



La définition de l'étang en géographie limnologique

Laurent Touchart

► To cite this version:

Laurent Touchart. La définition de l'étang en géographie limnologique. Laurent Touchart. Géographie de l'étang: des théories globales aux pratiques locales, L'Harmattan, pp.13-53, 2007, 9782296029361. hal-02076272

HAL Id: hal-02076272

<https://univ-orleans.hal.science/hal-02076272>

Submitted on 24 May 2021

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.

Touchart L. (2007) « La définition de l'étang en géographie limnologique » in Touchart L., Dir., *Géographie de l'étang, des théories globales aux pratiques locales*. Paris, L'Harmattan, 228 p. : pp. 13-53.

Touchart L. (2007) "What is a pond? Definition of pond in Limnogeography" in Touchart L., Ed, *A geography of ponds, from global theories to local practices*. Paris, L'Harmattan, 228 p.: pp. 13-53. (In French).

Pour HAL :

Mise en page différente de celle de l'éditeur

Ajout d'un résumé et de mots-clefs en français et anglais

Ajout de titres et légendes des figures en anglais.

Résumé : La définition de l'étang en géographie limnologique

Une revue des définitions existantes de l'étang conduit à les classer en deux types : un plan d'eau vidangeable, à l'origine destiné à l'exploitation piscicole, ou bien un plan d'eau de taille intermédiaire entre le lac et la mare ou le marais. La géographie limnologique prend le parti de la seconde famille de définition. C'est pourquoi le fil directeur de ce chapitre d'ouvrage est celui des échelles spatiotemporelles.

La première partie passe en revue l'étymologie du mot « étang » dans plusieurs langues et en conclut que l'opposition entre l'origine artificielle ou naturelle du plan d'eau est un critère qu'il convient de dépasser. Il est proposé de lui donner un sens plus dynamique, en créant le concept de « chaîne limnologique ». Dans cette évolution faisant passer d'un plan d'eau à un autre, l'étang forme toujours un intermédiaire, quelle que soit son origine. Il est un maillon de la chaîne anthropique quand sa construction prend la place d'anciens fonds marécageux. Il est un maillon de la chaîne naturelle quand il provient d'un ancien lac en voie de comblement.

La deuxième partie replace l'étang d'une part parmi les eaux continentales, d'autre part parmi les eaux dormantes. Du fait de ses dimensions, l'étang tient à la fois du lac et du cours d'eau, cette hybridation s'exprimant tout particulièrement dans le temps de renouvellement des eaux, la durée des courants, l'importance de la déstratification libre par rapport au brassage forcé, l'extension spatiale des rétroactions du plan d'eau vers son environnement (limnoclimat de région d'étangs contre limnoclimat d'un seul lac).

La troisième partie étudie directement les échelles spatiales. Les seuils chiffrés, courants dans la bibliographie (par exemple une profondeur de 6 m faisant la limite entre le lac et l'étang) sont présentés pour mémoire, mais il est proposé de leur préférer des seuils fonctionnels. Les seuils de profondeur séparant l'étang du lac et du marais sont discutés à travers le concept d'étagement. Les seuils de superficie séparant l'étang du lac et de la mare sont discutés à travers le concept de zonation. Les seuils de volume sont discutés à travers le nouveau concept de « cubement d'un plan d'eau », défini comme la structuration dans les trois dimensions de l'ensemble des phénomènes limniques sous forme de masses d'eau distinctes. Dit autrement, plus la profondeur relative (ou l'indice de creux) est faible, plus le fonctionnement tend vers l'étang, plus elle est forte plus il tend vers le lac. La personnalité géographique d'un plan d'eau réside dans le rapport entre (i) sa soumission au milieu extérieur, (ii) l'autonomie de son fonctionnement interne et (iii) son effet de domination sur le milieu périphérique. Dans le cadre du limnosystème, l'étang est défini par les échelles spatiales de ces interrelations (fig. 1).

La quatrième partie étudie les échelles temporelles. Que ce soit pour l'étagement, la zonation, ou le cubement, l'étang se distingue par des temps de réponse plus courts que la marche annuelle, qui est le propre du lac, mais plus longs que le rythme diurne, qui est la spécificité de la mare et du marais. C'est finalement l'irrégularité interdiurne qui caractérise le mieux l'étang. Pour faire ressortir de façon didactique que l'étang forme le seul plan d'eau dont le fonctionnement soit déterminé par une échelle de temps acyclique, il est proposé de dessiner « la grimace de l'étang » (fig. 2).

En conclusion, il est proposé de définir l'étang comme un plan d'eau continental dont la taille intermédiaire permet une structuration irrégulière et temporaire des masses d'eau à l'échelle de quelques jours et une inertie se développant face à son encadrement immédiat (limnosystème de versant). Afin de garder une cohérence dans les échelles spatiotemporelles, il est proposé de définir le lac comme un plan d'eau continental dont la grande taille permet une structuration durable (au moins saisonnière) ou permanente des masses d'eau et une inertie se développant face à son bassin d'alimentation (limnosystème de bassin).

Mots clefs : étang, plan d'eau, lac, marais, mare, limnosystème, hybridation

Abstract: What is a pond? Definition of pond in Limnogeography

A review of the existing definitions about what is a pond leads to a classification which identifies two types: a drainable body of water originally intended for fish farming, or a medium-sized body of water between lake and swamp or between lake and pool. Limnogeography is by nature inclined to the second family of definitions. This is why the guiding thread of this paper is that of spatiotemporal scales.

The first part reviews the etymologies of the word "pond" in several languages and concludes that the opposition between artificial and natural origin of the body of water is a criterion that should be overcome. It is proposed to give it a more dynamic meaning, by creating the concept of "limnological chain". In this set of connected and evolving water bodies, pond always forms an intermediary, whatever its origin. Pond is a link in the anthropogenic chain when its impounding takes the place of ancient marshlands. Pond is a link in the natural succession when it comes from an ancient lake due to the process of sedimentary filling-up.

The second part replaces the pond on the one hand among continental waters, on the other hand among standing waters. Because of its dimensions, the pond is both a lake and a stream. This hybridization may be expressed in water renewal time, duration of currents, the importance of free convection compared with forced mixing, spatial extension of feedbacks from the water body to its environment (limnoclimate of a region of ponds versus limnoclimate of a single lake).

The third part studies spatial scales. The numerical thresholds of the scientific literature (for example a depth of 6 m forming the limit between lake and pond) are mentioned, but it is proposed to prefer them functional thresholds. Depth thresholds separating pond from lake and from marsh are discussed through the concept of limnic bathymetric zonation. Area thresholds separating pond from lake and pool are discussed through the concept of limnic belt zoning. Volume thresholds are discussed through the new concept of "cubing of a water body", defined as the three-dimensional structuring of all limnic phenomena in the form of distinct water masses. In other words, the lower is the relative depth (ratio of depth to the mean diameter), the more the pond cubing tends towards the marsh, the higher it is, the more it tends towards the lake. The geographical identity of a body of water lies in the relationship between (i) its submission to the external environment (especially to its basin), (ii) the autonomy of its internal functioning (structuring) and (iii) its effect (impact) on the environment (especially on the outlet). Among limnosystems, pond is defined by the spatial scales of these interrelationships (Fig. 1). It is suggested to create a "stagnustrine" limnosystem between lacustrine and palustrine limnosystems.

The fourth part studies time scales. Whether for layering, zoning, or cubing, the pond is distinguished by response times shorter than the annual (seasonal) rate, which is specific to the lake, but longer than the diurnal rhythm, which is the specificity of marshes and pools. The pond can be best characterized by interdiurnal variability. To show in a didactic way that the pond forms the only body of water whose functioning is determined by an acyclic time scale, it is suggested to draw "the grimace of the pond" (fig. 2).

In conclusion, it is proposed to define a pond as a continental body of water whose intermediate size allows an irregular and temporary structuring of water masses on the scale of a few days and an inertia developing in relationship with its immediate environment (slope limnosystem). In order to maintain cohesive reasoning in spatiotemporal scales, it is proposed to define a lake as a continental body of water, the large size of which allows a long-term (at least seasonal) or permanent structuring of water masses and an inertia developing in the relationship with its drainage basin (basin limnosystem).

Key words: pond, water body, lake, swamp, pool, limnosystem, small dam, concepts of limnology

La définition de l'étang en géographie limnologique

Introduction

Il serait illusoire, voire intolérant, de chercher à donner une définition univoque de l'étang. Selon les aires culturelles et les langues, la caractérisation de l'étang est différente. Même si l'on reste à l'intérieur de la sphère francophone, la définition de l'étang dépend de maints paramètres, en particuliers des catégories socioprofessionnelles concernées par l'usage du mot. En toponymie, le terme d'étang est employé, pour désigner des plans d'eau d'origine, de taille et de situation variées, si bien que, dans le langage courant, il « s'applique aussi bien aux lagunes méditerranéennes (étang de Thau) qu'aux lacs de montagne (étang des Bouillouses, Pyrénées- Orientales), aux grands lacs de plaine (étang d'Hourtin) qu'aux réservoirs à usage piscicole (étangs de Sologne) » (Dussart, 1966, p. 2). Chez les scientifiques, malgré la rigueur apparente du raisonnement, l'acceptation n'est pas toujours plus resserrée, du moins si l'on effectue un tour d'horizon complet des multiples disciplines. Le but de la présente réflexion est d'abord de classer les définitions existantes, de rechercher les éventuelles lacunes demeurant en elles ou contradictions persistant entre elles, puis de proposer quelques précisions nouvelles selon une démarche de géographie limnologique.

À la lecture des définitions scientifiques, il nous semble que deux groupes apparaissent. La première famille rassemble les auteurs pour lesquels l'étang se définit d'une manière uniquement humaine. Deux aspects sont, à cet égard, privilégiés, d'une part l'origine artificielle du plan d'eau, d'autre part sa vocation avant tout piscicole. La seconde famille regroupe les chercheurs pour lesquels l'étang se définit d'une manière physique, en termes de taille : il s'agit, quelles que soient l'origine et les activités pratiquées, d'un plan d'eau de taille intermédiaire entre le lac et la mare. Une troisième famille pourrait être créée, celle des auteurs associant les deux types de définitions. Mais, dans ce cas, une hiérarchie s'opère en fait entre les deux groupes de facteurs, si bien qu'on peut reverser la définition dans l'une ou l'autre des deux premières familles. Il est à noter qu'il s'agit presque toujours d'une primauté donnée au facteur humain, faisant entrer ces définitions dans la première famille, si on la recaractérise comme celle regroupant les définitions uniquement ou prioritairement humaines.

N'est-ce pas la mission de la géographie¹ que de recentrer le propos sur les questions de taille et d'échelle ? Faut-il absolument tenter de concilier les approches humaines et physiques ou ne vaut-il pas mieux se focaliser sur l'une d'entre elles en fonction de sa discipline ? N'y a-t-il pas un trop grand cloisonnement entre les réflexions concernant la définition du lac et celles de l'étang et n'est-ce pas le rôle de la géographie limnologique que de tisser un lien entre les deux ? Pour essayer de répondre à ces questions, il convient de débattre d'abord de l'origine, puis de replacer l'étang dans ses ressemblances avec le lac, pour enfin mieux faire ressortir ses différences avec tous les autres plans d'eau, en terme de dimensions, à la fois d'une manière descriptive et fonctionnelle.

1. L'étang : un organisme de toute origine

L'étang est membre de la grande famille des zones humides, que la convention de Ramsar (1971) qualifie « d'eaux naturelles ou artificielles ». Il appartient aussi à l'ensemble des plans d'eau, à l'instar du lac, qui est un organisme pour lequel les définitions convergent plus facilement vers un accord des différents auteurs. L'étang serait-il une zone humide particulière, la seule dont l'origine soit exclusivement humaine ? L'étang serait-il un plan d'eau exceptionnel, le seul à remettre en question les critères mis au point pour définir le lac ?

1.1. Lac naturel et étang artificiel : une séparation hasardeuse

La terminologie anglo-saxonne aime souvent, mais non toujours, à associer le terme de *reservoir* à ce que les Français appellent des lacs artificiels, réservant le terme de *lake* aux seuls plans

¹ D'autres disciplines, comme l'histoire, ont le devoir de proposer une démarche différente, dans laquelle les dimensions et les échelles spatiales sont reléguées à un niveau inférieur : « L'étang se définit par sa fonction et non par sa taille, qui, au demeurant, n'est pas forcément réduite » (Abad, 2006, p.11). C'est la diversité des approches disciplinaires qui permet un enrichissement de la compréhension générale de l'étang, du moins si l'on respecte tous les points de vue.

d'eau naturels. Les Russes ont en général une pratique proche, le lac (*озеро*) étant d'origine physique, la réserve d'eau (*водохранилище*) étant anthropique. Cette conception n'a jamais été complètement absente de la pratique française, qui a pu parfois utiliser le terme de retenue d'eau (Benedetti-Crouzet & Dussart, 1979). Le nom perdure, notamment dans les documents administratifs, pour désigner, sous l'appellation de retenue collinaire, les petits étangs de tête de bassin surtout destinés à l'irrigation. Plus récemment, la globalisation de la littérature scientifique, provoquant une certaine américanisation de la terminologie française, remplace, encore qu'assez rarement², la retenue d'eau par le réservoir (Carbonnel & Cosandey, 2001). En fait, le substantif n'a pris que dans l'expression de barrage-réservoir, plutôt utilisée dans le registre technique.

Pourtant, même chez les Anglo-saxons, cette séparation lacustre est loin d'être généralisée. Pour Whittow (1984), le lac est « un plan d'eau fermé » (p. 298, en anglais) qui ne préjuge d'aucune origine particulière. Pour Taub (1984), le lac est un terme général, qui regroupe tant ceux d'origine naturelle que ceux construits par l'Homme, ces derniers appelés *man-made lakes* ou bien *reservoirs*. On retrouvait déjà cette conception chez Ackermann et al. (1973). Même les chercheurs étudiant les différences notent d'abord la prédominance des ressemblances (Thornton et al., 1982). *A fortiori* en France, à peu près personne ne conteste que le lac puisse être naturel ou artificiel (Pourriot & Meybeck, 1995, Pourriot, 1996, Pinot, non daté). Une revue précédente des définitions concernant les lacs avait d'ailleurs montré que celles-ci s'appuient sur des critères physiques, dans lesquels la taille joue un rôle majeur (Touchart, 2000a).

Or le paramètre humain entre dans maintes déterminations de l'étang. Nous avons donc fait remarquer (Touchart, 2006) qu'une certaine homogénéisation de la réflexion s'imposait, soit en apportant une démarche sociale à la caractérisation du lac, soit en suivant un cheminement naturaliste à la qualification de l'étang. C'est ce dernier point qui nous intéresse ici. En effet, par souci d'adéquation entre la définition française du lac, qui ne prend pas en compte l'origine, et celle de l'étang, il paraît logique de ne pas restreindre ce dernier à un plan d'eau artificiel, mais de l'ouvrir à toute origine. En effet, dans le cas contraire, la justification qu'un lac pourrait être naturel ou artificiel, tandis qu'un étang ne pourrait être qu'artificiel impliquerait de renier sur le fond que l'origine fût le critère majeur tout en continuant de le clamer sur la forme et contraindrait à présenter un autre critère sous la forme d'un paramètre secondaire, en l'occurrence celui de la taille, alors même que celui-ci serait le seul, sur le fond, à faire la différence³.

1.2. L'étang naturel ou artificiel : une étymologie double

Deux raisons au moins justifient la prise en compte d'une double origine possible à l'étang. D'une part, il existe un seul mot français là où certaines langues en ont plusieurs, d'autre part, l'étymologie de l'étang français comporte elle-même une telle ambiguïté.

En japonais scientifique, la distinction est claire, puisque *numa* est l'étang naturel, *ike* l'étang artificiel (comm. or. Ishiguro N., 2001). En allemand aussi, la séparation est nette chez les hydrobiologistes, puisque, depuis la proposition de Thienemann (1925, p. 212), *Weiher* signifie l'étang naturel, tandis que *Teich* s'emploie pour signaler un étang artificiel. Il est à noter que cette distinction est celle des manuels de limnologie germaniques. D'autres sources peuvent employer différemment ce même vocabulaire et il est vrai que l'étymologie pencherait plutôt pour une artificialité dans les deux cas, mais avec une nuance entre la fonction et l'origine. En effet, *Weiher* est mot à mot le vivier français⁴, ce bassin aménagé pour l'élevage du poisson, en général d'origine artificielle mais

² Il est significatif que le seul manuel écrit en français dont le titre comporte le terme de réservoir soit la traduction d'un précis anglo-saxon. Il y est indiqué que, « dans le présent ouvrage, le terme 'lac' désigne un plan d'eau naturel, et les termes 'réservoir' ou 'retenue', des plans d'eau artificiels (même si beaucoup de réservoirs sont appelés lacs) » (Ryding & Rast, 1993, p. 38).

³ La cohérence du raisonnement ne pourrait alors pas être suivie et c'est cette confusion qui explique l'ambiguïté de certaines définitions : « Si cette retenue est artificielle, vidangeable et de faible profondeur, c'est un étang ; si elle est également vidangeable, mais de grande profondeur : c'est un lac de barrage » (Benedetti-Crouzet & Dussart, 1979, p. 9). « En limnologie, les critères de dimensions (superficie, profondeur) n'entrent pas dans la définition d'un lac. [...] Le terme d'étang devrait être limité aux plans d'eau artificiels peu profonds » (Pourriot, 1996).

⁴ *Weiher* vient du moyen haut allemand *wiwarī*, dérivé, comme le français vivier, du latin *vivere* (comm. or. Daury D., 2006).

traditionnellement employé aussi pour les plans d'eau naturels alevinés, cependant que *Teich* est le plan d'eau retenu par une digue (*Deich*)⁵.

Comme deux noms s'utilisent aussi pour le marais⁶, la logique est systématiquement respectée par les limnologues allemands, plaçant au premier rang hiérarchique de la définition la question de la taille, puis au second rang celle de l'origine, laquelle divise en deux chaque organisme classé d'abord selon ses dimensions.

Par rapport à ces langues, le français scientifique ne possède que le terme d'étang pour désigner des plans d'eau de cette taille, si l'on considère que le vivier ou la pêcherie sont des termes plus spécialisés. Il nous semble donc que réserver le mot pour les seuls étangs artificiels priverait notre vocabulaire de la possibilité de posséder des organismes intermédiaires entre le lac et la mare, qui soient d'origine naturelle.

L'étymologie elle-même ne permet pas de trancher définitivement en faveur de la seule cause anthropique et n'interdit donc pas la double origine. Le caractère artificiel est certes souligné, mais d'une manière cependant plus complexe que dans d'autres langues comme le russe, le chinois ou l'anglais⁷. Il est vrai que l'étang français barre l'écoulement (Otto-Bruc, 2001, Trintignac & Kerleo, 2004), mais il mêle cette origine avec son caractère stagnant, qui est un trait physique. « Le terme tire son origine du latin *stagnum*, qui signifie 'stagnant', puis du provençal *estank* et de l'ancien français *estanchier*, qui signifie 'étancher, arrêter l'eau', et qui souligne le caractère artificiel de l'étang » (Lutz, 2001, p. 23). Landou (2006) a fait la revue historique de cette polémique remontant au XVII^e siècle, opposant les érudits faisant dériver l'étang d'*aqua stans* et ceux qui y voyaient le verbe *stancare*. En fait, l'un et l'autre mots se sont sans doute influencés réciproquement et C. Genest explique, dans le chapitre 2 de ce même volume, le lien vraisemblable entre les deux. La racine française de l'étang implique donc à la fois qu'il s'agit d'une eau dormante et d'un aménagement anthropique. L'influence étymologique française de l'eau stagnante semble rare par rapport aux autres langues, mais elle n'est pas unique. Ainsi, en chinois, *shuitan*, qui représente certes plus souvent la mare que l'étang, signifie l'eau stagnante (comm. or. Giroir G., 2006). À l'intérieur de la famille artificielle, la plus répandue, certaines langues précisent plusieurs origines. En russe, l'étang, toujours d'origine anthropique, se divise en « étang de barrage » (*пруд*), si c'est une vallée naturelle qui est barrée artificiellement pour donner naissance au petit plan d'eau, et « étang de creusement » (*копанье*), si la cuvette elle-même a été excavée par l'homme (Любушкина, 2004, c. 158).

On aura noté que l'étymologie n'apporte d'information que sur l'origine, avec une propension à insister sur le barrage dans de nombreuses langues, mais le pas a pourtant été souvent franchi d'élargir à l'usage de l'étang.

1.3. Fusion ou confusion entre origine et fonctionnalité ?

« Un étang serait donc un réservoir muni d'une bonde, vidangeable et destiné à l'élevage des poissons » (Dussart, 1966, p. 2). Cette définition, écrite par le fondateur, en 1949, de la première Station de Recherches Lacustres française, a marqué les chercheurs francophones. On la retrouve jusqu'à aujourd'hui dans les manuels de limnologie, les dictionnaires d'hydrologie et ceux de géomorphologie⁸. Il paraît évident à maints traités de pisciculture (Huet, 1960, Billard, 1981). La même vocation domine chez de nombreux géographes étrangers, comme les Roumains Ielenicz &

⁵ *Teich* (étang) et *Deich* (digue) viennent du moyen haut allemand *tich* et *dich*, dont la racine indo-germanique de *dheig* est la même que celle du néerlandais *dijk*. Le passage du contenant au contenu, c'est-à-dire de *Deich* à *Teich*, s'est fait par métaphonie (comm. or. Daury D., 2006).

⁶ *Sumpf* est le marais naturel et *Bruch* le marais artificiel, du moins dans les manuels de limnologie.

⁷ La relation est évidente en russe entre la racine « d'étang » (*пруд*) et celle de « barrage », comme on le voit dans la ressemblance avec le verbe « barrer, cloisonner » (*прудить*) ou le nom « digue, barrage » (*запруда*). En chinois (comm. or. Giroir G., 2006), le mot composé signifiant l'étang (*chitang*) montre clairement sa construction à partir de la digue (*tang*). L'anglais *pond* veut dire au départ, comme *pound*, l'enclos. Les deux termes viennent du verbe *pyndan*, qui signifiait en vieil anglais « enfermer ». De l'enclos pour garder n'importe quel animal, on est passé à l'enclos à poissons, donc à l'étang (comm. or. Cazé A., 2006).

⁸ « Le terme d'étang pourrait être réservé aux plans d'eau vidangeables munis d'une bonde, à usage piscicole » (Pourriot & Meybeck, 1995, p. 1). « Écosystèmes lentiques artificiels créés par endigage » (Ramade, 1998, p. 213). Hors les plans d'eau naturels littoraux, l'étang serait une « retenue d'eau douce construite par l'homme, toute ou en partie artificielle » (Genest, 2000, p. 96).

Erdeli (2004) à propos du terme *heleşteu*⁹. Exceptionnellement, l'inverse est souligné, c'est-à-dire la rareté de la prise en compte du caractère piscicole dans la définition : « l'exploitation est souvent éludée, et l'étang est considéré comme un écosystème plutôt qu'un agrosystème » (Lutz, 2001, p. 22). En Russie, le terme de *пруд* est surtout employé dans deux cas : d'une part la fonction piscicole en milieu rural, d'autre part l'intégration paysagère en milieu urbain. L'étang est un « petit plan d'eau, habituellement artificiel, faisant généralement partie intégrante d'un ensemble paysager de parc et de jardin ou bien destiné au développement de l'économie piscicole » (Кузнецов, 2004, p. 1039, en russe). Il est vrai que cette alternative piscicole ou paysagère semble une ambivalence actuelle tenant de l'importance récente prise par le milieu urbain. Historiquement, c'était l'intégration rurale qui comptait seule¹⁰ (Derex, 2004), et plus particulièrement piscicole (Abad, 2006). D'ailleurs, pour certains, l'étang est ancien par essence et Busnel (1985) propose même ce trait comme critère de définition le distinguant du plan d'eau, plus récent.

Plus généralement, « il semble que l'étang suppose presque toujours une utilisation par l'homme » (Brimont & Vergne, 2004, p. 61), ou, du moins, il connaît une vocation¹¹ (Ielenicz & Erdeli, 2004, p. 210) et une gestion volontariste, « active » (Baudot, non daté, fiche ZH9-1). Certains insistent sur la variété des fonctions de l'étang¹² (Verzier, 1998), tandis que d'autres (Abad, 2006) fondent au contraire la particularité de l'étang sur la pisciculture seule, en l'opposant aux plans d'eau, « réalisations contemporaines à usages multiples (pêche, irrigation, loisirs...) » (Busnel, 1985). Toutes ces définitions s'appuient en fait sur la finalité de l'étang, mais un glissement fréquent assimile alors la conséquence, une utilisation humaine, à la cause, une origine anthropique. Or il s'agit de deux notions qui, bien qu'elles soient souvent liées¹³, sont différentes et il nous semble que l'origine de l'étang doit être étudiée séparément de sa destination fonctionnelle¹⁴.

Le contre-pied réservant le terme d'étang aux seuls plans d'eau naturels, excluant à l'inverse cette appellation pour des organismes artificiels, est rarissime. « Le terme lac renvoie plutôt à un plan d'eau naturel au même titre que : étang, marais, alors que « retenue », « réservoir » sont le plus souvent des termes associés à des barrages artificiels quels qu'en soit [sic] l'étendue et le volume » (Carbonnel & Cosandey, 2001, p. 68). La contradiction procède plutôt d'une exception confinant à la fausse piste.

1.4. L'origine de l'étang dans la chaîne de l'évolution limnologique

Il nous paraît que la prise en compte, en premier lieu, de l'origine anthropique exclusive de l'étang complique la définition sans ni l'enrichir, ni, surtout, lui donner la même logique que celle des autres plans d'eau, comme le lac ou la mare. De fait, parmi les scientifiques, nombreux sont ceux qui sont passés outre l'obligation anthropique (Lambert, 1990, Joly, 1997). Il en est de même de la définition ministérielle française, officielle pourrait-on dire: « Un étang est un plan d'eau d'origine naturelle ou artificielle, de faible profondeur sans stratification thermique stable. Il est alimenté essentiellement par son bassin pluvial » (SANDRE, 2005, p. 9).

Sur le terrain, l'opposition entre l'origine naturelle et artificielle n'est d'ailleurs pas toujours nette, d'où l'appellation roumaine de lacs « anthropo-karstiques » (Bulgăreanu & Cehlarov, 1993) pour les petits plans d'eau issus de l'effondrement de mines de sel gemme provoqué par une dissolution naturelle. Et, en France, Baudot (non daté, fiche ZH9-1) note que « les étangs ont pour la

⁹ « Étang : lac anthropique utilisé dans un but piscicole » (Ielenicz & Erdeli, 2004, p. 200, en roumain).

¹⁰ « Notre vision moderne nous fait certainement trop regarder l'étang comme un plan d'eau destiné aux loisirs ou à la production piscicole. C'est oublier que dans un passé pas si lointain, l'étang était intégré au cycle de production agricole. » (Derex, 2004, p. 3).

¹¹ Indispensable à comprendre le mot roumain *iaz*, autre nom de l'étang en plus de *heleşteu*.

¹² « C'est un outil de travail multi-usages » (Verzier, 1998, p. 1).

¹³ Pour Abad, le lien est obligatoire : l'étang vrai ne pouvant être que destiné à l'élevage piscicole, il doit être vidangeable donc son origine est forcément anthropique.

¹⁴ Sauf, éventuellement, dans les langues où l'étymologie est justement fondée sur la fonction, en particulier en roumain, où *heleşteu* signifie littéralement le petit lac (*tău*) à poisson (*heleş*) (comm. or. Serban G., 2006) et, éventuellement, en anglais, où pond évoque dans sa racine même un enclos, sous-entendu destiné à garder les poissons (cf. *supra*). Le français utilise parfois « enclos de pêche » pratiquement comme synonyme d'étang, quand il s'agit d'insister sur la fonction (Palisson, 1972, Mouillé, 1982). De ce point de vue, l'allemand est la seule langue à faire étymologiquement la différence, puisque *Weiber* s'appuie sur l'usage, tandis que *Teich* exprime l'origine.

plupart été creusés par les hommes dans des marais ». En effet, à partir d'un état improductif d'excès d'eau dans le sol, deux grandes familles de solutions se présentaient aux hommes : d'une part le drainage, d'autre part la mise en eau. Soit enlever l'eau et cultiver, soit en ajouter pour créer de véritables plans d'eau productifs. Dans les grandes régions françaises concernées, ce fut souvent un mélange complémentaire des deux actions qui fut mis en œuvre. Dans ces conditions, la construction des étangs permit de séparer l'eau et la terre plus clairement, aux dépens de marais ou de terrains gorgés d'eau aux contours plus flous. Ainsi, dans la plupart des cas, l'étang a été la solution consensuelle aidant à la maîtrise de l'eau de l'ensemble du territoire¹⁵. Certes des exceptions existent et certaines contrées d'étangs ont peut-être été créées sur des terrains sans humidité particulière¹⁶. Mais elles ne remettent pas en cause l'importance du lien dynamique dans la chaîne limnologique. Elles le nuancent simplement et rappellent la portée des études géographiques, puisque, en fonction des différences culturelles, mais aussi de la diversité physiques des lieux concernés, l'aménagement des étangs a pris des formes variées selon les régions.

En outre, le sens de l'évolution limnologique se trouve être que tout lac deviendra un jour un étang, puis un marais (Thienemann, 1925, p. 212, Dussart, 1966, p. 536). C'est le cours normal de l'eutrophisation, au sens naturel du terme. Cette marche vers le comblement se produit partout sous nos yeux et certains plans d'eau sont en train de passer de l'un à l'autre type. C'est, dans l'ouest de la France, le cas dudit « lac » de Grandlieu, qui, non content d'être aujourd'hui un vaste étang d'origine naturelle, doit à l'action humaine d'endiguement de n'être point encore un marais sur toute sa surface. Ces liens très complexes à l'articulation de la nature et des sociétés montrent qu'une opposition tranchée entre deux origines exclusives ne constitue pas le critère le plus pertinent pour une définition de l'étang. La situation de maillon intermédiaire génétique de l'étang est plus proche de la réalité. Certaines langues marquent implicitement que l'étang forme cette transition dynamique¹⁷.

La réciproque est aussi intéressante à examiner, certains auteurs faisant remarquer qu'un étang abandonné se conduit comme un lac¹⁸. Il faut veiller, dans ce cas, à ne pas retomber simplement dans une justification que l'étang ne serait qu'artificiel, mais à garder la fructueuse notion de lien dynamique entre le lac et l'étang. Il est donc nécessaire de réfléchir aux gradients permettant de passer de l'un à l'autre, voire aux seuils bornant ces organismes hydrologiques. Finalement, l'étang en tant que chaînon intermédiaire génétique conduit à l'étang comme maillon intermédiaire dimensionnel.

L'association de la taille et de l'origine avait certes été déjà abordée par certains auteurs, par exemple¹⁹ chez les biologistes Dussart (1992) et Trotignon (2000), ou encore le géographe Трешников (1988) à propos du terme russe *пруд*, mais il s'agissait d'apporter un complément dimensionnel à une définition fondée sur l'origine artificielle. Nous souhaiterions inverser la réflexion,

¹⁵ « Sans les étangs aménagés par l'homme et conduits par lui, la Sologne serait tout entière sous les eaux chaque hiver pluvieux » (Mottet, 1993, p. 227). « L'eau, richesse du Limousin, est l'un des facteurs freinant le progrès de l'agriculture, sa maîtrise est donc indispensable pour éviter l'excès, pour éviter les pénuries [...]. Les étangs anciens [...] mettaient en valeur les terroirs les plus ingrats : prés mouillés, paluds, mouillères, bas-prés, sagnes, tourbières, fonds de vallée encaissés » (Balabanian & Bouet, 1989, pp. 67-72). « Comme la plupart des créations médiévales, l'étang de Lindre fait fonction de régulateur hydraulique et son établissement a permis d'assainir en partie la vallée de la Seille qui n'était alors qu'un immense marais fangeux » (Heintz, 2003, p. 5).

¹⁶ Bennarous (2003, p. 2) remet ainsi en question, pour la Brenne, l'hypothèse classique selon laquelle « le marais naturel et inhabité, composé de mares et de bois humides, semblait avoir été colonisé dès le Haut Moyen Âge par des moines hydrauliciens qui y creusèrent des étangs, le seul moyen de valoriser un tel milieu. [...] L'hypothèse d'un marais naturel et désolé est à présent douteuse. Celle d'un espace boisé (pas forcément humide) semble aujourd'hui l'emporter ».

¹⁷ Ainsi, dans le langage quotidien, le chinois remplace souvent *chitang*, plus soutenu, par *sihu*, plus familier. Or *sihu*, l'étang, signifie littéralement le lac mort. Quant à *shuitang*, il signifie indifféremment l'étang et la mare (comm. or. Giroir G., 2006).

¹⁸ « Par définition, un étang est un réservoir d'eau vidangeable et fait de main d'homme. Quand il n'est plus exploité, ni vidangé, il évolue vers un état d'équilibre qui l'apparente à un lac. Par suite de ses caractères propres et notamment de sa faible profondeur (en général 1 à 2 m), des facteurs y jouent un rôle moins important que dans un lac et d'autres voient leur action grossie » (Dussart, 1992, p. 808).

¹⁹ « D'une superficie souvent restreinte (quelques hectares à quelques dizaines d'hectares), ces zones humides [...] (sont) d'origine généralement artificielle [...]. Si la pisciculture a constitué le mobile originel de la création d'un grand nombre d'étangs, force est de constater que les vocations de ces plans d'eau se sont bien diversifiées depuis quelques dizaines d'années » (Trotignon, 2000, p. 7) ; « plan d'eau artificiel, creusé ou formé par la construction d'un barrage dans les vallées des petites rivières, des ruisseaux et des rigoles de ravinement, dont la surface ne dépasse pas 1 km² » (Трешников, 1988, p. 251, en russe).

en plaçant la question des échelles géographiques au cœur de la démarche, sans préjuger d'une quelconque origine, laissée libre entre humaine et naturelle.

En conclusion, cette revue des origines de l'étang nous conduit à penser que ce critère avait été surévalué jusqu'à présent, aux dépens de l'intégration dans la chaîne limnologique, qui mérite en fait l'attention première. En général prenant la place d'anciens fonds marécageux quand il est d'origine humaine et dérivant réciproquement d'un ancien lac comblé quand il est d'origine naturelle, l'étang est un intermédiaire dans l'évolution du marais au lac et du lac au marais, où les contraintes physiques et les actions anthropiques se mêlent à la construction des plans d'eau intérieurs. C'est donc la double question des eaux continentales et stagnantes qui doit être replacée au cœur de la réflexion scientifique, en la déclinant en deux facteurs géographiques emboîtés l'un dans l'autre. Il faut d'abord définir en soi le caractère continental et stagnant, puis déterminer les différences parmi les organismes dormants. L'ensemble de cette recherche implique une étude des dimensions concernant les masses d'eau, dans un sens des seuils de changements d'échelles, spatiales et temporelles. Il est donc indispensable de proposer une approche de géographie limnologique.

2. L'étang : un plan d'eau continental

La recherche des particularités de l'étang réclame l'étude de ses relations, ou plutôt de ses oppositions, avec le niveau de base général marin et avec le cours d'eau. Depuis que le néologisme de zones humides a englobé les étangs dans les « étendues de marais, fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres » (Convention de Ramsar, 1971), l'acuité est devenue plus grande encore de restituer à l'étang ses particularités. Dans la typologie des zones humides de Cowardin, qui fait autorité aux États-Unis (Barnaud, 1998), l'étang a parfois du mal à trouver sa place parmi les cinq classes marine, estuarienne, fluviale, lacustre et palustre, tenant souvent de plusieurs d'entre elles.

2.1. L'étang : une eau terrestre

2.1.1. Les différences entre toute eau terrestre et toute annexe marine

L'étang est une eau continentale. Dans la majorité des cas, ce qualificatif répond à sa localisation à l'intérieur des terres (*inland waters* des Anglo-saxons, *Binnengewässer* des auteurs germaniques, *внутренние воды* des Russes). Le lien avec l'océan est, tout au plus, pour les plans d'eau exoréiques, une longue eau courante, mais l'étang est trop à l'intérieur des terres pour qu'il y ait communication avec la mer par détroit. La plupart des étangs sont des « eaux terrestres » (Loup, 1974) de par leur simple localisation, ou, comme disent les Russes, des « eaux qui circulent sur terre » (*сухопутные воды*). Or toute eau à l'intérieur des terres est continentale. La complication vient de ce que la réciproque n'est pas vraie.

Ainsi, dans d'autres cas, plus rares, la situation géographique de l'étang est littorale et, pourtant, il s'agit bien d'une eau continentale, fût-elle côtière, et non d'une annexe marine. La distinction est alors plus subtile. C'est qu'une eau continentale répond à son intégration dans la chaîne des eaux terrestres. Elle est en particulier soumise à son espace d'influence, non seulement hydrographique, sous forme du bassin d'alimentation classique²⁰, mais aussi souterrain, atmosphérique (Чебаненко, 1988), voire paysager (Авакян, 1999, c. 224). La possibilité de communications fugitives avec la mer, par passage de cordon dunaire par exemple, ou par infiltrations marines, n'est certes pas empêchée par cette influence terrestre dominante. Mais celle-ci impose un peuplement d'espèces vivantes continentales (Forel, 1901, p. 3) et une chimie de l'eau continentale (Wilhelm, 1960, p. 313), ce dernier point signifiant que les matières dissoutes peuvent varier à la fois en quantité et en proportion les unes des autres (Touchart, 2000a). Les véritables étangs littoraux répondent, malgré leur localisation côtière, à ces caractéristiques terrestres et c'est en cela qu'ils se distinguent

²⁰ « Ce poids du contexte continental paraît, de prime abord, la plus évidente particularité qui distingue lacs, étangs ou rivières d'avec les masses océaniques » (Rougerie, 1993, p. 143). « La principale différence entre lacs et océans sur le plan hydrique résulte de l'inversion du rapport entre l'aire d'alimentation terrestre et celle du plan d'eau » (Meybeck & Pourriot, 1991, p. 511), d'où l'importance du calcul de ce quotient (Marzolf, 1984).

des lagunes, qui sont des annexes marines peuplées d'organismes venus de l'océan et dont seule la quantité de sels peut changer.

Forcée par le milieu terrestre, toute eau continentale développe cependant à son tour un certain effet sur l'aval et c'est aussi en cela qu'elle s'intègre dans la chaîne des eaux terrestres. Or cette rétroaction est très différente selon le type d'eau continentale dont il s'agit.

2.1.2. Les différences entre l'étang et les autres eaux terrestres selon le critère de la continentalité

Les différences entre l'étang et le lac apparaissent plutôt dans les quelques rétroactions secondaires qui peuvent exister depuis le plan d'eau vers l'espace terrestre. Tout plan d'eau intérieur influence un certain bassin, par la constitution d'un climat local, ou encore par la remontée dans les tributaires de certains organismes vivants. L'originalité de l'étang, par rapport au lac, pourrait être que, à lui seul, il n'est pas capable de développer un effet microclimatique dépassant la couche atmosphérique au contact avec sa surface et ses berges. À cette échelle, certes, l'influence peut être prononcée²¹.

Mais un étang isolé ne peut provoquer un mésoclimat²² lacustre (Буфал *u comp.*, 1990), un limnoclimat (Ладейщиков, 1982). Pour atteindre cette échelle d'influence, qu'un lac peut exercer à lui seul, un regroupement de nombreux étangs est indispensable, et encore, à ne prendre en compte que le facteur le plus sensible, celui de l'hygrométrie et des brouillards. Dans le cas d'une région de plusieurs milliers d'étang, l'échelle de diffusion peut cependant être assez large et même déborder hors de la plaine concernée. Ainsi, l'air saturé au-dessus de la Brenne et de la Sologne s'exporte parfois jusque dans la Champagne Berrichonne lors de faibles vents (Braque, 1982, p. 80).

Pour ce qui est de la remontée des poissons, ceux d'étang se contentent d'une entrée fortuite et sur de faibles distances (que les grilles posées par les pêcheurs se chargent d'empêcher), mais ils n'ont pas d'instinct de remontée pour cause de frai. Il ne se produit donc pas ce qui existe dans les lacs oligotrophes riches en Salmonidés, où ces derniers sont susceptibles de remonter les affluents sur de grandes distances pour se reproduire. Dans les régions d'étangs, ceux-ci sont, au contraire, plutôt des obstacles à la remontée des migrateurs.

Ce dernier point montre l'importance de distinguer l'étang des eaux courantes qui y entrent et en sortent.

2.2. L'étang : une eau dormante

Dans une approche limnologique, l'étang est stagnant et cet élément est même considéré comme primordial par certains géographes humains (Brunet *et al.*, 1993). Il s'oppose ainsi à une eau courante. Cependant, les mouvements animant tout de même l'un et les étiages de l'autre étant susceptibles d'anéantir le courant, la distinction entre les deux est parfois subtile. C'est pourquoi il convient d'abord de rappeler les trois points qui peuvent servir de critère de différence entre un plan d'eau et un cours d'eau, avant de chercher en quoi l'étang se distingue des autres plans d'eau à l'intérieur de cette relation d'opposition.

2.2.1. Les différences entre tout plan d'eau et tout cours d'eau

Une eau stagnante possède en fait, bien évidemment, des mouvements, mais la différence avec une eau courante se fait dans la direction changeante des flux (Forel, 1904, p. 6). Malgré des tourbillons ou certains retours ponctuels, l'eau courante suit, au total, le sens de la pente. En plan d'eau, au contraire, les cellules, les contre-courants, les remontées et les courants en cascade sont

²¹ En plaçant une station météorologique à 10 m du rivage et en comparant ces mesures inédites avec celles issues de la station de la gendarmerie (réseau Météofrance manuel) située à 7 km du plan d'eau, nous avons montré que le plus grand étang limousin (102 ha et 836 000 m³) diminuait fortement l'amplitude thermique annuelle, du fait d'un rafraîchissement estival atteignant 5,8 °C en moyenne mensuelle de juillet (Brunaud & Touchart, 2005). En dehors des températures, c'est l'hygrométrie des rives qui est la plus modifiée : l'étang de Landes multiplie par sept le nombre de jours de brouillards hivernaux par rapport à la station non influencée.

²² Par exemple, l'influence climatique du Baïkal, relayée par l'eau de l'Angara, atteint la centaine de kilomètres vers le nord-ouest.

prédominants (Touchart, 2000a), caractéristique résumée par Pourriot (1996) comme le fait que « le déplacement de l'eau n'est pas unidimensionnel ». L'autre différence se trouve dans les relativement faibles vitesses des courants des eaux stagnantes.

Une eau stagnante possède, bien entendu, des moments d'homothermie, pouvant conduire à l'homogénéité physico-chimique tout entière, mais sa normalité se trouve être dans la stratification thermique, tandis que la normalité du cours d'eau est sa turbulence, qui empêche la superposition verticale de masses d'eau différentes. Selon Wilhelm (1960), il s'agit là du critère majeur d'opposition entre plans d'eau et cours d'eau.

Une eau stagnante est un écosystème lentique (Ramade, 1998), dans lequel le cycle biologique, de la photosynthèse à la biodégradation, s'effectue entre le haut et le bas de la tranche d'eau, autrement dit verticalement, entre la surface et le fond. C'est une différence fondamentale avec une eau courante, dans laquelle, en tant que système lotique, le cycle trophique se réalise avant tout dans la composante horizontale, d'amont en aval (Angelier, 2000, p. 23).

2.2.2. Les différences entre l'étang et les autres plans d'eau selon le critère de l'opposition aux eaux courantes

Les trois caractères définitoires du milieu stagnant, c'est-à-dire un ensemble de courants indépendants de la pente, une stratification dominante des masses d'eau et un cycle trophique à prépondérance verticale, comportent un certain nombre de nuances entre les différents plans d'eau, permettant de distinguer l'étang.

Si l'opposition hydrodynamique entre tout plan d'eau et tout cours d'eau est avant tout spatiale et concerne la direction du mouvement, la différence entre plans d'eau dans cette différence est plutôt temporelle. En effet, face à cette opposition, l'étang se distingue du lac par le fait que le temps de séjour y est encore plus court et les courants encore moins durables. La possibilité de flux permanent ou saisonnier y disparaît définitivement et les mouvements de quelques jours y représentent le maximum (Carlini, 2006). La limite d'avec la mare se trouverait dans le dépassement possible du cycle diurne dans le cas de l'étang. D'autre part, les perturbations apportées par l'entrée des tributaires et la sortie de l'émissaire provoquent des brassages proportionnellement plus étendus en étang qu'en lac et, surtout, une dominante assez nette des courants linéaires et du transfert d'eau d'amont en aval, en direction de l'exutoire. Finalement, l'étang serait plus stagnant que le cours d'eau, mais moins que le lac et c'est cette hybridation qui ferait sa spécificité, comme l'exprime remarquablement Любушкина (2004, p. 158, en russe) : les étangs « ont une double nature : ils cumulent en eux à la fois des traits fluviaux et lacustres. Ils se rapprochent des cours d'eau pour le transfert dominant de l'eau dans une direction, et des lacs par la longueur du temps de renouvellement de leurs eaux ».

Si l'opposition hydrophysique entre tout plan d'eau et tout cours d'eau est avant tout temporelle et concerne la durée, la fréquence et la stabilité de la stratification, la différence entre plans d'eau dans cette différence est plutôt spatiale. La course du vent est plus courte en étang qu'en lac, mais elle est plus longue en étang qu'en mare. La destruction mécanique de la stratification thermique connaît, en étang, des possibilités intermédiaires entre le lac et la mare, ce caractère spatial influant lui-même sur la fréquence temporelle des mélanges forcés. Ainsi, l'originalité de l'étang se trouve manifestement dans la prédominance de l'échelle interdiurne de stratification (Touchart, 2001).

Si l'opposition biogéochimique entre tout plan d'eau et tout cours d'eau concerne avant tout la direction du cycle, la différence entre plans d'eau dans cette différence réside plutôt dans les relations avec le fond. Alors que le lac superpose à l'intérieur de sa tranche d'eau une couche où s'effectue la photosynthèse et une couche profonde de dégradation de la matière organique, c'est pratiquement le sédiment seul qui joue le rôle de couche tropholytique en étang (Wurtz, 1958, p. 382, Dussart, 1992, p. 238).

Ainsi, l'étang est, à l'instar du lac ou de la mare, un plan d'eau continental. Cependant, il diffère du cours d'eau et de la lagune selon un mode de contraste qui se distingue parfois sensiblement des autres collections d'eaux dormantes intérieures. Ainsi en est-il de la durée des mouvements d'eau, de l'importance relative de la déstratification libre par rapport au brassage forcé, ou encore des liens avec le reste de l'hydrosystème et, plus généralement, du milieu, y compris atmosphérique. Or ces différences proviennent toutes, peu ou prou, de la taille de l'étang, par rapport aux autres plans d'eau

continentaux. Bref, si l'étang se distingue des autres plans d'eau dans ses caractéristiques géographiques²³, c'est par ses dimensions²⁴.

3. L'étang et les échelles spatiales : un plan d'eau continental de taille moyenne

La question de la taille de l'étang, dont l'importance définitoire est essentielle pour le géographe, comprend deux problèmes. Le premier concerne le nombre de seuils²⁵, le second l'ensemble des éléments constitutifs de ces seuils. Si de nombreux auteurs s'attachent uniquement à la borne supérieure de l'étang, celle qui conduit au lac (Wilhelm, 1960, Bayly & Williams, 1973, Roche, 1986, Burgis & Morris, 1987, Cilf, 1992, Rey-Debove & Rey, 2000), rares sont ceux qui précisent seulement la limite inférieure, celle qui permet le passage à la mare ou au marais (Schwoerbel, 1987). Les définitions plus complètes caractérisent à la fois les seuils supérieur et inférieur (Forel, 1901, Thienemann, 1925, Jedicke, 1989, Lambert, 1990, Timms, 1992, Horne & Goldman, 1994, Brochu & Michel, 1994, Baud *et al.*, 1995). Ces derniers s'appuient presque toujours sur la profondeur, parfois sur la superficie²⁶. Ne conviendrait-il pas de les associer²⁷ en un volume ? Ce souci d'intégration des dimensions verticales et horizontales ne rend-il pas indispensable la détermination de seuils, dont le franchissement détermine le passage d'un processus limnologique à l'autre, plutôt que la recherche, peut-être plus arbitraire et risquant de trancher un continuum de gradients, de limites chiffrées de profondeurs et de superficies ?

3.1. L'étang entre lac et marais : la structuration des masses d'eau dans la dimension verticale

Sur le plan fonctionnel, la composante verticale n'est que l'une des deux dimensions concernant le passage de l'étang au lac (*pond - lake, Weiher* (ou *Teich*) - *See, nnyð - ozero*), certes la plus importante, si l'on considère le nombre d'auteurs l'ayant privilégiée. Mais, sur le plan lexical limnologique, elle est, en français, anglais, allemand et russe, la seule permettant de distinguer l'étang et le marais (*pond - swamp, Weiher* (ou *Teich*) - *Sumpf, nnyð - болото*), démontrant ainsi l'influence des réflexions du Suisse François-Alphonse Forel chez les scientifiques jusqu'à aujourd'hui.

Il y a unanimité scientifique sur le fait que l'étang est moins profond que le lac et le nombre de définitions rappelant simplement cet état est considérable²⁸. D'autre part, l'étang est plus profond que le marais. Au-delà de cette situation relative, certains limnologues ont tenté de quantifier absolument ces deux seuils. D'après Wilhelm (1960, p. 312), à propos de la superposition morphologique, ou selon Arrignon (1998), pour des raisons piscicoles, le seuil de 5 m séparerait l'étang du lac. Selon Baudot (non daté, fiche ZH9-1), les zones humides, dont les étangs, et les lacs évolueraient différemment de part et d'autre d'une profondeur de 6 m. Plus rarement, le seuil supérieur est monté

²³ C'est pourquoi il nous semble que l'apport de la géographie limnologique est ici. Concernant le caractère continental et stagnant qualifiant l'étang, il existait déjà de remarquables définitions : « Définition de l'étang piscicole continental : masse d'eau douce vidangeable qui s'accumule derrière une digue aménagée à la faveur d'un thalweg, d'une dépression ou bien d'une zone humide préexistante. Son caractère d'eau stagnante (peu ou pas de renouvellement) en fait un écosystème aquatique particulier, conditionné par des facteurs naturels externes comme le climat, la nature du sol, le bassin versant, et des facteurs internes, comme la structure des chaînes alimentaires et les interventions humaines » (Groupe 'étangs piscicoles', 1998, p. 2).

²⁴ C'est pour cette raison que nous avons créé (Touchart, 2001), puis défini (Touchart, 2003, p. 185, Touchart & Graffouillère, 2004, p. 178) le néologisme de « stagnustre », en lien fonctionnel avec « stagnant » mais en opposition de taille avec « lacustre ».

²⁵ La recherche des seuils est rarement éludée. « Le terme d'étang est assez générique et donne lieu à des interprétations diverses. Il renvoie en général à l'idée d'un plan d'eau de petite taille proche de la mare ou du lac, sans plus de précision » (Lutz, 2001, p. 22).

²⁶ Dans certains cas à traitement succinct, la terminologie employée ne permet pas d'assurer que l'auteur fasse allusion à l'une plutôt qu'à l'autre : « étang : petit lac » (Roche, 1986, p. 108). La terminologie scientifique ne se distingue alors pas du lexique courant. Ainsi, le chinois *xiaohu*, le kazakh *kixkene kol* ou encore l'ouïgour *kolqak* sont autant de mots désignant l'étang, dont la racine signifie le petit lac (comm. or. Giroir G., 2006).

²⁷ Nous proposons de les associer, en étudiant des processus croisés, et non seulement de les juxtaposer, comme dans certaines définitions : « Étendue d'eau stagnante, naturelle ou artificielle. Par leur taille et leur profondeur, les étangs sont plus petits que les lacs et plus grands que les mares » (Lambert, 1990, p. 181). « Étendue d'eau reposant dans une cuvette à fond imperméable et généralement moins vaste, moins profonde que le lac » (Rey-Debove & Rey, 2000, p. 926).

²⁸ Par exemple, « étang : espace aquatique occupant une dépression de faible profondeur. Il se différencie du lac qui est toujours de plus grande profondeur » (Cilf, 1992, p. 137).

jusqu'à 10 m (Brochu & Michel, 1994) ou abaissé jusqu'à 2 m (Pourriot, 1996, Brimont & Vergne, 2004, p. 62). À l'autre bout, la limite entre l'étang et le marais (ou la mare au sens large) se trouverait à 1 m d'après la plupart des auteurs (Pichler, 1939, p. 240, Dussart, 1966, p. 233, Brochu & Michel, 1994, p. 100), mais monterait à 2 m selon Jammes (1997, p. 91) ou correspondrait à l'assèchement potentiel du marais selon Jedicke (1989, pp. 11 et 27). Pour Weimann (1942, p. 482) et Wurtz (1958, p. 382), la borne de 2 m distinguerait les étangs peu profonds des étangs profonds. Il est en outre manifeste que, sans même aborder le problème du rapport de ces profondeurs avec les dimensions horizontales, ces valeurs concernent la zone tempérée et devraient être augmentées pour le milieu tropical²⁹.

Au-delà de la simple morphométrie en coupe, ou plutôt expliquant celle-ci, les processus à l'œuvre en plan d'eau constituent le fondement dynamique de l'existence même de seuils.

La stratification biogéographique est celle qui a été la plus anciennement soulignée pour séparer le lac de l'étang et celui-ci du marais. Le texte fondateur de l'utilisation de ce critère fut celui de l'inventeur de la limnologie. « Les lacs au sens strict sont des lacs qui possèdent une région centrale dans laquelle la profondeur de l'eau est suffisante pour interdire la venue de la flore littorale. Les étangs sont des lacs de si faible profondeur que la flore littorale submergée peut prendre pied partout. Enfin, les marais sont des étangs de si faible profondeur que la flore marécageuse caractéristique, celle qui tend vers l'émersion, peut se développer partout sur le plan d'eau » (Forel, 1901, pp. 3-4, en allemand³⁰, expliquant la différence entre *See*, *Weiher* et *Sumpf*).

L'influence de Forel a été si forte en limnologie que de nombreux auteurs ont pratiquement repris telle quelle cette définition. Chez les Français, Dussart (1966, p. 536) a traduit cette proposition en un seuil du lac à l'étang correspondant à la croissance, possible partout dans le seul étang, de rhizomenon (végétation fixée) et un passage de l'étang au marais coïncidant au développement, possible partout dans le seul marais, de graminées en touffes³¹. La définition forelienne, uniquement biologique, a été, peut-être encore plus unanimement, suivie par les scientifiques anglo-saxons. Ceux-ci réduisent en général la délimitation de l'étang à la seule borne supérieure, comme les Australiens Bayly & Williams (1973), ou les Britanniques Burgis & Morris (1987)³². Le limnologue géomorphologue australien Brian Victor Timms (1992) reprend ce seuil et ajoute la limite inférieure en reconstituant finalement la définition de Forel (1901)³³.

Les Allemands ont eux aussi été largement influencés par la conception helvétique. Ainsi, Thienemann (1925, p. 208) écrit que l'étang peut être entièrement occupé de plantes aquatiques, mais ce sont des plantes lacustres littorales ; à l'autre bout, le seuil entre étang et marais est celui d'une couverture de flore émergée marécageuse. Mais l'hydrobiologiste de Plön enrichit quelque peu la définition. Pour le seuil supérieur il ajoute que l'étang est une « eau stagnante, ne s'asséchant pas et ne possédant pas d'étagement séparant le littoral des grandes profondeurs » (Thienemann, 1925, p. 212, en allemand : notion de *Gliederung*, qui ouvre la voie à un élargissement dépassant la seule biologie), et, pour le seuil inférieur, il ajoute (p. 213) que celui-ci correspond aussi à celui de l'appauvrissement (*Verarmung*) en espèces vivantes proprement aquatiques, remplacées par des espèces terrestres et des oiseaux³⁴. Cependant, malgré cette ouverture, le critère restait proche de la conception forelienne.

²⁹ Aux basses latitudes, toutes choses égales par ailleurs, la radiation solaire, à angle d'incidence proche de la verticale, a tendance à pénétrer les eaux plus profondément ; les eaux chaudes, moins denses, sont entraînées sur une plus grande épaisseur.

³⁰ Dans un autre texte, écrit en français, le chercheur vaudois exprime cette même idée ainsi : « les marais, étangs assez peu profonds pour qu'ils soient envahis par la flore des plantes à fronde aérienne » Forel (1904, p. 6).

³¹ Il est vrai que le mot latin *mariscus*, qui désignait le jonc, semble étymologiquement à l'origine commune du marais et du marécage, mais cela n'a pas empêché le critère hydrologique de prendre ensuite le pas sur l'élément biologique pour distinguer les deux termes (Touchart, 2003, p. 174).

³² « Certains essaient de distinguer les étangs des lacs en appelant étang tout plan d'eau assez peu profond pour laisser la lumière arriver jusqu'au fond et permettre ainsi aux plantes aquatiques de croître sur toute son étendue » (Burgis & Morris, 1987, p. 2, en anglais, pour distinguer *pond* et *lake*).

³³ « Étangs et marais pourraient être distingués sur un critère de profondeur et de répartition végétale : les marais sont uniformément pelliculaires si bien que la couverture végétale est totale, tandis que les étangs connaissent une zone plus profonde d'eau libre » (Timms, p.2, en anglais).

³⁴ Les biologistes allemands sont souvent restés fidèles à cette proposition, la pauvreté des espèces aquatiques étant parfois assimilée à son absence et expliquée par la possibilité d'assèchement du marais, par son seul régime hydrologique (Jedicke, 1989, p. 27).

L'hydrobiologiste français Wurtz (1958) apporta plusieurs nouveautés originales, toutes fondées sur le fait que le fond sédimentaire de l'étang joue, plus que chez le lac, un rôle important dans le fonctionnement trophique du plan d'eau. C'est pourquoi il soulignait la grande place du benthos en étang et insistait sur le fait que la prépondérance de la consommation d'oxygène sur la production ne se ferait que dans les dépôts de fond et non pas déjà dans la couche d'eau située au-dessus. En fait, pour A. Wurtz, le sédiment de l'étang remplacerait en quelque sorte l'hypolimnion du lac³⁵. Par sa stratification oxymétrique, l'étang verrait sa profondeur de compensation se trouver non pas en pleine eau comme dans le lac, mais à la base de la colonne d'eau tout entière. Cela serait le reflet de sa faible profondeur permettant un éclaircissement important sur toute la tranche d'eau, donc une prédominance de la production sur la consommation partout dans la masse d'eau. Cependant la réflexion de Wurtz portait plus sur les gradients et les seuils internes aux étangs que sur les bornes externes et les différences avec le lac. C'est pourquoi la seule limite chiffrée donnée concernait la séparation entre les étangs dits peu profonds et ceux dits profonds, en s'appuyant sur la productivité de ces plans d'eau.

La production et la consommation d'oxygène sont associées au problème de la répartition verticale du degré de chaleur. Sur le plan du fonctionnement du plan d'eau, le processus dominant tous les autres est incontestablement la stratification thermique, au point que Burgis & Morris (1987, p. 120, en anglais) définissent les plans d'eau « fonctionnellement peu profonds » (*functionally shallow*) comme ceux où « la stratification thermique ne dépasse pas quelques jours ». À la lumière des connaissances actuelles, il semble que la primauté typologique de la stratification thermique pour distinguer trois ordres de lacs (Whipple, 1898) puisse être interprétée comme un critère définitoire entre les plans d'eau. Il nous paraît clair que les lacs de troisième ordre du chercheur américain équivalaient aux étangs³⁶ (*ponds*), le seuil de changement fonctionnel étant même chiffré à 9 m (30 pieds). En pratique, le phénomène thermique est lié à tous les autres, si bien que son évocation implique, presque obligatoirement, la prise en compte de tous les processus. La notion de stratification conduit alors à celle d'étagement.

Si on trouve chez certains scientifiques une tendance à parfois juxtaposer plusieurs critères³⁷ (Dussart, 1966, Jedicke, 1989), seuls deux auteurs ont osé les croiser. Le premier fut le Polonais Wiszniewski (1953), lors de sa judicieuse critique, qui rencontra malencontreusement très peu d'écho international, de la définition de Forel (1901). Il y montrait que les stratifications séparées de chaque phénomène étaient disparates et qu'on ne pouvait pas, si on les croisait, en tirer un seuil chiffré général. Malheureusement, au lieu de les regrouper positivement dans le sens fonctionnel pour distinguer l'étang du lac, il proposa d'éliminer le terme d'étang sur le critère de la profondeur, puisqu'il venait de montrer que celle-ci était variable selon les processus et contredisait donc les définitions fondées sur une seule stratification, celle, biogéographique, de Forel, et celle, thermique et trophique, de Stangenberg. Wiszniewski (1953) refusait ainsi de considérer comme définitoire un critère faisant que le plan d'eau pouvait être stratifié selon un procès et ne pas l'être en même temps selon un autre. Finalement, il nous semble que c'est la non prise en compte des échelles de temps qui a empêché le scientifique polonais de créer l'étagement complexe intégrant toutes les stratifications partielles et de s'en servir pour caractériser le lac et l'étang³⁸. Somme toute, l'incontestable inventeur

³⁵ « Dans les étangs peu profonds, c'est-à-dire ayant en moyenne générale 0,75 à 2 m de profondeur, la zone trophogène et la zone tropholytique sont plus ou moins confondues. [...] Mais le siège de la tropholyse la plus intense, véritable réservoir lâchant les substances minérales et organiques dans l'eau [...] est le fond de l'étang, c'est-à-dire la vase et l'ensemble des sédiments » (Wurtz, 1958, p. 382-383).

³⁶ « Les lacs de troisième ordre ont des températures de fond qui sont rarement éloignées de celles de la surface » (Whipple, 1898, p. 29, en anglais).

³⁷ Par exemple, les critères géomorphologique et thermique. En étang, par rapport au lac, « la stratification thermique y est moins nette, moins durable par suite d'une prise au vent différente, et d'une profondeur moyenne moindre. La faible profondeur rend actifs jusqu'à la surface les phénomènes qui modèlent le fond. [...] La turbidité des eaux y est souvent forte par suite de la remise en suspension des matériaux de fond, plus ou moins floculés, dès que le vent provoque la turbulence des eaux » (Dussart, 1966, p. 808).

³⁸ « Le terme 'étang' comprend un autre trait caractéristique, celui d'un bassin, dont le fond, d'après la définition de Forel, est couvert de plantes supérieures jusqu'à son milieu. Mais ce signe distinctif de bassin ne dépend pas exclusivement de sa profondeur ; il dépend aussi de la transparence d'eau, du caractère de fond etc. Dans les lacs alpestres, p. ex. le fond peut être couvert par la végétation jusqu'à 30 m de profondeur. Ces lacs devraient donc être classés parmi les types d'étang, bien que leur stratification thermique d'été soit bien accentuée. D'autre part, dans les lacs peu profonds à fond vaseux la végétation benthique ne se développe pas et, par conséquent, la définition d'un étang ne peut pas être appliquée à ces lacs. Vu toutes ces

du concept d'étagement (*Gliederung*) lacustre³⁹, croisant tous les domaines, est le géographe allemand Friedrich Wilhelm (1960). Notons que c'est pour en déposséder l'étang et n'en pourvoir que le seul lac. « Cet étagement manque à l'étang. Il ne possède qu'une berge et une beine. Ce plan d'eau est si peu profond que les vagues peuvent affecter le fond si les vents sont suffisamment forts. [...] L'étang est entièrement réchauffé, de la surface jusqu'au fond, et il lui manque le métalimnion et l'hypolimnion. Dans l'étang, on ne trouve que la couche de production, au sens hydrobiologique du terme, tandis que la couche de consommation, qui forme l'étage profond du lac, manque » (Wilhelm, 1960, pp. 312-313, en allemand, dans la distinction *See - Weiher*).

En tant que fondateur de l'expression française « d'étagement lacustre » (Touchart, 1992, p. 333), il nous semble qu'il faut rediscuter et préciser nos précédentes définitions⁴⁰, puis créer ici la notion « d'étagement stagnustre ». La stratification d'un plan d'eau est ici entendue comme l'organisation d'un seul phénomène limnique dans la dimension verticale. La stratification peut par exemple être thermique, oxymétrique, photique, trophique. L'étagement d'un plan d'eau sera la superposition de l'ensemble des phénomènes limniques sous forme d'unités distinctes en fonction de la profondeur, soit, en quelque sorte, l'intégration de toutes les stratifications⁴¹. Or la différence entre le lac et l'étang ne devrait plus être considérée comme l'opposition entre le plan d'eau étagé et celui qui ne l'est pas. Mais si l'étagement existe dans les deux cas, n'est-ce pas plutôt la dimension temporelle qui sépare le lac de l'étang et celui-ci du marais ?

Ainsi, la stratification thermique de l'étang pourrait exister, mais ne serait que temporaire. De même, la remise en suspension des sédiments sur n'importe quel fond de l'étang ne serait que potentielle et souffrirait de rythmes en fait très espacés. N'est-ce donc pas avant tout une question de cadence, de rythme, de cycle ? Cette prise en compte du facteur temporel n'exclut-elle pas la succession verticale des formes de modelé comme critère, puisqu'il est le seul à être permanent ? Il faudra donc de détailler la question temporelle (*cf.* 4), cependant que la superposition géomorphologique en étang n'est pas inexistante (Touchart, 2000b) et commence même de donner lieu à des études spécialisées (Rebérac, 1998, Carlini, 2006).

Il est enfin nécessaire de croiser les dimensions verticale et horizontale. Pour ne reprendre que les mêmes exemples, la remise en suspension sédimentaire comme la destruction de la stratification thermique dépendent, à profondeur égale, de la course du vent, donc de la longueur du plan d'eau. Quant à la succession verticale des formes de modelé, qui n'existerait, selon Wilhelm (1960), qu'en lac, sa présence même ne suppose-t-elle pas une extension horizontale suffisante pour laisser se développer un talus et une plaine centrale ? C'est cette notion de zonation qu'il convient de discuter.

3.2. L'étang entre lac et mare : la structuration des masses d'eau dans la dimension horizontale

La prise en compte de la composante horizontale dans la définition de la borne supérieure de l'étang, celle qui le sépare du lac, est assez rare par rapport au critère de profondeur et mérite d'être réhabilitée et accentuée. En revanche, le vocabulaire limnologique lui-même impose, depuis Forel

difficultés, l'auteur est d'avis qu'il serait plus pratique d'éliminer le terme 'étang' de toutes les considérations typologiques des bassins naturels » (Wiszniewski, 1953, p. 19-20, extrait du résumé en français de l'article polonais).

³⁹ À la suite des travaux de son compatriote Wüst (1936), fondateur de la notion de *Gliederung* en océanographie.

⁴⁰ Étagement dans un lac : « organisation durable de la plupart des phénomènes dans la dimension verticale » (Touchart, 2000a, p. 319). Étagement lacustre : « superposition verticale de phénomènes lacustres sous forme d'unités homogènes » (Touchart, 2000b, p. 191). En montagne, les unités étagées se fondent sur des discontinuités (Ozenda, 1985, p. 12, Elissalde, 2004), notamment manifestées dans les paysages végétaux, issues de gradients altitudinaux, en particulier celui de la température. En plan d'eau, les discontinuités sont susceptibles d'être encore plus marquées et nombreuses (thermocline, oxycline, pycnocline, halocline, chimiocline).

⁴¹ Nous avons voulu distinguer stratification et étagement pour clarifier les définitions. Le choix a été fait de retenir le terme de stratification pour un seul phénomène, du fait de son emploi privilégié pour la superposition des couches géologiques d'âge différent des milieux terrestres et pour celles des couches d'eau de température, salinité et densité différentes des milieux aquatiques. Nous avons alors décidé d'utiliser le nom d'étagement pour la superposition de l'ensemble des phénomènes en fonction des modifications du milieu limnique dues à la profondeur, répondant ainsi à l'usage qui est parfois fait de l'étagement montagnard par les géographes (Chardon, 1989, p. 10) en fonction de la dégradation du milieu avec l'altitude. C'est la « géographie verticale » prise par Vanney (2002, p. 176) en océanographie. Cependant, beaucoup d'auteurs considèrent l'étagement altitudinal dans le sens d'un seul phénomène et décrivent donc de multiples étagements (avant tout biogéographique, mais aussi édaphique, morphologiques, etc.) en montagne.

(1901), une focalisation sur la superficie quand il s'agit de distinguer l'étang de la mare (*pond - pool, Weiher* (ou *Teich*) - *Pfuhl, пруд - лужа*).

Carpenter (1928) refusait catégoriquement une différence de taille horizontale entre le lac et l'étang, affirmant que « la différence entre le lac et l'étang n'est qu'une question de profondeur et non de superficie » (cité par Welch, 1952, p. 15, en anglais). Bayly & Williams (1973) réfutent aussi une distinction de surface. Cependant, quand le critère de la dimension horizontale est positivement abordé, l'étang est présenté comme moins étendu que le lac⁴² (Baud et al., 1995, Joly, 1997), mais plus que la mare, celle-ci étant parfois isolée de tous les autres plans d'eau, comme chez Schwoerbel (1987, p. 11, en anglais), qui regroupe « les grands plans d'eau : lacs et étangs piscicoles » (*lakes, fishponds*), pour les séparer des « petites pièces d'eau : les mares » (*pools*). Au-delà de cette situation relative, certains limnologues ont tenté de quantifier absolument la limite supérieure de l'étang. Passerait-on de l'étang au lac à partir de 1 ha (Timms, 1992), quelques hectares à dizaines d'hectares (Trotignon, 2000), 100 ha (Трёшников, 1988, Brochu & Michel, 1994), 200 ha (Jedicke, 1989) ? La borne inférieure de l'étang serait-elle de 0,2 ha (Jammes, 1997, p. 91) ou 0,1 ha (Brochu & Michel, 1994) ?

Au-delà de la morphométrie en plan, ou plutôt expliquant celle-ci, les processus à l'œuvre en étang constituent le fondement évolutif de l'existence même de gradients et de limites.

L'unique seuil fonctionnel qui ait jamais été avancé dans la dimension horizontale concernant la définition de l'étang est celui de Welch (1952, p. 16, en anglais). Pour lui, un lac « a une étendue d'eau ouverte relativement profonde, suffisamment grande pour produire, à sa périphérie, un littoral dénudé, balayé par les vagues ». Cela signifie qu'un étang serait trop petit pour posséder un littoral et un large distincts, contrairement au lac, dont ce serait le propre. Les littoraux d'érosion manqueraient à l'étang. Les observations en Limousin montrent pourtant que des micro-falaises et des beines existent dans des plans d'eau qui, par ailleurs, possèdent la totalité des autres critères discutés ici pour l'appartenance aux étangs (Rebérac, 1998, Touchart, 2000b, Brunaud, 2003, Carlini, 2006). La spatialisation des formes de modelé serait donc un paramètre qui, par la permanence de son existence, ne répondrait pas au caractère temporel avancé comme essentiel dans la recherche des seuils.

En revanche, les causes de cette spatialisation géomorphologique, qui sont hydrodynamiques, n'agissent pas, quant à elles, en continu. Elles semblent plus pertinentes pour une étude définitoire, puisque la superficie est significative de la course du vent, de la hauteur maximale des vagues, du trajet des courants.

Mieux encore, si on l'élargit à tous les critères⁴³, cette opposition entre le littoral et le large⁴⁴, qui n'existe, de manière complète et durable, que dans les lacs, mais est lacunaire ou temporaire dans les étangs et totalement absente des mares, est un signe distinctif dont la prise en compte est particulièrement géographique.

Il en est de même des autres contrastes spatiaux possibles (Touchart, 2002, pp. 111-113), conduisant à la création de la notion de zonation⁴⁵ d'un plan d'eau (Touchart, 2000a), qui répond à celle d'étagement. La zonation d'un plan d'eau sera la juxtaposition de l'ensemble des phénomènes limniques sous forme d'unités distinctes en fonction de la surface, soit, en quelque sorte, l'intégration de tous les contrastes spatiaux en plan. Or la différence entre le lac et l'étang ne peut pas être considérée comme l'opposition entre le plan d'eau zoné et celui qui ne l'est pas. Mais si la zonation

⁴² « Un lac est une nappe d'eau assez étendue, supérieure à un étang et à une mare » (Baud et al., 1995, p. 177).

⁴³ C'est par exemple le contraste entre les sédiments grossiers et fins, les dépôts souvent remis en suspensions et ceux qui sont stables, les parties très influencées par les tributaires et celles qui le sont indirectement, les franges surchauffées en été et le large plus frais, les marges qui prennent en glace dès les premiers gels et le plein lac qui attend les grands froids durables, les espèces vivantes littorales et limnétiques (Touchart, 2000b, p. 38). Rougerie (1993, p. 246) préfère à juste titre employer « limnétique » à « pélagique » pour qualifier les organismes vivant au large d'un lac.

⁴⁴ Le large est appelé la « zone pélagique » par Hutchinson (1967) et Wetzel (2001) en regard avec la zonation marine, mais il est plus habilement nommé le limnion, en le définissant comme « la zone d'eau libre dans les lacs » (Трёшников, 1988, c. 165, en russe).

⁴⁵ Zonation dans un lac : « organisation durable de la plupart des phénomènes dans la dimension horizontale » (Touchart, 2000a, p. 319). Zonation lacustre : « juxtaposition horizontale de phénomènes lacustres sous forme d'unités homogènes » (Touchart, 2000b, p. 196). Le terme même de zonation, qui correspond, par son étymologie, à une organisation en ceintures, coïncide parfaitement avec la structuration opposant le large au littoral. Par son usage classique chez les géographes, qui s'en servent pour qualifier les phénomènes s'allongeant plutôt dans la direction des parallèles, la zonation épouse aussi exactement l'organisation des phénomènes limniques en gradients latitudinaux. Nous avons finalement décidé de l'employer pour l'ensemble des contrastes spatiaux en plan (opposition large-limnion, opposition entre les limnions par gradient latitudinal ou différences de cuvettes, opposition entre les littoraux par contraste de façades, etc.).

existe dans les deux cas, n'est-ce pas plutôt la dimension temporelle qui sépare le lac de l'étang et celui-ci de la mare ?

Par exemple, à certains moments, il existe bien, en étang, quelques parties ridées ou battues de vaguelettes, tandis que d'autres sont parfaitement abritées, mais il n'y a qu'en lac que ce contraste peut être suffisamment durable pour provoquer une opposition de façade, une côte au vent et une autre sous le vent (Touchart, 1996). De même, certains gradients thermiques horizontaux peuvent atteindre 4 à 5°C sur de petits étangs de quelques hectares, car ils sont dus à une course du vent ponctuelle (Touchart, 2001), mais seuls les lacs sont capables d'établir des gradients durables, car ce sont des différences latitudinales permanentes (Touchart, 1996).

Bref, les gradients lacustres sont soit permanents, soit durables, soit prévisibles, tandis que les gradients d'étang sont fantasques, changeants et peuvent se renverser. Dans un grand lac méridien, la prise en glace se produit du nord au sud et la débâcle du sud au nord. Dans un étang, tout dépend de l'éloignement de l'affluent principal et de la course du vent au moment du gel (Touchart, 2002, p. 221). Cela renvoie aussi à la faible autonomie de l'étang par rapport à celle du lac et à l'influence absolue du bassin. Cependant, comme dans un lac, le gel ou le dégel du littoral vers le large est fréquent en étang, alors que la mare se conduit de manière homogène et est soumise à son encadrement.

On touche là au fondement de la définition physique de l'étang, celui des relations entre les seuils internes au plan d'eau et l'intégration au milieu extérieur. Ainsi, la spatialisation thermique et tous les autres contrastes physiques qui lui sont associés opposent le littoral et le large des lacs (Россолимо, 1957, pour la notion de ceinture thermique) et des étangs. Mais la cause est différente. En étang, le contraste est surtout dû au fait que le littoral est végétalisé et ombré, tandis que le large est plus découvert ; en lac, c'est la différence entre la tranche d'eau au-dessus de la plate-forme et la colonne au-dessus des grands fonds qui compte. Dans l'étang, c'est donc l'encadrement extérieur qui provoque la séparation, alors que dans le lac, c'est le fonctionnement lacustre lui-même. Dans la mare, enfin, il n'y a plus de contraste de ce type.

Ces relations avec le milieu externe doivent aussi s'attacher à la surface d'échange entre l'eau et l'atmosphère, représentative de l'évaporation, de la condensation et des précipitations directes. Le nombre d'étangs sur source est grand, au contraire de celui de lacs sur source, augmentant donc l'importance proportionnelle de la surface de contact avec l'atmosphère par rapport à celle du bassin d'alimentation. Dans de nombreuses régions d'étangs, les phénomènes de transfert à travers cette interface pourraient être plus forts que ceux du fonctionnement interne au plan d'eau dans la dimension verticale. La Brenne, la Sologne ou la Dombes en forment de bons exemples. Mais il est vrai que, dans d'autres, comme le Limousin, les étangs ont au contraire de fortes valeurs d'indice de creux et de profondeur relative⁴⁶. Ces quotients de la dimension horizontale par la dimension verticale sont en fait déjà des approches du volume relatif des plans d'eau.

3.3. Étang et structuration des volumes d'eau : une personnalité se développant face à son encadrement immédiat

Tout plan d'eau est un volume. Certaines langues reflètent mal cette notion, comme le français ou l'allemand (*Wasserspiegel*), où le plan n'indique que deux dimensions alors qu'il désigne en fait, par métonymie, le tout en ne parlant que de la surface. En revanche, le terme anglais de *body of water* et, surtout, le mot russe de водоѣм correspondent bien à la contenance (*ѣмка*), au volume (*объѣм*).

Sans le dire expressément, Horne & Goldman (1994) utilisent la notion de volume pour déterminer la différence entre le lac et l'étang. Nous trouvons que, parmi toutes celles existantes, les deux chercheurs californiens donnent la définition la plus subtile et la plus aboutie, car elle mêle dimension horizontale et verticale, ne cherche pas vainement à définir des seuils chiffrés applicables sous toutes les latitudes et s'appuie sur les causes des processus, bref sur le fonctionnement global des plans d'eau. C'est une définition remarquablement dynamique : « Dans les lacs, c'est le vent qui joue le rôle dominant dans le brassage, tandis que dans les étangs, c'est le léger brassage par convection qui

⁴⁶ Selon les définitions respectives de Delebecque (1898) et Håkanson (1981), faisant le quotient entre la profondeur et la racine carrée de la superficie d'une part, la profondeur et le diamètre d'un disque de même surface que le plan d'eau d'autre part.

prédomine. Par définition, les étangs sont peu profonds, mais ce sont souvent des eaux thermiquement stratifiées, avec une abondante croissance de macrophytes aquatiques, enracinées et flottantes » (Horne & Goldman, 1994, p. 21, en anglais).

Pour expliciter et approfondir cette réflexion, il convient, à notre avis, de souligner que la structuration verticale des étangs est en fait assez forte, bien que la tranche d'eau soit faible, car la surface est trop petite pour offrir une course du vent assez longue. Ce qui est très important dans cette définition est qu'elle empêche la simplification classique, qui consiste à avancer que l'étang est un lac tronqué⁴⁷, réduit à son seul épilimnion ou son seul littoral (Loup, 1974). Or un morceau de littoral lacustre n'a rien à voir avec un étang, quand il est battu par les vagues et quand ses formes et son fonctionnement dépendent de ce qui se passe au large : s'il existe un littoral lacustre, c'est parce qu'il existe un large (un limnion), s'il existe un épilimnion, c'est parce qu'il existe un hypolimnion. Autrement, la barre thermique et les courants d'écoulement froid vers le fond le long du talus (Forel, 1895, Gâstescu & Driga, 1983, Галазий, 1988, Лесненко, 1989, Farrow, 1995, Kondratyev & Filatov, 1999), ainsi que la thermopente (Lemmin *et al.*, 1998, Thorpe, 1998), ne seraient pas, dans leur durée saisonnière, le propre des lacs.

L'association, répandue dans la littérature, de l'absence de stratification thermique des étangs et de leur petite taille est contradictoire. En effet, dans la réalité, à profondeur égale, une stratification se développe d'autant mieux que la superficie est petite (Serruya, 1990) ; à l'inverse un brassage s'effectue d'autant mieux que la course du vent est longue. En tout cas, la profondeur de la thermocline est liée à la longueur du plan d'eau (Pompilio *et al.*, 1996). Parmi les plans d'eau peu profonds, tel, étendu donc concerné par le forçage externe, sera polymictique continu, tandis que tel autre, petit et préservé, sera polymictique discontinu (Lewis, 1983). Bref, plus la profondeur relative est faible, plus le fonctionnement tend vers l'étang, plus elle est forte plus il tend vers le lac. Dans cette proposition, l'étang n'est ainsi plus un concept statique défini par défaut, mais un qualificatif dynamique. À l'inverse de la proposition de Forel (1901), qui veut que l'étang ne soit qu'une forme particulière de lac, nous pensons que l'étang est révélateur d'un fonctionnement propre et si certains de ces processus existent dans de vastes plans d'eau, on peut appliquer à ceux-ci, comme pour le Balaton⁴⁸, le terme de « lac-étang » (Papon & Touchart, 2003), ou, mieux, de « lac stagnustre », le qualificatif insistant sur le caractère fonctionnel dynamique de l'appartenance à la famille commune⁴⁹. Cela reprendrait, mais en l'élargissant à tous les phénomènes, la proposition des « *stawowe jeziora* » formant un type de la classification thermo-trophique polonaise de Stangenberg (1936).

Mais peut-on chiffrer absolument la limite supérieure de l'étang correspondant au changement des processus évoqués ? Le nombre d'auteurs utilisant le critère du volume pour définir l'étang est déjà si rare que la proposition de quantification est exceptionnelle dans la littérature. À notre connaissance, seule la géographe russe Любушкина (2004) a suggéré qu'un étang ait une capacité inférieure à 1 million de mètres cubes, alors qu'un lac (de barrage en l'occurrence, dans cette proposition typologique de plans d'eau seulement artificiels) serait au-dessus de ce seuil.

Nous souhaiterions apporter un raisonnement qualitatif à cette caractérisation et la transformer en une définition. En conséquence, le cubement⁵⁰ d'un plan d'eau sera la structuration dans les trois dimensions de l'ensemble des phénomènes limniques sous forme de volumes d'eau distincts. Or la différence entre le lac et l'étang ne peut pas être considérée comme l'opposition entre le plan d'eau cubé et celui qui ne l'est pas. Mais si le cubement existe dans les deux cas, n'est-ce pas plutôt

⁴⁷ Bref, l'étang n'est ni un morceau de lac, ni un lac en modèle réduit, de la même manière que, comme disait Jules Blache montrant les changements de nature en fonction des échelles géographiques, « une grande colline n'est pas une petite montagne ».

⁴⁸ « Le Balaton est polymictique, non seulement comme un étang, mais même plus qu'un étang de profondeur comparable, puisque ce sont précisément ses grandes dimensions horizontales qui accentuent la destruction de son étagement vertical déjà peu accentué » (Papon & Touchart, 2003, pp. 346-347).

⁴⁹ À l'inverse, un plan d'eau peu étendu ayant un certain nombre de traits de fonctionnement de plan d'eau profond pourrait être qualifié d'« étang-lac » (Touchart, 2001, Carlini, 2006), ou, pour mieux insister sur le caractère actif des processus, d'« étang lacustre ». La superficie, plus statique, correspondrait ainsi au nom, la profondeur, plus dynamique, à l'adjectif, selon une hiérarchie différente de la proposition lexicale de Bartout (2002, 2006).

⁵⁰ Notion que nous avons pu appeler jadis « régionalisation lacustre » (Touchart, 2000b, p. 194) ou « régionalisation limnique » pour souligner le caractère géographique de la démarche et rendre hommage à la primauté des géographes dans la détermination d'unités spatiales distinctes les unes des autres. Cependant, le terme ne montrait pas assez qu'il s'agissait de volumes d'eau et pouvait prêter à confusion avec celui de zonation. Nous évitons intentionnellement le terme de cubage, pour éviter la méprise avec l'opération jaugeant l'ensemble du volume et non sa subdivision.

l'ensemble des causes et des conséquences de la structuration des masses d'eau, en terme de relations entre le plan d'eau et son milieu environnant, qui séparent le lac de l'étang et celui-ci de la mare ?

Les causes du cubement mêlent le fonctionnement interne au plan d'eau et les apports externes venus de l'amont. Les conséquences du cubement provoquent des effets différenciés du plan d'eau sur le milieu de réception situé en aval : par exemple, ce n'est pas toujours la même masse d'eau qui alimente l'émissaire ou la même masse d'eau qui influence le microclimat. Au total, toute l'originalité d'un plan d'eau réside justement dans le rapport entre sa soumission au milieu extérieur, le degré d'isolement de son fonctionnement interne et son effet de domination sur le milieu périphérique. De fait, le plan d'eau développe une certaine indépendance tout en participant aux échanges avec le milieu environnant.

L'étude des liens eux-mêmes revient à faire entrer la démarche systémique en limnologie. Avant même d'être formalisée, cette approche était déjà pressentie pour comprendre le fonctionnement interne au plan d'eau : c'était le lac comme « microcosme dans lequel toutes les forces élémentaires sont au travail » (Forbes, 1887, p. 537, en anglais), « système des interactions naturelles » (*id.* p. 540), « île d'eau au milieu des continents terrestres » (Forel, 1904, p. 7), « monde en petit » (Halbfass, 1923, p. 3, en allemand), « îlot de vie » (*id.*), « complexe aquatique naturel propre » (Лесченко, 1989, p. 1, en russe). Plus tard, la démarche systémique a gagné l'ensemble des relations entre le complexe du lac et celui du bassin-versant, en général sous l'expression « d'écosystème lacustre » (Likens, 1985, Wetzel, 2001) beaucoup plus rarement sous celle de « limnosystème⁵¹ » (Giannini, 1986, Jaquet, 1989). Le limnosystème en tant que seul système des complexes du lac et de son bassin d'alimentation montre combien la conception limnologique reste ancrée sur le plan d'eau en tant que réceptacle⁵² sous influence. Il convient d'élargir le système vers l'aval et le bassin récepteur des influences du plan d'eau, si bien que le limnosystème sera ici entendu comme l'espace d'interrelations entre le volume du plan d'eau, la biomasse, le sédiment et la couche-limite atmosphérique, lui-même lié à un milieu d'échanges avec l'amont et avec l'aval⁵³. Cela rétablit le plan d'eau au cœur de la problématique, ni exclusivement soumis, ni dominateur, mais les deux à la fois, cet écartèlement autorisant entre les deux le développement d'une personnalité propre⁵⁴.

Mais la limite de la notion de système, si elle est utilisée seule et sans l'apport méthodique de la géographie, réside dans le fait que celui-ci n'a pas de dimension. L'écosystème, selon l'heureuse expression de Georges Bertrand, « va de l'Océan à la mare à grenouilles ». Cette limite fait aussi sa force. Le lac est certes un limnosystème, mais l'étang en est un aussi, de même que la mare et le marais. C'est l'étude de l'échelle géographique à laquelle les liens fonctionnent entre le complexe interne du plan d'eau et son milieu d'échanges avec l'amont et l'aval qui permet de distinguer le lac de l'étang et celui-ci de la mare, selon leur personnalité géographique.

Nous avons jusqu'à présent développé cette notion uniquement à propos du lac (Touchart, 2000a et b), sans la mettre en perspective pour l'ensemble des plans d'eau continentaux. De fait, le lac trouve un équilibre de fonctionnement interne (par structuration de ses masses d'eau, par cubement) en présentant une certaine indépendance. Cette indépendance se développe face à sa soumission à l'amont et sa domination sur l'aval. Or l'échelle à laquelle ses dominations inverses se font est comparable et elle est à la taille d'aires pouvant être nommées bassins. Au bassin d'alimentation répond un bassin d'effet qui peut s'étendre sur des dizaines de kilomètres⁵⁵. Du fait de l'indépendance

⁵¹ À l'inverse du terme « d'hydrosystème », largement employé pour désigner l'écosystème fluvial, celui de « limnosystème » reste très rare dans la littérature et confiné aux liens entre lac et bassin d'alimentation (Giannini, 1986). Jaquet (1989, p. 459) le définit ainsi : « le système lacustre comprend le lac lui-même, alimenté et vidangé par des rivières, et le bassin-versant. Celui-ci est constitué de sols et couvertures végétales déverses, et abrite une population animale, ainsi qu'un tissu anthropique complexe, le tout étant soumis à certaines conditions climatiques. Tous ces compartiments interagissent dans l'espace et le temps suivant des processus de transformation de matière et d'énergie ».

⁵² Notion de « *recipient lake* » de Likens et al. (1977).

⁵³ Il est bien entendu que l'influence du plan d'eau sur l'aval est un aspect très connu, d'ailleurs surtout étudié dans le cadre des recherches appliquées concernant les plans d'eau artificiels. Mais c'est sa théorisation en vue d'une définition qui est ici voulue, démarche entrevue sous le vocable de « machine lacustre » (Touchart, 1993), puis développée sous celle de limnosystème (Touchart *et al.*, 2002).

⁵⁴ Cet espace d'indépendance, qui avait été porté sans doute trop loin par Forel (1904) et les tout premiers limnologues, et au contraire trop renié par beaucoup de chercheurs actuels non géographes, est ici replacé à sa juste valeur dans le contexte de la démarche des écosystèmes ouverts.

⁵⁵ Il ne s'agit pas de la seule distance d'influence sur l'émissaire, la plus connue, étudiée par exemple pour la température (Williams, 1968) ou encore le débit. Il s'agit surtout des autres effets. De ce fait, pour les éléments hors effluent linéaire, sur

développée entre les deux, aucun lac n'est semblable à un autre lac⁵⁶ et cela culmine dans la possibilité d'endémisme biologique, fonction de l'ancienneté de l'isolement du lac (Coulter, 1991).

En revanche, dans la littérature, un étang paraît presque toujours similaire à un autre étang⁵⁷. Or nous pensons que l'étang trouve un équilibre de fonctionnement interne en créant lui aussi une autonomie, mais celle-ci ne se développe pas à la même échelle. La dominance du bassin d'alimentation est tyrannique et il n'y a pas de rétroaction de cette dimension, sauf l'influence sur l'émissaire⁵⁸. Or c'est le reste du milieu d'échanges qui montre le mieux la spécificité du plan d'eau quant aux effets de ses dimensions. Le milieu d'échanges de l'étang est à l'échelle des facettes élémentaires de l'espace à proximité du plan d'eau, les versants encadrants.

Ainsi, on pourrait avancer que l'indépendance du lac est susceptible de se développer eu égard à son bassin, tandis que l'autonomie de l'étang, amoindrie par le court temps de séjour de ses eaux et l'importance relative des perturbations apportées par l'entrée des tributaires et la sortie de l'émissaire, ne peut se faire jour que par rapport à son encadrement proche, celui des versants qui l'entourent, cependant que la mare, quant à elle, n'est capable de construire aucune autonomie. Directement alimentée par les précipitations ou la nappe phréatique, elle ne possède en général pas d'émissaire. Quand elle est par exemple sous forêt, comme la célèbre Mare au Diable berrichonne du Bois de Chanteloube, elle est entièrement à l'ombre et ne laisse pas la moindre zonation se construire. D'où le fait qu'une typologie des mares peut être réalisée à partir de leur encadrement immédiat, comme celle de Wurtz (1945) à propos de la Limagne⁵⁹.

Il y a donc bien une différence d'échelle géographique entre le lac, l'étang et la mare. Elle est spatiale, dépendant des relations avec le bassin et le milieu directement attenant, et temporelle, par l'inertie du renouvellement du volume d'eau. Il ne faut donc, à notre avis, ni nier l'autonomie de chaque étang, risque actuel le plus répandu dans la littérature scientifique, ni lui donner une indépendance telle qu'il s'érige en lac, travers de la bibliographie plus ancienne⁶⁰, mais associer à l'autonomie de l'étang une échelle spatiale moyenne liée à son milieu encadrant (**fig. 1**). Autrement dit, l'étang pourrait être qualifié de « limnosystème de versant », entre le lac, « limnosystème de bassin », et la mare, « limnosystème dépendant ». Cette manière de définir l'étang formaliserait l'importance octroyée par Wetzel à « l'interface terre-eau » (1990, p. 4) ou au « complexe entre la zone humide et le littoral » (2001, p. 131, en anglais) dans « l'écosystème des petits lacs » (*id.*).

Ainsi, c'est paradoxalement l'approche spatiale qui a montré que le temps ne pouvait être dissocié de la définition de l'étang. À travers la structuration des masses d'eau, durable en lac, temporaire en étang et inexistante en mare et marais, les échelles de temps n'ont cependant été qu'effleurées. Il convient de les préciser et de les étudier en tant que telles. D'une part, la durabilité

lesquels l'influence est plus concentrique, comme le mésoclimat, le milieu d'échanges « périphérique » serait peut-être plus adapté que celui dit « d'aval ».

⁵⁶ À la suite des travaux du géomorphologue Chorley (1962) pour les cours d'eau, le biogéographe Rougerie (1993, p.143) a remarquablement exprimé cette idée à propos des écosystèmes lacustres : « Dans ces systèmes dynamiquement ouverts mais chacun pour son propre compte, les écosystèmes sont, en revanche, individualisés les uns par rapport aux autres ».

⁵⁷ Si, depuis Forel (1895), on ne compte plus les monographies scientifiques traitant d'un lac, il n'en existe pratiquement jamais concernant un seul étang, à l'exception de lagunes littorales (Baissette G., 1990), ou bien sous forme de mémoires de recherches d'étudiants (Rebérac, 1998, Brunaud, 2003, 2004) ou de rapports internes (Palisson, 1980, Université de Metz, 2003). L'étang est, hors ces exceptions, étudié en tant qu'organisme général ou sous forme d'une multitude d'étangs à l'intérieur d'une monographie régionale, solonchote (Beignet, 1998), brennouse (Dumeige, 1998), dombiste (Broyer, 1998), périgourdine (Schlumberger *et al.*, 1998), étrangère (Lutz, 2001), etc. Bien que ce choix soit discutable en considération de ce qu'il réfute, à tort, une quelconque autonomie de l'étang, il est révélateur d'une différence d'échelle entre l'étang et le lac, implicitement intégrée chez la plupart des chercheurs, mais que nous souhaiterions ici faire ressortir explicitement.

⁵⁸ Considérant l'aménagement et les études appliquées, cette influence est essentielle (Le Louarn & Bertru, 1991, Banas *et al.*, 2001, Masson *et al.*, 2005), d'où, souvent, la mauvaise presse des étangs : « en terme d'impacts sur l'environnement, les plans d'eau et les étangs sont en général décriés » (Trintignac & Kerleo, 2004, p. 4).

⁵⁹ Le Chef de travaux à la Station centrale d'hydrobiologie appliquée n'avait certes pas conceptualisé le fondement de sa typologie et ne s'était clairement appuyé sur cette soumission à l'encadrement immédiat : « cette classification, un peu simpliste, me paraît assez commode car elle n'empêche pas les subdivisions en fonction de la composition chimique de l'eau, du substratum, du degré de pollution, etc. » (Wurtz, 1945, p. 137). Mais il proposait tout de même de distinguer « les mares de ferme, [...] dont l'eau et la vase sont constamment brassées par les animaux, [...] les mares de prairie, ensoleillées, [...] les mares de forêts, ombragées, souvent riches en matières organiques par les feuilles mortes qui y tombent » (*ibid.*).

⁶⁰ « On ne peut trouver, il me semble, une plus juste et plus exacte analogie, que celle qui est entre les lacs et les étangs ; car si les premiers, ce qui est incontestable, sont les réservoirs des sources qui font les rivières et les fleuves, comme ils sont encore ceux des évaporations utiles à l'atmosphère et à la végétation, on ne peut nier que les étangs, dans certaines circonstances, ne produisent proportionnellement des effets semblables » (Rougerie de la Bergerie, 1819, p. 7).

lacustre ne signifie pas la pérennité. D'autre part, l'absence d'influence du temps sur la structuration spatiale de la mare ne signifie pas que celui-ci n'a pas d'effet sur elle tout entière. Entre lac et mare, quelle est donc exactement l'originalité temporelle de l'étang ?

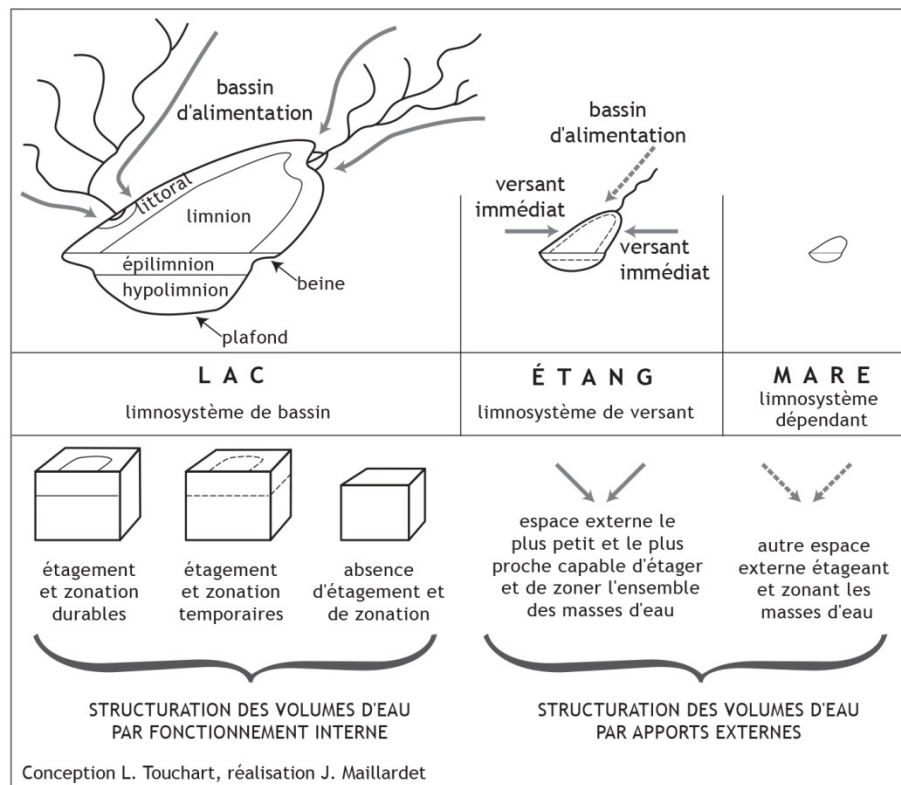


Figure 1 L'étang défini par ses échelles spatiales

Figure 1 Definition of pond according to spatial scales

4. L'étang et les échelles temporelles : un plan d'eau irrégulier à temps de réponse interdiurne

Tandis que les gradients lacustres sont permanents, ou durables, du moins prévisibles, ceux d'étang sont fantasques, variables, inattendus ; ils peuvent se renverser. Il faut en effet souligner « le biotope particulièrement changeant des étangs. Ceux-ci, contrairement aux lacs, constituent une succession de microclimats, une association de biocénoses hétérogènes, une mosaïque de microbiocénoses qui évoluent et se succèdent très rapidement » (Wurtz, 1958, p. 381). « La caractéristique essentielle des étangs est leur variabilité dans le temps » (Dussart, 1966, p. 234). En mare, les changements sont très rapides aussi, mais ils paraissent plus réguliers, du fait même du temps de réponse du petit volume d'eau.

Nous avons souligné par ailleurs (Touchart, 2002, p. 248 *et sq.*) combien la confusion entre le prétendu brassage permanent⁶¹ et le fonctionnement de l'étang, au sens de lac de troisième ordre de Whipple (1898), avait conduit à une impasse dans la classification générale des plans d'eau selon le critère thermo-mictique, malgré les travaux polonais de Wiszniewski (1953) et Paschalski (1964), qui avaient courageusement, mais partiellement, tenté de lier profondeur et temporalité au lieu de suivre la voie mondiale de la classification climatique zonale imposée par Hutchinson & Löffler (1956) et Hutchinson (1957). La définition limnologique de l'étang allait en être simplifiée, voire sacrifiée, pour un demi-siècle.

Car, à l'instar de l'épilimnion d'un lac, la totalité de l'étang comprend des thermoclines et oxyclines, certes temporaires, mais pouvant être très prononcées. Dans un lac, la couche de brassage

⁶¹ « Les lacs de troisième ordre ne connaissent pas de stagnation » (Whipple, 1898, p. 32, en anglais).

ne coïncide souvent pas avec l'épilimnion aux courtes échelles de temps, bien qu'elle lui corresponde à l'échelle saisonnière (Thompson & Imberger, 1980, Imberger, 1985, 1998, Imberger & Patterson, 1990). Comme dans la couche supérieure d'un lac, des sauts thermiques superficiels, plus ou moins éphémères, de durée inférieure à la saison, se mettent en place en étang, entre la couche de mélange actuelle et les couches héritées. Mais, à la différence du lac, ils ont tendance, à profondeur égale, à s'imposer plus longtemps, passant de quelques journées à plusieurs semaines, à cause de la faible course du vent. C'est pour affirmer ce mélange de ressemblances et de différences entre l'épilimnion du lac et l'ensemble de l'étang que nous avons créé les néologismes d'épistagnion, métastagnion et hypostagnion (Touchart, 2001), qui correspondent finalement à la grande spécificité du fonctionnement limnologique de l'étang dans son lien entre toutes les échelles spatiales et toutes les échelles temporelles (*cf.* chap. 5).

Pour des superficies de quelques hectares, en zone tempérée, le seuil de 1 m peut souvent approcher la limite entre l'étang et le marais. En dessous, le fond peut être vu par transparence en fin d'été ou à l'automne et au printemps. Il peut aussi être chauffé et éclairé directement par la radiation solaire⁶². En dessous de ce seuil, enfin, la marche thermique est commandée par le cycle diurne⁶³ sur toute la colonne d'eau (Pichler, 1939, p. 240) et la prédominance absolue de la convection libre (Touchart, 2001). Dans les mêmes conditions, le passage de l'étang au lac pourra être estimé à un seuil de 6 à 8 m, qui correspond à la thermocline-mère dans un métalimnion et à l'équilibre instable entre la convection libre et le brassage forcé (Touchart, 2001)⁶⁴. Notons que ces valeurs-limites issues de mesures thermiques inédites en continu sur les rythmes temporels coïncident avec les seuils donnés par les auteurs concernant les limites de croissance de la flore (*cf.* 2).

Ces bornes temporelles se retrouvent dans tous les autres paramètres. Ainsi, les courants d'étang sont caractérisés par des durées de quelques jours, voire quelques heures (Carlini, 2006). De même, le temps de séjour des eaux dans un étang se compte en jours ou, pour les plus grands d'entre eux, en décades (Graffouillère, 2000, Brunaud, 2004). Les procès biogéochimiques sont calqués sur ces échelles de temps. L'arrivée d'oxygène jusqu'au fond, la possibilité de décomposition de la matière organique morte sédimentée correspondent à ces durées.

Que ce soit pour l'étagement, la zonation, ou le cubement, l'étang se distingue donc par des variations d'échelles temporelles inférieures à la marche annuelle, qui est le propre du lac, mais supérieures au rythme diurne, qui est la spécificité de la mare et du marais. Il n'est donc plus possible d'adhérer à la belle, mais ancienne, formule, selon laquelle « ce qui se passe dans un lac en un an peut se passer dans un étang en un jour » (Wurtz, 1958, p. 391), ni au célèbre schéma de Weimann (1942, p. 483), représentant sur une même figure et selon un processus analogue le cycle saisonnier du lac et diurne de l'étang sur une double échelle de profondeur. Bref, l'objet fractal ne résout pas le passage du lac à l'étang.

Sans que cela soit dit ainsi ni ne prenne une connotation définitoire, Lewis (1983), quand il oppose la polymicticité continue et la polymicticité discontinue, n'est pas loin de séparer par là même, sur un critère de rythme temporel, les mares et marais des étangs. Quant à l'ensemble réunissant la mono-, di-, oligo-, et méromicticité, elle concerne en fait les seuls lacs.

De la sorte, il convient d'approfondir la réflexion en soulignant que, entre la prédominance cyclique annuelle des lacs et la prépondérance cyclique diurne des mares et des marais, l'étang est le seul plan d'eau à être prioritairement sujet aux variations acycliques (**fig. 2**). Il s'agit de sa grande originalité (Touchart, 2006). Le comportement imprévisible des étangs en découle. On est ainsi passé d'une détermination simple, où l'étang se contente d'être l'intermédiaire entre le lac et la mare, dont le sens est en quelque sorte donné par défaut, à une définition plus complexe, mais plus positive, dans laquelle l'étang est caractérisé par son irrégularité. Cette inconstance est à prendre en compte en termes de risque et d'aménagement.

⁶² Selon l'Allemand Weimann (1942, p. 482), citant des recherches polonaises des années 1930, le réchauffement du début du printemps à travers la couche de glace atteint le fond jusqu'au seuil majeur de 1,50 m.

⁶³ Pour Weimann (1942, p. 482), cependant, la limite qui clôt la prépondérance du cycle diurne se trouve à 2 m.

⁶⁴ Nous ne pouvons à ce sujet souscrire pleinement à la définition de Horne et Goldman (1994). Nos données inédites montrent l'importance de la convection mécanique en étang.

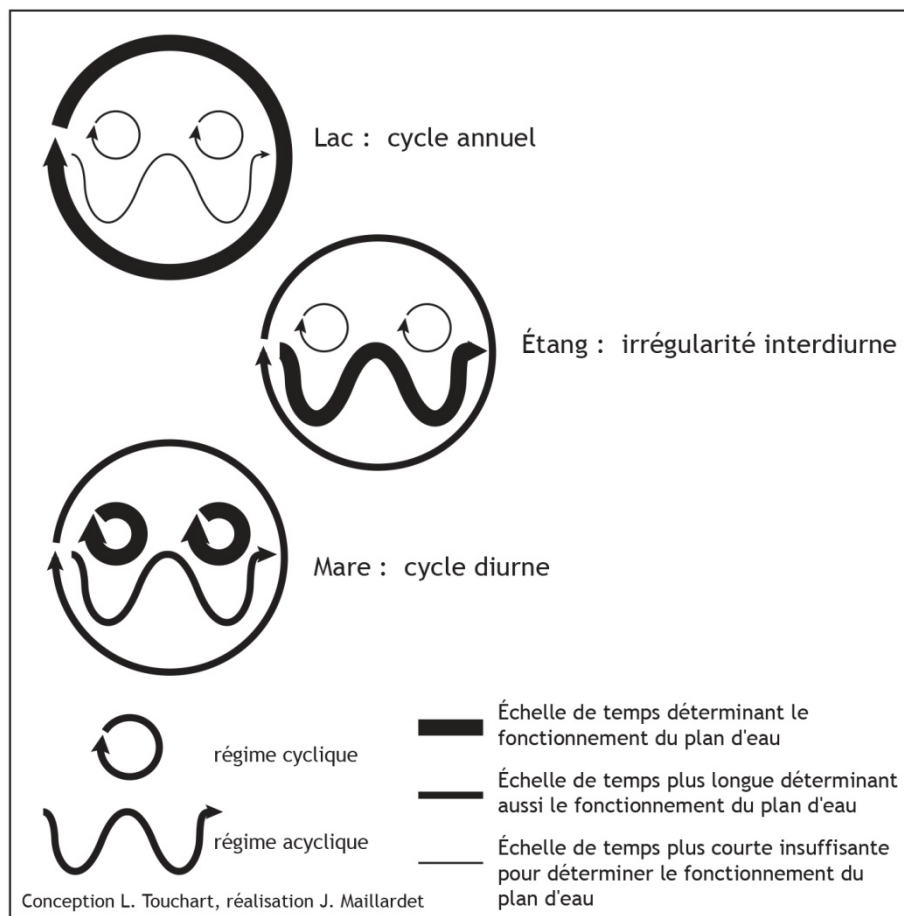


Figure 2 L'étang défini par ses échelles temporelles

Digression pédagogique de vulgarisation scientifique : la grimace de l'étang

Tous les plans d'eau voient leurs masses d'eau se différencier ou se mélanger selon trois échelles de temps. La plus longue est la marche des saisons. Ce cycle annuel peut être symbolisé par un vaste cercle fléché. La plus courte est l'alternance du jour et de la nuit. Ce cycle diurne peut être représenté par de petits cercles fléchés s'enchaînant rapidement. L'échelle de temps moyenne est celle d'une période de quelques jours de comportement assez semblable succédant de manière aléatoire à une autre phase de durée différente, par exemple un temps anticyclonique d'une décade suivant une perturbation de deux à trois jours. Cette succession irrégulière peut être exprimée par une flèche sinueuse. C'est ainsi que, en fonction du rythme déterminant, en gras, **le lac fait la tête**, pour imposer l'unicité du grand cycle annuel ; **la mare fait les petits yeux**, harassée par la multiplicité des cycles diurnes. Enfin, rejeté pour son inconstance, **l'étang fait la grimace** à travers l'irrégularité de son fonctionnement temporel.

Figure 2 Definition of pond according to temporal scales

Teaching approach for students in Limnogeography and science popularization: the grimace of the pond

In all water bodies, water masses are structured, layered and mixed according to three time scales. The longest is the seasonal succession. This annual cycle may be symbolized by a large arrow circle. The shortest is the alternation of days and nights. This diurnal cycle may be represented by small, quickly chaining together arrow circles. The intermediate time scale is that of a period of a few days following another phase of different duration, for example a high pressure of a decade, following an atmospheric disturbance of two or three days. This interdiurnal variability may be expressed by a sinuous arrow. Depending on the determining (in bold print) rhythm, **the lake takes a big head**, imposing the uniqueness of the great annual cycle; **the pool blinks his eyes from fatigue**, exhausted by the multiplicity of diurnal cycles. Singled out for its inconstancy **the pond grimaces and scowls** through the irregularity of its temporal variability.

Conclusion

L'étang est moins homogène qu'il n'est souvent affirmé et le lac n'a pas le monopole des différences spatiales, dans la dimension verticale comme dans la dimension horizontale. Cependant, celles-ci ne sont pas croisées avec les mêmes échelles temporelles, plus courtes en étang, où se développe l'importance de l'échelle interdiurne, plus longues en lac, où la marche des saisons rythme le cycle annuel, ni avec les mêmes causes, plus dues, en étang, à l'influence couplée du bassin-versant et du milieu contigu, en lac, à celle du bassin d'alimentation et du fonctionnement limnique propre. En mare et en marais, sous l'oppression absolue de l'encadrement direct, l'homogénéité est plus prononcée, du moins sous le regard du géographe limnologue, puisque l'ensemble de la masse d'eau fluctue au rythme du cycle diurne.

Nous avons proposé de caractériser l'étang comme « un plan d'eau continental, sous la domination partielle de son encadrement immédiat, dont la profondeur, la superficie et le volume sont tels qu'ils provoquent un étagement, une zonation et une régionalisation des processus limnologiques à l'échelle de quelques jours et d'une manière irrégulière » (Touchart, 2003, p. 173). Nous souhaiterions aujourd'hui **définir l'étang comme « un plan d'eau continental dont la taille intermédiaire permet une structuration irrégulière et temporaire des masses d'eau à l'échelle de quelques jours et une inertie se développant face à son encadrement immédiat (limnosystème de versant) »**. Les mêmes critères peuvent être utilisés pour définir le lac comme « un plan d'eau continental dont la grande taille permet une structuration durable (au moins saisonnière) ou permanente des masses d'eau et une inertie se développant face à son bassin d'alimentation (limnosystème de bassin) ». Cette uniformisation des deux définitions rend cohérente la logique de caractérisation des eaux dormantes et abandonne donc les critères habituellement utilisés pour seulement l'une des deux.

La démarche de géographie limnologique n'est pas une fin en soi et peut aussi être intégrée dans un ensemble géographique plus large, où les dimensions humaines, notamment en terme de vidange et d'assec, sont prises en compte (Bartout et al., 2004, p. 16, Bartout, 2006). À l'intérieur d'une tendance mondiale de définition des zones humides construite par les seuls juristes et hommes politiques et excluant trop souvent, selon Barnaud (1995), les chercheurs, la réflexion de géographie limnologique, appuyée sur les échelles spatio-temporelles des phénomènes physiques, contribue ainsi, comme d'autres approches, à mieux caractériser scientifiquement l'objet d'étude qu'est l'étang. Ainsi, pour rendre plus pratique cette réflexion, une version courte peut être proposée, définissant l'étang comme « un plan d'eau intérieur de taille moyenne, dont les masses d'eau s'individualisent à l'échelle de quelques jours ».

Bibliographie

- Abad R., 2006, La conjuration contre les carpes. Enquête sur les origines du décret de dessèchement des étangs du 14 frimaire an II. Paris, A. Fayard, 200 p.
- Ackermann W.C., White G.F. & Worthington G.B., Ed, 1973, Man-Made lakes : their problems and environmental effects. Washington D.C., American Geophysical Union, Geophysical Monograph 17, 847 p.
- Angelier E., 2000, Écologie des eaux courantes. Paris, Lavoisier, Tec & Doc, 199 p.
- Arrignon J., 1998, Aménagement piscicole des eaux douces. Paris, Lavoisier, Tec & Doc, 589 p.
- Baissette G., 1990, L'étang de l'Or. Les Presses du Languedoc, 240 p.
- Balabanian O. & Bouet G., 1989, L'eau et la maîtrise de l'eau en Limousin. Treignac, Les Monédières, 300 p.
- Banas D., Masson G. & Léglize L., 2001 « Limitation of sediment export during the draining operation of an extensive pond : the combination with a natural wetland » *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für theoretische and angewandte Limnologie*, 27(6) : 3982-3985.
- Barnaud G., 1995, « Définition des zones humides et enjeux politiques, la saga américaine » *Zones Humides Infos*, 10 : 8-9.
- Barnaud G., 1998, Conservation des zones humides : concepts et méthodes appliqués à leur caractérisation. Univ. Rennes 1, thèse de doctorat, Paris, MNHN, col. « patrimoines naturels » n° 34, 451 p.

- Bartout P., 2002, Pour un référentiel des plans d'eau : proposition d'une méthodologie et d'une typologie à l'échelle du Limousin. Univ. Limoges, mémoire de DEA en géographie, 160 p.
- Bartout P., 2006, Pour un référentiel des zones humides intérieures du milieu tempéré : l'exemple des étangs en Limousin (France). Typologie – régionalisation. Univ. Limoges, thèse de doctorat en géographie, 497 p.
- Bartout P., Savy B., Graffouillère M., Touchart L. & Mathelin E., 2004, « Le Limousin est-il une région d'étangs ? » in Touchart L. & Graffouillère M., Dir., Les étangs limousins en questions. Limoges, Editions de l'Aigle, 188 p. : p. 13-36.
- Baud P., Bourgeat S. & Bras C., 1995, Dictionnaire de Géographie. Paris, Hatier, 432 p. Baudot B., Dir., non daté, Les zones humides et la ressource en eau. Agences de l'eau, guide technique interagences, Etudes sur l'eau n° 89, non paginé.
- Bayly I.A.E. & Williams W.D., 1973, Inland Waters and their Ecology. Victoria, Longman Australia, 316 p.
- Beignet A., 1998, « La Sologne » Zones Humides Infos, 21(3) : 10-11.
- Benarrous R., 2003, « La Brenne des étangs : une zone humide créée au Moyen Age » Zones Humides Infos, 42 : 2-3.
- Benedetti-Crouzet E. & Dussart B., 1979, Les retenues d'eau. Sarlat, IBD & Agence Financière de bassin Seine-Normandie, 246 p.
- Billard R., Ed, 1981, La pisciculture en étang. Paris, INRA, Actes du colloque d'Arbonne la Forêt, mars 1980, 434 p.
- Braque R., 1982, La forêt et ses problèmes dans le sud du bassin Parisien (Berry- Nivernais). Etude de géographie physique. Lille, Atelier National de reproduction des thèses, tome premier, 299 p.
- Brimont F. & Vergne V., 2004, « Les étangs du Nord-Pas-de-Calais vers une mise en valeur du patrimoine naturel : le programme de suivi et d'évaluation de la qualité des zones humides » in Les étangs espaces de production hier et aujourd'hui. Actes de la journée d'étude, GHZH et SNPN, 88 p. : 61-81.
- Brochu M. & Michel J.-P., 1994, Dictionnaire de géomorphologie à caractère dimensionnel. Paris, Guérin, 298 p. Broyer J., 1998, « La gestion et l'aménagement des étangs en Dombes » Zones Humides Infos, 21(3) : 9-10.
- Brunaud D., 2003, L'étang de Landes, ou le rôle déterminant du marnage dans la présence et le maintien d'un riche écosystème. Univ. Limoges, mémoire de maîtrise en géographie, 187 p.
- Brunaud D., 2004, L'étang de Landes, archétype du fonctionnement et des richesses des limnosystèmes pelliculaires ? Univ. Limoges, mémoire de DEA en géographie, 181 p.
- Brunaud D. & Touchart L., 2005, « Le bassin de Gouzou, un climat à deux visages, un rivage à deux nuages » Mémoires de la Société des Sciences Naturelles, Archéologiques et Historiques de la Creuse, 51 : 21-30.
- Brunet R., Ferras R., Théry H., 1993, Les mots de la géographie, dictionnaire critique. Paris, Montpellier, La Documentation Française, Reclus, 520 p.
- Bulgăreanu V.-A. C. & Cehlarov A., 1993, « Muntele de Sare ('Salt Mountain') and the Origin of the Modern Sediments of Baia Miresii, a Hypersaline Lake at Slănic-Prahova, Romania » Buletinul Societatii Geologice a României, 4(14) : 29-44.
- Burgis M.J. & Morris P., 1987, The Natural History of Lakes. Cambridge, Univ. Press, 218 p.
- Busnel L., 1985, Étangs anciens et plans d'eau contemporains en Indre-et-Loire. Univ. Tours, thèse de doctorat de 3e cycle en géographie, 389 p.
- Carbonnel J.-P. & Cosandey C., 2001, « Programme Hydromed : les petits barrages en milieu méditerranéen » Natures, Sciences, Sociétés, 9(4) : 67-69.
- Carlini M., 2006, Morphologie et hydrodynamique des plans d'eau : le cas des étangs- lacs en Limousin.. Univ. Limoges, thèse de doctorat en géographie, 357 p.
- Carpenter K.E., 1928, Life in Inland Waters. New York, 267 p.
- Chardon M., 1989, Montagnes et milieux montagnards. Géographie physique des montagnes. Grenoble, Univ. Joseph Fourier, col. "Grenoble Sciences", 166 p.
- Chorley R.J., 1962, « Geomorphology and general systems theory » US Geological Survey, 500B : 1-10.
- CILF (Conseil International de la Langue Française), 1992, Dictionnaire de l'environnement. Paris, CILF, 352 p.

- Coulter G.W., 1991, « Zoogeography, Affinities and Evolution, with Special Regard to the Fish » in Coulter G.W., Ed, Lake Tanganyika and its Life. London, Natural History Museum Publications, Oxford, Oxford University Press, 354 p. : 275-305.
- Delebecque A., 1898, Les lacs français. Paris, Chamerot et Renouard, 436 p.
- Dereux J.-M., 2004, « Préface » in Les étangs espaces de production hier et aujourd'hui. Actes de la journée d'étude, GHZH et SNPN, 88 p. : 3-4.
- Dumeige B., 1998, « La Brenne » Zones Humides Infos, 21(3) : 16-17.
- Dussart B., 1966, Limnologie, l'étude des eaux continentales. Paris, Gautier-Villars, 678 p., réédité 1992, Paris, Boubée, 681 p.
- Dussart B., 1992, « Limnologie » in Encyclopædia Universalis. Paris, Corpus 13, 1 056 p. : 801-810.
- Elissalde B., 2004, « Etagement » in Hypergé : encyclopédie électronique sur l'épistémologie de la géographie du GDR Libergeo : //hypergeo.free.fr
- Farrow D.E., 1995, « An asymptotic model for the hydrodynamics of the thermal bar » Journal of Fluid Mechanics, 289 : 120-140.
- Forbes S.A., 1887, « The Lake as a Microcosm » Bulletin Peoria Science Association, réédité en 1925 in Bulletin Illinois Natural History Survey, Urbana, 15 : 537- 550.
- Forel F.-A., 1895, Le Léman, monographie limnologique. Lausanne F. Rouge, T.2, 651 p.
- Forel F.-A., 1901, Handbuch der Seenkunde, allgemeine Limnologie. Stuttgart, J. Engelhorn, 249 p. : 12-22.
- Forel F.-A. , 1904, Le Léman, monographie limnologique. Lausanne, F. Rouge, t. III, 715 p.
- Gâstescu P. & Driga B., 1983, « Lacurile » in Badea L., Gâstescu P. & Velcea V., Coord., Geografia României. I. Geografia fizică. Bucuresti, Editura Academiei Republicii Socialiste România, 662 p. : 351-367.
- Genest C.G., 2000, Dictionnaire de Géomorphologie. Trois-Rivières, Société de géographie de la Mauricie, 412 p.
- Giannini J.A., 1986, « A description of large-scale variability in the ocean using the diffuse attenuation coefficient » in Today's solution for tomorrow's information needs. Nordwijk, European Space Agency Publications, Proceedings of the International Geoscience And Remote Sensing Symposium' 86, 3 : 1313-1318.
- Graffouillère M., 2000, Etude limnologique et hydrologique de trois étangs de la région de Cieux. Univ. Limoges, mémoire de maîtrise en géographie, 91 p.
- Groupe 'étangs piscicoles', 1998, « Vers une gestion globale des étangs piscicoles » Zones Humides Infos, 21(3) : 2-7.
- Håkanson L., 1981, A Manual of Lake Morphometry. Berlin, Springer, 78 p.
- Halbfass W., 1923, Grundzüge einer vergleichenden Seenkunde. Berlin, Bornträger, 354 p.
- Heintz S., 2003, « Au sein du Parc naturel régional de Lorraine, une zone humide au passé prestigieux : l'étang de Lindre » Zones Humides Infos, 42 : 4-6.
- Horne A.J. & Goldman C.R., 1994, Limnology. New York, McGraw-Hill, 2nd ed., 576 p.
- Huet M., 1960, Traité de pisciculture. Bruxelles, Wyngaert, 368 p.
- Hutchinson G.E., 1957, A Treatise on Limnology. New York, John Wiley & Sons, vol. I, « Geography, physics and chemistry », 1015 p.
- Hutchinson G.E., 1967, A Treatise on Limnology. New York, John Wiley & Sons, vol. II, « Introduction to lake biology and the limnoplankton », 1115 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, Washington, 42 : 84-86.
- Ielenicz M. & Erdeli G., Coord., 2004, Dicționar de geografie fizică. București, Corint, 504 p.
- Imberger J., 1985, « The diurnal mixed layer » Limnology and Oceanography, 30(4) : 737-770.
- Imberger J., 1998, « Flux paths in a stratified lake : a review » in Imberger J., Ed, Physical processes in lakes and oceans. Washington DC, American Geophysical Union, Coastal and Estuarine Studies n° 54, 668 p. : 1-18.
- Imberger J. & Patterson J.C., 1990, « Physical limnology » in Hutchinson J.W. & Wu T., Advances in applied mechanics. San Diego, Academic Press, vol. 27, 495 p. : 303-475.
- Jammes D., 1997, « Définir la mare : un puzzle en trente-six morceaux » in Teissier-Ensminger A. & Sajaloli B., Radioscopie des mares. Paris, L'Harmattan, 288 p. : 77-116.

- Jaquet J.-M., 1989, « Limnologie et télédétection : situation actuelle et développements futurs » *Revue des Sciences de l'Eau*, 2 : 457-481.
- Jedicke E., 1989, *Les eaux dormantes, étangs, mares et petits lacs*. Paris, Ulysse Editions, 120 p.
- Joly F., 1997, *Glossaire de géomorphologie. Base de données sémiologiques pour la cartographie*. Paris, A. Colin, 324 p.
- Kondratyev K.Ya. & Filatov N.N., 1999, *Limnology and remote sensing, a contemporary approach*. Berlin, Springer, 406 p.
- Lambert R., 2000, « Étang » in George P., Dir., 1990, *Dictionnaire de la Géographie*. Paris, PUF, 4e éd., 512 p. : 181.
- Landou N., 2006, « La notion d'étang à l'époque moderne », in Derex J.-M., Dir., *La production des étangs du Moyen-Age à l'époque contemporaine*, Actes de la journée d'étude GHZH, 118 p. : 41-50.
- Le Louarn H. & Bertru G., 1991, « Influence des élevages extensifs en étangs sur les rivières » *Revue des Sciences de l'Eau*, 4 : 315-327.
- Lemmin U., Jiang R. & Thorpe S.A., 1998, « Finescale dynamics of stratified waters near a sloping boundary of a lake » in Imberger J., Ed, *Physical processes in lakes and oceans*. Washington DC, American Geophysical Union, Coastal and Estuarine Studies n° 54, 668 p. : 461-474.
- Lewis W.M. Jr, 1983, « A revised classification of lakes based on mixing » *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40 : 1779-1787.
- Likens G.E., Ed, 1985, *An ecosystem approach to aquatic ecology : Mirror Lake and its environment*. New York, Springer, 516 p.
- Likens G.E., Bormann F.H., Pierce R.S., Eaton J.S. & Johnson N.M., 1977, *Biogeochemistry of a forested ecosystem*. New York, Springer, 146 p.
- Loup J., 1974, *Les eaux terrestres. Hydrologie continentale*. Paris, Masson, 174 p.
- Lutz M., 2001, *Les étangs de pisciculture en Europe centrale. Typologie des systèmes d'exploitation et impacts des modalités de gestion de l'avifaune*. Thèse de doctorat en géographie, Université Louis Pasteur de Strasbourg 1, 212 p.
- Marzolf G.R., 1984, « Reservoirs in the Great Plains of North America » in Taub F.B., ed, *Lakes and Reservoirs*. Amsterdam, Elsevier, col. « Ecosystems of the World » n° 23, 643 p. : 291-302.
- Masson G., Banas D., François D., Cizel O., Léglize L., Didier S. & Corbonnois J., 2005, « Vidange des étangs piscicoles : contraintes réglementaires et d'exploitation, incidences environnementales » *Bulletin de l'Association de Géographes Français, Géographies*, 2 : 224-233.
- Meybeck M. & Pourriot R., 1991, « Introduction : les lacs comme modèle d'océan » *Océanis*, 17(5) : 511-515.
- Mottet G., 1993, *Géographie physique de la France*. Paris, PUF, 655 p.
- Mouillé J., 1982, *Influence des plans d'eau sur les eaux courantes superficielles*. Metz, SRAE Lorraine, 38 p.
- Otto-Bruc C., 2001, *Végétation des étangs de la Brenne, influence des pratiques piscicoles à l'échelle des communautés végétales et sur une espèce d'intérêt européen : Caldesia parnassifolia (L.) Parl.* Paris, Muséum NHN, thèse de doctorat, 432 p.
- Ozenda P., 1985, *La végétation de la chaîne alpine*. Paris, Masson, 344 p.
- Palisson A., 1972, *Influence de la présence d'étangs ou enclos de pêche sur les caractères physico-chimiques (températures en particulier) et hydrobiologiques d'un cours d'eau. Cas du Saint-Florent, affluent de la Mortagne (Vosges)*. Metz, SRAE Lorraine, 27 p.
- Palisson A., 1980, *L'étang du Welschhof, commune de Puttelange aux lacs (Moselle)*. Metz, DIREN Lorraine, 38 p.
- Papon P. & Touchart L. (2003) « Le Balaton, archétype du lac-étang » *Annales de Géographie*, 112(632) : 339-356.
- Paschalski J., 1964, « Circulation types of lakes » *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, Warszawa, 12(3): 383-408.
- Pichler W., 1939, « Unsere derzeitige Kenntnis von der Thermik kleiner Gewässer. Thermische kleingewässer typen » *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, 38 : 231-242.
- Pinot J.-P., non daté, « Lac » Base Voca, *Vocabulaire de Géomorphologie*, Institut Océanographique Fondation Albert Ier de Monaco. <http://www.oceano.org/io/voca/>

- Pompilio L., Ambrosetti W. & Barbanti L., 1996, « Morphometry and thermal stratification in Italian lakes. 1. Predictive models » *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, 54 : 1-29.
- Pourriot M., 1996, « Lac » Comité National Français des Sciences Hydrologiques, Commission de Terminologie. Site hébergé par l'Ecole des Mines de Paris, Centre de Géosciences. <http://www.cig.ensmp.fr>
- Pourriot R. & Meybeck M., 1995, « Les milieux lacustres » in Pourriot R. & Meybeck M., Dir., *Limnologie Générale*. Paris, Masson, 956 p. : 1-3.
- Ramade F., 1998, *Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau*. Paris, Ediscience International, 786 p.
- Rebérac S., 1998, *L'Étang de la Pouge : étude géomorphologique et hydrologique*. Univ. Limoges, mémoire de maîtrise de géographie, 124 p.
- Rey-Debove J. & Rey A., 2000, *Le nouveau Petit Robert*. Paris, Dictionnaires le Robert, 2 844 p.
- Roche M.F., 1986, *Dictionnaire français d'hydrologie de surface*. Paris, Masson, 288 p.
- Rougerie G., 1993, *Biogéographie des milieux aquatiques*. Paris, A. Colin, 252 p.
- Rougier de la Bergerie B., 1819, *Manuel des étangs*. Paris, Audot, 200 p.
- Ryding S.-O. & Rast W., 1993, *Le contrôle de l'eutrophisation des lacs et des réservoirs*. Paris, Masson & Unesco, 294 p.
- SANDRE (Service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau), 2005, *Description des données sur les plans d'eau*, Paris, ministère de l'Ecologie et du développement durable, 44 p.
- Schlumberger O., Allard J.-Y. & Gouy S., 1998, « La pisciculture en Dordogne, un exemple de développement rural » *Zones Humides Infos*, 21(3) : 14-15.
- Schwoerbel J., 1987, *Handbook of Limnology*. Chichester, Ellis Horwood, 228 p. Serruya C., 1990, « Overview : a appraisal of concepts » in Tilzer M.M. & Serruya C., ed., *Larges Lakes, ecological Structure and Function*. Berlin, Springer, 691 p. : 663-673.
- Stangenberg M., 1936, « Szkic limnologiczny na tle stosunków hydrochemicznych pojezierza suwalskiego » *Institut de Recherches des Forêts Domaniales, Travaux et Compte-rendus*, Ser. A, 19 : 1-85.
- Taub F.B., 1984, « Introduction » in Taub F.B., Ed, *Lakes and Reservoirs*. Amsterdam, Elsevier, *Ecosystems of the world* n° 23, 643 p. : 1-7.
- Thienemann A., 1925, *Die Binnengewässer Mitteleuropas*. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 255 p.
- Thompson R.O. & Imberger J., 1980, « Response of a numerical model of a stratified lake to wind stress » in *Stratified flows. Proceedings of the second International Symposium of Trondheim*, vol. 1 : 562-570, cité par Imberger, 1985.
- Thornton K.W., Kennedy R.H., Magoun A.D. & Saul G.E., 1982, « Reservoir water quality sampling design » *Water Resource Bulletin*, 18 : 471-480.
- Thorpe S.A., 1998, « Some dynamical effects of internal waves and the sloping sides of lakes » in Imberger J., Ed, *Physical processes in lakes and oceans*. Washington DC, American Geophysical Union, *Coastal and Estuarine Studies* n° 54, 668 p. : 441-460.
- Timms B.V., 1992, *Lake Geomorphology*. Adelaide, Gleneagles, 180 p.
- Touchart L., 1992, « Limnologie et géographie des lacs en 1992 » *Annales de Géographie*, 101(565) : 331-335.
- Touchart L., 1993, « La machine lacustre : l'exemple du Léman » *Annales de Géographie*, 102(573) : 449-471.
- Touchart L., 1996, « Le Baïkal » *Annales de Géographie*, 105(589) : 235-256.
- Touchart L., 2000a, « Qu'est-ce qu'un lac ? » *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 77(4) : 313-322.
- Touchart L., 2000b, *Les lacs, origine et morphologie*. Paris, L'Harmattan, 210 p.
- Touchart L., 2001, *De la température de l'eau à la géographie des lacs*. Université de Limoges, mémoire d'HDR en géographie, 480 p.
- Touchart L., 2002, *Limnologie physique et dynamique, une géographie des lacs et des étangs*. Paris, L'Harmattan, 395 p.
- Touchart L., 2003, *Hydrologie, mers, fleuves et lacs*. Paris, Armand Colin, collection « Campus », 190 p.

- Touchart L., 2006, « La définition de l'étang : le point de vue de la géographie limnologique » *Studia Universitatis Babes-Bolyai, Geographia*, 51(1) : 117-132.
- Touchart L. & Graffouillère M., Dir., 2004, Les étangs limousins en questions. Limoges, L'Aigle, 188 p.
- Touchart L., Maleval V., Savy B., Ishiguro N., Graffouillère M., Papon P., Bartout P., Nion G. & Bouny J., 2002, « Le PERE (Plan d'eau de recherche expérimental) en géographie limnologique : une approche novatrice appliquée à l'étude des réseaux trophiques aquatiques » Impact des perturbations locales ou planétaires (naturelles ou anthropiques) sur les réseaux trophiques aquatiques, Paris, Institut Océanographique, Recueil du 5e Congrès international de limnologie-océanographie, 9-12 septembre 2002, 164 p. : 155 et un poster.
- Trintignac P. & Kerleo V., 2004, Impacts des étangs à gestion piscicole sur l'environnement. Nantes, Syndicat mixte pour le développement de l'aquaculture et de la pêche en Pays de la Loire, 69 p.
- Trotignon J., 2000, Des étangs pour la vie, améliorer la gestion des étangs. Montpellier, Atelier Technique des Espaces Naturels, 70 p.
- Université de Metz, 2003, Système « étangs de Lindre ». Rapport définitif campagnes 1997-2002. Pour le Conseil Général de la Moselle, 189 p.
- Vanney J.-R., 2002, Géographie de l'océan global. Paris, Gordon et Breach, 355 p.
- Verzier J., 1998, « L'étang dombiste » in Broyer J., Benmergui M., Curtet L., Fournier J.Y., Varagnat P., Henry L. & Hobléa M.-P., L'étang, une question d'équilibre. Birieux, Station ONC Monfort, 16 p. : 1.
- Weimann R., 1942, « Zur Gliederung und Dynamik der Flachgewässer » *Archiv für Hydrobiologie*, 38 : 481-524. Welch P.S., 1952, *Limnology*. New York, McGraw-Hill, 538 p.
- Wetzel R.G., 1990, « Land-water interfaces : metabolic and limnological regulators » *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für theoretische and angewandte Limnologie*, 24 : 6-24. Wetzel R.G., 2001, *Limnology, lake and river ecosystems*. San Diego, Academic Press, 3rd ed., 1006 p.
- Whipple G.C., 1898, « Classifications of lakes according to temperature » *The American Naturalist*, 32 : 25-33.
- Whittow J., 1984, *The Penguin Dictionary of Physical Geography*. London, Penguin Books, 591 p.
- Wilhelm F., 1960, « Seen als geographisches Forschungsobjekt » *Berichte zur deutschen Landeskunde*, 25(2) : 305-321.
- Williams O.O., 1968, « Reservoir effect on downstream water temperatures in the upper Delaware river basin » *United States Geological Survey professional Paper*, 600B : 195-199.
- Wiszniewski J., 1953, « Uwagi w sprawie typologii jezior Polskich » *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 1(14) : 11-23.
- Wurtz A., 1945, « Recherches écologiques sur les lacs, étangs et tourbières d'Auvergne » *Annales de la Station centrale d'Hydrobiologie Appliquée*, 1 : 89-166.
- Wurtz A., 1958, « Peut-on concevoir la typification des étangs sur les mêmes bases que celle des lacs ? » *Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische and angewandte Limnologie*, 13 : 381-393.
- Wüst G., 1936, « Die Gliederung des Weltmeeres. Versuch einer systematischen geographischen Namengebung » *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 82(2) : 33-38.
- Авакян А.Б., 1999, « Водохранилища и окружающая среда » // Хубларян М.Г., отв. Ред., Водные проблемы на рубеже веков. Москва, Наука, 348 с. : 217-226.
- Буфал В.В., Линевич Н.Л., Башалханова Л.В., 1990, « Прибайкальский государственный природный национальный парк : мезо- и микроклиматические особенности » // Воробёв В.В., Мартынов А.В., Отв. Ред., Природопользование и охрана среды в бассейне Байкала. Новосибирск, Наука, 224 с. : 108-113.
- Галазий, Г.И., 1988, Байкал в вопросах и ответах. Москва, Мысль, 288 с. Кузнецов, С. А., 2004, Большой толковый словарь русского языка. Санкт-Петербург, Норинт, 1536 с.
- Ладейщиков Н.П., 1982, Особенности климата крупных озёр на примере Байкала. Новосибирск, Наука, 318 с.
- Лесненко В.К., 1989, Мир озёр. Москва, Просвещение, 158 с.

- Любушкина С.Г., 2004, « Воды суши » // Любушкина С.Г., Пашканг К.В., Чернов А.В., Общее землеведение. Москва, Просвещение, 288 с.: 138-165.
- Россолимо Л.Л., 1957, Температурный режим озеро Байкал. Москва, Академия наук СССР, Труды Байкальской лимнологической Станции, 16, 551 с.
- Трёшников А.Ф., 1988, Географический энциклопедический словарь. Москва, Советская энциклопедия, 432 с.
- Чебаненко В.В., 1988, « Влияние дальнего и ближнего переноса промышленных выбросов на загрязнение оз. Байкал » География и природные ресурсы, 4 : 79- 83.