

Flore des mares de l'Orléanais

Laurent LÉQUIVARD* & Jean-Charles MILLOUET**

Résumé. - Dans le cadre du programme VALMARES nous avons étudié la flore de 130 mares dans la région d'Orléans qui se répartissent entre la FD d'Orléans, le Val de Loire, la Sologne et Chambord. Sur chacune de ces mares nous avons réalisé deux transects suivant le plus grand axe de la mare et sa perpendiculaire. Tous les mètres nous avons noté la flore présente, son abondance ainsi que d'autres facteurs. En parallèle des études portant sur les diatomées, les mollusques, les coléoptères et des relevés physico-chimiques ont été réalisés. La flore observée présente une forte diversité avec près de 170 espèces des zones humides dont plusieurs espèces remarquables soit près de 50% de la flore caractéristique des zones humides du Loiret. Nous notons aussi une forte originalité de chacune des mares avec des différences floristiques notables. Nous cherchons à comprendre ces particularités en lien avec la qualité des eaux mais aussi avec les caractéristiques des mares. L'ensemble de ces observations nous permet de confirmer le rôle majeur de ces petits écosystèmes dans la préservation de notre patrimoine naturel. On peut cependant s'interroger sur la pérennité de nombre d'entre eux, qui ne dépend que de la bonne volonté de leur propriétaire ou gestionnaire, qu'ils soient publics ou privés. En effet, ces milieux évoluent rapidement et seules des actions et des usages humains permettent leur maintien localement.

Mots-clés. - Mare ; Flore ; Biodiversité ; Qualité de l'eau ; Orléanais.

INTRODUCTION

Le programme VALoriser se Mobiliser pour l'Aménagement et la Restauration de l'Eau qui Sommeille (VALMARES) a été lancé en 2007 par les syndicats de Pays Forêt d'Orléans-Val de Loire et Sologne Val Sud regroupés dans un Groupement d'Action Local. Le programme a été piloté par l'association Loiret Nature Environnement qui a assuré le suivi administratif, scientifique et la coordination des opérations.

Ce programme s'est fixé pour objectif d'apprécier la qualité de l'eau des mares et de proposer, dans la mesure du possible, des indices de qualité de l'eau reposant sur des composantes biologiques à l'image de ce qui existe déjà pour les cours d'eau. Lors de cette étude, sur chaque mare, des relevés physico-chimiques ont été réalisés ainsi que des relevés concernant les mollusques aquatiques, les coléoptères aquatiques, les diatomées et la flore vasculaire. C'est sur cette dernière composante biologique, la flore vasculaire, étudiée dans le cadre de l'étude VALMARES, que portera notre propos.

L'étude concerne les mares de la région Orléanaise soit un territoire qui s'étend de la Beauce au Nord à la Sologne au sud en passant par le Val de Loire et étendu au Domaine national de Chambord à l'Ouest. Sur ce secteur ce sont 130 mares qui ont été l'objet de l'étude en prenant en compte la diversité de leurs situations sur la base de la typologie nationale des mares qui identifie 14 types de mares [SAJALOLI & DUTILLEUL 2001].

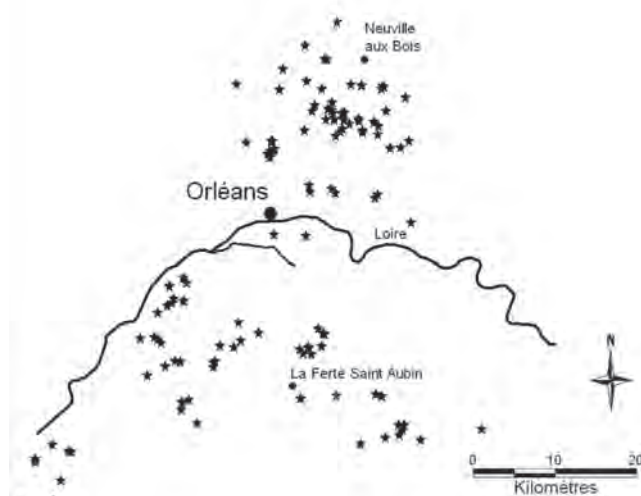
MATERIEL ET METHODES

Les relevés de terrain ont été réalisés entre fin avril et début septembre au cours des années 2008, 2009 et 2010, sur l'ensemble des 130 mares qui ont fait l'objet de cette étude. Afin d'établir un protocole qui nous permette de répondre à nos attentes et de pouvoir caractériser la végétation aquatique des mares nous avons consulté la littérature existante. Aussi nous avons retenu l'étude sur la Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse [OERTLI *et al.* 2000] dont nous nous sommes largement inspirés de la méthode PLOCH (pour PPlan d'eau- O- de Suisse - CH-).

Un premier repérage des mares est réalisé par lecture de cartes topographiques et de photographies aériennes consultées sur le site du Géoportail [IGN 2007 à 2010]. Puis une visite

est organisée sur le terrain pour rencontrer les propriétaires des mares par enquête directement auprès des habitants proches. Une autorisation verbale est demandée au propriétaire de la mare en l'informant des différents relevés qui seront effectués dans la période de prospection. Pour ce qui concerne les forêts domaniales une autorisation globale d'étude et de circulation a été demandée à l'Office National des Forêts et au Domaine national de Chambord. Cette recherche est orientée de manière à avoir 5 mares de chaque type au Nord et au Sud de la Loire et ainsi obtenir une répartition homogène au sein du territoire d'étude. Cette recherche nous a conduit à éliminer un type, les mares péri-urbaines que nous n'avons pas suffisamment rencontrées. Finalement nous retenons donc 130 mares qui appartiennent aux 13 types suivants [SAJALOLI & DUTILLEUL 2001] : contexte feuillus, résineux, taillis, coupes-fourrés et lisières pour les mares forestières, landes-friches, chemins, prairies, champs pour les mares agricoles et auto-routes-routes, extérieur de bâtiment, périphérie de village et intérieur de village pour les mares anthropisées (Carte 1).

Pour chaque mare une fiche de renseignement est alors complétée. Elle nous permet de noter des informations générales soit un numéro de mare, une date de relevé, une commune, un lieu-dit proche de la mare ainsi que ses coordonnées GPS (Notées sur le terrain ou relevées sur le site



Carte 1. - Localisation des 130 mares étudiées.

* 6 rue du Béchereau, 45230 Sainte Geneviève des Bois, France, laulequi@club-internet.fr

** ONF Réseau habitats-flore, 45470 Rebréchien, France, jean-charles.millouet@onf.fr

Géoportail) et le nom du propriétaire. Sont notées ensuite sa position topographique dans le paysage, la typologie de la mare selon les 14 types nationaux [SAJALOLI & DUTILLEUL 2001] et la nature géologique du substrat à partir des cartes géologiques du BRGM consultées sur le site Infoterre [BRGM 2011]).

Une description physique de la mare est réalisée au cours du relevé. Elle permet de noter la forme de la mare, sa plus grande longueur, sa plus grande largeur et d'estimer sa superficie maximale en eau. Nous notons sa profondeur maximale au moment du relevé et la transparence de l'eau à l'aide d'un disque de Secchi. Sont relevées, les sources d'alimentation en eau autres que les précipitations de même que la nature du fond pour les mares artificielles (bache plastique, ciment, ...). Ces différentes données permettront, avec les informations fournies par les propriétaires et nos observations directes, de déterminer quelles mares sont permanentes ou temporaires. Le pourcentage d'ombrage sur la mare est noté ainsi que le pourcentage et la nature d'occupation des berges en distinguant les berges nues, les berges artificielles (murs, murets,...), avec végétation uniquement herbacée, avec végétation arbustive ou avec végétation arborescente.

Pour ce qui concerne l'étude de la flore, nous avons réalisé deux transects par mare (Fig. 1). Le premier dans le sens de la plus grande longueur de la mare et le second, perpendiculairement à ce premier parcours, dans la plus grande largeur. Sur ces séquences linéaires nous relevons la flore, tous les mètres à l'intérieur d'une placette d'un mètre carré. La longueur des transects est mesurée au double-décamètre. Cette méthode nous permet sur ces deux lignes d'échantillonnage d'avoir une vision très complète de la flore de chaque mare. Nous avons relevé 6657 carrés-échantillons. Au sein de chaque carré nous estimons visuellement la présence des espèces végétales et le recouvrement de chaque espèce selon l'échelle de Braun-Blanquet [BRAUN-BLANQUET 1964]. Au cours de cette étude nous relevons l'ensemble de la flore vasculaire ainsi que 6 autres taxons que nous étions en mesure d'identifier facilement. Il s'agit d'une Bryophyte *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske, du groupe des sphaignes (*Sphagnum* sp.) et de deux hépatiques aquatiques *Riccia fluitans* L. et *Ricciocarpos natans* (L.) Corda auxquelles s'ajoute la famille des Characées et les Algues vertes filamenteuses de manière générique. La détermination des espèces est effectuée principalement à l'aide de la Flore de Belgique [LAMBINON *et al.* 2004] mais aussi d'ouvrages plus spécifiques dont ceux proposés récemment par les Agences de l'eau, en particulier "Les principaux végétaux aquatiques du Sud-Ouest de la France" [FARE *et al.* 2001].

La limite de cette méthode est l'accessibilité aux zones les plus profondes des mares. Nous étions équipés de cuissardes qui nous permettaient de prospecter jusqu'à une profondeur

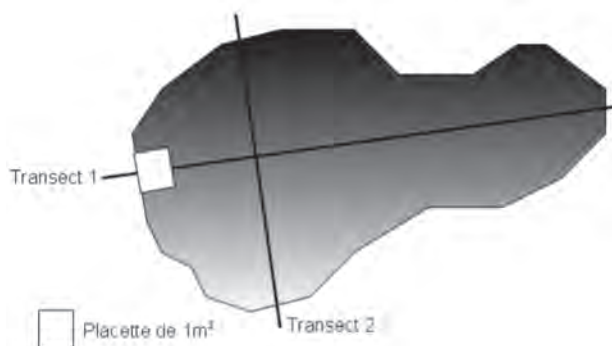


Figure 1 - Schéma du protocole de relevé de la flore.

de 1,40 m environ. Nous avons eu un problème de profondeur pour 6 mares mais sans conséquences sur nos observations de la flore car nous pouvions l'observer à 3 m de distance au maximum.

Il s'agit d'une méthode très précise d'échantillonnage de la végétation des mares mais son principal défaut est le temps nécessaire à sa réalisation. En effet, plus la végétation présente est diversifiée et la taille de la mare importante plus l'étude de celle-ci nécessite de temps. Il faut parfois prévoir plusieurs heures par mare.

Pour ce qui concerne la physico-chimie, les analyses ont été réalisées par nos collègues lors des prélèvements de diatomées ou à des périodes ultérieures pour tenir compte des assèchements. Ainsi nous disposons des analyses de 14 paramètres pour 115 mares, 15 mares étant asséchées lors des différentes visites. Les paramètres relevés au cours de ces visites sont les suivants : dureté totale, calcium (Ca^{++}), magnésium (Mg^{++}), potassium (K^+) et ammonium (NH_4^+) pour les cations. En ce qui concerne les anions ont été relevés les sulfates (SO_4^{-}), chlorures (Cl^-), nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-), phosphates (PO_4^{3-}) et silice (SiO_2). Auxquels il faut ajouter le fer (Fe_2^+), le pH et la conductivité.

Au bureau l'ensemble de nos relevés de terrain est reporté, au propre, sur des fiches individuelles à l'aide d'un logiciel de type tableur. Les données floristiques sont ensuite triées pour analyse. Cela consiste à extraire de nos relevés uniquement les espèces associées aux zones humides et milieux aquatiques et à exclure les espèces accidentelles ou appartenant aux milieux périphériques tel que des espèces ligneuses qui peuvent surplomber la mare sur de grandes distances. Pour cela nous avons analysé notre liste floristique au regard de l'écologie des espèces indiquée dans "l'Atlas de la Flore sauvage du Loiret" [PUJOL *et al.* 2007], de la classification d'ELLENBERG *et al.* [1991] et de la liste officielle des espèces permettant de définir une zone humide [annexe II Table A de l'Arrêté du 24 juin 2008]. Potentiellement, le Loiret abrite selon cette recherche 315 espèces de la flore vasculaire liées aux zones humides tous habitats confondus (cours d'eau, tourbières ou plan d'eau). Puis les informations sont regroupées dans un tableau synthétique pour l'analyse globale des informations ou nous ne conservons que la présence/absence des espèces au sein de chaque mare.

RÉSULTATS

Dans cette analyse nous proposons dans un premier temps une vision globale de la flore observée sur la base de la fréquence des espèces, de la rareté de la flore et de son caractère plus ou moins remarquable. Dans un second temps nous analyserons la richesse spécifique des mares vis à vis de la typologie retenue puis nous observerons comment varie cette richesse spécifique en fonction des différents paramètres relevés sur le terrain. Enfin, nous chercherons à établir un lien entre la composition floristique et les caractéristiques physico-chimiques des mares.

BILAN DE LA FLORE OBSERVÉE SUR LES 130 MARES

L'analyse de notre liste floristique nous a permis d'extraire 165 taxons aquatiques et de zones humides de notre liste auxquels s'ajoutent les 6 taxons complémentaires identifiés soit un total de 171 taxons dont quelques-uns n'ont pu être déterminés jusqu'à l'espèce. Les 130 mares étudiées dont la super-

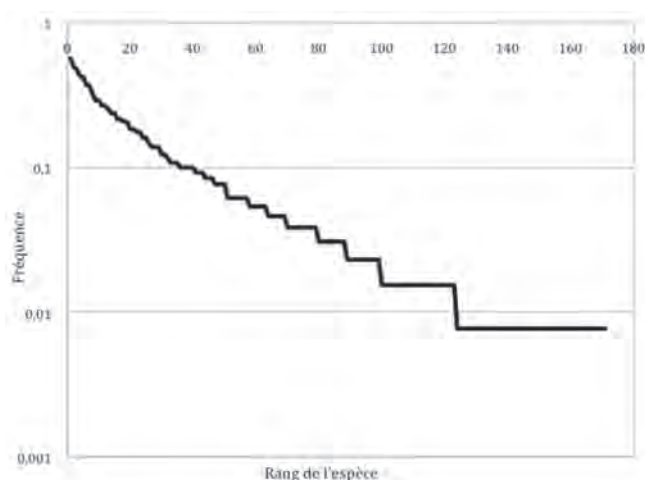


Figure 2 - Diagramme Rang-fréquence des espèces observées dans les 130 mares.

ficie cumulée représente environ 7,7 ha, rassemblent donc 165 taxons sur les 315 espèces potentielles de zones humides dans le Loiret soit 52% de ces espèces. Elles sont un très bon réservoir de dispersion de ces espèces vers d'autres milieux aquatiques.

Le tri des espèces par fréquence d'observation montre que deux espèces *Juncus effusus* L. et *Lemna minor* L. sont présentes dans plus de la moitié des mares. On comptabilise 11 espèces qui sont présentes dans 25 % à 50 % des mares (*Lycopus europaeus* L., *Galium palustre* L., *Glyceria fluitans* (L.) R. Br., *Salix cinerea* L., *Iris pseudacorus* L., *Salix acuminata* Mill., *Agrostis canina* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Lythrum salicaria* L., *Molinia caerulea* (L.) Moench, *Carex elata* All.). De même, 27 espèces sont présentes dans 10 % à 25 % des mares. A l'opposé 48 espèces ne sont représentées que dans une mare dont 8 des 11 espèces d'origine horticole et 24 espèces sont représentées dans 2 mares dont 2 espèces d'origine horticole. Un diagramme rang/fréquence (Fig. 2) de nos observations sur l'ensemble des mares retranscrit bien cette information. Cette disposition montre des écosystèmes matures dominés par quelques espèces accompagnées de nombreuses autres qui ne sont présentes que ponctuellement et de manière dispersée. Cela reflète notre choix de ne pas échantillonner sur des mares jeunes ou restaurées récemment et qui peuvent parfois accueillir une flore pionnière importante mais transitoire. Cette information



Photo 1 - *Helosciadium inundatum* (L.) Koch, Jouy-le-Potier (Loiret), 12 juin 2010 (Cliché L. Léquivard).

permet également de comprendre l'intérêt majeur de conserver un réseau de mares car elles présentent des fonctionnements différents et abritent des espèces floristiques variées d'une mare à l'autre. Dans notre cas 48 espèces ne sont présentes que dans une des 130 mares aussi 37% des mares possèdent une espèce spécifique. La disparition d'une seule mare peut donc provoquer la disparition d'une espèce.

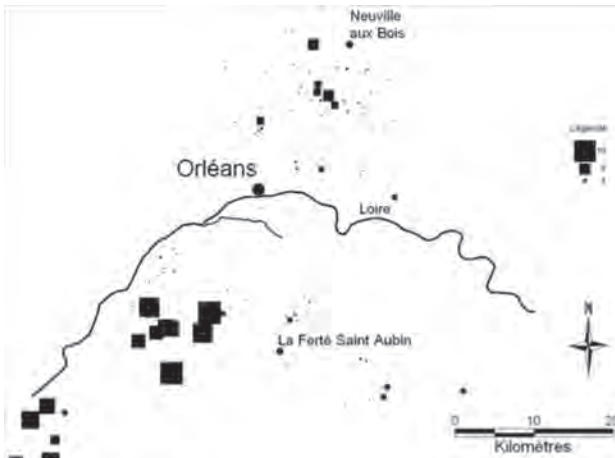
Des espèces remarquables, au nombre de 28 ont pu être observées lors de cette étude. Cinq espèces protégées au niveau national sont réparties sur un ensemble de 13 mares. Les espèces observées sont l'étoile-d'eau (*Damasonium alisma* Mill.) une Alismatacée annuelle ou bisannuelle trouvée ici en grand tapis dans une mare asséchée au centre d'un village. La gratiote officinale (*Gratiola officinalis* L.) une vivace des bords d'étangs et des prairies humides qui est observée ici en bordure d'une grande mare asséchée. La littorelle à une fleur (*Littorella uniflora* (L.) Asch.) une Plantaginacée observée sur deux mares dont celle de l'espèce précédente. Enfin le flûteau nageant (*Luronium natans* (L.) Raf.) une Alismatacée annuelle ou bisannuelle et la pilulaire à globules (*Pilularia globulifera* L.) une Marsiléacée vivace, ont été observées sur cinq mares chacune mais jamais ensemble.

Deux espèces protégées en région Centre ont fait l'objet d'une observation. Il s'agit de l'hottonie des marais (*Hottonia palustris* L.), l'espèce patrimoniale la plus observée puisqu'elle est visible dans 13 mares et le trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata* L.), observé dans une mare où il avait été planté, et était donc d'origine horticole. Nous ne tiendrons pas compte de cette espèce par la suite pour la détermination de la valeur patrimoniale des mares.

Nous avons également observé 21 espèces Déterminantes Z.N.I.E.F.F. (*Baldellia ranunculoides* (L.) Parl., *Ceratophyllum submersum* L., *Elatine alsinastrum* L., *Elatine hexandra* (Lapierre) DC., *Eleocharis ovata* (Roth) Roem. & Schult., *Eleogiton fluitans* (L.) Link, *Exaculum pusillum* (Lam.) Caruel, *Helosciadium inundatum* (L.) Koch. (Photo 1), *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Hypericum elodes* L., *Illecebrum verticillatum* Chaix, *Juncus tenageia* Ehrh. ex L.f., *Ludwigia palustris* (L.) Elliott, *Oenanthe fistulosa* L., *Potamogeton trichoides* Cham. & Schltr., *Ranunculus ololeucos* J. Lloyd (Photo 2), *Ranunculus tripartitus* L., *Salix aurita* L., *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm., *Zanichellia palustris* L.). auxquelles il faut ajouter *Hippuris vulgaris* L., vivace ici, issue de plantations horticoles et donc non prise en compte dans le calcul de la valeur patri-



Photo 2 - *Ranunculus ololeucos* J. Lloyd, Sennely (Loiret), 21 mai 2010 (Cliché L. Léquivard).



Carte 2 - Répartition de mares en fonction de leur Valeur Patrimoniale.

moniale. Nous notons en particulier dans cette liste l'ache inondée (*Helosciadium inundatum* (L.) Koch.) qui est une Apiacée vivace, indigène, redécouverte dans le Loiret sur deux communes (Ligny -le-Ribault et Jouy-le-Potier) à l'occasion de cette étude.

A partir de cette liste des 26 espèces autochtones remarquables nous pouvons calculer la valeur patrimoniale des 130 mares en affectant une valeur de 5 points aux espèces protégées au niveau national, une valeur de 3 points aux espèces protégées au niveau régional et une valeur de 1 point aux espèces déterminantes ZNIEFF. Ce calcul permet d'observer que 43 mares présentent une valeur patrimoniale avec au moins une espèce des trois catégories précédentes. La note de valeur patrimoniale pour les mares varie de 1 point (pour 12 mares) à 10 points (pour les mares numéro 103 et 110). La richesse en espèces patrimoniales varie de 1 espèce (pour 21 mares) à 5 espèces (pour la mare n°145). Lorsque nous observons la répartition géographique de cette valeur patrimoniale des mares (Carte 2), trois secteurs se distinguent nettement. En premier le secteur Lailly-en-Val, Ligny-le-Ribault et Jouy-le-Potier qui rassemble les quatre mares à plus forte valeur patrimoniale (notes de 9 et 10 points). En second lieu, le secteur de Chambord apparaît comme un pôle important d'espèces patrimoniales pour la flore des mares, non loin à l'ouest du premier. Enfin la forêt d'Orléans au nord de la Loire et plus spécifiquement le massif d'Orléans avec ici des valeurs patrimoniales plus faibles de l'ordre de 2 ou 3 points.

Des espèces de plantes invasives au sens du Groupe de Travail Plantes Invasives [GTPI 2010] ont été notées lors de nos prospections. Trois espèces sont ici concernées, dont deux en colonisation naturelle (*Eloдея canadensis* Michx., *Lemna minuta* Kunth), et une introduite (*Myriophyllum aquaticum*

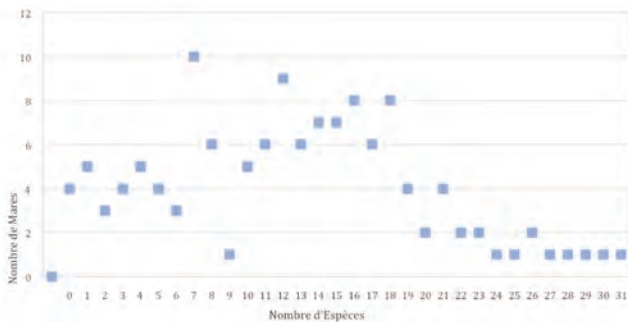
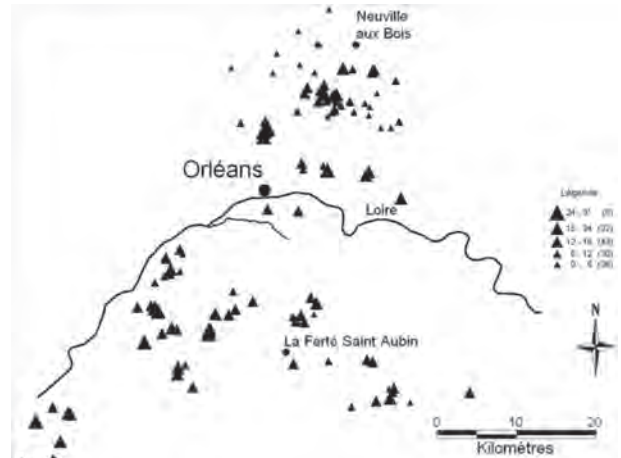


Figure 3 - Richesse spécifique des mares.



Carte 2 - Répartition des mares en fonction de leur richesse spécifique.

(Vell.) Verdc.) dans des bassins de loisir par leurs propriétaires. Ces trois taxons sont des espèces végétales invasives avérées de rang 4 pour les deux premières et de rang 3 pour la troisième sur une échelle allant de 1, pour les espèces faiblement invasives, à 5, pour les espèces les plus abondantes. Le rang 4 correspond à des espèces localement invasives avec un impact fort sur les communautés du milieu naturel récepteur alors que les espèces de rang 3 sont des espèces implantées sur des espaces anthropiques, ce qui est notre cas.

Nous constatons que l'espèce la plus répandue est la lentille d'eau minuscule présente dans 6 mares puis le myriophylle du Brésil, observé dans 2 mares, et l'élodée du Canada, observée dans une mare. Ces espèces sont toujours très abondantes dans ces mares avec un taux de présence dans nos relevés de 75% en moyenne. Elles sont donc à surveiller, en particulier les espèces d'arrivée récente, comme la lentille d'eau minuscule peu observée jusqu'à maintenant.

RICHESSSE SPÉCIFIQUE ET CARACTÉRISTIQUES DES MARES

Les mares abritent entre 0 et 31 espèces. Dans 4 cas, nous n'observons aucune espèce végétale le long de nos deux parcours. Il s'agit de deux mares de village, d'une mare de périphérie de village et d'une mare d'extérieur de bâtiment, donc de mares en situation très anthropisée avec des berges artificielles de types murs ou murets en ciment. Il est notable que

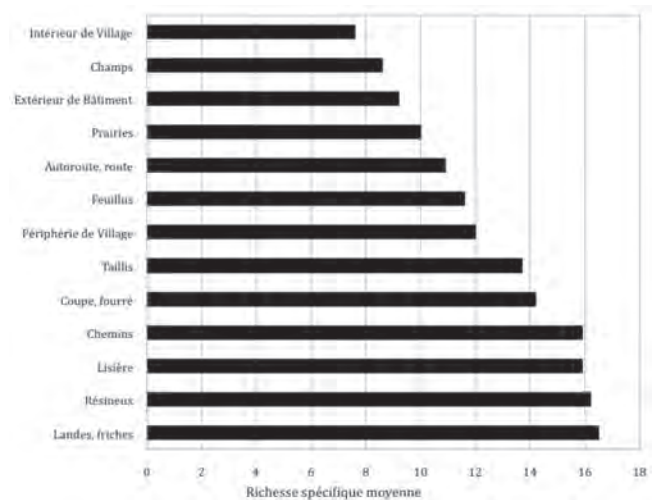


Figure 4 - Richesse spécifique suivant le type de mare.

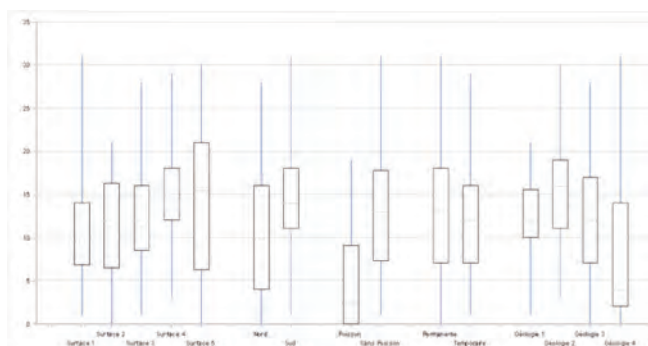


Figure 5 - Richesse spécifique suivant les caractéristiques du milieu (A). Les classes de valeurs utilisées pour les variables sont : Surface 1 = 0 m² à 210 m² ; surface 2 = 211 m² à 360 m² ; surface 3 = 361 m² à 500 m² ; surface 4 = 501 m² à 800 m² ; surface 5 = 801 m² à 3700 m². Géologie 1 = Alluvions récentes et actuelles ; géologie 2 = Alluvions anciennes, géologie 3 : Aquitainien et Burdigalien, géologie 4 : Substrats artificiels.

ces quatre mares abritent des poissons. A l'opposé, deux mares rassemblent 30 espèces ou plus, dans un cas il s'agit d'une mare en contexte naturel de grande superficie (2050 m²) et de faible profondeur, alors que dans l'autre cas il s'agit d'une petite mare de jardin (superficie de 136 m²) dans laquelle sont implantées de nombreuses espèces dont des exotiques tel que *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc ou des sauvages comme *Menyanthes trifoliata* L., ici planté. En moyenne, nous observons 12,5 espèces par mare, ce qui correspond également à la médiane de notre distribution (Fig. 3). Puis nous trouvons deux mares de résineux avec 29 et 28 espèces. Lorsque nous nous intéressons à la répartition géographique de cette richesse spécifique des mares (Carte 3), nous constatons une certaine homogénéité. Apparaissent simplement quelques zones avec des mares moins diversifiées au nord de la Loire qui correspondent à des secteurs de mares très anthropisées dans des villages ou des périphéries de bâtiments.

Lorsque nous observons la richesse spécifique suivant le type de mare (Fig. 4), nous observons que les mares d'intérieur de village sont les moins riches, ainsi que les mares de champs et des extérieurs de bâtiments, au contraire des mares de landes, friches et de résineux qui sont suivies des mares de lisières et de bord de chemin. Nous constatons un gradient de richesse spécifique qui s'accroît depuis des milieux très perturbés par des activités humaines (les cinq types du haut du graphique) en allant vers des milieux plus stables mais assez ouverts (les quatre types du bas du graphique) et en passant par des milieux de type forêts de feuillus dans lesquels apparaît une compétition avec le peuplement forestier périphérique (les quatre types intermédiaires).

Nous pouvons également observer le lien qui existe entre richesse spécifique et différents facteurs de milieu ou de description de nos mares (Fig. 5 et Fig. 6).

La surface des mares varie entre 12 m² et 3700 m² pour une valeur moyenne de 590 m². Nous constatons une augmentation progressive de la richesse spécifique avec l'augmentation de la taille des mares mais la réponse n'est pas toujours significative et la dispersion de nos observations en particulier dans les mares de grande superficie, ne permet pas de conclure de manière certaine. Ces dernières sont assez souvent en périphérie de village et accueillent des poissons, facteur qui, nous le verrons, a plus d'influence. Ces différents facteurs expliquent en partie la plus grande dispersion de la richesse spécifique

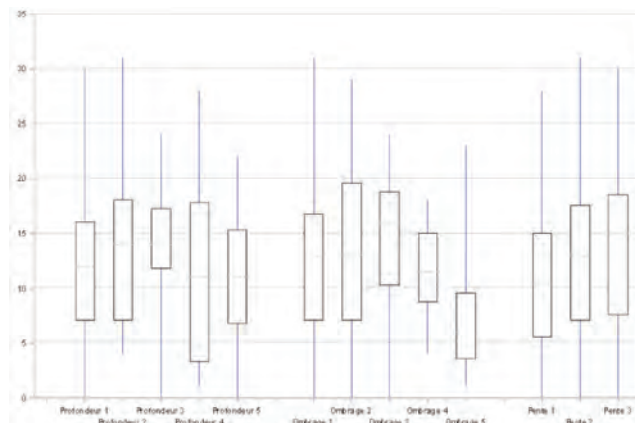


Figure 6 - Richesse spécifique suivant les caractéristiques du milieu (B). Les classes de valeurs utilisées pour les variables : Profondeur 1 = 0 cm à 40 cm ; profondeur 2 = 41 cm à 74 cm ; profondeur 3 = 75 cm à 101 cm ; profondeur 4 = 102 cm à 126 cm ; profondeur 5 = 127 cm à 172 cm. Ombrage 1 = pas d'ombre (moins de 10%); ombrage 2 = peu d'ombre (de 10% à 30%); ombrage 3 = ombrage moyen ;(de 30% à 60%) ombrage 4 = beaucoup d'ombre (de 60% à 80%); ombrage 5 = totalement ombragée (plus de 80%). Pente des berges 1 = majoritairement verticales ; pente des berges 2 = majoritairement obliques ; pente des berges 3 = majoritairement horizontales.

observée dans ces grandes mares par rapport aux autres catégories de superficie.

On observe également une plus grande richesse floristique des mares localisées au sud, sans que nous ayons une explication à fournir pour l'instant. Ici aussi il faut noter la grande hétérogénéité des situations avec une distribution des valeurs qui est très large aussi bien dans le secteur sud que dans le secteur nord de notre zone d'étude. Faut-il y voir une grande variabilité de ces milieux qui serait finalement indépendante de ce facteur de répartition géographique ?

La différence la plus nette est observée sur la présence des poissons qui entraîne une très forte diminution de la richesse floristique. Cette présence, qui s'accompagne souvent d'une gestion d'entretien par l'homme, présente un rôle majeur sur l'implantation de la flore dans notre échantillon de 130 mares dont 14 abritent avec certitude des poissons qui ont un impact fort sur la richesse floristique ainsi que sur son abondance. Les poissons interviennent ici comme consommateurs de cette végétation qui est littéralement broutée par des espèces phytophages majoritairement représentées par la famille des Cyprinidés, la plupart du temps introduits ou maintenus par l'homme. Ils interviennent également sur la turbidité de l'eau et empêchent sans doute le développement d'une autre partie de la flore étudiée.

Au contraire du facteur précédent, il semble que l'existence ou non d'un assèchement de la mare, considéré possible ou avéré dans 39 des mares, ne soit pas décisif quant à l'évolution de la richesse spécifique floristique du milieu. En effet, les deux distributions se chevauchent pratiquement en totalité. Si on établit un lien avec l'observation de la présence/absence de poissons, on pourrait penser que l'assèchement joue un rôle favorable sur la végétation, ce qui n'apparaît pas ici.

Du point de vue géologique, les mares sur des substrats artificiels sont moins diversifiées globalement que les autres. On notera, cependant, une grande gamme de variations dans cette catégorie qui peut s'expliquer par la présence ici de plusieurs mares plantées de végétation, ce qui augmente artificiellement

la diversité floristique par l'apport d'espèces d'origine horticole. Par ailleurs, la géologie semble peu intervenir sur la diversité de la flore, les trois autres catégories étant très proches les unes des autres, alors qu'elle joue certainement un rôle dans la composition des communautés végétales en sélectionnant les espèces.

La profondeur est un paramètre qui semble intervenir peu puisque notre graphique ne met pas en évidence de tendance claire en ce qui concerne la richesse spécifique. On peut cependant facilement imaginer que, là aussi, les communautés floristiques sont différentes depuis les zones asséchées vers les zones constamment en eau, cette disposition de la végétation reprenant alors la classique description des ceintures végétales cerclant les zones humides.

L'ombrage de la mare présente un impact uniquement dans le cas extrême des mares les plus ombragées (ombrage 5) où on note une baisse très significative de la richesse spécifique, qui peut déjà être notée pour la catégorie précédente. Ainsi, nous pouvons considérer que, au-delà de 2/3 d'ombrage, celui-ci impacte la richesse spécifique des mares. Cette évolution s'explique par la fermeture progressive du milieu par une canopée arborée et par la diminution importante de la lumière arrivant à la surface de la mare. La plupart des espèces aquatiques étant héliophiles, elles régressent puis disparaissent sous cette couverture. Cette évolution peut aussi marquer une dynamique de comblement du milieu par la chute des feuilles et de disparition progressive de la mare dans un processus naturel d'atterrissement accompagné d'un boisement par les ligneux comme les Saules.

Enfin on note une influence de la pente de la berge avec une augmentation de la richesse spécifique lorsque l'on passe d'une berge à dominante verticale (type 1) à une berge à dominante horizontale (type 3). Cette évolution semble logique puisqu'elle met en évidence la plus grande compétition qui va exister entre les végétaux lorsque l'espace disponible pour s'implanter est plus faible. Il faudrait d'ailleurs sans doute distinguer la flore berge par berge pour pouvoir observer des tendances plus marquées, une vision d'ensemble de la mare masque cet effet de pente car une mare peut présenter des berges avec des pentes et des expositions différentes sur l'ensemble de sa périphérie.

RICHESSSE TOTALE OBSERVÉE ET ESTIMÉE

La richesse totale observée est de 172 taxons, mais cette valeur est dépendante de notre méthode d'échantillonnage qui ne permet d'observer qu'une partie, la plus représentative, de la flore des mares. Aussi, nous avons utilisé l'estimateur Jackknife tiré de la méthode IBEM [INDERMUEHLE *et al.* 2008] afin d'estimer une nouvelle valeur de la richesse. Cette estimation repose en particulier sur la fréquence des espèces observées une seule fois en tenant compte du nombre total d'espèces observées. Nous obtenons ici une valeur estimée de 218,6 espèces. Ce sont donc environ 46 espèces végétales supplémentaires qui peuvent être estimées présente sur notre territoire d'étude. Cette valeur nous permet d'estimer qu'une partie importante de la flore des milieux aquatiques présente dans le Loiret peut s'observer en bordure des mares mais de manière dispersée et ponctuelle pour une grande majorité d'entre elles. Cela démontre de nouveau l'intérêt de la préservation de ces espaces pour la conservation de notre patrimoine floristique.

Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nitrates	5	10	30	50	62,5	75	87,5	100	112,5	plus
Phosphates	0,05	0,1	0,3	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	plus
Nitrites	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1	2	plus
Ammonium	0,05	0,1	0,25	0,5	1	2	3	4	5	plus

Figure 7 - Tableau de calcul des valeurs de combinaison des mesures chimiques.

FLORE DES MARES ET QUALITÉ DE L'EAU

Un des objectifs de cette étude est de tenter de mettre en évidence des relations entre la qualité de l'eau et la composition floristique des mares afin de proposer des pistes de réflexion pour la mise en œuvre d'un véritable indicateur biologique de la qualité de l'eau reposant sur ces végétaux ou sur une combinaison avec d'autres groupes d'êtres vivants.

Afin de répondre à cette question nous avons choisi de reprendre la méthode adoptée pour l'étude de la qualité des eaux utilisée pour les diatomées. Cette méthode repose sur la formule de ZELINKA & MARVAN [1961] qui prend la forme suivante :

$$\text{Indice de qualité} = \frac{\sum (A \times V \times S)}{\sum (A \times V)}$$

A étant l'abondance absolue ou relative de l'espèce en pourcentage

V la valeur indicative de présence de l'espèce

S la pollution/sensibilité de l'espèce.

Il s'agit à partir de nos relevés de calculer dans un premier temps l'abondance relative de chaque espèce au sein de chaque mare (noté A). Ce premier paramètre permet d'écartier de notre analyse les 4 mares qui ne présentent aucune végétation. Puis nous déterminons la fréquence de chaque espèce dans l'ensemble des mares et nous effectuons un tri en 3 classes qui indiquent les valeurs de V : classe 1 les espèces ubiquistes qui sont présentes dans plus de 33% des mares, classe 2 des espèces présentes dans 33% à 5% des mares, considérées comme indicatrices et une classe 3 avec des espèces présentes dans moins de 5% des mares et qui sont donc très sensibles et rares. Le paramètre S consiste à rechercher parmi les différentes valeurs physico-chimiques mesurées, la dispersion des mares et à les trier en fonction de ces valeurs pour mettre en évidence 5 classes depuis les milieux les plus pollués (classe 1) vers les milieux les moins pollués (classe 5). Cette phase nécessite de confronter différents indicateurs de différents types de pollutions. Nous avons retenu les nitrates et les phosphates pour les pollutions anthropiques et, l'ammonium et les nitrites pour les pollutions organiques ainsi que la combinaison nitrates et phosphates puis la combinaison ammonium et nitrites. Ces combinaisons sont obtenues en attribuant une valeur de 1 à 10 aux différentes concentrations (Fig. 7) en fonction de la grille de qualité de la Directive Cadre sur l'Eau et des recommandations pour l'évaluation des eaux de surface [MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET

	Ammonium et Nitrites	Ammonium	Nitrites	Nitrates et phosphates	Nitrates	Phosphates
Indice Maximum	16,16	16,91	17,89	16,12	17,04	16,23
Mare n°	149	123	91	136	136	136
Indice Minimum	6,73	7,19	8	5,29	5,33	6,16
Mare n°	46	46	46	36	57	51
Amplitude	9,43	9,72	9,89	10,83	11,7	10,07

Figure 8 - Résultats synthétiques des 6 Indices de Zelinka calculés.

	Ammonium et		Nitrites	Nitrates et		Phosphates
	Nitrites	Ammonium		Phosphates	Nitrates	
AMPLITUDE	3,32	3,2	4	4	3,5	3,57
min	1,68	1,8	1	1	1	1
max	5	5	5	5	4,5	4,57
moyenne	3,44	3,63	3,44	2,85	2,98	2,81

Figure 9 - Tableau de la valeur indicatrice globale de polluosensibilité (S) des espèces végétales.

DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE 2009]. Puis on réalise une moyenne de ces indices de valeur de pollution sur lesquels on applique le calcul de l'indice de Zelinka. A partir du tri des relevés en fonction de l'un ou l'autre de ces indicateurs de pollution, nous attribuons, par un calcul du moment d'inertie de chaque espèce dans les 5 classes rapporté à la présence de chaque espèce, la valeur S pour chaque espèce.

Le calcul de S nous permet de mettre en évidence les espèces qui sont plus ou moins réactives à un type de pollution. Finalement, nous pouvons calculer un indice pour chaque mare qui nous permet de la situer dans une gamme de pollution allant de 0 à 20 en réalisant le calcul de l'indice de Zelinka avec un coefficient de 4.

Au résultat nous avons donc calculé 6 indices de qualité de l'eau pour chacune des mares présentant des analyses chimiques afin de rechercher les paramètres physico-chimiques les plus discriminants du point de vue de la flore. Une vision synthétique de ces résultats (Fig. 8) nous donne plusieurs informations. Lorsque nous nous intéressons à l'amplitude des valeurs trouvées, nous constatons que les nitrates constituent le paramètre de pollution le plus discriminant pour les végétaux étudiés avec une amplitude de valeur de 11,7. Viennent en suite, la combinaison nitrates et phosphates puis les phosphates. Les pollutions d'origine anthropique sont donc les principales causes de pollutions observées ici. Les pollutions organiques ont un impact moindre sur les végétaux des mares avec la combinaison ammonium et nitrites qui nous procure la plus faible amplitude.

Les nitrates apparaissent sans surprise comme étant pour les végétaux étudiés le facteur principal d'indication de perte de la qualité de l'eau. Dans cette situation, les valeurs extrêmes de l'indice de qualité de l'eau des mares varient entre 17,04 pour la mare n°136 et 5,33 pour la mare n°57. Nous observons, pour les pollutions anthropiques, que l'eau de la mare 136 est toujours de très bonne qualité alors que les mauvaises qualités se répartissent suivant les cas sur les mares 36, 51 et 57. De même pour les pollutions organiques, l'eau de la mare 46 est

Espèce	Fréquence	Ammonium et Nitrites	Ammonium	Nitrites	Nitrates et Phosphates	Nitrates	Phosphates	Moyenne
<i>Silene alba</i> L.	13,05	3,23	4,16	2,50	1,32	1,83	1,52	2,49
<i>Spergularia arvensis</i> L.	10,77	3,63	3,27	3,7	3,19	2,11	3,44	3,92
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	10	3,37	3,05	3,93	3,09	2,42	4,23	3,48
<i>Characoides</i>	12,31	3,79	3,86	4,46	3,22	2,48	3,36	3,53
<i>Platagodon natans</i> L.	24,02	3,67	3,69	4,96	3,52	2,48	3,75	3,53
<i>Mercurialis annua</i> L.	12,31	3,29	3,61	2,3	2,59	2,53	2,77	2,96
<i>Ranunculus acris</i> L. / <i>Ranunculus repens</i> L.	10,77	3,76	3,74	4,27	2,28	2,64	2,29	3,18
<i>Isocladia palustris</i> (L.) Rosen & Schum.	18,45	3,76	3,78	4,51	2,54	2,78	2,54	3,32
<i>Chenopodium aquaticum</i> (L.) Poir.	11,54	3,45	3,41	3,58	2,39	3,02	2,69	2,79
<i>Lithospermum salsicium</i> L.	26,92	3,69	4,05	2,89	3,02	3,04	2,75	3,24
<i>Ranunculus repens</i> L.	12,31	3,17	2,69	3,93	2,16	3,64	3,08	2,81
<i>Roldanus dulcamara</i> L.	21,54	3,37	3,52	2,91	2,25	3,91	2,18	2,88
<i>Alisma verticillatum</i> (L.) Rostk & Schmidt	13,05	3,74	3,67	4,43	2,93	3,11	3,02	3,48
<i>Carex vesicaria</i> L.	93,05	3,42	3,38	3,65	4,09	3,15	3,29	3,5
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	30,77	3,49	3,63	3,21	3,27	3,15	3,17	3,32
<i>Carex flacca</i> L.	28,14	3,51	3,55	4,29	3,5	3,18	3,8	3,71
<i>Lycopus europaeus</i> L.	47,69	3,2	3,3	2,99	2,66	3,18	2,72	3,02
<i>Ranunculus flammula</i> L.	17,05	3,66	3,68	3,91	3,2	3,22	3,25	3,41
<i>Silene gallica</i> L.	43,09	3,6	3,29	3,17	2,75	3,29	2,51	3,03
<i>Lymnethus vulgaris</i> L.	25,23	3,43	3,68	3,7	3,27	3,3	3,09	3,41
<i>Lemna minor</i> L.	48,23	3,19	3,28	3,66	2,86	3,3	3,23	3,1
<i>Juncus effusus</i> L.	56,92	3,49	3,77	3,65	3,25	3,7	3,16	3,77
<i>Juncus bulbosus</i> L.	16,92	6,3	4,24	4,47	3,41	3,31	3,96	3,96
<i>Typha latifolia</i> L.	20,77	3,73	3,7	3,59	3,14	3,37	3,06	3,45
<i>Phragmites australis</i> (L.) Rostk & Schmidt	36,92	3,67	3,73	3,92	3,7	3,29	3,55	3,64
<i>Carex riparia</i> Cuvier	17,59	3,75	3,42	3,64	3,88	3,46	3,86	3,62
<i>Alisma aristosatum</i> L.	13,05	4,68	4,49	4,37	3,49	3,48	3,41	3,96
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	21,54	3,21	3,4	2,89	2,43	2,49	2,37	2,97
<i>Sagittaria latifolia</i> (L.) Rostk & Schmidt	42,31	3,46	3,56	3,12	3,37	3,51	3,46	3,41
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	22,31	2,25	2,65	3,96	3,83	3,62	3,86	3,42
<i>Utricularia australis</i> Rostk & Schmidt	24,92	3,62	3,84	3,48	3,86	3,76	3,85	3,77
<i>Riccia fluitans</i> L.	18,46	3,11	3,14	3,09	2,64	3,75	2,78	3,05
<i>Potamogeton zosterifolius</i> L.	20,77	3,24	3,73	3,66	4,01	3,29	3,96	3,81
<i>Sagittaria arifolia</i> L.	17,05	3,1	3,13	3,35	3,21	3,83	3,15	3,3
<i>Alisma canadense</i> (L.) Moench	18,46	3,61	3,85	3,5	4,18	3,84	3,96	3,87
<i>Silene acaulis</i> Moench	26,92	3,41	3,43	3,55	2,43	2,94	3,22	3,53
<i>Vallisneria spiralis</i> L.	10	3,7	3,5	4,31	3,59	4,01	3,21	3,72
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	10,77	3,62	3,78	3,25	3,75	4,26	3,37	3,7
<i>Stratiotris aquatica</i> L.	16,92	4,92	4,4	3,59	4,03	4,26	4,06	3,98

Figure 10 - Tableau de la valeur indicatrice de polluosensibilité (S) par espèce végétale pour les espèces présentes dans plus de 10% des mares ordonné suivant la sensibilité aux nitrates.

toujours de très mauvaise qualité alors que celle des mares 91, 123, 149 est de bonne qualité suivant les paramètres considérés. Il est remarquable de constater, dans ces classements, que jamais une mare ne semble en même temps subir une pollution organique et une pollution anthropique ce qui se traduit dans les extrêmes par la diversité des mares citées précédemment.

Lorsque l'on s'intéresse à la note de polluosensibilité (S) globale des espèces (Fig. 9) utilisée dans le calcul de la formule de Zelinka, on constate que ce sont les nitrites et la combinaison nitrates et phosphates qui présentent les plus fortes amplitudes avec une valeur de 4. Les nitrates figurent en quatrième place après les phosphates et avant la combinaison nitrites et ammonium, et l'ammonium seul qui ne présente qu'une faible amplitude de valeurs. La combinaison ammonium nitrites et l'ammonium ne prennent jamais la valeur minimale de 1, que prennent tous les autres paramètres, ils ne sont donc pas des facteurs de contrainte pour la flore. A contrario, on observe que la note maximale de 5 n'est jamais atteinte pour les nitrates et pour les phosphates, ce qui est le cas pour les quatre autres combinaisons testées, faisant de ces deux paramètres les paramètres les plus sélectifs. En moyenne ce sont les phosphates, puis les nitrates et phosphates et enfin les nitrates qui sont les plus déterminants pour déclasser les espèces avec des valeurs nettement inférieures aux trois autres paramètres testés. Une espèce seule ne suffit pas à indiquer la présence de pollution dans une mare car certaines espèces apparaissent nettement plus sensibles individuellement à d'autres substances que les nitrates. Au final, ce tableau nous montre que la combinaison d'un nombre important d'espèces insensibles aux nitrates permet de détecter une mare polluée par l'homme.

Lorsque l'on s'intéresse aux espèces les plus fréquentes dans les mares (Fig. 10), soit les espèces qui sont présentes dans plus de 10% des mares, on peut donner des informations utiles pour l'analyse de la pollution des mares à partir de leur flore. En moyenne nous constatons que le saule blanc est l'espèce qui se révèle la plus indicatrice des pollutions alors que le groupe des sphaignes est lui révélateur des milieux les moins pollués. Dans le détail, le saule blanc est indicateur de pollution dans quatre cas sur six, à l'exception de l'ammonium où il s'agit de la renouée rampante (par ailleurs si fréquente dans les pâtures trop fréquentées par les bovins) et de la combinaison ammonium-nitrites où il s'agit de l'hottonie des marais. A l'opposé, le jonc articulé est la marque d'une faible pollution par l'ammonium et la combinaison ammonium-nitrites. Les autres espèces, signes de faible pollution, apparaissent comme des marqueurs pour d'autres substances ainsi le scirpe des marais est révélateur d'une faible pollution par les nitrites, la

	Moyenne	Écart Type	Maximum	Minimum	Amplitude
Feuillus	13,73	1,2	15,48	11,99	3,49
Résineux	13,79	0,74	15,51	13	2,51
Taillis	13,37	1,22	14,84	10,58	4,27
Lisières	13,11	1,5	15,15	10,57	4,58
Coupe, fourré	13,52	1,65	17,04	10,5	6,54
Landes, friches	12,69	1,33	14,26	9,67	4,59
Autoroutes, routes	12,24	1,74	15,26	9,05	6,21
Chemins	12,68	0,93	14,06	11,38	2,68
Prairies	10,67	3,1	13,9	5,33	8,56
Champs	9,99	1,92	13,97	7,33	6,64
Extérieur de Bâtiment	10,62	2,97	13,55	5,89	7,66
Périphérie de village	10,33	2,23	13,53	6,22	7,31
Intérieur de village	12,03	1,17	13,98	10,65	3,34

Figure 11 - Tableau de la valeur de l'indice de Zelinka nitrates pour les différents types de mares (En italique souligné valeur minimale, en gras souligné valeur maximale).

mare forestière mixte n° 17 type 6		VALEUR	FIABILITE	mare extérieur ferme n°46 type 12		VALEUR	FIABILITE	mare de prairie n° 51 type 9		VALEUR	FIABILITE
<i>Calamagrostis epigelos</i>	11		1	<i>Salix babylonica</i>	3		2	<i>Agrostis stolonifera</i>	12		2
<i>Carex elata</i>	11		3					<i>Amaranthus retroflexus</i>	donnée manquante		
<i>Carex riparia</i>	13		3					<i>Festuca arundinacea</i>	donnée manquante		
<i>Carex vesicaria</i>	11		3					<i>Juncus inflexus</i>	5		2
<i>Frangula dodonei</i>	16		3					<i>Lemna gibba</i>	1		2
<i>Gallium palustre</i>	12		3					<i>Lemna minuta</i>	9		2
<i>Glycyca fluitans</i>	13		3					<i>Salix alba</i>	5		3
<i>Iris pseudacorus</i>	12		3								
<i>Juncus conglomeratus</i>	11		2								
<i>Lemna minor</i>	12		3								
<i>Lycopus europaeus</i>	11		3								
<i>Lysimachia vulgaris</i>	12		3								
<i>Lythrum salicaria</i>	11		3								
<i>Molinia caerulea</i>	14		3								
<i>Populus tremula</i>	donnée manquante										
<i>Potamogeton natans</i>	8		3								
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	14		3								
<i>Quercus robur</i>	donnée manquante										
<i>Rubus sectio fruticosi</i>	donnée manquante										
<i>Salix atrocinerea</i>	15		3								
<i>Typha latifolia</i>	12		3								
<i>Utricularia australis</i>	14		3								
<i>Véronica scutellata</i>	15		3								
Indice de ZELINKA	12,4		14,02	3		5,89		6,4		6,77	

Figure 13 - Exemple de calcul de la pollution d'une mare basé sur la composition floristique et comparaison avec les Indices de Zelinka obtenus pour ces mares.

Les mares les plus riches abritent environ 30 espèces et sont surtout des mares de landes, friches et résineux, alors que les plus pauvres n'en abritent pas et se localisent en intérieurs de villages et dans les champs. La source principale de ces différences semble être la présence-absence de poissons suivie de la nature du substrat, puis l'ombrage et la superficie.

L'étude de la qualité de l'eau de ces mares par le calcul de l'indice de Zelinka a permis de révéler les nitrates comme principal facteur discriminant de la composition floristique et comme le facteur le plus influent. Sur cette base nous proposons une piste de recherche pour mettre en place un indice de la qualité des eaux des mares basé sur nos observations (Fig. 12). En effet si nous reprenons la valeur de S de ce calcul, soit la polluosensibilité des espèces aux nitrates, nous pouvons attribuer à chaque espèce une valeur sur 20. Nous obtenons cette valeur pour chaque espèce en calculant la moyenne centrée réduite de l'indice S multiplié par 4. Cette valeur peut être modulée par la fiabilité de notre calcul en fonction de l'occurrence de l'espèce dans nos relevés, une espèce à faible occurrence étant peu documentée nous lui attribuons dans le calcul une faible importance, coefficient 1, alors qu'une espèce à forte occurrence se voit attribuer une plus grande importance avec un coefficient 3. Les seuils sont ici de 2,5% et de 10% d'occurrence pour déterminer les trois classes de poids. Au final la note de pollution d'une mare se calcule en faisant la moyenne des valeurs des différentes espèces pondérée par la fiabilité. Un exemple de calcul est donné figure 13. Il permet de confirmer la conformité de ce calcul avec les indices de Zelinka et indique donc qu'il est possible de déterminer la qualité de l'eau d'une mare uniquement en observant sa composition floristique.

Cette démarche que nous proposons ouvre plusieurs pistes de recherche qui devraient pouvoir confirmer les résultats obtenus. Une étude d'un échantillon plus complet de mares et de plans d'eau de petite superficie, pourrait permettre aisément d'apprécier la qualité de l'eau au regard de la communauté des plantes observées. Cette analyse nécessite cependant la présence d'un nombre suffisant de plantes, de manière à garantir une bonne évaluation de la qualité de l'eau.

CONCLUSION

Il est plus que nécessaire aujourd'hui de mieux prendre en compte ce patrimoine naturel aquatique et de mettre en valeur ces milieux trop souvent délaissés ou impactés défavorable-

ment par des pratiques modernes inconsidérées. Un constat s'impose. Par simple atterrissement, même en l'absence de perturbations extérieures, le nombre de mares diminue constamment. Il est donc primordial de stopper rapidement puis inverser ce phénomène. Pour cela, des restaurations ou des créations de mares isolées ou en réseau sont nécessaires. Elles devront être entretenues et protégées. Alors seulement, nous pourrions obtenir un maintien des espèces végétales inféodées à ces milieux, préalable à leur future expansion. Il s'agit d'un travail qui s'inscrit dans la durée et nécessite des financements. L'enjeu est d'importance, certains gestionnaires de nos territoires comme l'Office National des Forêts ont mis en œuvre des programmes pluriannuels de restauration et de suivi des mares. Il serait bon que cette initiative soit reprise par le plus grand nombre possible de propriétaires ou gestionnaires, de manière à enrayer la disparition de ce patrimoine naturel et ainsi pouvoir le transmettre aux générations futures.

Remerciements. - Nous tenons à remercier l'ensemble des partenaires de ce projet avec, en particulier, des partenaires financiers mais aussi de nombreuses contributions privées. Ce programme a été soutenu financièrement par l'Europe avec le Fond Européen Agricole pour le Développement Rural (programme LEADER), l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, la DREAL Centre, la région Centre et les deux Pays: Forêt d'Orléans - Val de Loire et Sologne Val Sud Nous remercions les nombreux propriétaires privés qui nous ont permis de réaliser des études sur leurs propriétés ainsi que l'Office National des Forêts et le Domaine national de Chambord pour leur accueil sur leurs territoires respectifs. Enfin nous remercions les personnels de Loiret Nature Environnement pour avoir assuré durant l'ensemble de ce projet la logistique administrative et le pilotage des différents groupes de travail scientifiques et de valorisation du projet Valmares.

 Références bibliographiques

- ARRÊTÉ DU 24 JUIN 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement. Article Annexe II table A
- BOUDIN L., CORDIER J. & MORET J., 2007. - *Atlas de la flore remarquable du Val de Loire entre le bec d'Allier et le bec de Vienne*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 464 p. (Patrimoines naturels, 66)
- BRGM, site Infoterre Disponible sur Internet : <http://infoterre.brgm.fr/> (Consulté entre Juillet 2011 et Aout 2011)
- BRAUN-BLANQUET J., 1964. - *Pflanzensoziologie*. (3ème édition). Wien, New-York, Springer Verlag, 14 + 865 p.
- ELLENBERG H., WEBER H.E., DULL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULISSEN D., 1991. - *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. 248 p. (Scripta Geobotanica, 18).
- FARE A., DUTARTE A. & REBILLARD J.P., 2001. - *Les principaux végétaux aquatiques du Sud-Ouest de la France*. Agence de l'Eau Adour-Garonne, 190p.
- GOUNOT M., 1969. - *Méthodes d'études quantitatives de la végétation*. Masson, Paris, 314 p.
- GROUPE DE TRAVAIL PLANTES INVASIVES (GTPI), 2010. - *Etat des lieux 2010 et proposition d'une stratégie relative aux espèces invasives en région Centre*. Document de travail du GT « plantes invasives » en région Centre ; le 06.05.2010.
- IGN, site Géoportail disponible sur Internet: <http://www.geoportail.gouv.fr/accueil> (Consulté entre 2007 et 2010).
- INDERMUEHLE N., ANGELIBERT S. & OERTLI B., 2008. - *IBEM: Indice de Biodiversité des Etangs et Mares. Manuel d'utilisation*. Ecole d'Ingénieurs HES de Lullier, Genève, 33 p.
- LAMBINON J., DELVOSALLE L. & DUVIGNEAUD J., 2004. - *Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché du Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines (Ptéridophytes et Spermaphytes)*. Cinquième Edition. Jardin Botanique national de Belgique, Meise, 1167 p.
- MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE, 2009. - *Guide Technique – Evaluation de l'état des eaux douces de surface de métropole*, Direction de l'Eau et de la Biodiversité, 74p.
- OERTLI B., AUDERSET J., CASTELLA E., JUGE R. & LACHAVANNE J.-B., 2000. - *Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse*. Laboratoire d'Ecologie et de Biologie aquatique de l'Université de Genève et OFEFP, 434 p.
- PUJOL D., CORDIER J. & MORET J., 2007. - *Atlas de la flore sauvage du département du Loiret*. Biotope, Mèze (Collection Parthenope); Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 472p. ISBN 978-2-85653-609-4.
- RAMEAU J.C., MANSION D. & DUME G., 1997. - *Flore Forestière Française, Guide écologique illustré 1 Plaines et Collines*. I.D.F., 1785p.
- SAJALOLI B. & DUTILLEUL C., 2001. - *Les mares, des potentialités environnementales à conserver, rapport final*. Centre de Biogéographie-Ecologie UMR 8505 CNRS – ENS LSH. 103p.
- ZELINKA M. & MARVAN P., 1961. - Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Arch. Hydrobiol.*, 57 : 389-407.