écotétons : une approche fonctionnelle de la typologie des rivières pour la Directive cadre européenne sur l'eau. *Ingénieries - Eau Agriculture Territoires*, 40, 3-12.
- Wasson, J.-G., Chandesris, A., Pella, H., Sauquet, E. & Mengin, N. (2006). *Appui scientifique à la mise en œuvre de la Directive Européenne cadre sur l'Eau. Typologie des cours d'eau de France métropolitaine*. Lyon, Cemagref, 62 p.
- Welch, P.S. (1952). *Limnology*. New York, McGraw-Hill Book Company, 2nd ed., 538 p.
- Woods, D. (2008). Stakeholder involvement and public participation: a critique of Water Framework Directive arrangements in the United Kingdom. *Water and Environment Journal*, 22(4), 258-264.
- Yuretich, R.F. (1969). Modern sediments in Lake Rudolph, Kenya. *Sedimentology*, 26, 313-331.
- Карабанов, Е.Б. & Фиалков, В.А. (1987) *Подводные каньоны Байкала*. Новосибирск, Наука, 104 с.
- Мамаев, О.И. (1970). *Т, С-анализ вод Мирового океана*. Ленинград Гидрометеоздат 364 с.
- Россолимо, Л.Л. (1957). *Температурный режим озера Байкал*. Москва, Академия наук СССР, Труды Байкальской лимнологической Станции, 16, 551 с.
- Тихомиров, А.И. (1982). *Термика крупных озёр*. Ленинград, Наука, 232 с.
- Эдельштейн, К.К. (1991). *Водные массы долинных водохранилищ*. Москва, изд. Московского университета, 175 с.
- Эдельштейн, К.К. (2014). *Гидрология озёр и водохранилищ*. Москва, Перо, 399 с.

Coordonnées des auteurs :

Laurent TOUCHART
EA 1210 CEDETE, Université d'Orléans
laurent.touchart@univ-orleans.fr

Pascal BARTOUT
EA 1210 CEDETE, Université d'Orléans
pascal.bartout@univ-orleans.fr