

Marnage et biodiversité en étang peu profond: estimation et relations (Limousin, France)

D. BRUNAUD

UMR 6042 GEOLAB CNRS, 39E rue Camille Guérin, F-87036 Limoges, France
touchart@unilim.fr

Résumé Des études multivariées sont réalisées depuis 2002 sur un plan d'eau continental pelliculaire, l'étang de Landes, situé en Limousin. En rapport avec sa situation en tête de source et sa localisation dans une topographie très peu encaissée de bassin sédimentaire tertiaire, en rapport avec la variabilité climatique, cet étang connaît un fonctionnement hydrologique particulier qui se matérialise, à l'échelle annuelle, par une dynamique saisonnière des niveaux d'eau, en l'occurrence par un marnage. Sur le plan vertical, l'amplitude de ce dernier est tel qu'il permet, sur le plan horizontal, d'entretenir de larges marges mi-aquatiques, mi-palustres dont dépend en partie l'évolution de la biodiversité qu'il accueille. Secondée par des facteurs externes qui, comme le vent ou l'exposition, entretiennent une géographie spécifique de la vie, la morphologie et la bathymétrie de l'étang permettent surtout l'existence d'un gradient hydrique. De ce dernier découle un gradient biologique, avec des zones préférentielles d'évolution ou de croissance des espèces, qui, dans cette zone humide fragile, peut rapidement être remis en question, sans gestion réfléchie basée sur la connaissance globale du fonctionnement du plan d'eau, par les caprices de l'hydrosystème.

Mots clés étang pelliculaire; marnage; biodiversité; zonation; spatialisation

Water levels variations and biodiversity in a shallow pond: appreciation and relations (Limousin, France)

Abstract Since 2002 multivariate studies have been carried out on a continental water body, the pond of *Landes*, in Limousin. In relation to its situation at the head of sources and its location in the lowland of the sedimentary Tertiary basin, with respect to the climate changeability, this pond shows a particular hydrological regime which shows yearly in dynamic changes of the water levels, more precisely by the variations of the water mass. On a vertical level, its amplitude is so important that, on a horizontal level, it allows broad margins on which the biodiversity develops. Besides, the amplitude is accentuated by external factors, such as the wind or exposure, which create a specific geography of life (fauna and flora), morphology and bathymetry of the pool result in a hydric gradient. On this gradient depends a biological gradient, with favourite zones of evolution or growth of species, which can be endangered by the chance of the hydrosystem. It can be endangered too, in this humid fragile place, if it is not wisely managed or without taking into account the global dynamics of the water body.

Key words shallow pond; water levels variations; dynamic aquatic zone; hydrological complex/working system; biodiversity; zonation; habitat; spatialization; specific localization

INTRODUCTION

Éléments consubstantiels du territoire français en général, composantes paysagères majeures du Limousin, les zones humides forment aujourd'hui des milieux de plus en plus admirés pour leur valeur environnementale. Pourtant, leur vulnérabilité est grande et leur raréfaction engendre d'importants problèmes socio-économiques et écologiques. Les étangs se trouvent aux confins d'une politique actuelle de meilleure gestion, de préservation de la ressource en eau et de conservation de leur biodiversité, cette dernière faisant leur richesse.

Les classements abondent, variant entre ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique), ZICO (Zones d'Importance Communautaire pour les Oiseaux) et autres Réserves Naturelles, et témoignent ainsi des richesses biologiques de ces milieux. Cette affirmation est d'autant plus vraie dans le cas des étangs vastes et peu profonds, offrant de ce fait de grandes possibilités de zonation biologique. Or, aucune de ces mesures de protection n'établit réellement des associations de fait entre ces îlots de vie, où faune et flore jouent l'exception à foison, la répartition géographique de cette biodiversité et le fonctionnement-même de la cuvette stagnante. Il s'avère donc nécessaire, au travers d'une démarche limnologique (La limnologie est "la science des eaux intérieures s'intéressant à tous les facteurs qui influencent la vie des eaux et leur peuplement" (Hutchinson, 1957). C'est "la science des lacs et en général des eaux dormantes continentales, traitant de leurs aspects hydrologiques, chimiques, biologiques, géomorphologiques..." (George, 1970), d'identifier, d'un côté, la biologie des étangs, de l'autre, la morphologie et l'hydrodynamique de ces masses d'eau, pour, à terme, rechercher les interactions entre cet état de fait et ces processus fondamentaux. Une fois le modèle immergé authentifié, une fois les conséquences des fluctuations de niveau d'eau sur la présence et le maintien d'une faune et d'une flore aussi nombreuse que diverse sur un site humide appréciées et clairement définies, de manière positive ou négative d'ailleurs, une fois les zones de croissance ou d'évolution préférentielle cartographiées/schématisées, bref une fois la connaissance parfaite du fonctionnement de ces milieux acquise, les aménageurs et autres propriétaires pourront les régir au mieux, en intégrant un maximum d'éléments dans leur gestion.

L'engagement d'une telle étude est particulièrement intéressant dans le cadre du classement récent par décret du 23 décembre 2004 (Journal Officiel du 30 décembre 2004) de l'étang de Landes, alors plus grand étang du Limousin, en Réserve Naturelle Nationale. Devenu ainsi la 157^{ème} Réserve Naturelle de France, et la deuxième de la région, ce plan d'eau creusois se voit soumis, depuis nombre d'années, à une réglementation officielle spécifique sur le plan faunistique et floristique. Or, il est nécessaire que cette gestion se base sur une prise en compte du fonctionnement global du site.

L'objectif scientifique de cette étude d'étang pelliculaire et de ses marges humides est donc double. Il ambitionne à la fois de caractériser le marnage de ce milieu particulier et vise à apprécier la fonctionnalité d'ensemble de cette entité aquatique, chose généralement négligée dans les démarches de classement et de préservation. Aidée par l'emploi des SIG, une modélisation et une géospatialisation des processus engagera une approche novatrice dans l'étude à plusieurs échelles des étangs et se

voudra servir de modèle initiateur pour la gestion des plans d'eau peu profonds et la préservation de leur biodiversité. Bref, associer l'hydrosystème à l'écosystème et faciliter la compréhension de leur fonctionnement en en faisant des géosystèmes, voilà l'aspiration de cet article.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'étude

Niché au cœur d'un bassin sédimentaire tertiaire du Nord-Est du département de la Creuse, l'étang de Landes se distingue et remet en question l'ensemble des avis préconçus sur les pièces d'eau limousines. A la profondeur certaine de ces congénères régionaux, il répond par une pellicularité; à leur petite étendue, il oppose plusieurs dizaines d'hectares d'eau qui, évoluant saisonnièrement au gré des apports hydrologiques, sédimentaires et physico-chimiques, permettent la présence et le maintien sur le site d'une diversité et d'une richesse avifaunistique et botanique exceptionnelle (Fig. 1).

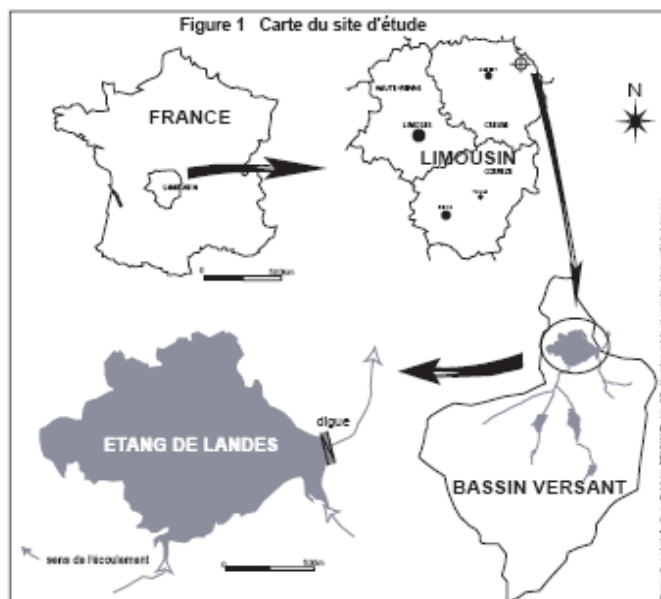


Fig. 1 Carte du site d'étude.

Du terrain à la biogéocénose

Des comptages ou des prospections sont régulièrement constitués sur le site pour déterminer les espèces systématiquement présentes, soit par la centrale ornithologique limousine, soit par le Centre Régional des Espaces Naturels. Différente, notre démarche est avant tout synécologique, c'est-à-dire chercher à définir et à expliquer les interrelations entre les communautés animales ou végétales et leur habitat, en

l'occurrence ici une zone humide vaste et peu profonde. Afin de compléter ou mieux d'actualiser les multiples études botaniques et ornithologiques déjà réalisées sur le site, nous nous sommes livrés, à différentes saisons, à des relevés personnels, en notant précisément la localisation, l'expansion du développement quand il s'agit d'une plante, l'espace d'évolution dans le cas de la faune, et les dates d'observation, afin de relier chacune d'elles à la dynamique hydrologique de l'étang. Sur le plan floristique, les groupements à *Littorella* et *Luronium natans*, à Myriophylles et *Potamogeton gramineus*, à *Bidens tripartita*, à Lemnacées, à Utriculaires et à *Hydrocharis* sont retenus pour l'expérience. Pour la faune aviaire, sur les 181 espèces observées, nous focaliserons notre démonstration sur les zones de vie de quelques Podicipédidés, d'Ardéidés, d'Anatidés, de Rallidés, de Gruidés, de Récurvirostridés et de Scolopacidés. Les habitats et les zones d'influence sont définis, tant que possible, par GPS. Les SIG permettent entre autres de les cartographier tout en les rapportant aux autres mesures de terrain, de modéliser leur évolution et ainsi de proposer une biogéocénose intégrée au fonctionnement de l'étang.

Appréciation bidimensionnelle du modelé immergé

Travail nécessairement préalable à toute étude d'un plan d'eau quel qu'il soit, la bathymétrie permet de définir précisément la morphologie de l'objet aquatique apprécié. Une campagne bathymétrique est alors réalisée avec l'aide d'un GPS (*Global Positioning System*) permettant de localiser chaque point de sondage des profondeurs dans l'espace en temps réel. Bien que les sondages par ultrasons soient aujourd'hui très utilisés, le sondage à main reste une opération assez facile, moins coûteuse et surtout plus aisément adaptable à l'exploration des faibles profondeurs (inférieures à 5 mètres). Avec une profondeur moyenne de 82cm, l'étang de Landes fut sondé de manière inédite au moyen d'une perche rigide, de diamètre 2cm, graduée, composée de 3 tubes en plastique, chacun longs d'un mètre, assemblés les uns aux autres par des pas de vis munis d'une sécurité. Intelligemment conçue pour se poser sur la vase sans s'y enfoncer, ce qui sinon viendrait malencontreusement fausser les mesures, elle se termine par un hérissure de ramonage (M. Graffouillere, 2000) (Fig. 2). Dans ce genre de campagne, plus le nombre de coups de perche donné est grand, plus le profil sous-stagnustre est précis. L'exploration du relief immergé de l'étang de Landes, mené en avril 2003, représente plus de 1700 mesures inédites des profondeurs, soit une densité de plus de 15 sondages à l'hectare.

Bien loin des tous premiers essais scientifiques français de représentation manuelle des sondages (par Buache, 1737, cité par George, 1970), le géographe dispose aujourd'hui de nouveaux outils de représentation et d'analyse. Les Systèmes d'Information Géographique et les modèles numériques de terrain permettent, en effet, une approche encore plus quantifiée des phénomènes. Une fois collectées, chaque donnée de profondeur est saisie dans un système géoréférencé où la projection utilisée est de type Lambert II, méridien de Paris. Dans notre expérience, le logiciel *Mapinfo* est utilisé: il récupère sous forme d'un tableau les coordonnées attributaires de chaque point (x, y, z) qui sont ensuite exportées vers un autre logiciel, *Surfer*, pouvant les convertir en modèle numérique de terrain. *Surfer* procède à partir de séries de points

renseignés dans l'espace et créé des matrices. Pour cela, une interpolation est nécessaire "afin de produire une grille orthonormée qui ensuite pourra être traitée" (Graffouillere, 2003). Divers modes d'interpolations sont disponibles; pour notre part, le *kriging* fut retenu, "respectant le mieux les données originelles au contraire d'interpolations comme le *minimum curvature* qui lisse la grille pour un meilleur aspect visuel" (Graffouillere, 2003). La taille de la grille de l'étang de Landes est de 98 rangs et 128 colonnes, soit 12 544 points interpolés. Les fonds stagnustres peuvent alors être cartographiés. La carte bathymétrique est modélisée en 2Dimensions (Fig. 2) avec une possibilité de modulation de divers paramètres: l'angle de représentation, l'inclinaison, la projection ou encore l'accentuation de l'échelle verticale pour une meilleure mise en valeur, voici autant de manipulations possibles sous *Surfer*. De plus, ces modèles bidimensionnels inédits permettent également, au moyen de la grille interpolée, de quantifier le modelé du plan d'eau concerné. Avec la fonction *terrain slope*, *Surfer* peut réaliser des cartes de pente constante; avec la fonction *profile curvature*, des cartes d'isolignes de changement de pente peuvent être effectuées. Support novateur aux calculs limnologiques parfois longs, ce logiciel permet aussi d'apprécier rapidement et précisément le volume d'un étang en couplant les données matricielles bathymétriques et un niveau d'eau. De là découle la grande utilité de cet outil informatique dans l'étude de plans d'eau hydrologiquement variables. Pour des niveaux d'eau saisonniers différents, il est possible de déterminer le volume correspondant à chacun.

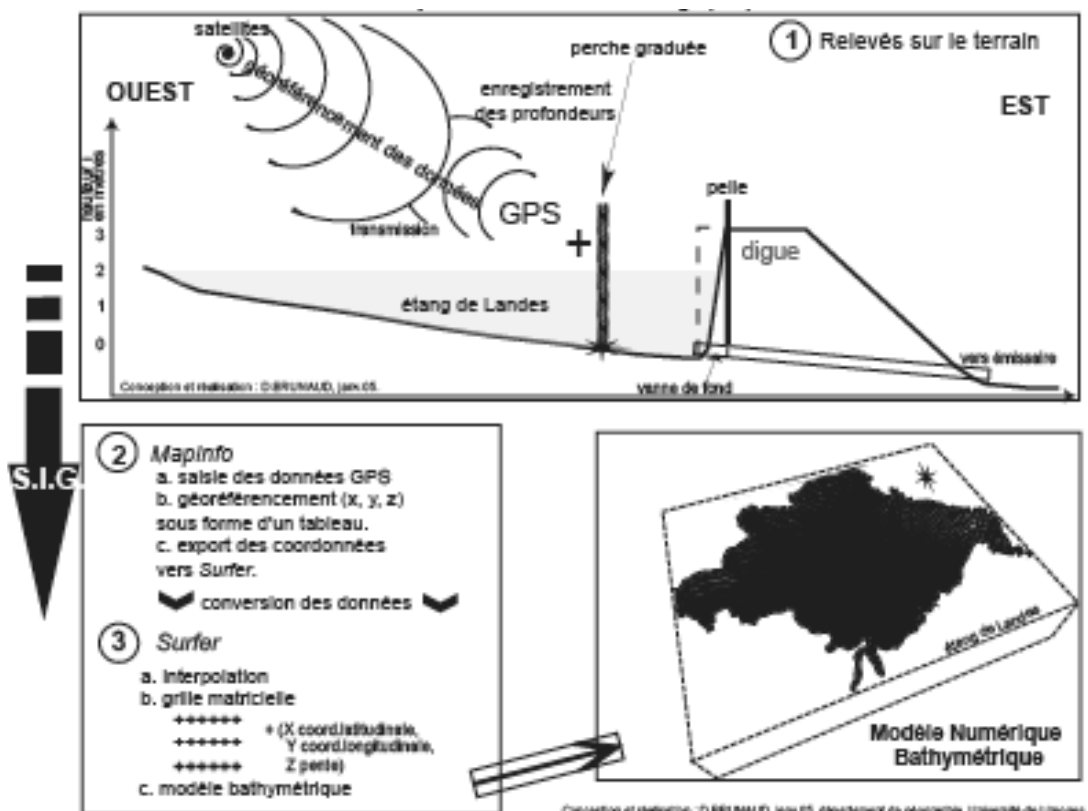


Fig. 2 Principe de définition des valeurs bathymétriques d'un plan d'eau et contribution des Systèmes d'Information Géographique à leur modélisation.

Estimation du marnage

Pour les données relatives à l'hydrodynamique, la méthode consistant à mesurer la hauteur d'eau au niveau de la pelle de fond est retenue depuis plus de deux ans et demi de suivi. 121 données de hauteur d'eau furent ainsi collectées, de manière hebdomadaire, à l'aide d'un limnimètre. Couplées aux modèles bathymétriques précités, ces valeurs autorisent la représentation en deux dimensions des transgressions / régressions des niveaux d'eau. Rapportées aux connaissances biogéographiques du site, des transects locaux de la végétation peuvent être proposés en fonction du gradient hydrique. Quant à la faune, il est évident que sans la découverte périodique de vasières, les haltes migratoires, l'hivernage ou les nichées sur le site seraient bien moindres.

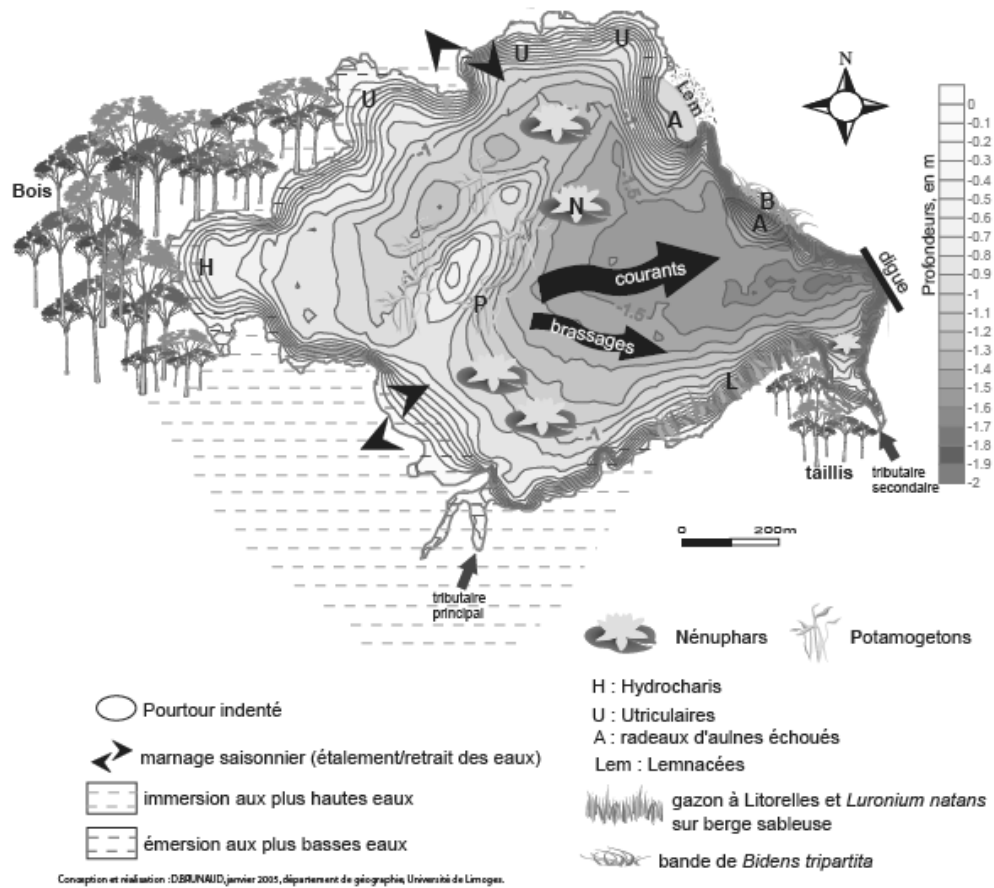


Fig. 3 Bathymetrie aux dynamiques hydrologiques et biologiques d'un étang pecculliculaire.

RÉSULTATS

Il s'agit ici de mettre en relief quelques facteurs importants du fonctionnement d'un plan d'eau, dans une relation de cause à effet, pour optimiser à terme sa gestion dans le but d'une préservation de sa biodiversité. Chacun des suivis doit d'abord être pris en compte séparément avant d'être corrélés, les uns aux autres et avec d'autres, dans une ultime partie.

Variables biologiques

Du point de vue de la structure aviaire, l'étang de Landes, inventorié ZNIEFF de type I depuis 1986, classé quelques années plus tard comme ZICO par la Directive européenne "Oiseaux" (La Directive européenne "Oiseaux" n°79/409/CEE contient une annexe I regroupant "les espèces faisant l'objet de mesures de conservation en particulier en ce qui concerne leur habitat (Zone de Protection Spéciale)". Ces espèces font alors l'objet d'une protection totale puisque l'Article IV de la Directive précise que "les espèces mentionnées à l'annexe I font l'objet de mesures de conservation spéciale concernant leur habitat, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans l'air de distribution". Ce sont généralement des espèces dites remarquables qui soit sont rares, soit sont vulnérables et donc menacées de disparaître), tout dernièrement classé en Réserve Naturelle Nationale, compte plus de 200 espèces fréquentant le site, dont 127 furent déclarées nicheuses certaines sur l'étang et ses abords immédiats après un bilan des observations réalisées sur 30 ans (SEPOL, 2001). Compte tenu du nombre élevé d'espèces, le Tableau 1 ne présente qu'une liste exhaustive des observations effectuées depuis 2000.

Concernant la structure floristique, identifié comme Zone Humide d'Importance Majeure au plan national en 1994 par l'Observatoire National des Zones Humides et promu site *Natura 2000*, l'étang de Landes comporte plus de 250 espèces végétales. Certaines sont protégées sur le plan européen (*Luronium natans*), d'autres au plan national (*Littorella uniflora*), d'autres enfin au niveau régional (*Utricularia vulgaris*). Alors que la végétation aquatique et rivulaire des plans d'eau limousins est habituellement réduite à une unique ceinture végétale incomplète, ici une dizaine d'habitats se juxtaposent, s'interpénètrent parfois, en tous cas se succèdent depuis la pleine eau, définie par un isobathe-référence de 100 cm, jusqu'aux marges palustres tantôt couvertes tantôt découvertes par les eaux de l'étang.

Du point de vue morphologique, le modelé profond se caractérise par un fond plat, avec une très faible déclinaison, la pente générale étant inférieure à 0.4°. Le modelé littoral s'assimile à un périmètre sinueux et indenté, correspondant à une valeur de développement du trait de côte de 3.49. Ce découpage, et donc cette régularisation non achevée du littoral, permet l'existence de multiples baies, plus ou moins ouvertes aux vents, aux courants, plus ou moins bien exposées. De plus les littoraux de l'étang de Landes se caractérisent par une domination des processus d'accumulation, que cette dernière soit sableuse ou argileuse. Ces deux types de sédimentations jouent également, à l'échelle stationnelle, un important rôle dans la géographie de la vie sur les marges de cet étang (Fig. 4).

Tous ces particularismes offrent des possibilités de forte zonation et d'étagement temporaires dont l'importance est capitale pour la richesse faunistique et floristique.

Importance du marnage

Le suivi biennuel révèle un marnage moyen de 60 cm. Pour l'année 2003, le maximum relatif était de +28 cm en février pour un minimum de -47 à la mi-septembre. Concernant 2004, le maximum relatif est de +24 cm en août, le minimum de -21 cm

Tableau 1 Quelques espèces aviaires de l'étang de Landes et leurs caractéristiques.

Familles	Espèces Noms français	Noms scientifiques	Statut de reproduction	Espèces rares et menacées en Limousin
<i>Podicipédidés</i>	Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	NC	
	Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	NC	
	Grèbe à cou noir	<i>Podiceps nigricollis</i>	NP	
<i>Phalacrocoracidés</i>	Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Non N	
<i>Ardéidés</i>	Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	NP	
	Grande Aigrette	<i>Egretta alba</i>	NC	
	Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	NC	
	Héron pourpré	<i>Ardea purpurea</i>	NC	×
<i>Anatidés</i>	Oie Bernache du Canada	<i>Branta canadensis</i>	Non N	
	Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>	Non N	
	Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>	Non N	
	Canard chipeau	<i>Anas strepera</i>	NC	×
	Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>	NC	×
	Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	NC	
	Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	Non N	
	Sarcelle d'été	<i>Anas querquedula</i>	NP	×
	Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i>	NP	×
	Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i>	NP	×
<i>Rallidés</i>	Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	NC	×
<i>Gruidés</i>	Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	Non N	
<i>Burhinidés</i>	Oedicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	NC	×
<i>Charadriidés</i>	Petit Gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	NC	×
	Grand Gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>	NP	
	Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	NC	
<i>Récurvirostridés</i>	Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Non N	
<i>Scolopacidés</i>	Combattant varié	<i>Philomachus pugnax</i>	Non N	
	Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	Non N	
	Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i>	Non N	
	Courlis cendrés	<i>Numenius arquata</i>	Non N	
	Chevalier arlequin	<i>Tringa erythropus</i>	Non N	
	Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>	Non N	
	Chevalier aboyeur	<i>Tringa nabularia</i>	Non N	
<i>Laridés</i>	Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>	NP	
<i>Sternidés</i>	Guifette moustac	<i>Chlidonias hybridus</i>	Non N	
<i>Sylviidés</i>	Phragmite des joncs	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	NC	×
<i>Emberizidés</i>	Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	NC	

Les espèces notées **en gras** sont dites **espèces remarquables** au niveau régional.

Non N, Non nicheur; NP, Nicheur possible; NC, Nicheur certain

Sources: d'après observations personnelles 2000–2005 et données SEPOL (extraits du dossier scientifique de demande de classement en réserve naturelle de l'étang de Landes, 2001).

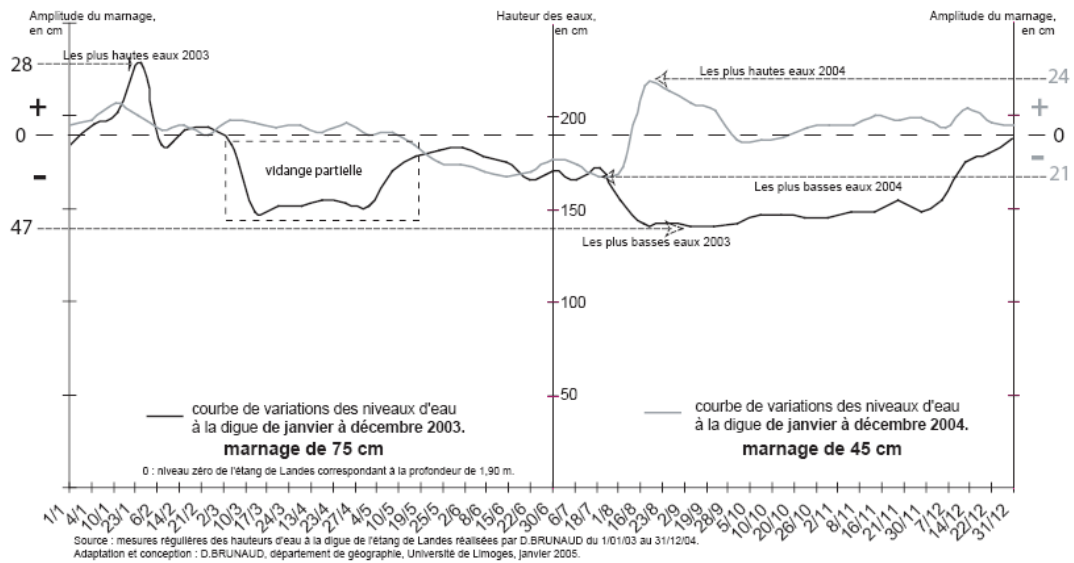


Fig. 4 Deux ans d'évaluation du marnage d'un étang pelliculaire (étang de Landes, Creuse, Limousin, France).

fin juin. La Fig. 3 met bien en évidence cette dynamique temporelle des niveaux d'eau de cet étang pelliculaire. Globalement, dans le cas d'un étang situé en climat tempéré de façade occidentale, les plus hautes eaux interviennent en hiver, les plus basses à la fin de l'été. Ici, à l'analyse du graphique, la situation de l'année 2004 semble bouleverser cette logique. La plus grande inondation se produit à la mi-août, de manière assez brutale, tout juste 50 jours après les plus bas niveaux annuels. Ces derniers s'expliquent par de forts apports pluviométriques, sous forme orageuse, qui, en 15 jours, ont déversé 141.9 mm d'eau (du 5 au 19 août 2004, sources Météo France). Cumulés aux apports fluviaux représentant un débit moyen mensuel aoûtien de 1 102 682 m³ (ce qui est quasiment le débit moyen mensuel du mois de janvier 2003), ces hauts niveaux ont eu tendance à régresser et à se maintenir par la suite autour de la profondeur moyenne.

Une poursuite des mesures dans le temps permettra d'en déduire un cycle hydrologique "normal" de l'étang. A ce jour, la courbe de 2003 semble plus s'y prêter et sert de référence.

Découlant de sa pellicularité, la variabilité du fonctionnement hydrologique de l'étang de Landes dépend d'une réponse immédiate aux apports en eau. Les décalages temporels sont extrêmement faibles. Des simulations ont donné des temps de répercussion très rapides, de l'ordre de l'heure pour les débits d'apport (indice de corrélation $R^2=0.81$), de la journée pour les pluies directes.

Fortement dépendant des facteurs externes, le marnage annuel moyen de l'étang met en mouvement un volume de 611 471m³ d'eau, ce qui est considérable rapporté au propre volume du plan d'eau qui est de 836 465 m³. Plus de 70% de la tranche d'eau sont employés.

Sur le plan horizontal, ce marnage recouvre périodiquement les marges littorales de l'étang. En queue d'étang, pour une élévation de niveau de 10 cm à la digue par rapport au niveau 0 de l'étang, l'extension des eaux peut gagner jusqu'à 50 m sur les

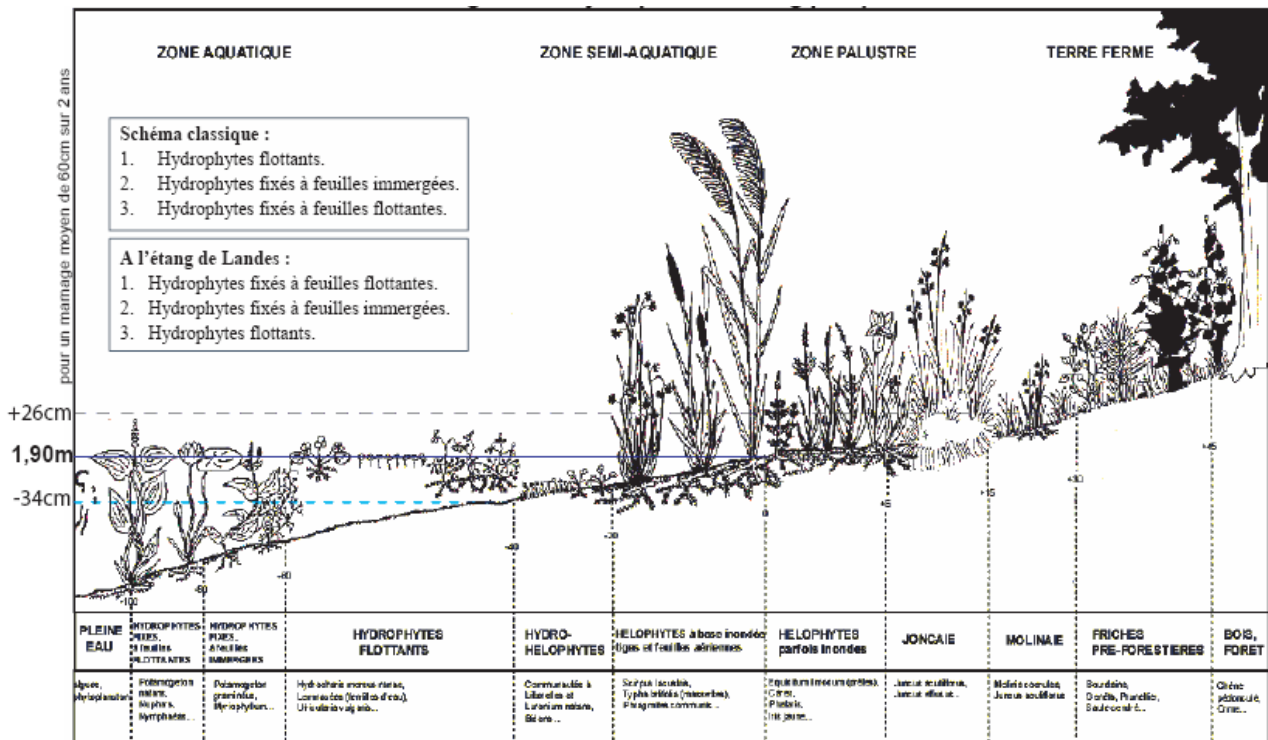
zones palustres. A l'inverse, en période de basses eaux, l'eau se retire et découvre les sédiments littoraux sur plusieurs mètres vers l'intérieur de la cuvette aux endroits les plus plans. En créant des courants, cette hydrodynamique, aidée par le vent, permet aussi le prélèvement, le transport et le dépôt de flux sédimentaires et organiques sur les berges (Fig. 4). Ce processus représente une potentialité de plus dans l'explication de la répartition des espèces.

DISCUSSIONS

En mettant en parallèle les résultats, divers constats peuvent être dressés

Pour la flore

- (i) La morphologie du plan d'eau, développant un vaste plafond, très légèrement encaissé, quasiment plat, offre à la végétation des conditions faciles d'extension vers le large. Toutefois, l'agencement des végétaux dans l'étang de Landes remet en question la plupart des croquis généraux de répartition de la végétation dans un étang. De la pleine eau vers le rivage, il est souvent proposé de trouver les hydrophytes flottants, puis les hydrophytes fixés à feuilles immergées, enfin ceux fixés à feuilles flottantes. Ici, les *Hydrocharis*, les Lemnacées ou autres Utriculaires ne se développent pas en limite de la pleine eau, mais en recul dans les diverticules du plan d'eau en arrière des deux autres groupements (Fig. 5).



Conception et réalisation : D.BRUNAUD, 2003.

Fig. 5 Spatialisation spécifique de la végétation en fonction de l'hydrodynamique et du gradient hydrique d'un étang peu profond.

Les plus adaptés à la plaine eau croissent autour ou tout juste en deçà de l'isobathe 1m. Ce sont les Nénuphars jaunes (*Nuphar lutea*) localement associés à *Potamogeton natans*. Tous deux développent des tiges longues et souples résistant aux variations de niveaux. La ceinture aquatique suivante se compose de *Potamogeton gramineus*. Ils occupent plus de 20 hectares dans la partie Ouest du plan d'eau. Or, cette localisation n'est pas hasardeuse; situés loin de toute zone d'ombre, à des profondeurs avoisinant 70 cm, ces herbiers thermophiles bénéficient d'une bonne pénétration directe de la lumière dans la mince lame d'eau. Cette radiation, atteignant déjà 322h en juin (2004), contribue à maintenir une température de l'eau élevée et relativement homogène, de 32.2°C en surface à 26.3°C au fond (à 60 cm en ponctuel), nécessaire à leur croissance et à leur floraison.

Ensuite, en continuant notre progression vers le littoral, les plantes aquatiques non fixées se développent, comme le Lemnion. Sténobathes, ces herbiers stagnophiles ne supportent que de très faibles variations de profondeur, d'où leur localisation unique en arrière de deux radeaux végétaux échoués. Au sein de ces petites lagunes simplement inondées d'une quinzaine de centimètres au printemps, les lentilles d'eau forment de mai à juillet "des sortes de petites prairies compactes d'un vert soutenu". De plus, ces minuscules phanérogames d'à peine 2 mm de diamètre sont très sensibles et vulnérables aux perturbations causées par les variations de niveau, aggravées par les brassages de surface liés au vent qui, compte tenu de la vaste extension longitudinale de l'étang sur plus d'un kilomètre et demi, bénéficie d'une longue course formant rides et courants. En juillet 2004, des vagues de 24cm en fin de course furent mesurées en rive Est-Nord-Est. A l'abri des aulnes échoués sur cette même berge, cet habitat est conservé.

Alliant les conditions naturelles du milieu à la morphologie, les Hydrocharis (*Hydrocharis morus-ranae*) se localisent dans une seule baie de l'étang, la plus sous le vent, la plus ombragée. Dans cette zone profonde de 50cm, ils souffrent peu des effets du vent et le marnage, assurant toujours une immersion globale de cette baie en hiver et maintenant au moins 10 cm lors des exondations les plus marquées, permet son développement spécifique. Pendant l'hiver, leur appareil végétatif meurt et leurs stolons coulent sur le fond. Ayant consommé, pendant la mauvaise saison, l'amidon qu'ils renfermaient, ces bourgeons, allégés, remontent en surface et donnent de nouveau les premières feuilles.

Les Utriculaires (*Utricularia vulgaris* et *Utricularia australis*) se situent, à l'inverse, dans les anses les mieux exposées et les moins profondes du plan d'eau. Leur localisation s'adapte aux oscillations saisonnières du marnage. Flottantes, elles avancent et reculent, formant ainsi un habitat mouvant. Par contre, ce n'est pas anodin de retrouver ces plantes héliophiles dans ces franges littorales, baignées tout au plus par 10cm d'eau lors des étiages les plus prononcés (2003) et où la température estivale de l'eau avoisine 33°C (2004).

- (ii) L'impact des seules fluctuations de niveau d'eau doit aussi être envisagé en terme de conséquences, positives ou négatives, sur les espèces. En fonction de la sensibilité des espèces au marnage, nombre d'exemples pourraient être développés; nous ne retiendrons que quelques taxons indicateurs.

Sur le plan floristique, deux habitats méritent d'être cités. Se développant en rive sud-est constituée par une plage sableuse, l'association des communautés à

Littorella uniflora et *Luronium natans* nécessite une immersion hivernale, suivie d'une exondation estivale de la berge. En été, cette phytocénose prend l'aspect d'un gazon ras et fleuri. En hiver, les Littorelles ont besoin d'une immersion totale pour se maintenir (Fig. 4). Or, du fait de l'irrégularité intersaisonnière des niveaux d'eau déjà évoquée, cet habitat ne représente que 0.2 hectares et est en régression. En 2003, un contrôle anthropique des hauteurs d'eau pour éviter les inondations alentours entraîna un raccourcissement de l'immersion et un appauvrissement. A l'inverse, les hauts niveaux naturels de l'été 2004 ont, par inondation prolongée, empêché cet habitat de fructifier. La résultante en est que ces formations laissent progressivement place à une Cériçaie beaucoup moins fragile.

L'autre habitat d'hydro-hélophytes est celui à *Bidens tripartita*. Lui aussi a besoin du marnage pour se développer. Localisée en rive Nord-Est en arrière d'un autre îlot végétal échoué, cette phytocénose nitrophile ne peut se développer que sur les rives très riches en azote. Outre sa provenance externe dans la dépression ennoyée, ce dernier est surtout lié au dépôt et à la décomposition de matières végétales. Celles-ci arrachées en amont lors des hautes eaux, constituées principalement de tiges et de feuilles fragiles de *Potamogeton gramineus*, sont poussées par les vents et les courants sur cette rive. Pendant l'exondation, le groupement peut alors croître sur cette berge enrichie. En 2004, sa maintenance fut fortement entravée par les hauts niveaux d'eau en août, l'habitat disparaissant sous les eaux. Si gestion humaine des niveaux il devait y avoir, une régulation pour assurer un niveau estival et automnal inférieur à 1.70m permettrait le maintien de cet habitat sur le site.

Pour la faune

- (iii) Tout comme pour la flore, la morphologie du plan d'eau offre à la faune plusieurs d'évolution possibles. La morphométrie y participe également en permettant la juxtaposition d'aires de vie sans la moindre concurrence. Chaque espèce ou famille d'oiseau trouve à l'étang de Landes les conditions de milieu adaptées à leurs propres physiologie ou capacités. Tandis que la zone la plus profonde d'avant-digue est privilégiée par les canards plongeurs tel le Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) ou le Grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis*). Des couples de Foulques macroules (*Fulica atra*) s'y ajoutent: ces rallidés déterminent l'emplacement de leur nid en surface de l'eau précisément à la verticale d'une grande profondeur (110cm) ce qui semble être pour eux, depuis quatre ans, gage de sécurité. Mise à part ces quelques oiseaux plongeurs, la majorité de la faune aviaire de l'étang de Landes n'évolue pas au-delà de l'isobathe 1m. Les anatidés de surface, les Hérons Pourprés (*Ardea purpurea*), les Cendrés (*Ardea cinerea*) et les Aigrettes (*Egretta alba* et *garzetta*) évoluent préférentiellement en queue d'étang où la profondeur n'excède pas 40 cm. Tous ces sédentaires profitent également de l'exondation des berges vaseuses pour filtrer la vase grouillante de particules végétales et animales.

Or, cet "estran d'eau douce" profite surtout à des migrants qui choisissent de faire de longues haltes justement parce qu'il y a émergence de larges vasières. Parmi ceux-ci, les rassemblements printaniers pré-nuptiaux d'Avocettes (*Recurvirostra avosetta*), de Pluviers, de Bécasseaux et alliés s'effectuent de mars à mai, époque

où les niveaux d'eau commencent à baisser. Puis, la progression vers les bas niveaux estivaux permet à certains de ces limicoles de nidifier sur le site (Petit Gravelot, *Charadrius dubius*, juin 2003, source SEPOL). Les regroupements postnuptiaux, et donc pré-migratoires, sont observés dès juillet jusqu'à début novembre (12 Avocettes élégantes, nov. 2002). Tous ces oiseaux ont la particularité d'avoir un long bec, parfois recourbé, leur permettant uniquement de se nourrir en fouillant la vase à la recherche de larves et de vermisseaux. Il leur faut donc des zones d'évolution appropriées, l'étang de Landes remplissant parfaitement ce rôle.

D'autres, tels les Vanneaux huppés (*Vanellus vanellus*), nécessitent l'exondation de bancs vaseux pour leur reproduction. S'accouplant sur ces glacis rivulaires et bâtissant leur nid à même la vase, ils évoluent ensuite dans les landes alentours.

Nous pouvons enfin citer les Grues Cendrées (*Grus grus*), fidèles visiteuses du site, qui, soit en migration postnuptiale automnale (novembre, décembre), soit en migration pré-nuptiale (février, mars), trouve un milieu nourricier (abondance des graines de Carex, d'Iris enfouies dans le sédiment limono-argileux, revégétalisation temporaire du banc), un milieu si peu profond où des bancs sableux de plusieurs centaines de mètres (qu'elles affectionnent pour leur repos nocturne) flirtent avec la surface de l'eau, bref un milieu si vaste et si découpé qu'il en est sécurisant (les grues sont très farouches).

- (iv) La sensibilité des espèces au marnage doit, malgré tous ces côtés positifs sur la biodiversité, aussi être envisagée en terme de risques. Une exondation trop prolongée dans le temps, comme lors d'une vidange annuelle (2000) ou d'une longue sécheresse (été 2003) par exemple, provoque de réels dommages sur la phragmitaie. Tout comme les fluctuations de niveau de l'étang, les Roseaux Communs (*Phragmites communis*) sont instables dans leurs besoins en eau; deux à trois mois d'exondation par an semblent favoriser leur multiplication, à condition que le milieu reste tout de même imbibé d'eau; plusieurs semaines dans 30cm d'eau causent l'asphyxie de leurs rhizomes et donc leur dépérissement.

De même, les inondations prononcées posent problème pour la croissance des aulnes et autres saules cendrés implantés sur des radeaux échoués. Ce phénomène est assez fréquent sur cet étang, les mouvements verticaux et les brassages horizontaux détachant facilement des îlots sédimentaires et végétaux mal fixés au sol. Inondées en permanence par 60 à 80cm d'eau, les racines manquent d'oxygène et les arbustes meurent.

En conclusion, il ressort donc de cette étude que l'influence de l'hydrodynamique dans la répartition des espèces dans un plan d'eau est la variable-clé du fonctionnement de l'hydrosystème, la disponibilité en habitats étant également corrélée à la configuration du plan d'eau considéré, en l'occurrence sa superficialité. La présence et le maintien de nombreuses espèces sur place le confirment et attestent de potentialités toujours effectives du milieu humide. Même si les interventions anthropiques de contrôle des niveaux ne sont pas, dans le cas d'une libre réalisation, toujours favorables à l'état biologique de cette zone humide, raisonnées, elles doivent pourtant tendre vers une gestion intégrée et intégrante de multiples variantes du milieu. Car, comme les contrôles climatiques et fluviaux ne peuvent par définition pas s'effectuer, l'amélioration artificielle des

conditions hydrodynamiques pourrait permettre à certaines espèces sensibles de se maintenir durablement sur le site, à d'autres de s'y installer et d'augmenter ainsi l'abondance de la biodiversité.

Cette étude montre que les assemblages d'espèces et d'habitats répondent à deux gradients, un physique et l'autre hydrique. Un peu comme des agencements en mosaïque, aussi hétérogène fut-elle, ces zones de vie sont dynamiques dans l'espace et dans le temps. Bien plus, c'est tout le plan d'eau lui-même qui est en perpétuelle activité, celle-là motivant la première. Le constat biologique a pu ainsi être mis en parallèle avec la structure physique du milieu considéré et des micro-stations internes qui le composent.

Quelques autres composants et processus du milieu ont pu être ébauchés dans cet article, mais de manière assez brève. Une approche multiparamétrique des étangs, avec des mesures de même ordre, est désormais capitale et doit être poursuivie, afin de modéliser les relations milieu aquatique/processus, milieu/habitat, processus/habitats. En les associant à la recherche irremplaçable sur le terrain, les Systèmes d'Information Géographique seront de précieux outils de travail complémentaires. Ces modèles seront alors intégrés aux réflexions d'aménagements et serviront de base d'appréciation soit de l'absence totale d'intervention, soit des impacts des opérations envisagées. A partir de là, des méthodes ou plutôt des conseils de gestion pourront être présentés.

REFERENCES

- Brunaud, D. (2004) *L'étang de Landes, archétype du fonctionnement et des richesses des écosystèmes pelliculaires?*, mémoire de DEA en géographie physique, université de Limoges, France.
- Delebecque, A. (1898) *Les lacs français*, Chamerot et Renouard, Paris, France.
- Devillers, P., Devillers-Terschuren, J. & Ledamp, J-P (1989) *Habitats of the European Communities, CORINE-BIOTOPE Programm*, rapport inédit CEE, France.
- Dussart, B. (1966) *Limnologie, L'étude des Eaux Continentales*. Gauthier Villars, Paris, France.
- Gillieron & Martin (1988) *L'eau et la vie: faune et flore des zones humides*, (éd. by Luce Wilquin), 27-230. Lausanne, Switzerland.
- Graffouillere, M. (2003) L'apport des outils de la géomatique à l'étude des lacs méditerranéens: le lac de Matemale dans les Pyrénées Orientales. In: *The Mediterranean World Environment and History*. Paris-La Sorbonne, France.
- Håkanson, L. (1981) *A Manual of Lake Morphometry*. Springer, Berlin, Germany.
- Rougerie, G. (1993) *Biogéographie des Milieux Aquatiques*. Colin, collect. U. Paris, France.
- Sepol (1991) *Atlas des Oiseaux Nicheurs en Limousin*. Limoges, Souny, France.
- Sepol (2000) *L'avifaune Nicheuse Rare et Menacée Nichant en Limousin*. Limoges, France.
- Sepol (Soc. d'Etude et de Protection des Oiseaux en Limousin) (2003, 2004) *EPOPS revue des naturalistes du Limousin*, no. 57, no. 58, no. 59, no. 60, no. 61, no. 62, no. 63.
- Touchart L. & Graffouillere, M. (2004) *Les étangs limousins en questions*, ed. de l'AIGLE, Limoges, France.

