Actes
Journée de Rencontres du Pôle-Relais Mares & Mouillères de France

les mouillères, les platières, et mares de l'Ile-de-France

05 novembre 2004

Une mare de la platière de Bellecroix

organisée par

Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien
61, rue Buffon
75005 Paris

Pôle-Relais Mares & Mouillères de France
Institut Européen du Développement Durable
40, rue Saint Honoré
BP 103
77303 Fontainebleau Cedex

avec le soutien de

Direction Régionale de l'Environnement de l'Ile-de-France
79-83, rue Benoît Malon
94257 Gentilly Cedex

Sommaire

Intérêt écologique et nécessité de sauvegarde des mouillères en Ile-de-France
par Gérard ARNAL (Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien), p. 3

Les mouillères du Hurepoix : recensement, inventaires floristiques et intérêt botanique
par Ariane REICH (Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien), p 8

Les mouillères de l'Essonne : typologie, menaces et gestion conservatoire
par Béatriz DECENCIERE (Biology Institute, Zoology Department, University of Oslo), p. 15

Impact du labour sur la flore des mares temporaires
par Vincent DEVICTOR (DEA Ecologie, promotion 2002-2003, Université de Paris VI), p. 20

Intérêt ornithologique des mouillères
par Jean Philippe SIBLET (Direction Régionale de l'Environnement de l'Ile-de-France), p. 21

Les mares de platières d'Ile-de-France
par Gérard ARNAL (Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien), p. 23

Etude d'une espèce remarquable des mares de platières de la forêt de Fontainebleau : *Ranunculus nodiflorus* L.
par Florence NOEL (Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien), p. 24

Hydrologie et végétation des mares tourbeuses de la platière des Couleuvreux en forêt de Fontainebleau
par Marie LIRON (Académie de Créteil, Professeur relais sur la Réserve de Biosphère de Fontainebleau, Programme "Man and Biosphere"), Médard THIRY (Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris) et Alain ROYAUD (Groupe d'Etude des Tourbières), p. 25

Etude des mouvements et de la fidélité à un site de reproduction du crapaud calamite (*Bufo calamita*) dans le parc départemental de la Courneuve
par Aurélie HUSTE (Laboratoire d'Ecologie – Université de Paris VI), p. 36

Dynamique des communautés végétales des mares et étangs oligotrophes du massif forestier de Rambouillet : état des populations de *Luronium natans* (L .) Raf.
par Aurélien BOILLOT (DEA Environnement, promotion 2002-2003, Université de Paris VII) p. 39

Conservation et gestion de mares intra-forestières de plaine : approches et techniques développées depuis 15 ans en forêt domaniale de Rambouillet (78)
par Frédéric ARNABOLDI et Elisabeth ROYER (Office National des Forêts, Agence Yvelines - Hauts de Seine), p. 46

Création de milieux humides à titre de mesures compensatoires
par Valérie OTTERBEIN, Philippe ROY et Thibaut SUISSE (Rassemblement pour l'Etude de la Nature et l'Aménagement de Roissy et son District, R.E.N.A.R.D), p. 56

INTERET ECOLOGIQUE ET NECESSITE DE SAUVEGARDE DES MOUILLERES EN ILE-DE-FRANCE

Par Gérard ARNAL[1]

QU'EST-CE QU'UNE MOUILLERE ?

Une mouillère est une dépression sans exutoire, assez vaste (de plusieurs dizaines à plusieurs milliers de mètres carrés) mais peu profonde (quelques dizaines de centimètres) et avec des pentes très douces, d'origine naturelle ou semi-naturelle, située au sein de champs annuellement labourés, dans un contexte topographique horizontal (plaine, plateau). Elle a souvent une forme grossièrement circulaire et doit son nom au fait qu'elle est régulièrement, mais pas en permanence, inondée. L'inondation doit cependant durer un laps de temps significatif (plus d'un mois).

Les sols des mouillères sont très riches en éléments nutritifs (contexte de cultures intensives), parfois légèrement acides en surface, de texture limono-argileuse et plus compacts du fait de leur engorgement temporaire. Ils doivent cependant être régulièrement labourés, comme le reste de la parcelle, sinon les plantes vivaces se développent.

Lorsque la mouillère est longtemps en eau (hiver et début de printemps humides), le semis de la plante cultivée échoue ou n'est tout simplement pas possible (inaccessibilité aux engins agricoles). Lors de l'assèchement estival apparaît un peuplement végétal spontané et composite, comprenant notamment des plantes annuelles hygrophiles, typiques des bords de plans d'eau à niveau variable.

Nous excluons des mouillères les "flaques", où l'eau peut simplement stagner quelques jours après une période de pluie, mais sans que se développe une flore spécifique. En revanche, nous assimilerons aux mouillères les mares situées dans le même contexte de parcelles labourées, non entourées d'arbres et dont le niveau d'eau s'abaisse sensiblement en été mais qui, étant plus profondes, gardent toujours un peu d'eau. On peut alors y trouver des grandes plantes vivaces des marais.

LOCALISATION DES MOUILLERES EN ILE-DE-FRANCE

Le principal secteur de mouillères en Ile-de-France s'étend du Hurepoix au nord du Gâtinais, du plateau de Trappes - Rambouillet (Yvelines) à l'ouest jusqu'au pays de Bière (Seine-et-Marne) à l'est, en passant par le centre-nord du département de l'Essonne.

INTERET FLORISTIQUE DES MOUILLERES FRANCILIENNES

a. Les mouillères de la plaine de Bière

Plusieurs espèces végétales remarquables ont pu être observées, dont notamment :

- l'Etoile d'eau (*Damasonium alisma*), **espèce protégée nationale**, présente dans 11 stations ;
- l'Elatine verticillée (*Elatine alsinastrum*), très rare en Ile-de-France ;
- le Scirpe couché (*Schoenoplectus supinus*), très rare en Ile-de-France.

b. Les mouillères des Yvelines et de l'Essonne

Pour se faire une idée de l'intérêt floristique des mouillères de ce secteur Hurepoix - Nord Gâtinais, nous avons rassemblé les données en possession du CBNBP, portant sur 9 communes du secteur, prospectées entre 1994 et 2000.

[1] Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien. arnal@mnhn.fr

Commune	Dépt.	Abré-viation	Observateur(s)	Date	Nombre mouillères	Nombre mares assimilées
Les Essarts-le-Roi *	78	LR	CBNBP, GUITTET	08/05/94	1	
Cernay-la-Ville *	78	CV	PNRHV, CBNBP, GUITTET	25/08/95		1
Sonchamp *	78	SO	JULVE	1995		1
Chevannes	91	CH	DOUCHIN CBNBP	07/95 et 07/98 03 et 21/08/00	2	
Palaiseau	91	PA	AGEMINAT CBNBP	24/05 /99 05/06 /99	2	
Le Coudray-Montceaux	91	CM	CBNBP	18/07 /00	1	
Fleury-Mérogis	91	FM	CBNBP	27/07 /00	1	
Bois d'Arcy	78	BA	CBNBP	26/09 /00	5	
Leudeville	91	LE	CBNBP	29/09 /00	2	

* voir ARNAL, 1996

Ceci a permis de constater que, au total, 6 espèces très rares en Ile-de-France ont été observées dans ces mouillères, dont **3 espèces protégées (2 nationales et une régionale).** On retrouve notamment les 3 espèces citées ci-dessus pour la plaine de Bière.

Noms	Protection	CH	CV	SO	LR	PA	FM	BA	CM	LE
Damasonium alisma	**PN**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**			
Pulicaria vulgaris	**PN**	**O**	**O**	**O**						
Bidens radiata	**PR**							**O**		
Schoenoplectus supinus		O					O			
Elatine alsinastrum		O				O				
Callitriche brutia		O								

Quand on ajoute le fait que 25 autres espèces classées "assez communes" à "rares" en Ile-de-France ont été observées on peut affirmer que l'intérêt floristique de plusieurs de ces mouillères des Yvelines et de l'Essonne est également très fort.

AUTRES INTERETS DES MOUILLERES

Les mouillères ont un intérêt pour :

- les libellules ayant un cycle court. En plaine de Bière a été observé le Sympétrum noir (*Sympetrum danae*), **protégé en Ile-de-France** ;
- les batraciens. En plaine de Bière a été observé le Crapaud calamite (*Bufo calamita*), assez rare en Ile-de-France et **protégé en France**;
- les oiseaux. Elles servent de lieu de repos et d'alimentation pour plusieurs espèces migratrices, **souvent protégées**. L'observation de limicoles au nourrissage est fréquente (Y a-t-il un rôle aussi de ces oiseaux dans la dissémination des graines d'une mouillère à l'autre ?)

Sur un plan agricole, les mouillères permettent de concentrer les eaux de ruissellement qui, sinon, s'étaleraient plus largement dans la parcelle (rôle hydraulique assimilable à un micro-bassin de retenue).

MENACES PESANT SUR LES MOUILLERES D'ILE-DE-FRANCE

a. Evolution naturelle en cas d'abandon pur et simple

Les mouillères livrées à elles-mêmes, et qui ne sont donc plus travaillées par la charrue régulièrement, vont évoluer d'abord vers une roselière, puis ensuite vers un boisement humide à base de Saules. L'intérêt floristique de ces milieux est négligeable par rapport à la situation de départ. Les plantes annuelles qui recherchent la lumière disparaissent.

b. Le comblement

C'est un mode de destruction fréquemment rencontré. D'une année sur l'autre, notamment à la faveur d'un hiver sec, des mouillères sont comblées par les agriculteurs, pour lesquels elles représentent une gêne lors des travaux agricoles (occupation d'espace, perte de semis). Par exemple sur la commune de Villiers-en-Bière 27 sites sur 87 (31 %) ont été comblés (PIERRON, 1997). Une des deux mouillères inventoriées à Chevannes a été comblée peu de temps après la visite du CBNBP en 2000.

c. L'évolution de l'occupation des sols

L'urbanisation faite au détriment des espaces agricoles peut parfois concerner des mouillères. C'est ainsi que les mouillères de Bois d'Arcy devraient disparaître prochainement suite à la construction d'une ZAC.

d. Les aménagements hydrauliques

Les mouillères sont parfois remplacées par des bassins de retenue, beaucoup moins intéressants, en raison notamment de la forte pente de leurs berges. Le drainage des parcelles a évidemment un effet asséchant néfaste aux mouillères, lesquelles peuvent aussi parfois être simplement vidées à l'aide de tuyaux dirigés vers des fossés (PIERRON, 1997).

6. PROPOSITIONS D'ETUDES

En raison de l'intérêt écologique (et notamment floristique) majeur des mouillères franciliennes, dont certaines comportent des espèces végétales ou animales légalement protégées tant à l'échelon national que régional et face aux destructions nombreuses constatées, il est fondamental, **en accord avec les agriculteurs concernés**, de mettre rapidement en place un programme de connaissance et de sauvegarde.

Pour cela, le CBNBP dont la mission s'inscrit parfaitement dans cette problématique, propose le plan d'action suivant concernant **la flore des mouillères** (à l'exception de la plaine de Bière déjà étudiée, suivie par le Parc Naturel Régional du Gâtinais français et la Direction Régionale de l'Environnement de l'Ile-de-France).

a. Recensement des mouillères

Ceci se fera d'abord par consultation des documents IGN (cartes au 1/25000 et photographies aériennes), puis par des tournées sur le terrain, en collaboration avec les chambres d'agriculture. On s'intéressera naturellement en priorité au secteur Hurepoix – Essonne, mais sans oublier d'autres secteurs potentiels, notamment en Brie. Au cours de cet inventaire on notera les principales caractéristiques des mouillères rencontrées afin de mettre en place une **typologie**. Si possible, on évaluera aussi les **menaces potentielles**.

b. Inventaires botaniques

Toutes les mouillères seront inventoriées en passant au moins deux fois sur chacune (printemps et été). Compte tenu du fait que l'apparition de plusieurs espèces remarquables dépend des conditions

climatiques de l'année (plantes à "éclipses"), il faudra **répéter l'opération au moins deux années successives**. Tous les végétaux supérieurs seront notés et leur abondance appréciée selon la méthode des relevés phytosociologiques.

Appréciation de l'intérêt floristique et hiérarchisation des sites

On proposera une méthode pour approcher la valeur floristique globale de chaque mouillère. En plaine de Bière on a utilisé une échelle de cotation des plantes basée sur leur rareté régionale, en affectant le barème suivant :

Espèce protégée	16 points
Espèce très rare	8 points
Espèce rare	4 points
Espèce assez rare	2 points
Espèce assez commune	1 point

Le total des points obtenus pour un site est classé de la façon suivante :

0 à 3 points	valeur floristique faible
4 à 7 points	valeur floristique moyenne
8 à 15 points	valeur floristique assez forte
16 à 31 points	valeur floristique forte
32 à 63 points	valeur floristique très forte
64 points et plus	valeur floristique exceptionnelle.

A titre d'exemple, cette méthode donnerait pour les sites étudiés au paragraphe 3.1. Ci-dessus les résultats rassemblés dans le tableau suivant :

Espèces intéressantes (AC à TR)			**Sites**									Total
Noms	Rar	Pts	CH	CV	SO	LR	PA	FM	BA	CM	LE	
Damasonium alisma	**PN**	**16**	O	O	O	O	O	O				6
Pulicaria vulgaris	**PN**	**16**	O	O	O							3
Bidens radiata	**PR**	**16**							O			1
Schoenoplectus supinus	TR	8	O					O				2
Elatine alsinastrum	TR	8	O				O					2
Callitriche brutia	TR	8	O									1
Juncus tenageia	R	4	O	O		O	O					4
Gypsophila muralis	R	4			O	O						2
Chenopodium ficifolium	R	4			O							1
Medicago polymorpha	R	4	O									1
Myriophyllum verticillatum	R	4	O									1
Polygonum mite	R	4	O									1
Plantago intermedia	AR	2	O	O		O	O		O	O	O	7
Limosella aquatica	AR	2	O	O		O						3
Alisma lanceolatum	AR	2		O		O						2
Myosurus minimus	AR	2				O	O					2
Stachys arvensis	AR	2			O				O			2
Alopecurus geniculatus	AR	2		O								1
Butomus umbellatus	AR	2	O									1
Filago pyramidata	AR	2			O							1
Lythrum hyssopifolia	AC	1	O	O	O	O	O	O	O	O	O	9
Lythrum portula	AC	1	O	O		O	O	O	O			6

Ranunculus sardous	AC	1	O			O	O	O				4
Spergularia rubra	AC	1	O							O		2
Centaurium pulchellum	AC	1	O									1
Chenopodium rubrum	AC	1	O									1
Isolepis setacea	AC	1	O									1
Kickxia spuria	AC	1			O							1
Oenanthe aquatica	AC	1		O								1
Scirpus lacustris	AC	1		O					O			1
Spergula arvensis	AC	1						O				1
Total espèces	31		19	11	8	10	8	6	6	3	2	
Total points obtenus			85	48	46	35	35	28	23	4	3	

Donc sur 9 sites, 1 serait exceptionnel, 4 seraient à valeur très forte, 2 à valeur forte.

Propositions d'actions

Sur la base de la hiérarchisation ainsi obtenue, de la typologie et des menaces recensées on proposera une liste des mouillères qu'il faut absolument sauvegarder. Cette liste sera soumise aux agriculteurs concernés de façon **à définir avec eux** les mesures concrètes à mettre en œuvre. Dans la mesure où il s'agira souvent de :

- ne pas remblayer, transformer ou drainer la mouillère ;
- continuer à la labourer annuellement à l'automne pour maintenir le stock de plantes annuelles ;

il faudra évaluer d'une part le manque à gagner et d'autre part le coût des travaux "d'entretien".

Le coût des opérations ainsi défini, il faudra trouver les outils (contrats, chartes, etc.), les partenaires financiers (ex. : la Région Ile-de-France) et les opérateurs - relais (ex. : les Chambres d'Agriculture, les PNR) susceptibles de mettre en œuvre cette politique.

7. BIBLIOGRAPHIE

ARNAL G. (1996) "Découverte en Ile-de-France de plusieurs stations d'Etoile d'eau (*Damasonium alisma* Miller) durant les années 1994 et 1995", Bull. Naturalistes des Yvelines, 23 (3), pp. 42-54.

PIERRON V. (1997) "Inventaire écologique des mares de la plaine de Bière (Seine-et-Marne)", Ecosphère, Saint-Maur-des-Fossés, 93 p.

LES MOUILLERES DU HUREPOIX : RECENSEMENT, INVENTAIRES FLORISTIQUES ET INTERET BOTANIQUE

Par Ariane REICH[2]

INTRODUCTION

Une mouillère est une micro-zone humide située sur une parcelle agricole exploitée ou en jachère (figure 1). Etendue ponctuelle d'eau dormante, elle est alimentée par l'eau de pluie et est dépourvue d'exutoire. De forme approximativement circulaire, sa surface oscille entre une dizaine et plusieurs milliers de mètres carrés. Sa profondeur reste en revanche très réduite, de l'ordre de quelques décimètres, d'où des berges en pente très douce.

C'est une zone humide temporaire : en eau l'hiver et en début de printemps, elle s'assèche progressivement, partiellement ou en totalité, en période estivale. Dans le cadre d'une agriculture intensive, elle est labourée et semée en même temps que le reste de la parcelle, mais le semis meurt asphyxié dès l'inondation de la dépression.

Photo : B. DECENCIERE

Figure 1 : Vue générale d'une mouillère (Commune de Sonchamp, début juillet 2001)

L'origine physique d'une mouillère peut être naturelle (doline ou couche de sol imperméable proche de la surface engendrant la stagnation de l'eau) ou semi-naturelle (mare comblée, vieux puisard, ancienne carrière d'exploitation de la meulière utilisée en construction, ou des marnes servant à amender les terres (GOACOLOU, 1984), trou de bombe de la guerre, ou tout simplement drain bouché).

Une végétation particulière s'y développe de façon spontanée, composée principalement d'annuelles ; en effet, le labour, en rajeunissant le milieu, empêche l'implantation des vivaces. Certaines de ces annuelles, rares, présentent un intérêt patrimonial considérable.

Fort de ce constat, le Conservatoire botanique national du Bassin parisien (CBNBP) a initié, en 2001, un programme d'étude approfondi de la flore des mouillères.

ZONE D'ETUDE

Un premier ensemble de 42 communes s'articulant autour de la vallée de l'Yvette, entre Essonne et Yvelines, a été choisi en raison de sa concentration en mouillères (figure 2). Les vastes étendues agricoles qui se déploient entre le massif forestier de Rambouillet et de nombreux autres boisements dispersés sont essentiellement vouées à la céréaliculture.

Parmi ces 42 communes, 21, situées dans les Yvelines, appartiennent au Parc Naturel Régional (PNR) de Haute Vallée de Chevreuse. Depuis sa

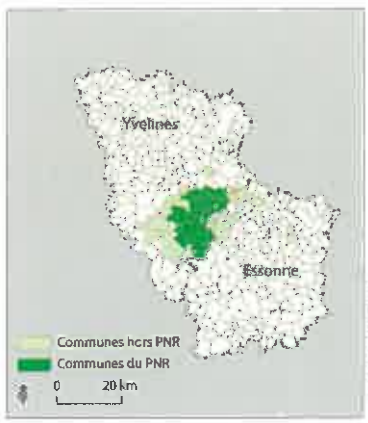


Figure 2 : Communes prospectées en Yvelines et Essonne

[2] Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité
UMS Inventaire et Suivi de la Biodiversité
Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien
Cbnbp-reich@centre.ecologie.gouv.fr

création en 1985, le Parc travaille en étroite collaboration avec les agriculteurs de son territoire, menant avec certains des actions de protection et de gestion des mares, notamment. Ces relations privilégiées semblaient un bon préalable à l'étude des mouillères du PNR et de sa périphérie.

Cette zone géographique correspond à l'ouest du Hurepoix, l'une des 16 petites régions écologiques d'Ile-de-France (ARNAL, 1996). Le sous-sol y est constitué de limons des plateaux ou d'argile à meulière de Montmorency (POMEROL & FEUGUEUR, 1986).

RECENSEMENT

La consultation des cartes topographiques au 1/25000 de l'IGN ainsi que de photographies aériennes au 1/5000 a permis un premier repérage des terrains susceptibles de recéler des mouillères. Cependant se posent les problèmes d'évolution rapide des paysages (mouillères comblées depuis l'édition de la carte), de non-représentation sur les cartes des éléments de taille réduite au profit de tracés plus importants (TEISSIER-ENSMINGER & SAJALOLI, 1997), ou encore de mauvaise interprétation des photographies aériennes, problèmes rendant souvent caduques les conclusions tirées des documents.

Un recensement direct lors de tournées de terrain s'est avéré beaucoup plus efficace et a montré qu'il était inutile de s'appesantir sur la phase documentaire. Ces tournées ont été réalisées en avril, période à laquelle les mouillères sont très visibles puisque pleinement inondées, alors que les cultures sont basses ou n'ont pas encore levé. Nous avons sollicité l'autorisation d'accéder aux mouillères auprès des exploitants agricoles.

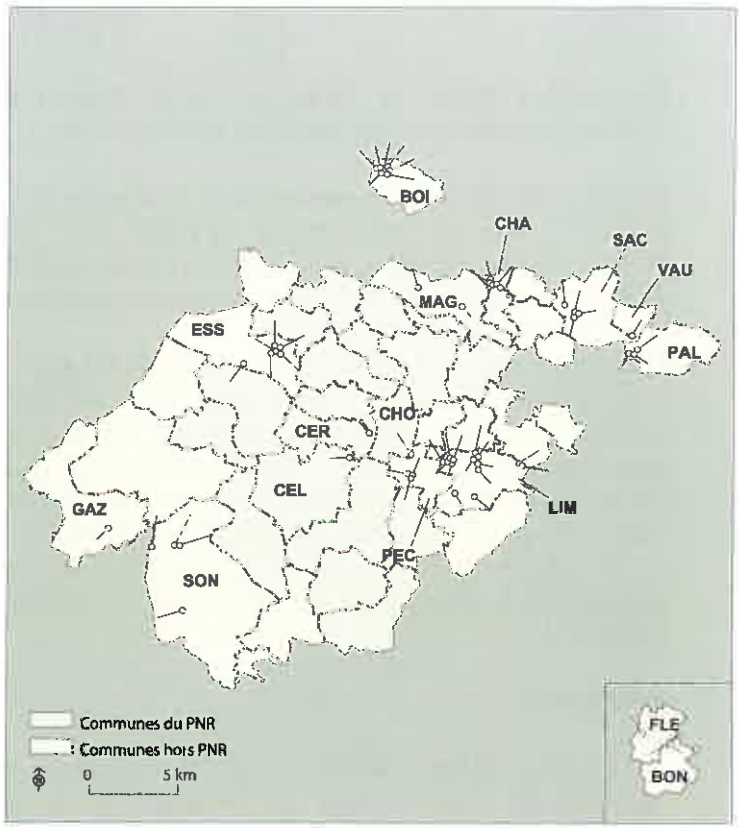


Figure 3 : Localisation des mouillères étudiées

Finalement, 57 mouillères ont fait l'objet d'inventaires botaniques exhaustifs (figure 3). Elles se concentrent sur 13 des 42 communes sillonnées (la Celle-les-Bordes, Cernay-la-Ville, Châteaufort, Choisel, les Essarts-le-Roi, Gazeran, Limours, Magny-les-Hameaux, Palaiseau, Pecqueuse, Saclay, Sonchamp, et Vauhallan), auxquelles ont été rajoutées celles de Bois-d'Arcy, de Bondoufle et de Fleury-Mérogis ; ces 3 dernières communes, excentrées par rapport à la zone d'étude initiale, abritent des mouillères intéressantes déjà suivies par le Conservatoire.

INVENTAIRES FLORISTIQUES

Méthodologie

Un bordereau de terrain spécifique à l'étude des mouillères a été élaboré. Outre le nom des observateurs, le code de désignation de la mouillère et la date du relevé, il indique la localisation de la mouillère (commune ; coordonnées géographiques relevées au GPS ; chemin d'accès précis) et ses caractéristiques physiques principales (surface totale et surface en eau ; estimation de la hauteur d'eau maximale ; pH de l'eau ; présence ou absence de pente influant sur l'alimentation de la mouillère en

eau de pluie, par ruissellement ; texture de la couche superficielle du sol ; pourcentage de recouvrement du sol par la végétation). Une rubrique "Contexte" précise l'éclairement du site et la nature de la culture pratiquée.

Chaque mouillère a fait l'objet d'un inventaire floristique exhaustif, reporté dans la rubrique "Flore". Le degré de rareté de la plante y est précisé, selon une échelle valable pour la région Ile-de-France construite par G. ARNAL et J.-C. KOVACS (non publiée) :

Degré de rareté

TC	:	très commune
C	:	commune
AC	:	assez commune
AR	:	assez rare
R	:	rare
TR	:	très rare

Statut de protection

PR	:	protégée à l'échelon régional
PN	:	protégée à l'échelon national

L'occupation spatiale de chaque espèce est estimée par un indice de recouvrement du sol, appelé "indice d'abondance - dominance" en phytosociologie (LAHONDERE, 1997).

Le stade phénologique est mentionné pour chaque espèce. Dans une mouillère, où s'établit un gradient d'humidité entre le centre, inondé ou gorgé d'eau, et la périphérie, plus sèche, et où ne poussent presque que des annuelles, la structuration de la végétation est essentiellement horizontale. La position de chaque espèce est donc notée, et un croquis est ajouté en cas de zonation très marquée.

Les oiseaux, les mammifères, les libellules ou les grenouilles observés dans la mouillère, ou les traces laissées par leur passage, sont signalés dans une case "Commentaire", de même que toute autre information notable relative aux pratiques agricoles ou à la dynamique végétale, par exemple. La quasi-totalité des mouillères a fait l'objet de deux visites, l'une au printemps, l'autre en été, afin de suivre l'évolution de la végétation et l'apparition d'espèces plus tardives. Certains agriculteurs nous ont renseignés sur la fréquence d'apparition de la mouillère, son fonctionnement hydrique, son origine et sur les travaux agricoles associés, mais aussi sur leur façon de percevoir la mouillère et leurs projets à son sujet. Les observations de terrain ont été informatisées dans la base de données FLORA du CBNBP.

Résultats

147 espèces végétales différentes ont été recensées sur l'ensemble des 57 mouillères prospectées. Un tiers d'entre elles environ se rattache aux trois groupements phytosociologiques suivants (BOURNERIAS *& al.*, 2001) :

- deux groupements de plantes amphibies (végétation des milieux à plan d'eau variable), qui correspondent aux codes 22.33 et 22.32 de la typologie CORINE Biotopes (BISSARDON *& al.*, 1997) et sont les plus intéressants :

. le *Bidention tripartitae* (végétation des grèves alluviales à *Bidens*) : ce groupement comprend des espèces nitrophiles (dans le cas des mouillères, les nitrates proviennent des fertilisants appliqués sur les cultures), annuelles, dont nombre d'entre elles sont des plantes "à éclipses", et croissant dans un milieu périodiquement inondé. Ce groupement ne se maintient que si le milieu est rajeuni régulièrement. Il compte, entre autres espèces caractéristiques, *Damasonium alisma* Miller et *Pulicaria vulgaris* Gaertn., protégées au niveau national, *Bidens radiata* Thuill., protégée en Ile-de-France, et *Schoenoplectus supinus* (L.) Palla, très rare en Ile-de-France ;

. le *Cicendion filiformis* (végétation pionnière des sables et argiles humides acides) : là encore, il s'agit d'un ensemble d'annuelles souvent "à éclipses", mais plus petites et discrètes. Ce groupement

est fragile : un enrichissement en nitrates ou une remontée de pH le font disparaître au profit du groupement précédent, et une modification chimique du substrat par pollution ou amendement le supprime définitivement. *Juncus tenageia* L. f. et *Limosella aquatica* L., respectivement rare et assez rare en Ile-de-France, sont deux des espèces caractéristiques du *Cicendion filiformis* ;

- un groupement de végétation hygrophile ou mésophile des prairies permanentes :

. le *Cynosurion cristati* (végétation des prairies pacagées méso-hygrophiles à *Ranunculus repens* L.) : ce groupement est normalement lié à la présence de bétail paissant sur des terrains très frais. En piétinant, les animaux tassent le sol qui devient imperméable. L'eau stagne alors par endroits. Les déjections enrichissent le sol en azote, d'où le développement de plantes nitrophiles. Des espèces de ce groupement se rencontrent dans les mouillères (*Rumex crispus* L., *Rumex obtusifolius* L., etc.).

Précisons que le pH de l'eau des mouillères s'est avéré compris entre 4,5 et 6, ce qui peut paraître surprenant en contexte agricole, où les intrants sont plutôt neutres à basiques. Cette acidité s'explique par l'origine pluviale de l'eau. Elle détermine l'apparition du *Bidention tripartitae* et du *Cicendion filiformis*.

Un autre tiers des espèces, souvent banales, noté dans les mouillères, se classe parmi la végétation adventice des cultures (*Scleranthion annui, Caucalidion lappulae, Panico crus-galli - Setarion viridis*). Le dernier tiers rassemble des espèces échappées des forêts avoisinantes, des plantes vivaces de mares, des plantes cultivées qui ne sont pas typiques des mouillères.

17 des 147 espèces inventoriées sont considérées d'intérêt patrimonial, car assez rares à très rares en région Ile-de-France. Elles sont listées dans le tableau 1, en fonction de leur fréquence d'apparition dans les mouillères étudiées.

Espèce	Degré de rareté	% de mouillères concernées
Plantago major ssp. intermedia (Gilib.) Lange	AR	86
Myosurus minimus L.	AR	31,6
Damasonium alisma Miller	TR (PN)	26,3
Alisma lanceolatum With.	AR	21,1
Juncus tenageia L. f.	R	19,3
Stachys arvensis (L.) L.	AR	14
Bidens radiata Thuill.	R (PR)	10,5
Limosella aquatica L.	AR	5,3
Spergula arvensis L.	AR	5,3
Cyperus eragrostis Lam.	TR	3,5
Elatine alsinastrum L.	TR	3,5
Glyceria declinata Bréb.	AR	3,5
Pulicaria vulgaris Gaertn.	TR (PN)	3,5
Chenopodium glaucum L.	AR	1,8
Misopates orontium (L.) Rafin.	AR	1,8
Myriophyllum verticillatum L.	R	1,8
Schoenoplectus supinus (L.) Palla	TR	1,8

Tableau 1 :
les espèces patrimoniales des mouillères, leur degré de rareté et leur fréquence d'apparition

Parmi ces espèces patrimoniales, certaines ont été observées régulièrement ; ainsi *Plantago major ssp. intermedia* (Gilib.) Lange, *Plantaginaceae* (Plantain intermédiaire), qui est une sous-espèce annuelle du Grand plantain, s'en distinguant par le nombre de graines par capsule essentiellement (JAUZEIN, 1995), mais aussi par des hampes florales au port prostré et par la présence de lobes sur la moitié inférieure du limbe foliaire. Il affectionne les grèves exondées, alors que la sous-espèce *major*

fréquente des sites plus rudéraux. Trouvée dans la plupart des mouillères, la sous-espèce *intermedia* doit être en réalité sous-notée.

Myosurus minimus L., *Ranunculaceae* (Queue-de-souris), elle aussi, se rencontre souvent en mouillère, de même que dans les ornières laissées par les engins agricoles et en bord de cultures. C'est une petite plante pratiquement acaule, reconnaissable par son réceptacle qui s'allonge considérablement après floraison. Elle croît sur des sols limoneux battants. Relativement précoce, elle n'était plus visible dans les mouillères visitées en été.

3 des 17 espèces patrimoniales recensées sont protégées :

- *Damasonium alisma* Miller, *Alismataceae* (Etoile d'eau) (figure 4), monocotylédone amphibie à petites fleurs blanches et à fruits très caractéristiques en forme d'étoile à six branches, a été vue dans 15 des 57 mouillères étudiées. C'est une espèce de plaine héliophile, inféodée aux berges des mares et étangs, car nécessitant une alternance d'inondations et d'exondations. Protégée à l'échelon national, elle régresse suite à la disparition des zones humides (DANTON & BAFFRAY, 1995). Elle trouve vraisemblablement dans les mouillères un habitat de substitution favorable.

Figure 4 : Vue générale et détail de fruits de *Damasonium alisma* Miller, *Alismataceae*

- *Bidens radiata* Thuill., *Asteraceae* (Bident radié) (figure 5) est une annuelle pouvant atteindre 90 cm de haut, qui porte tardivement des capitules à nombreuses fleurs tubulées jaunes et à involucre composé de 9 à 12 bractées, puis des akènes bidentés bordés de poils raides dirigés vers le bas (LAMBINON & *al.*, 1992). Il a été noté dans 6 mouillères. Plante pionnière des alluvions et vases exondées, elle est menacée par la dégradation des milieux humides et le calibrage des cours d'eau. Elle bénéficie d'une protection en région Ile-de-France.

Pour finir, citons *Pulicaria vulgaris* Gaertn., *Asteraceae* (Pulicaire commune) (figure 6), protégée au niveau national (DANTON et BAFFRAY, 1995). Plante annuelle pubescente à feuilles ondulées, à tige florifère dressée très ramifiée portant de nombreux petits capitules globuleux à fleurons jaunâtres à orangés, elle est nitrophile et croît dans des milieux temporairement inondés. Abondante sur les sables de la Loire, elle devient rare en dehors de ce couloir privilégié. Elle décline pour les mêmes raisons que le Bident radié. Elle a été observée sur 2 mouillères uniquement.

Figure 5 : Capitule de *Bidens radiata* Thuill., *Asteraceae*

Figure 6 : Inflorescence de *Pulicaria vulgaris* Gaertn., *Asteraceae*

INTERET BOTANIQUE

Méthodologie

L'intérêt botanique de chaque mouillère a été calculé en fonction du degré de rareté des espèces s'y développant ; pour quantifier cet intérêt, nous avons appliqué le barème suivant (PIERRON, 1997) :

TC et C	:	0 point
AC	:	1 point
AR	:	2 points
R	:	4 points
TR	:	8 points
PR et PN	:	16 points

Total des points par mouillère		Valeur florisitique de la mouillère
0 à 3	:	faible
4 à 7	:	moyenne
8 à 15	:	assez forte
16 à 31	:	forte
32 à 63	:	très forte
64 et plus	:	exceptionnelle

Seul le critère présence-absence de l'espèce est considéré ; l'indice d'abondance-dominance n'intervient pas dans la notation.

Résultats

D'après la figure 7, un peu plus de la moitié des mouillères étudiées présente un intérêt botanique assez fort à très fort.

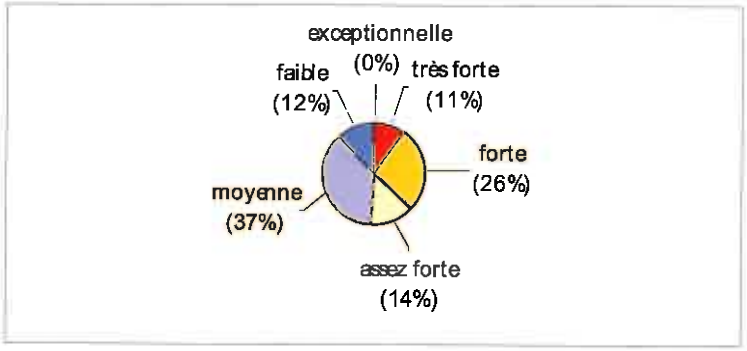


Figure 7 :
Valeur floristique des mouillères, en pourcentage de mouillères étudiées

Une "diagonalisation" du tableau des relevés botaniques, méthode employée en phytosociologie, a mis en exergue les espèces très communes à assez communes se retrouvant dans pratiquement toutes les mouillères intéressantes, espèces qui constituent un « fond » floristique auquel viennent s'ajouter les plantes patrimoniales. Ainsi, *Lythrum hyssopifolia* L., *Lythraceae* (Salicaire à feuilles d'hyssope) (figure 8), annuelle hygrophile caractéristique du *Cicendion filiformis*, peut être considérée comme une constante des mouillères.

Photo : G. Arnal

Figure 8 : Vue générale de *Lythrum hyssopifolia* L., *Lythraceae*

Après croisement des informations physiques et botaniques recueillies au cours de l'étude, le profil d'une mouillère floristiquement remarquable semble être le suivant :

- mouillère récurrente chaque année : des populations végétales autres qu'adventices peuvent s'y implanter et une banque de graines se constituer dans le sol (ce qui n'est pas le cas dans les mouillères occasionnelles, apparues au cours d'hivers particulièrement pluvieux et qui ne se reformeront pas lors d'années plus sèches) ;

- mouillère de taille plutôt conséquente : la diversité floristique s'exprime mieux sur de grandes surfaces, où la compétition pour l'espace est moindre ; en outre, plus une mouillère est vaste, moins elle subira en son centre les effets des herbicides appliqués sur la culture ;

- mouillère inondée longuement, telles celles situées en cuvette, au fond d'une dépression du terrain qui recueille les eaux de ruissellement : une exondation lente, progressive, favorise le développement

harmonieux des espèces amphibies. De plus, le labour de la mouillère est retardé à cause de l'humidité prolongée du sol, ce qui laisse aux plantes le temps d'accomplir la totalité de leur cycle de vie et de libérer des semences mâtures ;

- mouillère dont le pH de l'eau est voisin de 4,5 : comme nous l'avons souligné avant, les deux groupements végétaux intéressants en mouillère comprennent des espèces acidophiles strictes ou tolérantes.

CONCLUSION

Grâce à un recensement systématique des espèces végétales tant banales que patrimoniales, cette étude a permis de caractériser les groupements végétaux présents dans les mouillères. Deux de ces groupements, le *Bidention tripartitae* et le *Cicendion filiformis*, sont très spécifiques : ils rassemblent des plantes pionnières héliophiles, thérophytes à cycle court, acidophiles et nitrophiles, hygrophiles voire amphibies, dotées de grandes capacités d'adaptation aux fluctuations hydriques parfois brutales de leur habitat. En raison de la destruction ou de la dégradation des zones humides, la plupart de ces espèces, fragiles, se raréfient.

L'intérêt botanique des mouillères a été démontré, auquel s'ajoute vraisemblablement un intérêt faunistique à approfondir (PIERRON, 1997). Pour finir, la physionomie d'une mouillère à flore remarquable a pu être précisée.

L'originalité écologique des mouillères n'est donc plus à prouver. Le labour annuel étant indispensable au rajeunissement du milieu, la mouillère apparaît comme l'exemple même de l'alliance réussie entre agriculture intensive et diversité biologique. Il s'agit désormais de sauvegarder ces écosystèmes semi-naturels méconnus.

BIBLIOGRAPHIE

ARNAL G. (1996) "Les plantes protégées d'Ile-de-France", éditions Collection Parthénope, Paris, 349 p.
ARNAL G., KOVACKS J.-C. (non publié) "Liste des plantes vasculaires de la région Ile-de-France", communication personnelle.
BISSARDON M., GUIBAL L., RAMEAU J.-C. (1997) "CORINE Biotopes - types d'habitats français", Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, pp.29-37.
BOURNERIAS M., ARNAL G., BOCK C. (2001) "Guide des groupements végétaux de la région parisienne", éd. Belin, Paris, 640 p.
DANTON P., BAFFRAY M. (1995) "Inventaire des plantes protégées en France", éditions Nathan, Paris, p.21 et 103.
GOACOLOU J. (1984) "Structure et dynamique des peuplements de mares situées en zones cultivées et en zones pâturées (région parisienne)", thèse de doctorat, Université de Paris VI.
JAUZEIN P. (1995) "Flore des champs cultivés", éditions INRA, Paris, pp.565-566.
LAHONDERE C. (1997) "Initiation à la phytosociologie sigmatiste", Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, n° spécial 16, pp.1-47.
LAMBINON J., DE LANGHE J.-E., DELVOSALLE L., DUVIGNEAUD J. (1992) "Nouvelle flore de la Belgique, du G.-D. de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines", éditions du Patrimoine du Jardin botanique national de Belgique, Meise, 1092 p.
PIERRON V. (1997) "Inventaire écologique des mares de la plaine de Bière (Seine-et-Marne)", Ecosphère, Saint-Maur-des-Fossés, 93 p.
POMEROL C., FEUGUEUR L. (1986) "Bassin de Paris - Guides géologiques régionaux", éditions Masson, Paris, 52 p.
TEISSIER-ENSMINGER A., SAJALOLI B. (1997) "La mare, objet géographique insaisissable ? L'exemple de la commune de Thimert en Eure-et-Loir", in "Radioscopie des mares", TEISSIER-ENSMINGER A., SAJALOLI B., éditions L'Harmattan, Paris, pp. 27-37

LES MOUILLERES DE L'ESSONNE : TYPOLOGIE, MENACES ET GESTION CONSERVATOIRE

Par Beatriz DECENCIERE FERRANDIERE[3]

INTRODUCTION

De tailles variables, plus ou moins connues du grand public comme de la communauté scientifique, mais reconnues pour leurs intérêts faunistiques et floristiques, les zones humides sont des régions où "l'eau est le principal facteur qui contrôle le milieu naturel et la vie animale et végétale associée. La zone humide apparaît là où la nappe phréatique arrive près de la surface ou affleure ou encore, là où des eaux peu profondes recouvrent les terres" (IFEN, 2004). La zone humide du présent travail s'appelle une mouillère, et correspond à une petite mare temporaire des champs qui se caractérise par une flore très originale. En Ile-de-France, une forte densité de mouillères a été répertoriée dans le sud de la région, depuis le plateau du Hurepoix, à l'ouest, jusqu'au pays de Bière, à l'est (DECENCIERE FERRANDIERE, 2001 ; PIERRON, 1997 ; REICH, 2001). Les mouillères étudiées ici sont toutes localisées dans le centre-nord du département de l'Essonne, une zone marquée par la présence de grandes exploitations agricoles.

Lors de ce travail, mené en 2002 dans le cadre d'un stage du DEA "Environnement : Milieux, Techniques, Sociétés" effectué au Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien (DECENCIERE FERRANDIERE, 2002), nous avons réalisé un inventaire phytosociologique des mouillères de la zone d'étude afin d'établir une typologie et un classement d'intérêt floristique de ces zones humides. En parallèle, grâce à des enquêtes semi-directives auprès des exploitants agricoles, une évaluation de la connaissance et la perception des mouillères par les agriculteurs a été conduite et a permis de mettre en avant les menaces pesant sur ces milieux. Ces deux études permettent de définir des moyens de gestion conservatoire réalistes.

DEFINITION GENERALE

Les mouillères sont des dépressions naturelles ou semi-naturelles ayant la forme de cuvettes sans exutoire. De faible profondeur (quelques dizaines de centimètres), elles ont une surface assez variable (quelques centaines à plusieurs milliers de mètres carrés). Les mouillères se situent dans les champs de plaines ou plateaux ce qui leur permet de bénéficier d'un ensoleillement maximal et d'être labourées tous les ans. Leur substrat limono-argileux leur permet d'accumuler l'eau de pluie au cours de l'hiver et du printemps. Cette eau, légèrement acide, s'évapore progressivement jusqu'à sa totale disparition à la fin du printemps et au courant de l'été. Etant donnée la douceur des pentes, le niveau de l'eau varie donc amplement pendant la phase d'évaporation. Une phase d'inondation des mouillères assez prolongée empêche les semis des champs de germer. Pendant la période d'assèchement, une flore typique des milieux pionniers va alors pouvoir se développer, caractérisée par des espèces appartenant aux groupements phytosociologiques de grèves alluviales à Bidents (alliance *Bidention tripartitae*, groupement 6) et de l'alliance *Cicendion filiformis* (groupement 7), c'est-à-dire une végétation pionnière des sables, dalles gréseuses et argiles humides acides (BOURNERIAS *& al.*, 2001). Ces plantes sont surtout des espèces annuelles, hygrophiles et héliophiles typiques des bords de plans d'eau à niveau variable. Si le labour est réalisé tous les ans, les plantes vivaces ne peuvent pas se développer, ce qui assure le renouvellement des espèces annuelles et, par là même, la pérennité de ces milieux originaux.

[3] Biology Institute, Zoology Department, University of Oslo. Beatriz.decenciere@bio.uio.no

TYPOLOGIE DANS LA ZONE ETUDIEE

Après des inventaires botaniques réalisés sur 57 mouillères, une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a permis de proposer une classification biologique de ces milieux dans la zone d'étude (DECENCIERE FERRANDIERE, 2002). Cet outil statistique permet d'identifier des groupes de mouillères ayant des caractéristiques botaniques particulières, et est appliqué sur les données d'abondance des espèces dans chaque mouillère. Trois catégories ont ainsi pu être définies :
- les mouillères en cours d'atterrissement. Ce sont des dépressions contenant une forte proportion de plantes vivaces, avec la formation progressive d'une roselière et le développement progressif d'espèces ligneuses, telles des saules ;

- les mouillères labourées annuellement mais ayant une grande majorité d'adventices annuelles et peu d'espèces hygrophiles ;

- les mouillères, également labourées chaque année, mais contenant une majorité de plantes des groupements phytosociologiques 6 et 7.

Les mouillères intéressantes par leur flore sont celles du dernier groupe. Elles correspondent à des mouillères labourées au moins une fois par an et ayant une période d'inondation assez prolongée pour assurer le développement des plantes amphibies.

PERCEPTION ET CONNAISSANCE PAR LES AGRICULTEURS

Un total de 9 agriculteurs confrontés à des mouillères dans leurs champs ont participé à une enquête visant à évaluer leurs connaissances des caractéristiques physiques et biologiques des mouillères et leur perception de ces milieux. Des photos ont été aussi montrées afin de cerner au mieux leurs connaissances.

Cette enquête a premièrement montré que les agriculteurs reconnaissent ces dépressions, même si certains d'entre eux ne les nomment pas mouillères mais proposent d'autres termes tels que point-bas, mare, bouillon ou cuvette. Le terme mouillère ne leur est pas inconnu mais, pour la plupart d'entre eux, il s'agit plutôt d'une zone fixe où la terre serait mouvante car gorgée d'eau, mais cette eau ne serait pas visible ce qui provoquerait l'enfoncement des tracteurs. Deuxièmement, il apparaît que les caractéristiques physiques des mouillères sont bien connues des agriculteurs. Tous savent que ces points d'eau se remplissent pendant l'hiver puis s'assèchent l'été. Ils soutiennent cependant qu'elles ne sont présentes que les années pluvieuses : en effet, lors des années humides, la pluie s'accumule dans ces dépressions par ruissellement. Ils savent aussi que l'eau ne pénètre pas du fait d'une couche d'argile ou de glaise qui forme une nappe imperméable. Certains affirment par ailleurs que certaines mouillères ont une origine anthropique : elles auraient alors été creusées pour extraire le grès, la marne, la glaise ou l'argile pour construire des maisons ou pour créer des abreuvoirs pour les bêtes. Par contre, peu d'exploitants estiment que ces milieux ont un intérêt pour la lutte contre les inondations et les sécheresses (BERNARD, 1994 ; SAJALOLI, 1997a, 1997b). Au contraire, la plupart des exploitants soutiennent que l'inondation de la mouillère signifie l'engorgement de tout le reste du champ en période humide et que l'eau accumulée dans la dépression n'a aucune utilité pour le champ en période sèche.

Pour ce qui concerne les caractéristiques biologiques des mouillères, les agriculteurs connaissent très peu les plantes qui se développent dans ce milieu. Quelques photos d'espèces typiques des mouillères leur ont été montrées mais aucun n'a su les reconnaître (figure 1 et 2). Ils connaissent cependant les adventices - plantes se développant dans les mouillères une fois celles-ci asséchées - parce qu'elles représentent des nuisances pour eux dans tout le reste du champ. Ils prétendent également que les plantes qui poussent dans ces dépressions ne sont que des adventices qui n'ont aucun intérêt. Il faut cependant préciser que certaines adventices peuvent être très développées à la fin du printemps et donc masquer les espèces intéressantes, ce qui peut induire en erreur les agriculteurs.

Figure 1 : *Damasonium alisma* Miller

Figure 2 : *Myosurus minimus* L.

MENACES

Il existe différents types de menaces d'origine anthropique pesant sur les mouillères. En effet, ces milieux représentent un manque à gagner pour les agriculteurs car leurs semis ne s'y développent pas et les semences, les engrais et les produits de traitement sont donc utilisés à perte. Les exploitants agricoles tendent donc à se débarrasser de ces milieux en employant différents procédés.

La première méthode employée par les agriculteurs est le drainage, technique qui consiste à se débarrasser du surplus d'eau des champs. Le drainage nécessite l'installation d'un réseau souterrain de tuyaux, une pente pour l'évacuation de l'eau, et un site pour évacuer l'eau, comme un fossé. Ce système est fréquemment employé dans la zone étudiée et est très efficace contre les inondations. Par contre, le coût d'installation des drains est très élevé (le coût de deux récoltes en moyenne) et l'Etat ne finance plus les exploitants pour ce genre de travaux. Par ailleurs, les drains se bouchent petit à petit suite à l'infiltration progressive de terre, il existe donc encore des mouillères dans des champs drainés. Une deuxième méthode d'éradication est le comblement. Cette méthode est cependant moins efficace que le drainage et moins appréciée par les agriculteurs pour deux raisons. Un premier risque est que l'eau qui s'accumulait auparavant au niveau de cette dépression se répartisse sur toute la surface du champ et l'inonde donc complètement provoquant plus de dégâts. Un deuxième problème est que la terre utilisée pour le comblement résulte dans des pertes de productivité à moyen terme. Une troisième technique utilisée consiste à pomper l'eau, ce qui n'est possible que s'il existe un fossé proche où l'eau puisse être évacuée ou si un camion citerne peut accéder à la mouillère pour la vider (figure 3).

Dans certaines situations, la mise en jachère du champ peut aussi efficacement menacer la survie de la mouillère si le champ est laissé en jachère pendant plusieurs années ou abandonné par la suite. La dynamique successionnelle naturelle de la végétation explique alors le développement de plantes vivaces, comme des hélophytes et des saules, qui envahissent la mouillère progressivement et provoquent son atterrissement. A noter que si aucun de ces moyens n'est complètement efficace, certains exploitants utilisent également des désherbants après l'assèchement de la mouillère. Ce désherbage peut être très nocif pour les espèces présentes car elles sont détruites avant de produire des graines, ce qui entraîne la diminution progressive du stock de graines du sol.

Figure 3 :
Pompage d'une mouillère par camion citerne

MESURES DE GESTION CONSERVATOIRE

La gestion conservatoire des milieux doit tenir compte des propriétés biologiques des mouillères et des priorités de gestion des exploitants. Pour assurer cette gestion du milieu, trois impératifs sont donc nécessaires : focalisation sur des secteurs ponctuels ou un ensemble local à forte valeur botanique, maintien du mode de gestion annuel du milieu par labour et solvabilité auprès des agriculteurs. Plusieurs options sont possibles.
La première mesure est la protection par acte contractuel. Cette mesure assure l'entretien d'un terrain public ou privé par un organisme de protection de la nature à travers la signature d'un contrat de location ou de mise à disposition à durée déterminée. Ces contrats sont renouvelables et un loyer est fourni au propriétaire. L'intérêt de cette mesure est que l'organisme locataire peut négocier avec l'exploitant une gestion adaptée des terres par ce dernier (LEVY-BRUHL & COQUILLARD, 1998). Cette mesure, basée sur le volontariat des propriétaires ou des gestionnaires, conviendrait parfaitement à une conservation adaptée des mouillères. Elle est d'ailleurs employée dans le Parc naturel régional de la Vallée de Chevreuse qui a passé des contrats avec des agriculteurs afin d'assurer la gestion de sept mares et mouillères. Parmi cinq agriculteurs interrogés à ce sujet lors de cette étude, un avait un avis positif et quatre étaient sceptiques. Pour ces derniers, la surface et la présence des mouillères ne seraient pas assez importantes pour justifier une telle mesure, et ce mode de gestion représenterait une source de problèmes, à l'instar des Contrats Territoriaux d'Exploitation (CTE). L'un d'entre eux suggère que cela pourrait être un bon échange car cela leur créerait des revenus supplémentaires.

Un deuxième outil de gestion conservatoire est une mesure s'appliquant aux zones agricoles, comme le CTE, appelé aujourd'hui Contrat d'Agriculture Durable (CAD). Ces contrats, d'une durée de cinq ans, sont signés entre l'exploitant et l'Etat et visent à la réalisation d'objectifs environnementaux et, éventuellement, économiques et sociaux. L'Etat, en contrepartie, verse une compensation financière pour soutenir le signataire dans ses actions (JOLIVET & METAIS, 2000 ; STEYAERT, 2000). Cette mesure, très adaptée à la gestion durable des mouillères, ne fut cependant pas appréciée par les agriculteurs lors de l'existence des CTE, entre autres à cause du cahier des charges trop lourd à gérer. Dans le cas des CAD, on peut espérer que la simplification des procédures diminuera la réticence des agriculteurs.

Finalement, une dernière mesure envisageable est la Réserve naturelle régionale. Ce type de réserve est créé, sur l'initiative du propriétaire, dans des terrains privés où la faune et la flore ont un intérêt au niveau écologique et scientifique. La gestion peut être assurée par un organisme du choix du propriétaire. Ces contrats durent 6 ans et peuvent être renouvelables (LEVY-BRUHL & COQUILLART, 1998). Cette mesure s'appliquerait de préférence à des zones à forte densité de mouillères car elle concerne des surfaces supérieures à celles d'une mouillère isolée. Si des mouillères proches se situent sur des terrains appartenant à des propriétaires différents, un partenariat entre les différents exploitants peut être mis en place afin de créer la réserve.

Si d'autres mesures permettent la protection des mouillères, elles n'assurent malheureusement pas leur gestion par un labour annuel empêchant la fermeture par envahissement de plantes vivaces, action indispensable pour la conservation à long terme de ces milieux. Ces mesures, comme l'Arrêté de protection de biotope, peuvent cependant servir à protéger temporairement contre une destruction par comblement ou autres menaces. L'Arrêté de protection de biotope s'applique aux milieux qui possèdent des espèces protégées et interdit toutes les actions qui peuvent affecter l'équilibre écologique du milieu. Il peut donc s'appliquer à des mouillères contenant des plantes protégées telles que *Damasonium alisma* Miller ou *Pulicaria vulgaris* Gaertn.

CONCLUSION

Lors de ce travail, nous avons identifié trois groupes de mouillères sur la base de critères phytosociologiques, dont un groupe à forte valeur botanique devant *a priori* concentrer les efforts de conservation. Nous avons également mis en évidence que les propriétés physiques, mais pas floristiques, de ces milieux sont bien connues des agriculteurs. Pour la plupart des exploitants

agricoles, les mouillères constituent une gêne pour leur travail, et n'ont donc aucune utilité ni intérêt botanique. Ceci explique leur destruction progressive via le drainage, le comblement, le pompage ou le désherbage, voire la mise en jachère. Il existe cependant des perspectives de conservation durable de ces milieux. D'après les résultats obtenus lors de mes enquêtes, une gestion conservatoire de ces milieux basée sur un cahier des charges léger, un suivi individuel et une rémunération de l'exploitant semble la méthode de conservation la plus adaptée. Plus généralement, un effort de sensibilisation des exploitants afin de les informer de l'intérêt botanique de ces milieux doit être mené. Il faut cependant savoir évaluer les risques de cette stratégie car certains exploitants sensibilisés à la présence d'espèces patrimoniales dans leurs parcelles dans le PNR de la Vallée de Chevreuse et dans celui du Gâtinais, s'en sont débarrassés pour éviter de futurs problèmes de gestion.

Finalement, nous pouvons nous interroger sur les priorités de conservation en cherchant à protéger soit plusieurs mouillères isolées à haute valeur botanique soit un large réseau de mouillères proches quelle que soit leur valeur botanique. En effet, ces mouillères pourraient fonctionner comme un ensemble de populations connectées, soumises à des extinctions locales et à des recolonisations par la dispersion ou la dormance des graines (HANSKI, 1999). Cette hypothèse reste cependant à vérifier. Dans tous les cas, tant que le fonctionnement biologique de ces milieux ne sera pas connu plus précisément, il ne faudra privilégier aucune priorité de gestion mais tenter de conserver le plus de mouillères possible, qu'elles soient isolées ou en réseau.

BIBLIOGRAPHIE

BOURNERIAS M., ARNAL G., BOCK C. (2001) "Guide des groupements végétaux de la région parisienne", Editions Belin, Paris. 640 p.

BERNARD P. (1994) "Les zones humides. Rapport de l'instance d'évaluation", Comité interministériel de l'évaluation des politiques publiques, Premier ministre, Commissariat général du Plan, éditions La Documentation Française, 391 p.

DECENCIERE FERRANDIERE B. (2001) "Ecological interest of the Hurepoix temporary ponds", Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris, 33 p.

DECENCIERE FERRANDIERE B. (2002) "Les mouillères de l'Essonne. Approches écologique et ethnologique", Rapport du DEA Environnement : Milieux, Techniques, Sociétés, MNHN, Paris, 38 p.

HANSKI I. (1999) "Metapopulation ecology", Editions Oxford University Press, 313 p.

INSTITUT FRANÇAIS DE L'ENVIRONNEMENT (2004) "Définition d'une zone humide", Adresse internet : http://www.ifen.fr/zoneshumides/pages/definition.htm.

JOLIVET C., METAIS M. (2000) "La circulaire d'application des CTE", Zones Humides Infos 27, pp.2-3.

LEVY-BRUHL V., COQUILLART H. (1998) "La gestion et la protection de l'espace en 36 fiches juridiques", Editions ATEN.

PIERRON V. (1997) "Inventaire écologique des mares de la plaine de Bière (Seine-et-Marne)", Ecosphère, Saint-Maur-des-Fossés, 93 p.

REICH A. (2001) "Les mouillères du Hurepoix : recensement, inventaires floristiques, intérêt botanique, mesures de protection et de gestion", Ecole Nationale Supérieure d'Horticulture et d'Aménagement du Paysage, INH, Angers, 31 p.

SAJALOLI B. (1997a) "Introduction", in "Radioscopie des mares", TEISSIER-ENSMINGER A., SAJALOLI B., éditions L'Harmattan, Paris, pp. 14-20.

SAJALOLI B. (1997b) "Flaque, ornière ou vil trou d'eau", Zones Humides Infos 16, pp.2-4.

STEYAERT P. (2000) Zones Humides Infos 27, p.1.

IMPACT DU LABOUR SUR LA FLORE DES MARES TEMPORAIRES

Par Vincent DEVICTOR[4]

Les mares temporaires situées dans les champs cultivés ou *mouillères*, abritent une flore diversifiée dont la dynamique dépend étroitement du régime hydrique de la mare. Deux traits biologiques augmentent la chance de survie de nombreuses plantes adaptées à ce type de milieu instable : un cycle court et des graines capables de différer leur germination. D'autre part, les mouillères, principalement localisées dans les champs cultivés subissent des pratiques agricoles variées. L'étude menée en 2003 par le Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien a permis de préciser l'impact du labour sur la dynamique des communautés végétales des mouillères.

Des mouillères en partie cultivées et en partie en friche ont été utilisées dans un cadre expérimental pour tester l'effet du labour. Dans ce type de mare, la partie en friche possède un cortège d'espèces plus communes et de nombreuses plantes pérennes. En revanche, la partie cultivée regroupe l'essentiel des plantes annuelles amphibies à intérêt patrimonial.

Ce résultat visible sur les plantes adultes, a été recherché au niveau de la banque de graine en effectuant des prélèvements dans chacune des parties des mouillères. Une bouteille a été utilisée en guise de sonde de prélèvement, puis découpée en tranches de même épaisseur et de poids égaux. Chaque tranche définit un niveau de profondeur. Les graines sont ensuite triées à l'aide de deux tamis. Elles sont identifiées et comptabilisées manuellement.

La comparaison des graines des niveaux des parties cultivées et en friches a permis de montrer que la banque de graine était profondément affectée par le labour : les parties en friches présentaient une banque de graines essentiellement concentrée en surface, alors que le labour avait pour conséquence l'homogénéisation des graines dans le sol dans les parties cultivées. Le test de la viabilité de ces graines a permis de montrer que les graines enfouies par le labour possédaient un pouvoir germinatif supérieur aux graines de surface.

L'étude précise des graines de *Damasonium alisma*, espèce protégée au niveau national et typiquement inféodée aux mouillères, a montré que l'impact du labour pouvait être positif pour cette espèce en empêchant l'installation d'autres plantes compétitrices et en favorisant la constitution d'une réserve d'individus dans la banque de graines.

Les résultats de cette étude semblent montrer que le labour est une perturbation anthropique favorable au maintien des communautés originales des mouillères. En enfouissant des graines en profondeur tout en préservant leur pouvoir germinatif, le labour permet à certaines espèces de mieux faire face aux fluctuations environnementales. Le maintien d'une perturbation de type labour peut ainsi être utilisé comme moyen de gestion des mouillères en friches. D'autre part, la mise à nue de la banque de graines de mouillères anciennes peut également servir d'outil pour la gestion ou la restauration de ce type d'habitats.

[4] DEA Ecologie (promotion 2002-2003), Université de Paris VI

INTERET ORNITHOLOGIQUE DES MOUILLERES D'ILE-DE-FRANCE

par Jean-Philippe SIBLET[5]

Introduction

La dramatique simplification des écosystèmes agricoles franciliens se caractérise par :

- l'abandon des prairies ;
- une monoculture céréalière ;
- une intensification des pratiques culturales.

Ces évolutions emportent de nombreuses conséquences sur l'avifaune et, notamment :

- une forte régression des oiseaux inféodés aux systèmes agro-pastoraux ;
- l'inquiétante diminution des populations d'espèces, autrefois communes, telles que l'Alouette des champs, le Bruant proyer ou le Moineau friquet ;
- la disparition d'espèces emblématiques telles que le Râle des genêts ou l'Outarde canepetière.

1) Les mouillères : un milieu très menacé

Les mouillères n'échappent pas à ce triste bilan, bien au contraire. Malgré tout, quelques zones favorables subsistent en Ile-de-France (Hurepoix, plateau de Saclay, Pays de Bière…).

Les mouillères possèdent un fort intérêt pour l'avifaune au fil des saisons :

- Sites d'alimentation et de reproduction printaniers

Certaines espèces nichent aux abords des mouillères (Canards colverts, Foulques macroules, Poules d'eau, Vanneaux huppés, Bruants des roseaux…)
D'autres, nichant à proximité, profitent des ressources alimentaires fournies par les mouillères (Hérons cendrés, Busards, laridés, bergeronnettes…)

- Sites de halte migratoire aux passages

L'Ile-de-France est située le long de la principale voie de migration continentale de nombreuses espèces. Les mouillères représentent une opportunité pour de nombreux migrateurs de reprendre des forces au cours de leur périlleux voyage :

Echassiers : hérons, grues, cigognes
Anatidés : canards de surface (Canards souchets, Sarcelles d'été…)
Limicoles : Vanneaux huppés, Pluviers dorés, barges, courlis, gravelots, chevaliers, bécasseaux…
Passereaux : pipits, bergeronnettes.

- Sites d'alimentation et de repos en hiver

Les mouillères sont souvent des lieux de rassemblements importants pour des espèces telles que le Vanneau huppé ou le Pluvier doré.
Elles fournissent une halte lors des déplacements d'oiseaux liés à des conditions météorologiques défavorables (vagues de froid par exemple).
Enfin, les mouillères permettent à certaines espèces (anatidés, limicoles…) un accès facilité à la ressource alimentaire.

[5] Direction régionale de l'environnement d'Ile-de-France. jean-philippe.siblet@idf.ecologie.gouv.fr

2) La préservation des mouillères : un enjeu fort pour l'avifaune

Les objectifs :

- maintenir un réseau suffisamment dense de mouillères pour assurer un « effet masse » ;
- mettre en place une gestion adaptée pour pérenniser la fonctionnalité des mouillères ;
- promouvoir un programme de restauration et de recréation de mouillères.

Les moyens :

- faire prendre en compte les mouillères en tant que zones humides dans les Plans Locaux d'Urbanisme ;
- intégrer la préservation et/ou la restauration de mouillères dans le cadre des remembrements agricoles ;
- promouvoir une gestion des mouillères au moyen d'un dispositif de contractualisation adapté (Contrats d'Agriculture Durable, contrats NATURA 2000, labellisation P.N.R...) ;
- renforcer le réseau des mouillères en favorisant des créations lors d'opérations d'aménagement du territoire (routes, voies ferrées...) ou d'extraction de matériaux à titre de mesures compensatoires.

Héron cendré (cliché J. Ph. SIBLET)

LES MARES DE PLATIERES D'ILE-DE-FRANCE

Par Gérard ARNAL[6]

DEFINITION

Une platière est une dalle de grès (grès essentiellement stampien en Ile-de-France) :

- de quelques dizaines à plusieurs milliers de m^2, plus ou moins continue ;
- dégagée de sa couverture (calcaire, sables soufflés, limons, etc.), donc affleurante ;
- en position à peu près horizontale ;
- imperméable, donc susceptible de retenir en surface l'eau sous forme de mares ou de flaques.

TYPES DE MARES DE PLATIERE

- Des micro-mares, de types vasques, à fond rocheux, peu intéressantes pour la flore mais très importantes pour la faune invertébrée (crustacés du genre *Tanymastix*) ;

- Des mares de grande taille, pérennes, aux berges essentiellement rocheuses ;

- Des mares de tailles variables, temporaires, avec un substrat humifère sombre, recouvert en hiver par une faible lame d'eau et subissant en été un assèchement. Ce sont ces dernières qui sont les plus intéressantes pour la flore.

REPARTITION DES MARES DE PLATIERES EN ILE-DE-FRANCE

Les mares de platières se trouvent essentiellement dans le nord du Gâtinais essonnien et dans le massif de Fontainebleau et ses abords, depuis la vallée de la Juine à l'ouest jusqu'à la vallée du Loing à l'est.

vue de la platière de Belle-Croix en 1910

[6] Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien. arnal@mnhn.fr

ETUDE D'UNE ESPECE MENACEE EN ILE-DE-FRANCE : EXEMPLE DE *RANUNCULUS NODIFLORUS* L.

Par Florence NOEL[7]

Certaines populations de plantes ne peuvent pas perdurer si elles sont trop isolées les unes des autres. Des échanges de graines ou de pollen doivent avoir lieu entre elles pour que les populations persistent sur le long terme. *Ranunculus nodiflorus* L. vit dans un habitat naturellement fragmenté : les mares temporaires des platières de la forêt de Fontainebleau (77). Lors des pluies, ces mares se remplissent et peuvent alors se connecter entre elles de façon transitoire via des corridors hydriques qui se forment. Ce type de fonctionnement est appelé un modèle de métapopulation et est commun à beaucoup d'espèces menacées.

Mare de platière (Meun, 77)

Corridor hydrique (Meun, 77)

L'étude réalisée vise à mieux comprendre le fonctionnement de cette espèce et notamment évaluer l'importance de l'existence de ces corridors hydriques sur la viabilité des populations. Les résultats montrent que ces corridors ont un rôle positif à deux niveaux : leur présence permet d'abord les brassages génétiques entre les populations et d'autres part, ils augmentent la probabilité de (re)colonisation des mares vides. La première proposition de gestion qui découle de cette étude, consiste à débroussailler régulièrement les espaces entre les mares afin d'éviter le comblement des corridors par des espèces ligneuses. Ce type de gestion permettra le maintien des flux de graines entre populations et augmentera significativement leur durée de vie (interventions réalisées par l'Office National des Forêts sur les sites).

D'autres résultats ont montré que *Ranunculus nodiflorus* ne semble pas capable de constituer une banque de graines du sol. Une deuxième mesure de gestion serait donc d'apporter des graines pour permettre à l'espèce de coloniser de nouvelles mares. Enfin, il apparaît que les caractéristiques physico-chimiques des différentes mares sont une condition limitante et déterminante pour l'implantation de l'espèce dans celles-ci. Une troisième mesure de gestion serait donc de maintenir ces conditions dans les mares déjà occupées par l'espèce et de rendre adéquate d'autres mares pour augmenter la taille des populations.

Mare du Coquibus (Milly-la-forêt, 91)

Ranunculus nodiflorus L.

[7] Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien

HYDROLOGIE ET VEGETATION DES MARES TOURBEUSES DE LA PLATIERE DES COULEUVREUX EN FORET DE FONTAINEBLEAU (77)

Par Marie NIEVES LIRON[8], Médard THIRY[9] et Alain ROYAUD[10]

INTRODUCTION ET OBJECTIFS

Les micro-zones humides du massif de Fontainebleau sont des milieux caractérisés par une très forte hétérogénéité spatiale, une grande variabilité temporelle et une riche biodiversité.
L'hydrologie du massif de Fontainebleau se caractérise par la rareté des eaux stagnantes et par l'absence d'écoulements superficiels. Les micro-zones humides existantes se localisent principalement sur les platières gréseuses et constituent un réseau à géométrie variable dont l'alimentation est exclusivement pluviale. Leur étude a fait l'objet d'un programme de recherche dans le cadre de la Réserve de Biosphère de Fontainebleau en 2000 et 2001.
L'étude a porté sur le site des Couleuvreux, platière d'une superficie d'environ 39 ha, remarquable par sa valeur patrimoniale (présence actuelle de 6 habitats communautaires et de 14 espèces végétales protégées au niveau régional ou national).
Deux axes ont été développés : l'étude de l'hydrologie de la platière et l'étude des zones tourbeuses à sphaignes qui sont une composante majeure de la biodiversité du site.
Ces études ont pour objectifs de contribuer à la connaissance du fonctionnement des zones humides et à l'évaluation de leur valeur patrimoniale en vue d'optimiser leur gestion et le suivi scientifique du site.

SCHEMA HYDROLOGIQUE DES PLATIERES GRESEUSES

Les platières gréseuses qui retiennent les points d'eau permanents sont sous-tendues par des dalles de grès dont la cimentation occlue la porosité, rendant ces dalles quasi imperméables. Les morphologies des dalles de grès sont très irrégulières, si en grand elles peuvent être considérées comme horizontales, elles montrent à l'échelle décamétrique de nombreux creux, bombements et ressauts qui sont à l'origine des zones humides permanentes ou uniquement ennoyées temporairement (figure 1). On y distingue, d'une part des vasques, points d'eau de très petite dimension (5 dm^2 < S < 0,5 m^2 à 1 m^2), simples creux dans les grès mais relativement nombreux ; et d'autre part, un réseau comportant de très nombreuses mares temporaires souvent connectées à des mares permanentes plus grandes (10 m^2 < S < 1000 m^2) et en nombre limité.

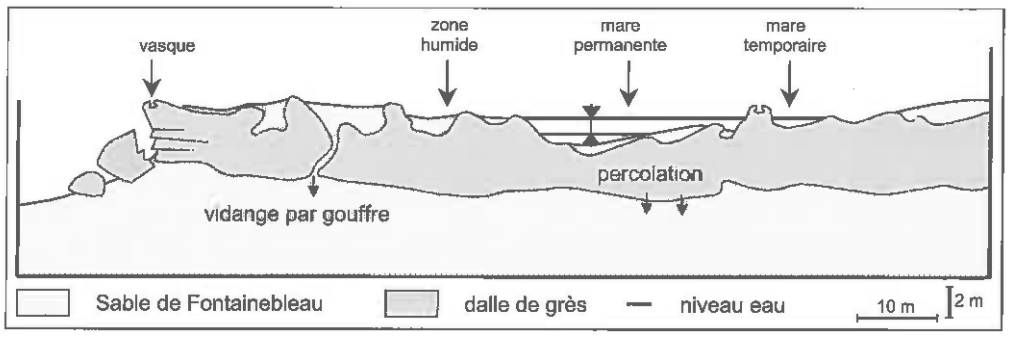


Figure 1 : Schéma de principe du fonctionnement hydrologique des platières gréseuses.
La dalle de grès est quasi imperméable et supporte une nappe perchée installée dans les sables des dépressions gréseuses. Le niveau maximum des mares est régulé par des déversements en bordure des platières et/ou par des fentes et des conduits (gouffres) qui traversent la dalle.

[8] Académie de Créteil, Professeur relais sur la Réserve de Biosphère de Fontainebleau. mn.liron@wanadoo.fr
[9] Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris. medard.thiry@ensmp.fr
[10] Groupe d'étude des Tourbières. royaud.alain@free.fr

HYDROLOGIE DES MARES DES COULEUVREUX

Une quinzaine de mares a été sélectionnée et nivelée altimétriquement pour un suivi mensuel des niveaux d'eau (figure 2). Quatre mares (l'Orientale n°2, la Centrale n°4, la P' n°15, l'Occidentale n°13 et la "goulotte" d'écoulement n°18) ont été équipées d'un limnigraphe enregistreur (enregistrement toutes les 2 heures) de manière à acquérir les données nécessaires pour une étude dynamique en liaison avec la pluviométrie.

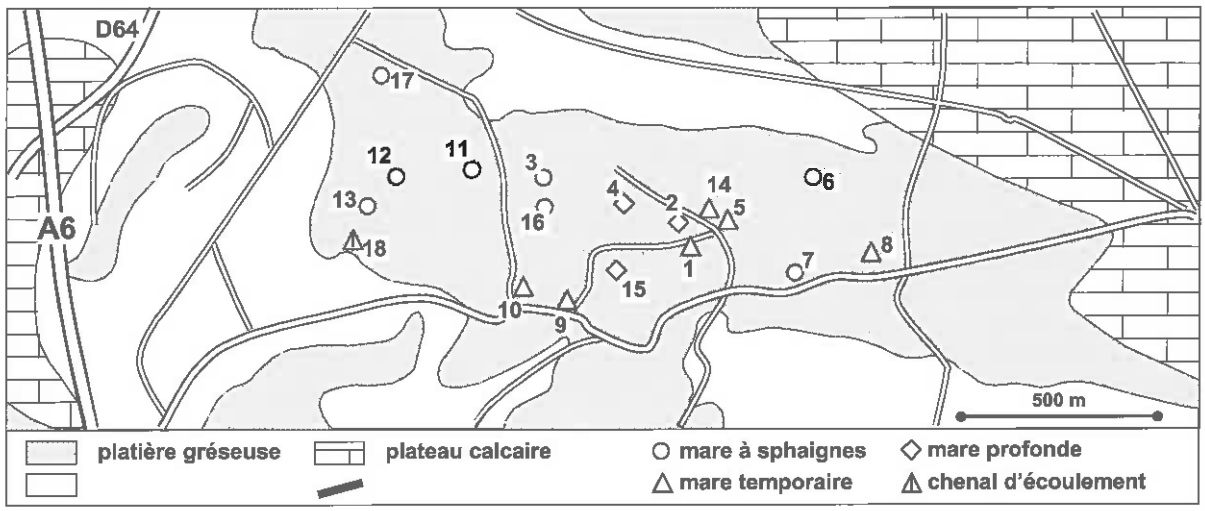


Figure 2 : Cadre géomorphologique de la platière des Couleuvreux et plan de situation des mares prises en référence.
Noter la distribution des différents types de mares : la partie centrale de la platière comporte les mares profondes et permanentes, les grès y présentent de fortes irrégularités ; la partie occidentale de la platière est moins accidentée et les mares y sont moins profondes et à sphaignes.

Hydrographie

Disposition générale des mares

La platière présente une pente générale d'Est en Ouest avec une dénivelée de près de 6 m entre la mare interne (6), la plus élevée à l'Est, et la mare du Bouledogue (17), la moins élevée près du rebord Ouest de la platière (figure 3). A l'évidence, les pertes d'altitude d'Est en Ouest se font par sauts successifs :

- un saut de près de 2 m entre les mares de la partie orientale de la platière et celles de la partie centrale ;
- un autre ressaut de 1 m entre la partie centrale et la partie occidentale ;
- enfin, la mare du Bouledogue (17) à l'extrémité occidentale de la platière se trouve à près de 1,50 m sous le niveau des mares occidentales (11, 12 et 13)

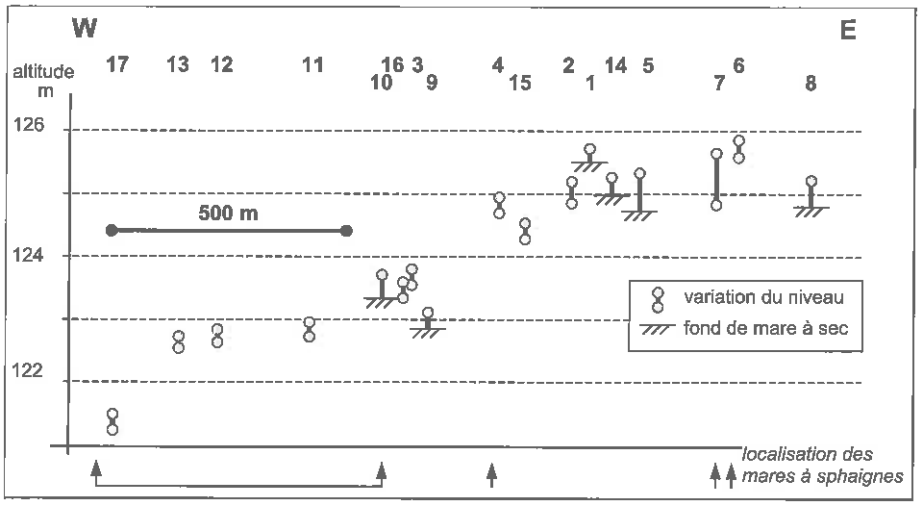


Figure 3 : Altimétrie et fourchette de variation des niveaux d'eau des mares de la platière des Couleuvreux.

Les points ont été rabattus sur une ligne Ouest-Est. On note la différenciation d'un domaine oriental plus élevé avec des variations de niveau relativement fortes et un domaine occidental abaissé avec des variations de niveau plus faibles.

Indépendance des mares

Il n'y a pas de communication par le substratum gréseux entre les principales mares de la platière. Certaines mares voisines fonctionnent de manière indépendante. C'est en particulier le cas de la mare fosse (5) vis-à-vis des mares voisines : mare temporaire T (14) et mare orientale (2). Ces trois mares se situent sur un triangle de 10 à 20m de côté. Les limnigraphes éclairent les relations entre elles (figure 4).

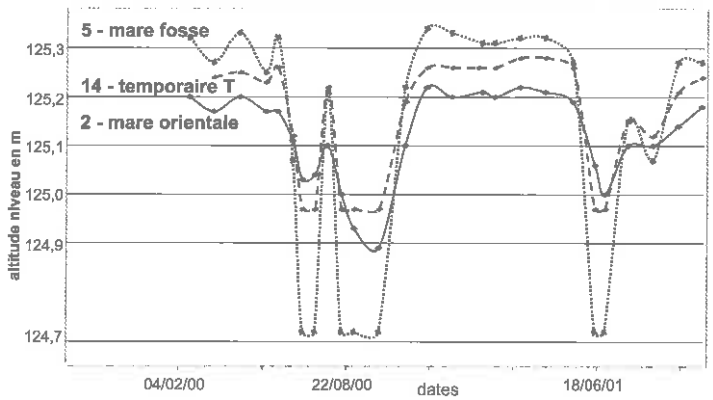


Figure 4 : Comparaison des limnigraphes de trois mares situées à environ 20 m les unes des autres.

Si des débordements se font de l'une dans l'autre, il n'y a, par contre, pas de communications entre elles par le substratum gréseux. Au contraire, la vidange par des dalles plus gréseuses en profondeur (mare fosse) fait que ces mares déterminent une mosaïque de systèmes hydrologiques juxtaposés.

- La mare temporaire T (14) a un seuil de débordement de 5 à 10 cm au-dessus du niveau maximum de la mare orientale (2) dans laquelle elle se déverse. Quand elle est à sec, elle peut, par contre, se trouver sous le niveau de la mare orientale sans qu'il y ait une mise à niveau par des fentes dans la dalle gréseuse.
- La mare fosse (5) a également un niveau maximum de plus de 10 cm au-dessus du niveau maximum de la mare centrale (2) et qui domine d'environ 5 cm celui de la mare temporaire T (14). Aucun écoulement superficiel n'est visible entre ces mares, mais on ne peut exclure que des écoulements épidermiques se fassent vers la mare temporaire T (14) ou directement vers la mare

orientale (2). En revanche, la mare fosse (5) se vide très rapidement et ceci jusqu'à un niveau très en dessous du niveau de la mare centrale (2). Ceci indiquerait que la mare fosse (5) se vidange par le fond et qu'il n'y a aucune communication par des fractures avec la mare orientale (2).

Débordements et réseaux de mares

Les limnigraphes montrent que les mares ont des niveaux hauts stables correspondant à un seuil de débordement. En effet, lorsque les mares ont atteint leur niveau maximal et que la platière est entièrement "engorgée" d'eau, des écoulements superficiels sont visibles en bordure de la platière. Ces écoulements se font le long de différents petits thalwegs correspondant à des zones d'affaissement de la platière (Fig. 5). Par endroit, ils s'écoulent sur les pentes végétalisées, avant de disparaître par infiltration dans les sables. Certaines mares fonctionnent en réseau, se déversant l'une dans l'autre. Ainsi, des écoulements sont fréquents de la mare temporaire T (14) vers la mare orientale (2) et de là, vers la mare centrale (4) par un petit chenal bien individualisé.

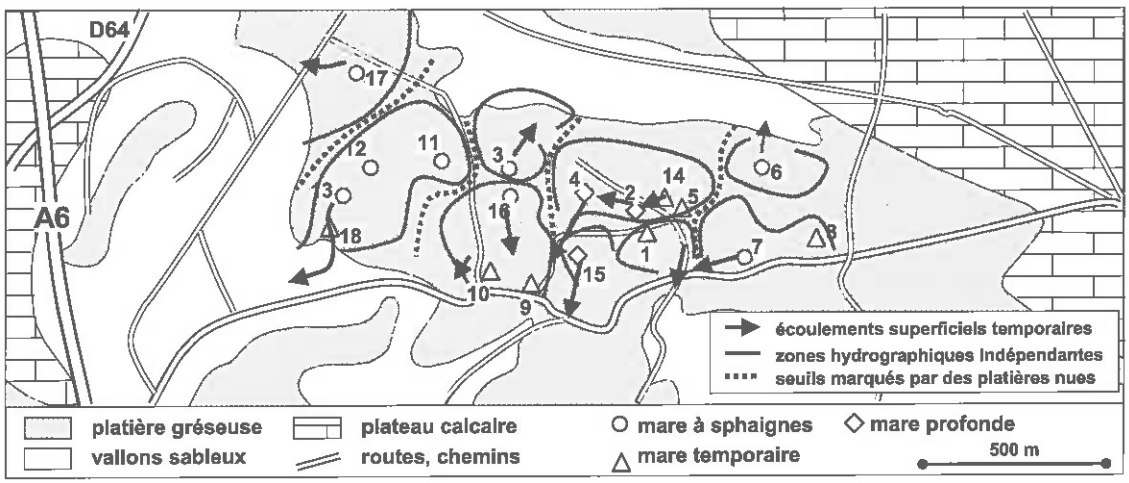


Figure 5 : Délimitation des principales zones hydrographiques relevées sur le terrain à partir de la géomorphologie de la platière.
Les zones sont séparées par des seuils où prédominent les roches nues (platière ou dômes).

Certains écoulements peuvent être pérennes pendant plusieurs semaines durant la saison pluvieuse. C'est notamment le cas des écoulements qui drainent toute la partie occidentale de la platière avec les grandes étendues de mares à sphaignes. L'écoulement se fait au Sud de la mare occidentale (13) par une fente de la platière fracturée, de 20 à 30 cm de largeur (18), qui aboutit dans une dépression en contrebas de la platière où s'établissent alors des zones humides temporaires en réseau. Des écoulements superficiels d'environ 1 m^3/h ont pu être mesurés (15/02/2001) dans le thalweg en contrebas de la goulotte de débordement.

Mosaïque hydrographique

La plupart des mares de la platière sont relativement indépendantes les unes des autres et les déversements limités à quelques mares proches. C'est l'image d'une mosaïque de zones humides juxtaposées qui convient pour décrire le fonctionnement hydrologique de la platière des Couleuvreux. Les relevés sur le terrain permettent d'individualiser une dizaine de zones hydrographiques relativement indépendantes, séparées par des seuils (figure 5). Les seuils se marquent surtout par des zones de platières nues et des rochers arrondis qui "émergent" de la végétation. Les zones en contrebas, par où s'écoulent les eaux, sont généralement plus fortement végétalisées, envahies par les pins et les bouleaux en raison d'épaisseurs de sols plus importantes accumulées entre les dômes rocheux.

Limnigraphie

L'analyse des limnigraphes (relevés mensuels et enregistrement pendant 2 ans) permet de sérier les facteurs qui régissent le comportement des différents types de mares.

Les comportements hydrologiques différenciés

Les différentes mares montrent des comportements distincts avec des variations de niveaux très différenciées en intensité et en durée. Les comportements hydrologiques, la chimie des eaux et la morphologie des mares discriminent les associations végétales présentes. Les principaux types de limnigraphes inventoriés peuvent être comparés et commentés (figure 6).

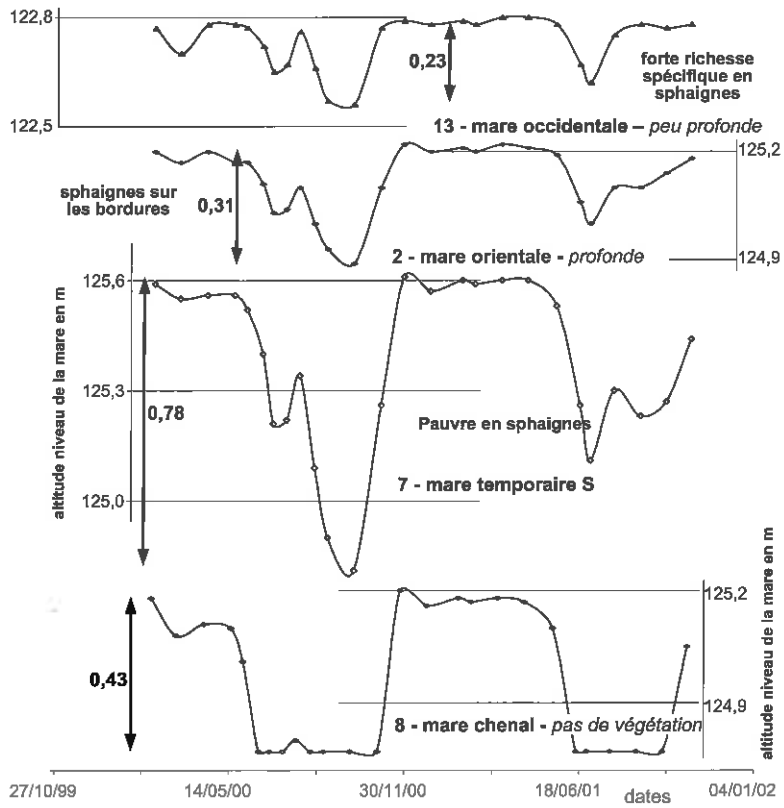


Figure 6 : Comparaison des limnigraphes des différents types de mares.
Tous les limnigraphes sont tracés à la même échelle pour permettre leur comparaison directe. Les mares ont des amplitudes et des vitesses de variation de niveau très différentes. Le régime hydrique est un facteur déterminant de la composition et de la répartition de la végétation de la mare.

- Toutes les mares présentent un niveau maximum bien réglé qui correspond à un niveau de débordement.
- Certaines mares présentent des variations de niveau faibles et relativement atténuées. Ce sont surtout les mares de la partie occidentale de la platière qui se caractérisent par une quasi-absence de roches nues, la présence de sols, l'installation de callune et de molinie, une couverture dense de sphaignes et l'accumulation locale de tourbe (plus de 80 cm d'épaisseur pour deux sondages réalisés en juillet 2004).
- Les mares profondes, qui ne s'assèchent qu'exceptionnellement en été, ont une ceinture de saules et une couverture dense de carex.
- Les mares temporaires de 5 à 10 m de diamètre, dans des secteurs de platière relativement dénudée, présentent les plus fortes amplitudes de variation de niveau. L'assèchement de la mare est très rapide pendant les périodes à bilan hydrique négatif. Ces mares sont souvent dépourvues de végétation, néanmoins certaines mares temporaires peu profondes présentent une végétation très spécialisée et des thérophytes, rares et à éclipses (Liron, 1997), biotope de *Ranunculus nodiflorus*.

Hydrochimie

Les eaux des mares présentent des compositions chimiques relativement homogènes (tableau I), avec néanmoins une évolution nette de certains caractères d'Est en Ouest (THIRY *& al.*, 2001).

- Le pH est neutre à acide et diminue d'Est en Ouest, de 6,7 à 3,3.
- Les eaux sont très faiblement minéralisées, leur conductivité est d'environ 150 µS/cm.
- La faible minéralisation des eaux est confirmée par les faibles teneurs en cations et anions majeurs. Le Calcium et l'alcalinité (HCO_3^-) diminuent régulièrement d'Est en Ouest, en même temps que le pH, alors que le Fer augmente dans la même direction. Les autres éléments ne montrent pas de variations significatives.
- Les eaux sont riches en matières oxydables et le carbone est presque exclusivement présent sous forme de carbone organique : respectivement 34 et 65 mg/l de Carbone Organique Total (COT) pour la mare temporaire (14) et l'occidentale (13).
- Les eaux des mares montrent de fortes variations inter-annuelles de composition, avec des facteurs de concentration/dilution qui peuvent atteindre 30, entre les périodes d'étiage prolongé et les périodes pluvieuses prolongées (THIRY *& al.*, 2001).

physico-chimie				éléments majeurs mg/L										balance - méq/L		
Temp en °C	pH	Eh en mV	Cond. µS/c	HCO_3	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{--}	Na^+	K^+	Mg^{++}	Ca^{++}	SiO_2	Fe	anions	cations	écart
11 - mare occidentale S																
1,5	**3,50**	528	177	0	5,18	0,16	9,18	3,69	0,33	0,13	1,29	2,90	1,24	0,34	0,30	-0,04
4 - mare centrale P																
3,4	**4,07**	490	120	0	7,19	0,14	10,46	4,82	1,13	0,69	7,18	2,10	1,51	0,42	0,73	0,30
2 - mare orientale P																
1,5	**5,86**	394	148	24	5,84	0,17	26,37	3,04	0,63	0,66	18,39	2,10	0,56	1,12	1,20	0,08
14 - mare temporaire T																
2,0	**6,70**	470	178	131	5,60	0,74	13,64	2,92	0,62	0,53	26,21	3,00	0,15	2,60	1,54	-1,06

Tableau I : Analyses chimiques des eaux des mares de la Platière des Couleuvreux.
Un net gradient chimique se marque d'Est en Ouest.

Le gradient Est-Ouest souligné par la physico-chimie des eaux (eaux moins minéralisées et plus acides vers l'Ouest) n'est pas imputable à une évolution des eaux dans un écoulement généralisé des eaux vers l'Ouest. Le gradient constaté résulte directement de la nature du substratum gréseux de la platière : grès à nodules calcaires à l'Est et grès strictement siliceux à l'Ouest.
Ainsi, la présence de zones tourbeuses plus développées à l'Ouest s'explique par la conjonction à l'Ouest de deux facteurs :

- des grès plus imperméables qui induisent un bilan hydrique annuel positif ;
- l'absence de nodules carbonatés dans les grès, d'où des eaux très acides.

ETUDE DE LA VEGETATION DES MARES TOURBEUSES

Méthodologie

Une cartographie de l'ensemble des zones tourbeuses a été réalisée sur le terrain à l'échelle 1/2000 à partir d'une photographie aérienne.

Un descriptif écologique a été établi pour chaque station. Celui ci intègre : le descriptif du biotope (mare temporaire, mare dystrophe, molinaie haute,...), les caractéristiques de la végétation et de sa physionomie (tapis, buttes à sphaignes,...), l'inventaire des groupements sphagnaux présents (données quantitatives et qualitatives), la dynamique de la végétation et des éléments d'évaluation sur l'état de conservation de la station.

Résultats

La cartographie des zones tourbeuses et l'analyse de la végétation a permis d'individualiser d'un point de vue écologique 108 stations sur ce site (figure 7). Le descriptif écologique qui accompagne chacune des stations est un état "zéro" qui peut permettre le suivi de la dynamique de la végétation de ces mares en vue de leur gestion.

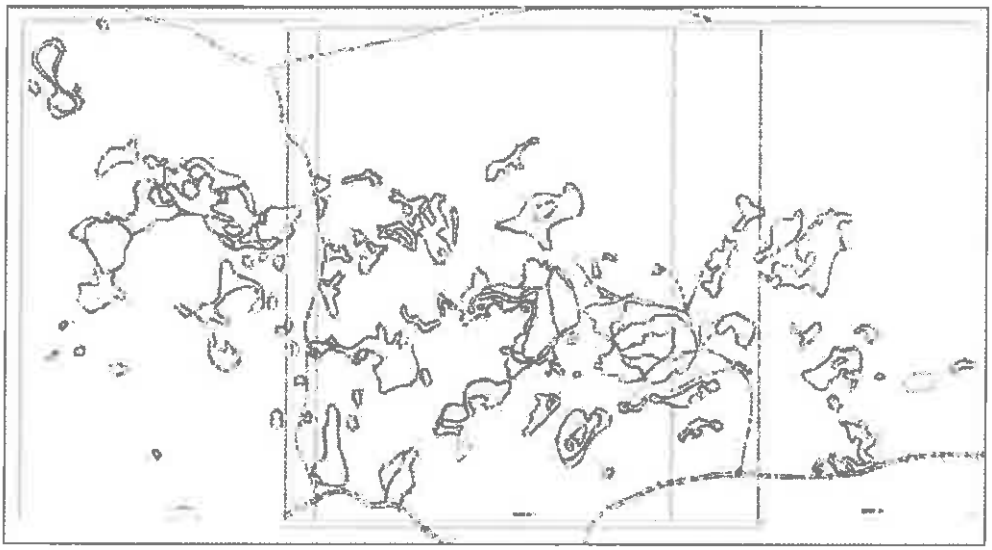


Figure 7 : Cartographie des 108 zones tourbeuses de la platière des Couleuvreux. (Echelle 1/2000è)

L'étude fournit aussi l'inventaire des sphaignes présentes : 12 espèces s'y recensent (tableau II). Parmi elles, *Sphagnum subsecundum* et *Sphagnum magellanicum* sont deux espèces qui n'avaient pas été revues depuis plus de 50 ans et qui sont très rares en Ile-de-France. Quant à *Sphagnum papillosum* et *compactum*, elles sont "déterminantes" ZNIEFF. La platière des Couleuvreux a donc, malgré une superficie modeste, une richesse spécifique exceptionnelle en sphaignes puisque les 12 espèces recensées représentent pas moins de 35% de la flore sphagnale française.

nom de l'espèce	abondance	nombre de stations
Sphagnum capillifolium	assez commun	42
Sphagnum compactum	assez rare	28
Sphagnum cuspidatum	très commun	86
Sphagnum denticulatum	assez rare	20
Sphagnum fallax	assez rare	13
Sphagnum fimbriatum	assez commun	42
Sphagnum magellanicum	très rare	1
Sphagnum palustre *Sphagnum papillosum*	assez commun	73
Sphagnum rubellum	très rare	4
Sphagnum subnitens	assez rare	25
Sphagnum subsecundum	très rare	9

Tableau II : Inventaire des espèces des sphaignes de la platière des Couleuvreux en 2001

Sphagnum magellanicum est une sphaigne de répartition boréale, existant surtout en montagne, très rare en plaine où elle est relictuelle de la période post-glaciaire. A cet égard, Fontainebleau demeure une station refuge pour cette espèce.

Ecologie et cartes de répartition des sphaignes

Chaque espèce occupe la situation optimale qui satisfait à ses exigences écologiques et tient aussi compte des conditions micro-climatiques. Les différentes espèces forment des séquences verticales essentiellement régies par l'hygrométrie, mais qui peuvent varier en fonction de conditions locales particulières (ombrage, nature du sol, etc.). A partir de la cartographie des zones tourbeuses et du descriptif de la végétation ont été dressées les cartes de répartition de chacune des espèces de sphaignes présentes sur la platière. Ne sont présentées ici que les répartitions de quelques espèces du site, depuis les aquatiques pionnières jusqu'aux ombrotrophes. Les sphaignes aquatiques ou semi-aquatiques du site sont *Sphagnum cuspidatum et Sphagnum denticulatum.* Elles sont sensibles à la minéralisation plus ou moins importante de l'eau. Ce sont des espèces pionnières. *Sphagnum cuspidatum* est la plus commune sur le site.

Figure 8 : Carte de répartition de *Sphagnum cuspidatum.* Espèce pionnière peu exigeante, elle s'installe dans toute dépression même temporaire aux eaux acides.

Sphagnum denticulatum est plutôt mésotrophe avec une tolérance pour les pH moins acides. La carte de répartition (figure 9) montre sa présence dans les zones du site où des apports calciques se font sentir à partir des grès à nodules calcaires.

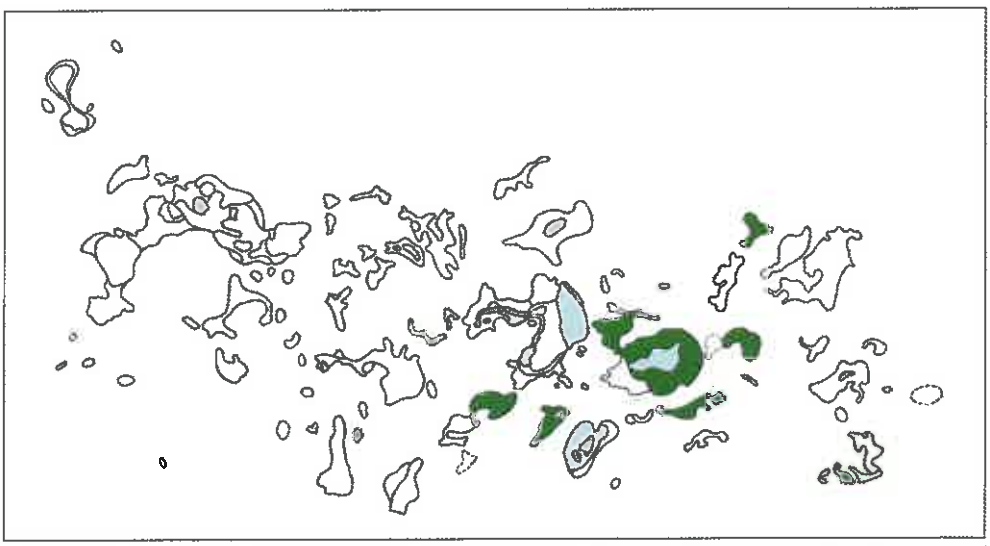


Figure 9 : Carte de répartition de *Sphagnum denticulatum.* Ses localisations coïncident avec les zones où les eaux sont les moins acides et les plus minéralisées du site.

Cette espèce peut servir de bio-indicateur des variations cruciales des paramètres acidité ou oligotrophie.

On note aussi la présence de la sphaigne semi-aquatique *Sphagnum fallax* qui vit les "pieds dans l'eau", avec sa partie végétative exondée. Elle se localise dans les zones qui témoignent d'une persistance annuelle suffisante de l'eau dans la mare. D'autres espèces, rarement immergées, sont ombrotrophes, telles *Sphagnum papillosum, ou Sphagnum capillifollium.* Alimentées par les eaux de pluie, sans contact avec des eaux minéralisées, elles forment de vastes tapis dans la lande tourbeuse enrésinée. *Sphagnum capillifolium* caractérise la lande tourbeuse qui évolue vers l'assèchement. (figure 10).

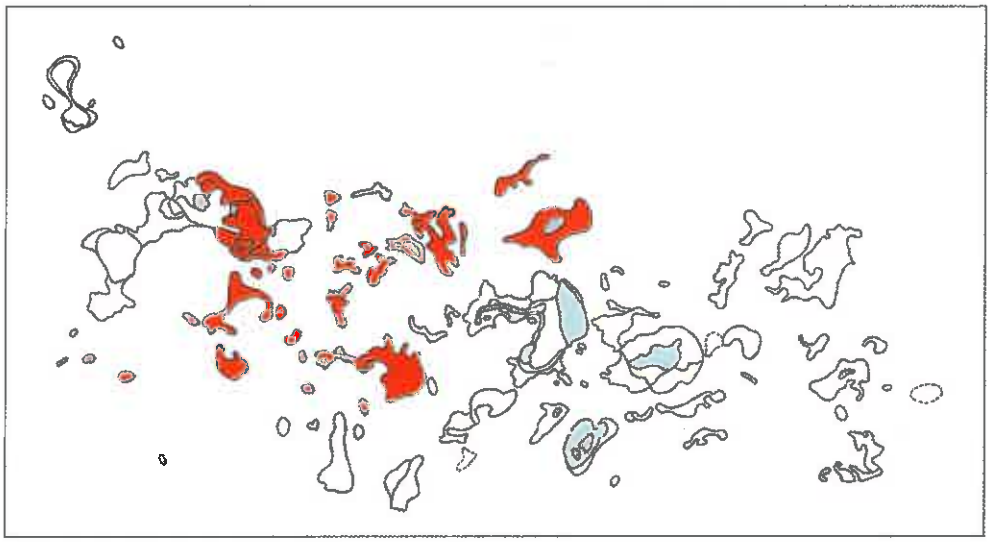


Figure 10 : Carte de répartition de *Sphagnum capillifolium*. Elle se localise dans la zone occidentale et centrale du site où une activité tourbeuse ancienne a accumulé un épais substrat tourbeux.

Sphagnum subnitens et *Sphagnum rubellum* : semi-aquatiques à semi-ombrotrophes, caractérisent un stade turfigène actif, dans des stations qui ne subissent que de faibles variations annuelles du niveau d'eau. De ce fait, ce sont des espèces assez rares, répertoriées dans 25 stations (figure 11).

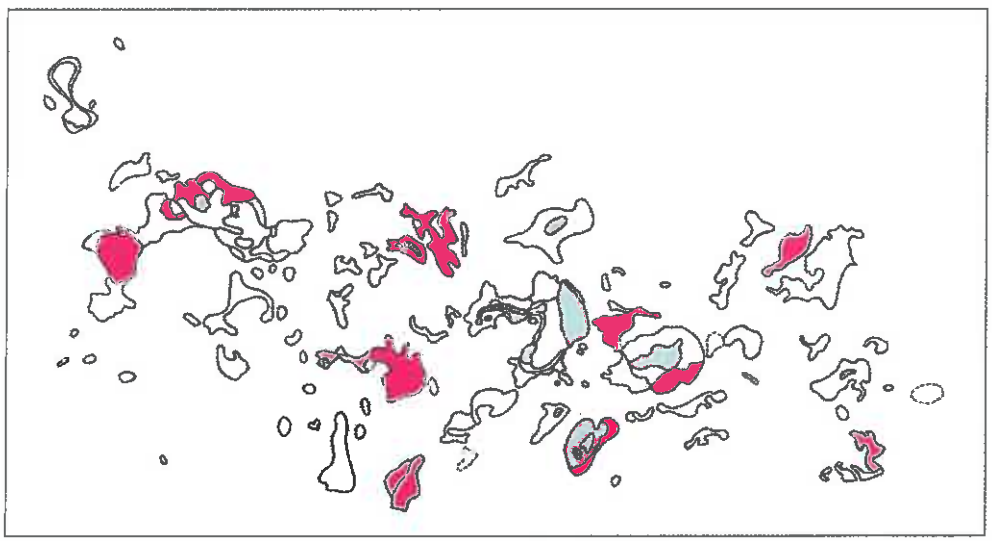


Figure 11 : Carte de répartition de *Sphagnum subnitens*. Localisation principalement dans la zone occidentale où les variations annuelles du niveau des eaux sont faibles (20 cm) et ponctuellement en quelques stations du site où le bilan hydrique est positif.

CORRELATIONS HYDROLOGIE - HYDROCHIMIE ET REPARTITION DES ESPECES

La lecture croisée du fonctionnement hydrologique des mares avec les résultats de l'étude de la végétation des zones tourbeuses met en évidence qu'aux Couleuvreux la « zonéographie » des sphaignes est directement commandée par les caractéristiques hydriques et physico-chimiques de la platière. A savoir :

- des conditions hydriques plus stables à l'Ouest et au centre du site ;
- des variations des niveaux d'eau plus faibles au Sud dans les compartiments del'aval ;
- une acidité décroissante d'Ouest en Est ;
- un enrichissement minéral plus important à l'Est ;
- un stade évolutif plus mature de la lande tourbeuse à l'Ouest.

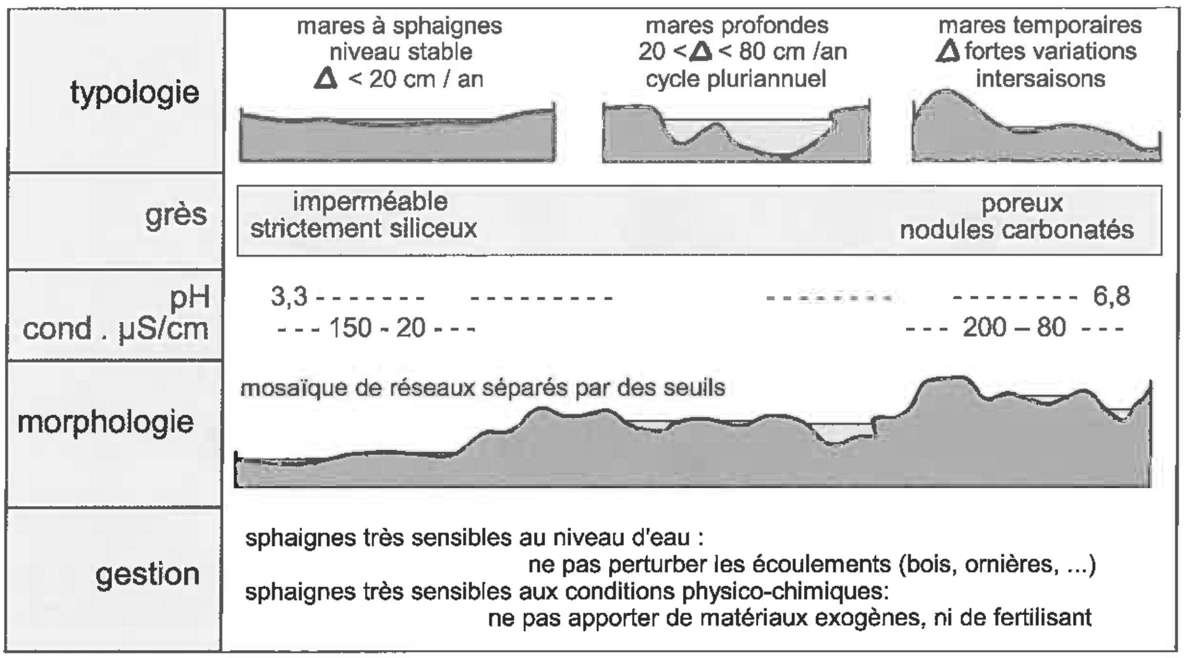
De ce fait, la conservation des zones tourbeuses nécessite le maintien strict des facteurs écologiques du biotope : non altération du régime hydrique, de l'oligotrophie et de l'acidité du milieu. Le facteur hydrique est primordial : c'est un bilan hydrique positif qui conditionne la persistance des sphaignes et l'édification de tourbe. Aussi, il faut veiller à ne pas perturber ces milieux fragiles par le piétinement ou par le passage d'engins lors de travaux sylvicoles ou de gestion.

CONCLUSION

C'est surtout la nature des grès du substratum qui commande la nature des mares par le biais des pertes par infiltration : grès plus poreux à l'Est et plus imperméables à l'Ouest, favorisant le développement des sphaignes et des mares acides.

La platière se comporte comme une mosaïque de réseaux séparés par des seuils, avec des déversoirs relativement bien individualisés et indépendants les uns des autres. La chimie des eaux résulte directement de la nature du substratum gréseux de la platière : présence de grès à nodules calcaires à l'Est et sans carbonate à l'Ouest.

Les zones humides à sphaignes du site des Couleuvreux sont réglées par de très faibles variations du niveau de l'eau des mares. En particulier, le secteur occidental, où se développent de vraies zones tourbeuses à sphaignes, enregistre des variations de niveau inférieures à 20 cm au cours de l'année. Ces éléments sont schématisés ci-dessous :



Au terme de l'étude et au vu du caractère hautement patrimonial du site demeurent certaines questions : quels sont les mécanismes, les facteurs qui ont permis aux sphaignes de s'implanter et de se diversifier ainsi à Fontainebleau ? quelle est la dynamique actuelle de ces milieux ? quels sont les impacts sur ces milieux des activités humaines actuelles ou passées (abandon du pâturage, contrôle des incendies, exploitation de la molinie, plantations au XIXè siècle des pins et leur extension incontrôlée, etc.) ?

Bibliographie

LIRON M.N. (1997), "Les mares des platières gréseuses du Massif de Fontainebleau", Mémoire de DESS Génie Ecologique, Univ. Paris Sud, 102 p.

LIRON M.N., THIRY M., HUET-TAILLANTER S., RAULO A. (2000), "Réseaux des mares du Massif de Fontainebleau. I - Aspects de l'hydrologie des mares des platières", Rapport Armines / Ecole des Mines, LHM/RD/2000/52, 57 p.

LIRON M.N., ROYAUD A. (2001), "Réseaux des mares du Massif de Fontainebleau. II - Etude des zones humides tourbeuses de la platière des Couleuvreux", Rapport Armines / Ecole des Mines, LHM/RD/01/58, 101 p.

THIRY M., LIRON M.N., HUET-TAILLANTER S. (2001), "Réseaux des mares du Massif de Fontainebleau. III - Hydrologie des zones humides de la platière des Couleuvreux", Rapport Armines / Ecole des Mines, LHM/RD/2001/59, 31 p.

ETUDE DES MOUVEMENTS DU CRAPAUD CALAMITE (*BUFO CALAMITA*) DANS LE PARC DÉPARTEMENTAL DE LA COURNEUVE

Par Aurelie HUSTE[11]

Le Crapaud calamite est une espèce relativement peu présente en France et surtout dans les milieux urbains. Il semble néanmoins que la population étudiée dans le parc départemental de la Courneuve (Seine-Saint-Denis) se maintienne depuis plusieurs années. Notre but est d'étudier les mouvements de cet amphibien dans le parc urbain. De telles études permettent de recueillir des informations utiles à l'élaboration de plans de gestion pour le maintien des espèces. Le Crapaud calamite est une espèce relativement imprévisible quant à l'établissement et la disparition de ses populations sur un site. Son maintien en milieu urbain est alors un enjeu de conservation.

Le Crapaud calamite est un amphibien de petite taille (7 à 8 cm environ) et de couleur brun-verdâtre (photo 1). Ses principales caractéristiques de reconnaissance sont d'une part ses membres postérieurs réduits qui font de lui un coureur dynamique et non un "crapaud sauteur" et, d'autre part, une ligne vertébrale jaunâtre qui court le long de son dos (cette ligne peut néanmoins être absente ou peu marquée). L'activité de ce crapaud est principalement nocturne. Il se reproduit dans des points d'eau peu profonds et ensoleillés en journée (parfois des ornières).

Notre intérêt s'est essentiellement porté sur la dispersion de ce crapaud autour des sites de reproduction : étude des distances parcourues et étude de la fidélité. Le parc est coupé en deux par une ligne de chemin de fer. L'ensemble des sites étudiés est situé au nord-est de cette ligne. Cette zone est *a priori* la principale zone de mouvement de ce crapaud dans le parc.

Les principaux sites de reproduction sont (1) une mare artificielle située dans une zone protégée appelée « le vallon écologique » (photo 2) et (2) des mares naturelles situées en bordure d'un bassin de retenue des eaux de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement (DEA) (photo 3). Ce dernier site est entièrement clôturé et donc interdit au public. Au sein d'un même parc urbain, cette étude nous a également permis de comparer un site de reproduction totalement géré par l'homme à un site de reproduction en conditions naturelles.

La technique de suivi utilisée dans cette étude était le radio-pistage ou radio-tracking. Elle permet un suivi individuel des crapauds puisque chaque émetteur émet sur une fréquence propre (ici entre 150 et 152 Mhz) et est parfaitement supportée par le crapaud calamite (aucune mortalité constatée due au marquage durant cette étude ou au cours d'études antérieures). Néanmoins, cette technique permet uniquement un suivi d'individus adultes c'est-à-dire d'individus suffisamment gros pour tolérer la présence de l'émetteur.

Un émetteur muni d'une batterie de 18 mois était placé dans la cavité intra-péritonéale des crapauds anesthésiés au phénoxy-éthanol (utilisation du processus de respiration cutanée pour l'anesthésie). Après une incision de 1cm de long (incision de la peau et du muscle abdominal), l'émetteur était placé de façon à ne pas endommager les organes vitaux. Cinq points de suture du muscle puis de la peau permettaient ensuite de refermer l'ensemble de l'incision. Les crapauds étaient enfin réveillés dans l'eau douce c'est-à-dire en utilisant à nouveau le processus de respiration cutanée. Durant le suivi, les positions des crapauds étaient relevées à l'aide d'un récepteur (ATS R2000 receiver) muni d'une antenne Yagi trois éléments avec une précision de l'ordre de 20 cm.

En 2001, les mouvements crapauds mâles et femelles autour des deux sites de reproduction considérés ont été étudiés afin d'évaluer de façon précise les distances parcourues pendant et après la saison de reproduction. Certains de ces crapauds ont aussi été suivis en 2002.

[11] Laboratoire d'Ecologie – Université Paris VI. alissign@sno.jussieu.fr

Photo 1: Le Crapaud calamite
(Y. Magnoux)

Photo 2
Mare artificielle du Vallon écologique
(A Lissignol)

Photo 3
Mares naturelles situées en bordure du bassin de la DEA

En 2002, des crapauds mâles uniquement ont été marqués puis déplacés des deux sites de reproduction vers un troisième site commun dans lequel aucun crapaud n'avait été observé antérieurement (photo 4). Des mâles ont été choisis pour cette expérience car ils arrivent avant les femelles sur les lieux de reproduction, ces dernières répondant au chant particulièrement bruyant de leurs prétendants. Cette expérience avait pour but de déterminer d'une part la capacité de cette espèce à regagner un site de reproduction, et d'autre part, sa fidélité à ce site.

Photo 4 : Localisation des mares de capture et du lâcher des 19 mâles marqués en 2002

Nos résultats soulignent d'une part, l'importance de prendre en compte la distance de dispersion de cette espèce autour de ses sites de reproduction, et d'autre part, la nécessité de préserver la qualité des mares et de leurs alentours. Enfin, cette étude illustre l'utilité des suivis de populations pour définir des programmes de conservation à moyen et à long terme dans les parcs urbains.

DYNAMIQUE DES COMMUNAUTES VEGETALES DES MARES ET ETANGS OLIGOTROPHES DU MASSIF FORESTIER DE RAMBOUILLET : ETAT DES POPULATIONS DE *LURONIUM NATANS* (L.) RAF.

Par Aurélien BOILLOT[12]

INTRODUCTION

Dans la mise en oeuvre du réseau Natura 2000, prévu dans les Directives Européennes Habitats-Faune-Flore (92/43) et Oiseaux (79/409), chaque Etat membre s'est engagé à assurer le maintien, ou le rétablissement, dans un état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces de faune et de flore sauvages. Cela nécessite de déterminer l'état de conservation des habitats et des espèces au cours du temps, à la fois pour chaque site, mais aussi de façon globale. *Luronium natans* (L.) Raf. (figure 1), est une espèce mentionnée aux annexes II et IV de la Directive "Habitats-Faune-Flore". En Ile-de-France, *Luronium natans*, est considéré comme très rare, voire exceptionnel (ARNAL *& al.*, 2003). Au sein du massif forestier de Rambouillet (MFR), l'espèce se situe encore dans des eaux stagnantes oligotrophes. La particularité de ce massif est d'abriter *Luronium natans* dans deux types d'habitats, les mares et les étangs oligotrophes, qui sont désignés comme habitats de l'annexe I (BENSETTITI *& al.*, 2002b) :

- Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (*Littorelletea uniflorae*). Code 3110
- Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des *Littorelletea uniflorae* et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea.* Code 3130

Historiquement J.-L. THUILLIER (1799) décrit la présence de *Luronium natans* dans le MFR. Situés sur l'ensemble du massif, un échantillon de onze mares et étangs forestiers est retenu comme objet d'étude. Ces stations historiques ne sont pas toutes situées dans les deux sites proposés au titre de la Directive Habitats du massif forestier de Rambouillet. Actuellement seuls cinq des onze stations historiques sont situées dans les **Sites d'Importance Communautaire** (mare II-06, Petit Etang neuf, Etang du Roi, mare XII-10 et mare XXIV-08 du bois de la Claye) et quatre dans le réseau de l'Office National des Forêts des Réserves Biologiques Domaniales (mare du Parc d'en Haut, Petit Etang neuf, Etang du Roi, et les Mares Moussues).

L'état de la population de *Luronium natans* dans les stations anciennes et actuelles du massif aura pour premier objectif de fixer son habitat par l'étude des communautés végétales. Cette approche écologique tentera de caractériser les populations de *Luronium natans* qui pourront faire l'objet de suivi, en différenciant des types d'habitats spécifiques à la forêt de Rambouillet.

OBJET D'ETUDE

Luronium natans (L.) Raf., (Alismatacées, syn. : *Alisma natans* L., *Elisma natans* (L.) Buch.) (figure 2) est une espèce amphibie endémique en Europe. Cette angiosperme monocotylédone (figure 3) est classée parmi les hydrohémicryptophytes (ARNAL, 1996). Le Flûteau nageant supporte l'exondation estivale (ARNAL, 1996) et est souvent considéré comme une espèce à éclipse.

[12]DEA Environnement : Milieux, Techniques, Sociétés (promotion 2002-2003) - Université de Paris VII

Ecologie et menaces de Luronium natans *(L.) Raf.*

Espèce à caractère atlantique, le Flûteau nageant possède une aire de répartition couvrant les pays de l'Europe tempérée occidentale et centrale (GREULICH, 1999 ; GREULICH & WADE, 1998 ; WILLBY 1 EATON, 1993). Sa distribution occidentale est principalement centrée sur la Grande Bretagne, la France, la Belgique, les Pays-Bas et le nord de l'Allemagne. Au niveau de son aire de distribution, *Luronium natans* (L.) Raf., décroît (WILLLBY & EATON, 1993 ; LANSDOWN & WADE, 2001) et a toujours été considéré comme rare (GREULICH & WADE, 1998). La cause principale expliquant la diminution des populations semble être la perte ou la destruction de leurs habitats.

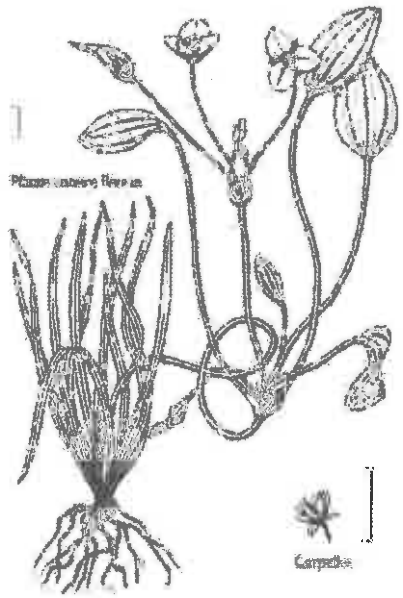


Figure 1 : *Luronium natans* (L.) Rafin.
(Source : MEDD)

LANSDOWN & WADE (2001) constatent que les causes locales de déclin de *Luronium natans*, à l'échelle européenne, semblent être dues à une disparition naturelle de l'espèce au sein des successions évolutives, sans la possibilité pour celle-ci de disposer de sites alternatifs. L'aménagement humain semble être une cause majeure dans la diminution ou destruction de ses habitats alternatifs. Toutefois *Luronium natans* possède une faculté de régénération significative dans les milieux légèrement perturbés grâce à l'amplitude de son taux de multiplication végétative (BARRAT-SEGRETAIN *& al.*, 1998, GREULICH, 1999).

Les habitats de Luronium natans *(L.) Raf. en forêt de Rambouillet.*

Luronium natans (L.) Raf. est une espèce opportuniste qui fréquente une très large gamme de milieux, naturels ou d'origine anthropique. Dans le contexte de Rambouillet, BOURNERIAS (1972) présente *Luronium natans* (L.) Raf en association avec des hydrophytes caractéristiques des eaux acides, comme pour le cas du Petit Étang Neuf. GRESSETTE (1999) classe *Luronium natans* (L.) Raf dans le MFR comme espèce caractéristique de l'alliance à *Potamion polygonifolii - Ranunculion aquatilis* pour la série évolutive des mares oligotrophes acides.

METHODE DESCRIPTIVE DES MARES ET DES ETANGS

Pour percevoir l'état de l'habitat de *Luronium natans* en forêt de Rambouillet, plusieurs critères écologiques des mares et étangs ont été consignés et observés. Afin de pouvoir comparer les données obtenues durant la période d'étude sur les communautés végétales amphibies de notre échantillon,

l'utilisation de la phytosociologie sigmatiste (BRAUN-BLANQUET, 1928) se justifie au regard des anciennes études effectuées sur le massif (SAINT ALARY, 1983 ; ONF, 1998-2000 ; GRESSETTE, 1999) et dans une logique de continuité de description des habitats en accord avec la nomenclature européenne de descriptions des habitats (typologie CORINE Biotopes).

RESULTATS

Sur les onze stations historiques de la forêt de Rambouillet, *Luronium natans* a été noté dans sept stations entre mai et septembre 2003 (figure 3). Ces stations sont essentiellement regroupées dans la partie Nord-Ouest du massif : mare aux Canes (VIII-12), mare du Parc d'en Haut (V-01), mare II-06, mare IV-29 et zone d'écoulement de la mare I-24. Au sud du massif deux stations sont localisées au Petit Étang Neuf (XII-20) et à la mare XII-10.

Luronium natans est présent continuellement, entre mai et septembre 2003, à la mare aux Canes (VIII-12), à la mare du Parc d'en Haut (V-01), et à la mare II-06. L'espèce a été observée qu'à partir de juillet pour le Petit Étang Neuf (XII-20), et à partir d'août pour la mare IV-29, la mare I-24 et la mare XII-10.

Par rapport aux communautés végétales décrites dans les habitats de l'annexe I, les stations historiques de *Luronium natans* (figure 4) abritant en 2003 *Luronium natans*, seraient plus proches d'une végétation occidentale d'affinités thermo- à eu-atlantiques des eaux peu profondes (BOURNERIAS *& al.*, 2001) : *Elodo palustris-Sparganion* Br-Bl. &Tx *ex* Oberd 57. Ce syntaxon étant classé dans la classe des *Littorelletea uniflorae* Br-bl. & Tx ex V.Westh., Dijk & Passchier 46 (BARDAT *& al.*, à paraître).

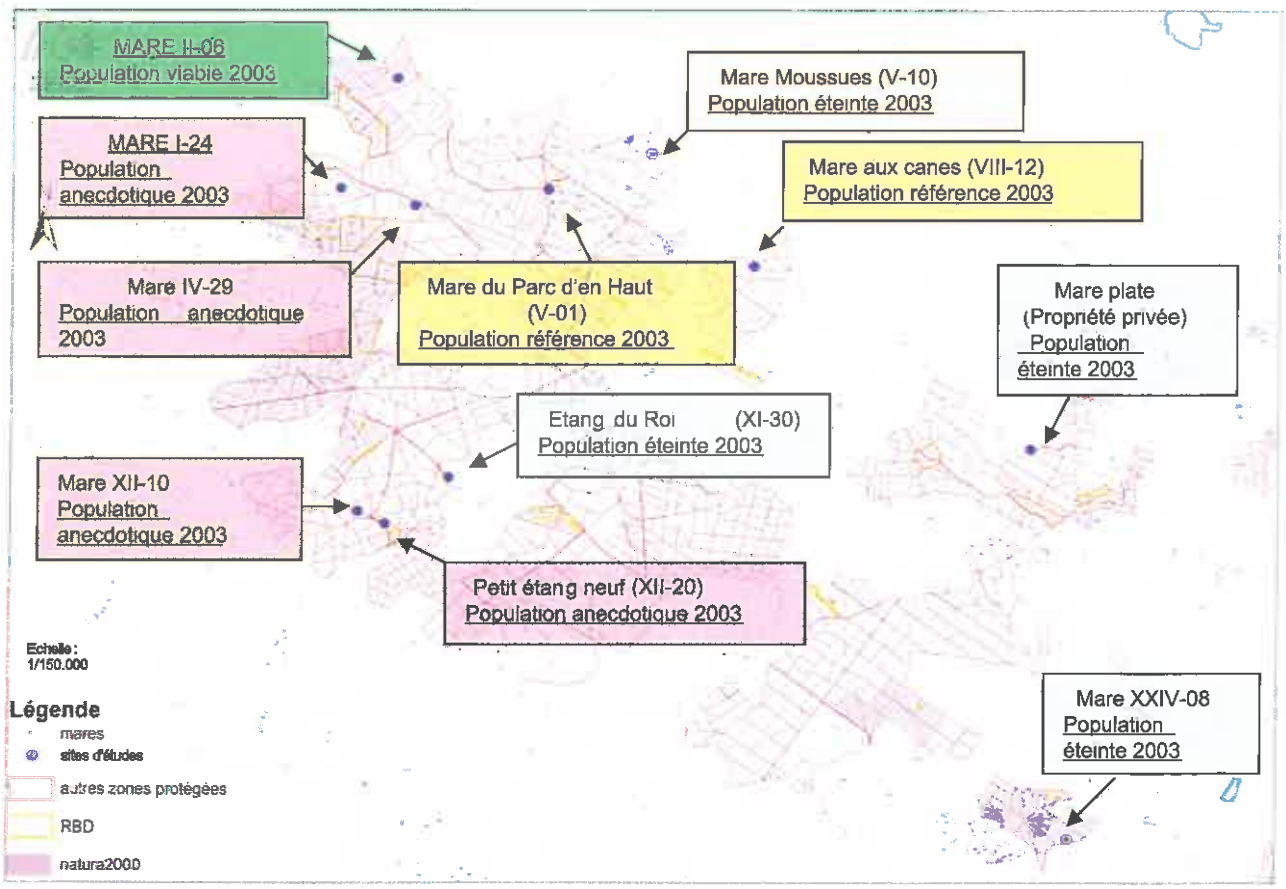


Figure 3 : Etat des populations de *Luronium natans* dans le massif forestier de Rambouillet en 2003.
d'après carte IAURIF (B. Cauchetier)

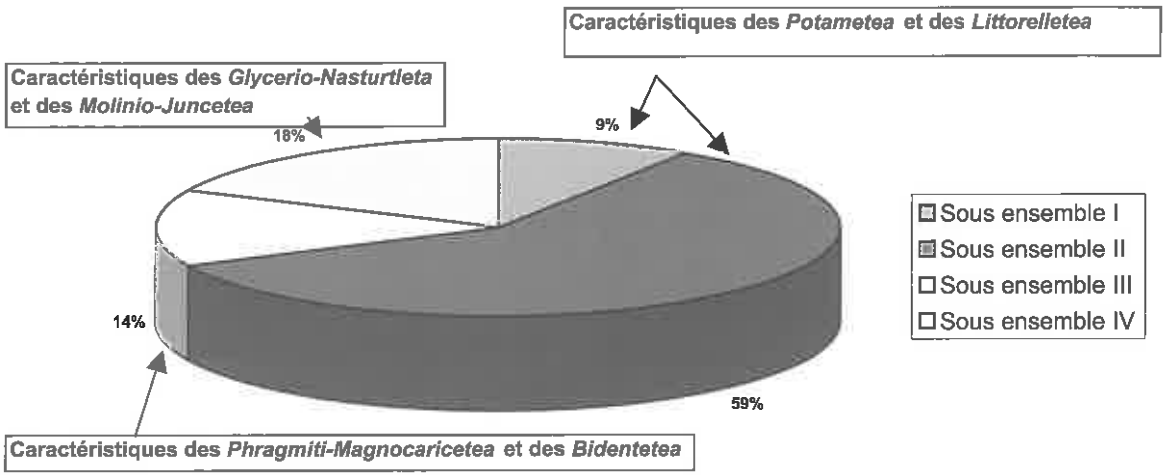


Figure 4 : *Luronium natans* (L.) Raf. dans les communautés végétales des stations historiques du massif forestier de Rambouillet (mai à septembre 2003)

La population de la mare aux Canes (XVIII-12) forme une colonie se répartissant sur plus de 700m^2 (figure 5). A la mare du Parc d'en Haut (V-01), la population s'étend sur une superficie de berge de plus de 100m^2. Un petit groupe dispersé d'une centaine de pieds constitue la population à la mare II-06 sur environ 15m^2. Les autres stations n'abritent que quelques pieds isolés de l'espèce : 15 pour la mare I-24 sur un peu plus d'un mètre carré, 10 pour le Petit Étang Neuf répartit sur les deux berges par petites tâches de 2 ou 3 pieds ; et seulement 2 à 3 pieds aux mares IV-29 et XII-10. L'espèce présente une hétérophyllie importante en fonction de ces différentes conditions écologiques. Elle reste uniquement en fleur des mois de mai à septembre à la mare aux Canes (VIII-12), mais de manière moins importante durant les mois de juillet-août, avec seulement quelques pieds en fleurs.

DISCUSSION

Luronium natans peut être considéré en 2003 en dynamique progressive à la mare aux Canes (VIII-12), à la mare du Parc d'en Haut (V-01) et à un degré moindre à la mare II-06, qui dépend plus étroitement du degré de perturbation par le grand gibier (sangliers et cerfs). L'observation de *Luronium natans* dans les mares IV-29, XII-10, I-24 et au Petit Étang Neuf (XII-20), indique une présence supposée relictuelle de l'espèce, soumise à des variations interannuelles fortes.

En fonction de la densité de *Luronium natans*, et de l'influence de certains paramètres biotiques et abiotiques sur les conditions écologiques de son habitat pour l'année 2003, un classement de ces populations peut être établi dans la perspective d'une gestion conservatoire et d'un suivi annuel de ces populations (tableau 1) :

- La mare aux Canes (VIII-12) et la mare du Parc d'en Haut (V-01) sont définies comme des "**populations de référence**" pour le MFR ;
- La mare II-06 est qualifiée de "**population viable**" ;
- La mare I-24, la mare XII-10, la mare IV-29 et le Petit Etang Neuf (XII-20) sont considérés comme abritant des populations "**anecdotiques ou relictuelles**" et des habitats potentiels.

Les autres sites sont considérés comme ayant une population "**éteinte**" en raison de la non-observation de *Luronium natans* depuis plus de 50 ans pour l'étang du Roi (XI-30) et pour les mares Moussues (V-10).

Pour la mare XXIV-08 du bois de la Claye, *Luronium natans* n'a pas été revu depuis 1995 (JULVE, 1995), et peut être assimilé comme disparu. Pour la mare Plate, située dans une propriété privée, une description sommaire (sans relevé phytosociologique) n'a pas permis d'observer l'espèce. Notons

enfin, qu'actuellement les deux populations de *Luronium natans* les plus importantes (mare aux Canes et mare du Parc d'en Haut classées comme populations de références à l'échelle du massif par notre classement) ne sont incorporées dans aucun des deux sites d'Intérêt Communautaire proposés au titre de la Directive «Habitat » sur le massif forestier de Rambouillet.

Afin de mieux prendre en compte la dynamique de l'espèce dans un contexte dispersé comme la forêt de Rambouillet, des études en cours portent sur le fonctionnement en métapopulation de *Luronium natans* (étude sur plus de 55 populations en Brenne qui constitue un site majeur pour la conservation de l'espèce à l'échelle européenne) (Pinet, 2003, *communication personnelle*). Une réflexion à l'échelle du massif pourrait être également envisagée afin de caractériser les capacités de régénération et de dissémination de l'espèce au sein d'un ensemble d'habitats actuels ou potentiels. Cela nécessite la prise en compte de l'espèce, et de sa dynamique, dans la gestion globale d'un territoire en lui permettant de coloniser des milieux jeunes, ouverts et oligotrophes.

La prise en compte de *Luronium natans* dans le réseau Natura 2000 nécessite de saisir les échelles spatio-temporelles de la dynamique de l'espèce et de son habitat. Un état initial de ces populations devra être déterminé afin d'établir un point de référence de l'habitat de l'espèce dans le cadre du suivi et de l'évaluation de son état de conservation.

CONCLUSION

En 2003, les conditions écologiques de l'habitat de *Luronium natans* (tableau 1) sont **favorable** pour la mare aux Canes (VIII-12) et la mare du Parc d'en Haut (V-01) ; **plutôt favorables** pour la mare II-06, et **non favorables** pour les quatre populations anecdotiques (mare IV-29, mare I-24, mare XII-10 et Petit Étang Neuf). Pour la mare XXIV-08, les conditions écologiques seront considérées, pour l'année 2003, **défavorables** au maintien d'un état de conservation favorable de l'habitat de *Luronium natans*.

Populations	Diagnostic	**Critères écologiques**
Mare aux Canes (VIII-12)	**ÉTAT FAVORABLE**	Densité importante, 723m^2 (60% de la mare), superficie de plus de 1000m^2, eau permanente, berges longues et étendues, diversité spécifique importante, floraison importante, eau claire, régime de battement du niveau d'eau rapide et brusque, perturbation animale peu importante, substrat minéral, sol argilo-sableux, milieu en lumière, etc.
Mare au Parc d'en Haut (V-01)	**État favorable**	Mare de plus de 1000m^2 en eau permanente de mai à septembre, répartition localisée sur une berge en pente douce (4,4% de la mare) en amont de la mare, substrat minéral argilo-sableux, floraison peu importante et non continue, zone soumise de manière importante au variation du niveau des eaux, eau claire, peu d'espèces associés à *Luronium natans*, lumière importante, perturbation animale peu importante, etc.
Mare II-06	**État plutôt favorable**	Superficie de 108 m^2 (15% de la mare), eau temporaire, perturbation animale importante, présence de *Luronium natans* variable lié à la perturbation par les animaux (de moins de 20 pieds à plus de 200), floraison faible et non continue, substrat argilo-sableux, milieu fermé, colonisé par *Glyceria fluitans*, etc.
Mare IV-29	**État non favorable**	2, 3 pieds sur fond de la mare de plateau exondée en août 2003, superficie de moins de 100 m^2, pas de floraison, milieu en lumière, eau temporaire, vase importante, substrat sableux, colonisation des bords par *Juncus effusus* et *Molinia caerulea*, etc.

Mare I-24	**État non favorable**	Fossé d'écoulement. 15 pieds en amont du fossé, sur zone en assec en août 2003, pas de floraison, recouvrement important par *Molinia caerulea*, milieu fermé, sol sableux, etc.
Mare XII-10	**État non favorable**	2, 3 pieds apparaissant sur zone centrale de la mare exondée en août 2003 et perturbée par les animaux (bauges), petite mare (158 m^2) en milieu fermé, fortement végétalisée (*Glyceria fluitans*) et avec un envasement important,…
Petit Etang neuf (XII-20)	**État non favorable**	10 pieds apparaissant sur les berges exondées en juillet, sur sol sableux, pas de floraison, étang fréquenté par le public, présence de nitrophytes, etc.
Mare XXIV-08	État non favorable	Absence de *Luronium natans*, eau temporaire, superficie inférieure à 80 m^2, colonisation par *Juncus effusus* et *Molinia caerulea* au centre de la mare, recouvrement important par un chêne séculaire, nombreux débris organiques (branches et feuilles), substrat sableux, etc.
Etang du Roi (XI-30)	**Non estimé**	Absence de *Luronium natans*
Mares Moussues (V-10)	**Non estimé**	Absence de *Luronium natans*
Mare Plate (Pr.privée, Senlisse)	**Non estimé**	Absence de *Luronium natans*

À l'échelle du Massif Forestier de Rambouillet pour 2003	**ETAT DE CONSERVATION NON FAVORABLE**

Tableau 1 : Proposition de diagnostic de l'état de conservation des populations de *Luronium natans* (L.) Raf. du Massif Forestier de Rambouillet en 2003.

Pour les autres, le manque de données et la présence très ancienne de l'espèce ne nous permettent pas de proposer un diagnostic sur ces milieux (Étang du Roi, mare Plate, Mares Moussues). **À l'échelle du massif forestier de Rambouillet** pour l'année 2003, compte tenu de la faible présence de l'espèce, il est délicat de donner un diagnostic sur l'état de conservation de *Luronium natans*. Mais, si seulement deux stations sur sept sont dans un état de conservation favorable, l'état de conservation global des populations de *Luronium natans* du MFR paraît dans **un état non favorable**.

BIBLIOGRAPHIE

ARNAL G. (1996) "Les plantes protégées d'Ile-de-France", Collection Parthénope, Paris, 349 p.

ARNAL G., FILOCHE S., LOMBARD A., NAWROT O., REFAIT F. (2003) "Liste de la flore vasculaire d'Ile-de-France (Ptéridophytes et Spermaphytes) : raretés, protections, indigénat", version provisoire, MNHN - CBNBP, non publié. 47 p.

BARDAT J., BIORET J., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GEHU J.-M., HAURY J.,LACOSTE A., RAMEAU J.-C., ROYER J.-M., ROUX G., TOUFFET. (2004) "Prodrome des végétations de France", Collection Patrimoines Naturels, MNHN, Paris. 172 p.

BARRAT-SEGRETAIN M.H., BORNETTE G. & HERING-VILAS-BOAS A. (1998) "Comparative abilities of vegetative regeneration among aquatic plants growing in disturbed habitats", Aquatic Botany 60 (1998), pp. 201-211.

BENSETTITI F., GAUDILLAT V., MALENGREAU D., QUERE E. & al. (2002b) "Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire, tome 6 : Espèces végétales", Cahiers d'Habitats Natura 2000, Editions LA DOCUMENTATION FRANCAISE, 271 p.

BOURNERIAS M. (1972) "Flore et végétation du massif forestier de Rambouillet (Yvelines)", Cahiers des Naturalistes Parisiens, 28, pp. 17-58.

BOURNERIAS M., ARNAL G. & BOCK C. (2001) "Guide des groupements végétaux de la région parisienne, éditions BELIN, Paris, 639 p.

BRAUN-BLANQUET J. (1928) "Vocabulaire de sociologie végétale", 3ème édition, Montpellier, 23 p.

GRESSETTE S. (1999) "Les mares intra forestières de la forêt domaniale de Rambouillet : Aspects phytosociologiques, hiérarchisation patrimoniale et stratégies de gestion. Mémoire de Maîtrise Scientifique et Technique. (?) p.

GREULICH S. (1999) "Compétition, perturbations et productivité potentielles dans la définition de l'habitat d'espèces rares : étude expérimentale du macrophyte *Luronium natans*", Thèse, Université de Lyon 1, 144 p.

LANSDOWN R.A. et WADE P.M. (2001) "Determining the ecological requirements of floating water-plantain (*L. natans* (L.) Rafin)", Programme LIFE, Contract No. LIF02-11-11.

SAINT ALARY F. (1983) "Etude phytoécologique du Domaine de la Claye", DEA Ecologie, Université

Paris - Sud Orsay, 49 p. + annexes.

WADE P.M. & GREULICH S. (1998) "*Luronium natans* (L.) Rafin., a rare aquatic plant : an assessment of its status and change over the last 100 years", in Management and Ecology of aquatic Plants. 10th EWRS Internacional symposium on aquatic weeds, Lisbonne, 21-25 septembre 1998, pp. 147-150.

WILLBY N.J. & EATON J.W. (1993) "The distribution, ecology and conservation of *Luronium natans* (L.) Raf. in Britain", Journal of aquatic plant management, n°31, pp.70-76.

CONSERVATION ET GESTION DE MARES INTRA-FORESTIERES DE PLAINE : APPROCHES ET TECHNIQUES DEVELOPPEES DEPUIS 15 ANS EN FORET DOMANIALE DE RAMBOUILLET (78).

Par Frédéric ARNABOLDI & Elisabeth ROYER[13]

INTRODUCTION

Le massif de Rambouillet est riche en zones humides notamment en mare. Parmi elles, 557 sont géo-référencées en forêt domaniale (14 300 ha). Ces milieux font partie du patrimoine historique et culturel de la forêt ; leurs origines étant souvent liées à l'action de l'homme (anciens étangs de pisciculture, extraction de meulières, mares réservoir d'eau, lavoirs, abreuvoirs pour bestiaux menés aux abattoirs, trous de bombes, points de fixation du gibier, etc.). Plus récemment, une nouvelle fonction est reconnue à ces mares : la biodiversité. En effet, la présence d'habitats d'intérêt communautaire, d'espèces animales ou végétales de l'annexe 2 de la Directive Habitats – Faune - Flore (*Triturus cristatus*, *Luronium natans*) et d'assemblages d'espèces exceptionnels au plan national ou local (mares hébergeant 6 espèces de tritons) a conduit l'Office National des Forêts à classer les plus remarquables d'entre elles en Séries d'Intérêt Ecologique, Réserves Biologiques et sites Natura 2000.

Cependant, mettre en place un statut de protection réglementaire n'est pas suffisant pour conserver l'intérêt patrimonial des mares si, sur le terrain, aucune intervention n'est mise en œuvre pour assurer leur pérennité. C'est pourquoi l'Office National des Forêts de Rambouillet développe diverses techniques de gestion conservatoire ou de restauration des mares. Cet article présente notre démarche de gestionnaire et illustre, avec quelques exemples concrets, les principales méthodes employées au cours de ces quinze dernières années.

DES MARES QUI DISPARAISSENT NATURELLEMENT

Deux phénomènes naturels conduisent les mares à disparaître :

- l'atterrissement, qui provoque le recul de la lame d'eau et libère des espaces où la végétation s'implante ;

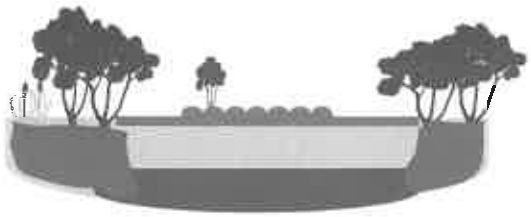
- le comblement, qui entraîne à terme l'assèchement de la mare et la disparition du plan d'eau.

[13] Office National des Forêts - Agence Yvelines - Hauts de Seine. frederic.arnaboldi@onf.fr

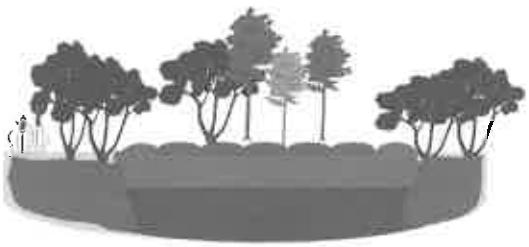
Etapes de la dynamique de comblement

La lame d'eau libre se réduit avec le développement des macrophytes, l'apport de feuilles, de branches mortes, de sédiments, etc.

Progressivement, les macrophytes colonisent les zones d'atterrissement et gagnent vers l'intérieur de la mare. En se décomposant, ils augmentent le volume de matière organique morte, de vases, et participent ainsi au comblement du milieu.



En général, ils finissent par s'implanter dans l'ensemble du milieu, de plus en plus dominé par une végétation ligneuse, ce qui accélère le processus de comblement.



A terme, un boisement humide remplace le plan d'eau. La mare a alors disparu : l'écosystème aquatique en tant que tel n'existe plus. Ce processus s'observe sur une échelle de temps assez courte (15 à 20 ans) ou plus longue, dans le cas de systèmes tourbeux.

La conservation des biotopes aquatiques et des espèces qui leur sont associées implique donc de gérer, entretenir, voire restaurer les mares.

LA GESTION DES MARES EN FORET DE DOMANIALE (FD) DE RAMBOUILLET : UN PROCESSUS EN 3 ETAPES

- Dresser l'état initial, définir les orientations et les modalités de gestion, cartographier les zones d'intervention (cas des mares en Réserves Biologiques Dirigées) et les délimiter sur le terrain ;
- Réaliser et encadrer les travaux de gestion ;
- Evaluer la pertinence des travaux : suivis.

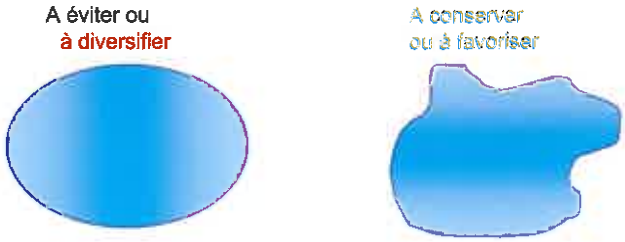
PRINCIPES DE GESTION DES MARES EN FD DE RAMBOUILLET

L'objectif de l'ONF est de maintenir et/ou restaurer des biotopes et des habitats fonctionnels et acceptables pour les communautés qui y vivent ou sont susceptibles de s'y développer. Il s'agit d'un travail lié à la conservation ou à l'amélioration de la capacité d'accueil des mares.

La dynamique des populations, le potentiel séminal, les capacités de dispersion et de colonisation des espèces animales ou végétales sont autant de facteurs sur lesquels nous n'avons pas de maîtrise et peu de moyens d'action. Les interventions sont donc ciblées sur les quelques éléments où le gestionnaire

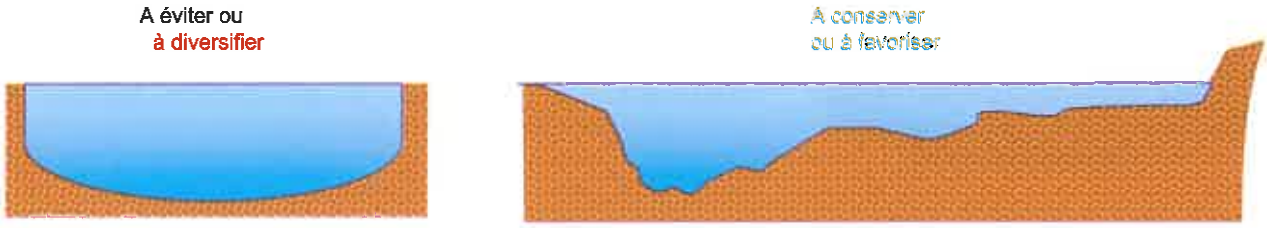
peut agir directement et durablement : rétention d'eau, profil des berges de la mare, degré d'ouverture et d'exposition à la lumière, envasement ; c'est à dire sur l'aménagement de la structure des biotopes (et micro-habitats).

Forme de la mare

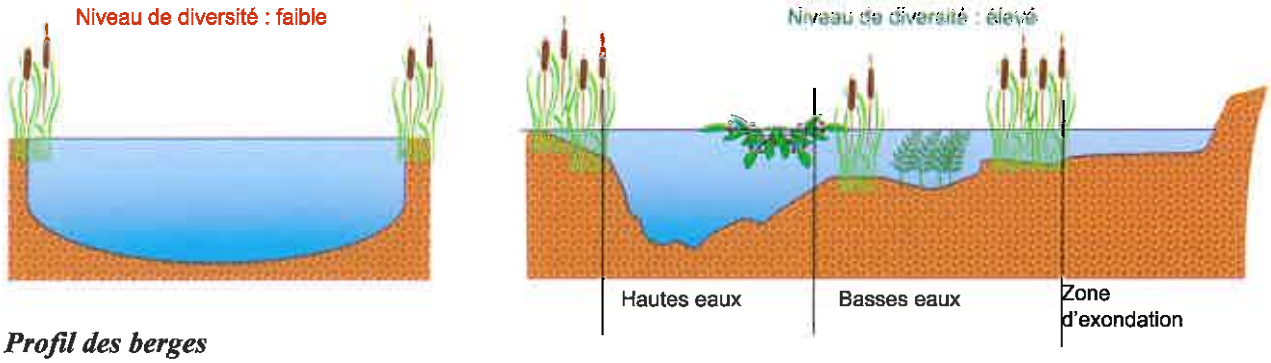


Dans la mesure du possible, nous cherchons à favoriser des plans d'eau aux rives sinueuses et peu homogènes.

Profondeurs et volume d'eau



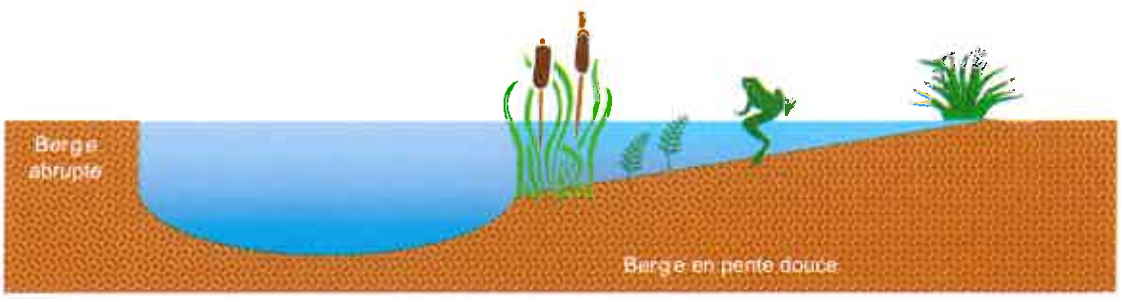
L'alternance de hauts fonds et de zones profondes diversifie la capacité d'accueil de la mare. Cela conditionne la nature et la répartition des végétaux, éléments très prisés par la majorité de la faune : supports de pontes, frayères, zones refuges, zones d'alimentation, habitats larvaires :



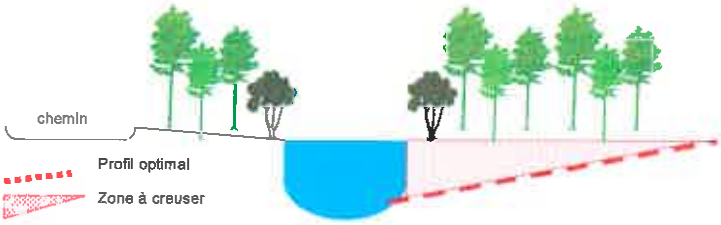
Profil des berges

L'aménagement de pentes douces permet :

- d'agir au profit de plantes inféodées aux grèves exondables (*Luronium natans, Pilularia globulifera, Hypericum elodes*, etc.) : A ;
- de diversifier les communautés végétales, en favorisant l'implantation d'hélophytes et la formation de prairies aquatiques ou amphibies : B ;
- de faciliter l'accès des amphibiens à ces zones en période de reproduction : C.

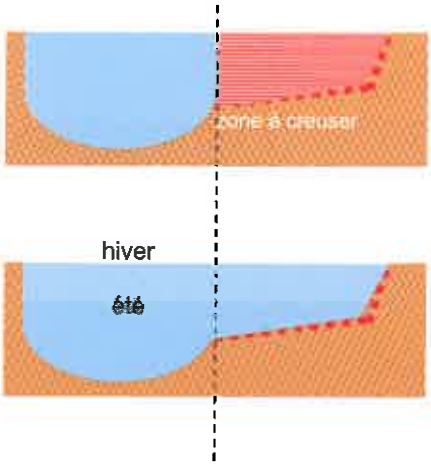


Il arrive que la longueur de terrain disponible pour atténuer la pente ne soit pas suffisante, en raison de la profondeur de la mare, de la topographie du site ou de son environnement immédiat (voir schéma ci-contre).



Des solutions intermédiaires (creusement de plage ou création de banquettes) peuvent alors être appliquées.

Exemple d'une correction de berge par création de plage en pente douce

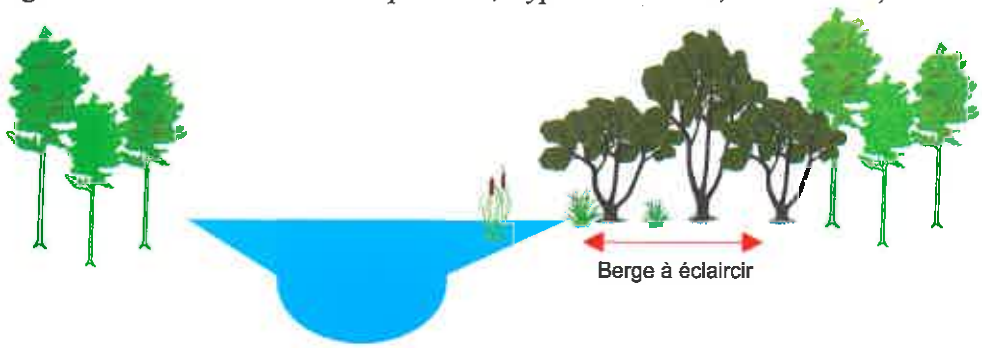


Aplanissement de la pente de berge
et création de la plage

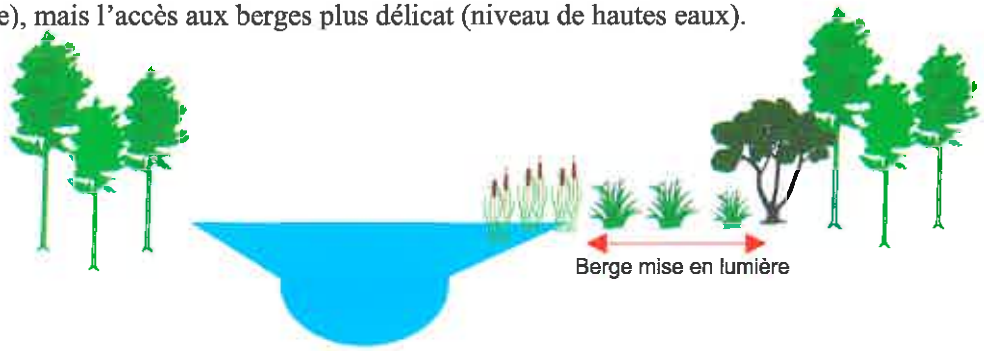
Evolution de la plage créée

La lumière

La lumière est le facteur sur lequel il est le plus facile d'agir, et de façon peu onéreuse. Il s'agit d'ouvrir une portion de berge, afin de favoriser les hélophytes (voire hydrophytes) dont le développement en parvo-roselières ou en prairies aquatiques profitera à bon nombre d'invertébrés aquatiques et d'amphibiens. Des travaux d'éclaircie sont aussi menés afin de pérenniser certaines plantes protégées de bord d'eau : *Comarum palustris, Hypericum elodes, Carex curta*, etc.



Les travaux consistent à abattre arbres et arbustes qui bordent la mare, à l'endroit où subsistent quelques hélophytes, ou bien là où ils sont susceptibles de s'implanter naturellement. Ces opérations peuvent être menées tout au long de l'année. En hiver, le volume de rémanents est plus réduit (absence de feuillage), mais l'accès aux berges plus délicat (niveau de hautes eaux).



Exemple d'une mise en lumière de berge

septembre 1999 : berge à éclaircir

octobre 1999 : travaux de déboisement

septembre 2001

septembre 2004

Le curage : remise en eau de mares comblées

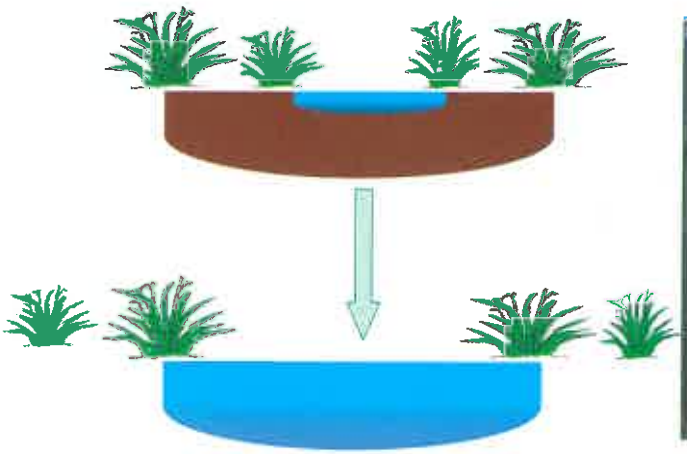
Le curage est une opération de gestion qui permet de retrouver un faciès d'eau libre en :

- limitant le développement des macrophytes qui comblent tout ou partie de la mare ;
- exportant les vases et la matière organique qui comblent la mare.

Le curage d'une mare entièrement comblée (l'eau a disparu) peut être opéré tout au long de l'année, selon la portance des sols.
Pour une mare partiellement comblée (il reste un peu d'eau libre), la période d'intervention la moins néfaste se situe de fin septembre - début octobre (fin d'étiage) à fin novembre. Elle doit être ajustée au cas par cas. La surface à curer ne doit pas excéder deux tiers de la mare (principe de conservation d'une zone refuge).

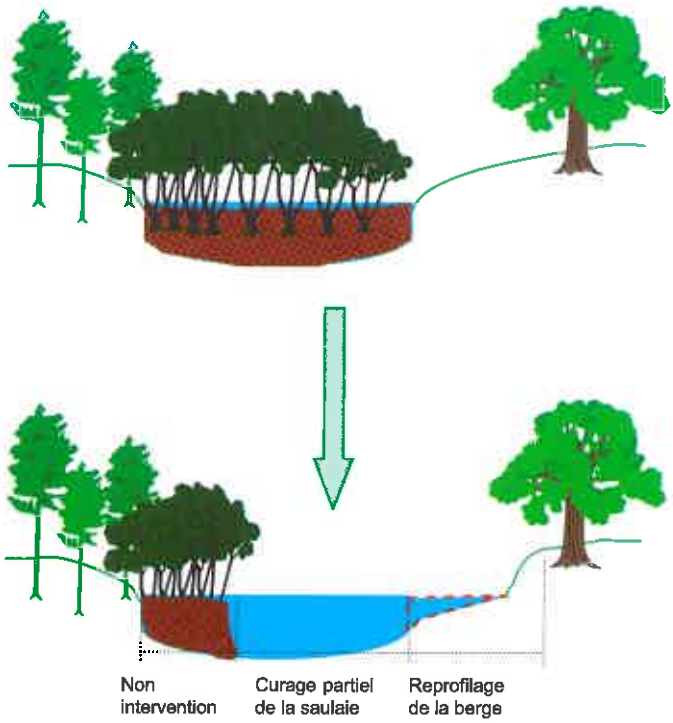
1er exemple de curage : démottage de touradons

Il est possible de remettre en eau une mare, tout en préservant la végétation qui la comble. Certains hélophytes, qui forment des touradons, peuvent être extraits du centre de la mare (pelle avec godet d'excavation), pour être déposés à sa périphérie, si les berges sont planes ou très peu pentues. Cette opération est très efficace avec les joncs, les *Carex* et la molinie. Elle s'applique particulièrement aux plans d'eau de petite taille.



Remise en eau par démottage
de touradons de joncs

2e exemple de curage : lutte contre le comblement par de la végétation ligneuse



Aspect avant travaux :
La mare est envahie par des saules qui réduisent considérablement la taille du plan d'eau.
L'accumulation de vases peut atteindre 1,5 à 2 mètres et diminue très fortement les possibilités de stockage de l'eau.

Travaux :
- Déboisement des deux tiers de la mare.
- Curage de la zone déboisée.
- Reprofilage en pente douce de la berge.

Aspect après travaux :
La mare est réactivée, grâce à sa remise en eau. La berge reprofilée offre en fin d'été une zone de marnage très favorable à une flore spécialisée (*Pilularia globulifera, Eleogiton fluitans*). Une partie des saules sont conservés, car ils peuvent constituer à terme des milieux patrimoniaux.

3e exemple de curage : lutte contre le comblement par des vases et de la matière organique

Gérer sans intervenir : plaidoyer pour les vieilles mares boisées

Si l'on a démontré l'indispensable nécessité de gérer les mares, aux moyens de travaux de génie écologique, afin de les conserver en tant qu'écosystèmes aquatiques, il est cependant tout aussi nécessaire de maintenir un archipel de vieilles mares boisées.

Les boisements humides, qui se sont développés à l'endroit d'anciennes mares, constituent parfois des milieux à forts enjeux patrimoniaux (Directive Habitats). De fait, les aulnaies à *Carex* et les vieilles saulaies sont maintenues en l'état pour leur intérêt et leur potentiel écologique. Les vieux saules hébergent une faune saproxylique et une bryoflore épiphyte remarquables : *Agrilus guerini*, *Ulota brushii*, etc.

Vieux saules dans la partie comblée d'une ancienne mare

Gérer les mares, c'est donc également conserver de vieilles mares comblées, atterries et boisées.

GESTION A L'ECHELLE DU MICRO-BASSIN VERSANT

Cette gestion concerne les milieux connexes à la mare et vise à enrichir le site en créant une mosaïque d'habitats et de micro-habitats, ou plus simplement en facilitant sa mise en eau.

Agir sur les niveaux d'eau

Certaines mares sont reliées aux réseaux de fossés et de drainage des parcelles. L'entretien de ces collecteurs en amont de la mare permet de faciliter l'apport d'eau. D'autres mares, anciens étangs de pisciculture, sont équipés de vieux ouvrages de régulation des niveaux d'eau, qu'il faut parfois remettre en état (réfection d'ouvrages, colmatage de fuites).

Créer des prairies humides et des milieux ouverts connexes à la mare

Du fait de l'ambiance forestière, les mares intra-forestières sont souvent fermées. L'ouverture de prairies riveraines permet d'aménager des milieux originaux, de lisière interne, et d'augmenter la diversité de la mare. La création de faciès prairiaux est obtenue en repoussant la lisière du peuplement périphérique (exploitation sylvicole).

Exemple d'ouverture d'une prairie en bord de mare
(à gauche : faciès forestier initial ; à droite : faciès prairial après travaux d'exploitation)

La réussite de l'ouverture de prairies humides en bordure de mare dépend des conditions stationnelles (sols humides, sols à engorgement prolongé) et de la végétation en place. Ce type d'intervention est très efficace en présence de joncs, *Carex*, molinie, qui répondent vite et durablement à l'apport de lumière, pour peu que le milieu soit entretenu par la suite : fauche tous les 3 ans, en hiver avec exportation.

Aménager des habitats terrestres pour les amphibiens

En phase terrestre, les amphibiens occupent toutes sortes d'anfractuosités et de caches où l'humidité est relativement constante. A l'occasion de travaux de mise en lumière, il est plus intéressant pour les batraciens de disperser les rémanents aux abords de la mare, que de les brûler.

Les billons et les branches posés à même le sol permettent d'observer en fin d'été bon nombre de jeunes salamandres et tritons. Le crapaud commun est aussi un habitué de ces micro-biotopes. En hiver, pour se préserver du froid, les batraciens profitent du réseau de galeries creusées par les petits rongeurs sous les morceaux de bois gisant à terre.

Des vieilles souches et des troncs en décomposition font aussi parfaitement l'affaire : les amphibiens se glissent à l'intérieur, parmi les fibres et le terreau, pour hiberner. Le bouleau est une essence idéale : forte rétention d'eau, dégradation rapide.

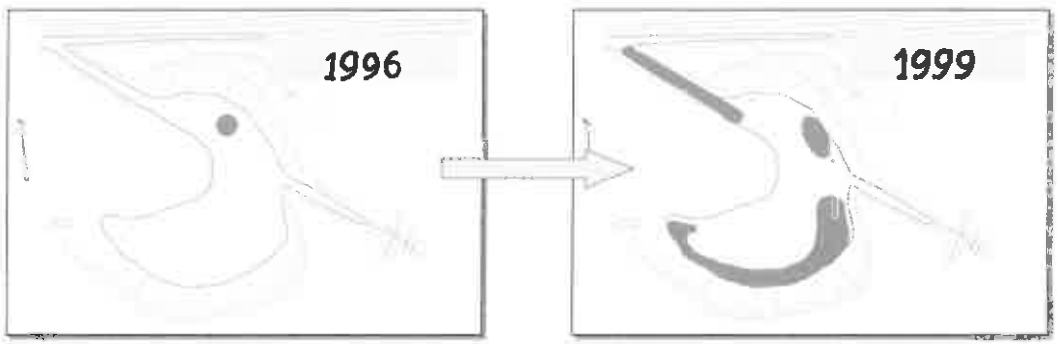
La végétation riveraine de la mare et en particulier les touradons de joncs ou de *Carex* constituent aussi des micro-biotopes recherchés par les amphibiens, où ils se terrent parmi les rhizomes.

LES SUIVIS APRES TRAVAUX

Les suivis constituent des outils de contrôle de la gestion entreprise et d'évaluation de la pertinence des travaux réalisés.

Les suivis portent sur **les milieux** :
- relevés limnimétriques, caractérisation de l'hydrologie de la mare, relation avec le bassin versant ;
- analyses physico-chimiques ponctuelles : conducvité, O_2, pH ;
- photographies de l'évolution des zones restaurées.

Ils concernent aussi **la flore et la végétation** :
- colonisation végétale ;
- évolution de la composition floristique ;
- relevés phytosociologiques ;
- cartographie des plantes protégées ;
- études spécifiques en partenariat avec le Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien.



Suivi cartographique de *Pilularia globulifera* (protection nationale)

Concernant **la faune**, les suivis portent essentiellement sur les amphibiens et les odonates. Des recherches sont menées par la Société Française d'Odonatologie et l'OPIE-Benthos afin de mettre au point des techniques d'échantillonnages permettant de mieux caractériser le spectre entomologique de nos mares et leur intérêt patrimonial pour les invertébrés benthiques.

CONCLUSION : QU'A T'ON APPRIS EN 15 ANS ?

Conserver la biodiversité des mares : c'est agir ! La dynamique naturelle des mares les conduit à disparaître. Lutter contre leur comblement et leur boisement est indispensable pour préserver des milieux aquatiques fonctionnels ainsi que leurs cortèges d'espèces. Pour cela sont mises en œuvre :

- une gestion dynamique, qui vise à rajeunir les mares et conserver des biotopes variés ;
- une micro-gestion, où les interventions sont plus douces et extrêmement ciblées (mares tourbeuses).

Quels que soient les types de gestions préconisés (travaux très localisés ou entrepris sur l'ensemble du milieu), il a fallu développer des techniques spécifiques (profilage, démottage, mise en lumière, etc.), avec un panel d'outils souvent similaires (pelles, tracteurs, tronçonneuses). Cependant, l'échelle d'intervention et le temps de réponse des milieux et des espèces sont différents, ce qui fait que chaque mare restaurée possède sa propre spécificité.

Conserver la biodiversité des mares : c'est aussi laisser faire ! La gestion d'un archipel de mares n'implique pas d'intervenir systématiquement. Les mares encore fonctionnelles, peu comblées ou temporaires sont maintenues en libre dynamique. De même, celles évoluées en vieilles saulaies ou en aulnaies matures sont conservées en l'état, de part leur intérêt patrimonial.

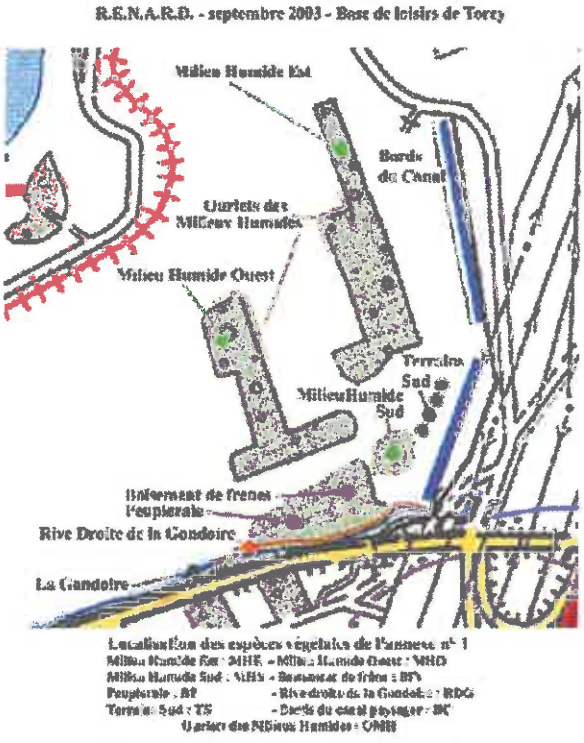
Une gestion régulièrement remise en cause par la nature. Maintenir des formations pionnières ou des stades d'évolution intermédiaires n'est possible qu'en répétant, selon des pas de temps très variables, les opérations de gestion. Si au bout de 15 ans le bilan de la restauration et de la gestion des mares est plutôt positif (39 espèces protégées se développent dans ces milieux), il est évident que la conservation des mares intra-forestières ne sera jamais acquise. Elle nécessitera toujours une démarche volontariste, car des suivis et des travaux seront toujours nécessaires pour beaucoup d'entre elles.

Schémas et photographies : Frédéric Arnaboldi, ONF

CREATION DE MILIEUX HUMIDES A TITRE DE MESURES COMPENSATOIRES

Par Valérie OTTERBEIN, Philippe ROY et Thibaut SUISSE[14]

L'association R.E.N.A.R.D est une association agréée de protection de l'environnement. Nous travaillons depuis vingt cinq ans à la protection de la nature et à la sensibilisation du public dans le nord de la Seine et Marne. Entre juin et novembre 2003 nous avons oeuvré, en partenariat avec la Région Ile-de-France, la mairie de Torcy et plusieurs entreprises, à la mise au point et la réalisation de mesures compensatoires au remblaiement de deux zones humides, totalisant une surface de trois hectares, pour la création d'un centre d'initiation au golf.



Carte n° 2 : Détail des secteurs d'inventaires

Au cœur de la ville nouvelle de Marne-la-Vallée, sur la commune de Torcy, la Région Ile-de-France possède, en bord de Marne, une base de loisir de quatre vingt dix hectares dont l'aménagement prévoit la création d'un centre d'initiation au golf.
Ce centre d'initiation au golf s'étend sur une surface de quarante hectares, comprenant de nombreuses friches et friches arborés sur remblais, deux dépressions entre les remblais formant des mares temporaires, et un petit boisement rivulaire composé en partie d'une ancienne peupleraie partiellement mise à bas par la tempête de 1999. Ces mares temporaires sont les reliques des marais et prairies humides de la plaine inondable de la vallée de la Marne.

Suite à la réponse à l'enquête publique préalable à l'autorisation de certains travaux du golf, formulée par notre association, mettant en avant des carences et des incohérences dans l'étude d'impact, il a été décidé, au terme d'une série de réunions, de réaliser un complément d'étude.

UNE DERNIERE CHANCE "IN EXTREMIS"

Les travaux de création du golf étant déjà commencés au moment de cette décision, l'étude complémentaire devait donc se faire dans les délais les plus courts. Par ailleurs une partie de ce qui aurait pu être l'objet de l'étude (les friches et friches arborées) avait déjà été détruit. Notre étude s'est donc concentrée sur les zones humides et le boisement rivulaire. Le peu de temps disponible, la période estivale et les compétences internes à l'association ont permis de réaliser des investigations au niveau ornithologique, mammalogique, batrachologique, entomologique, et botanique.

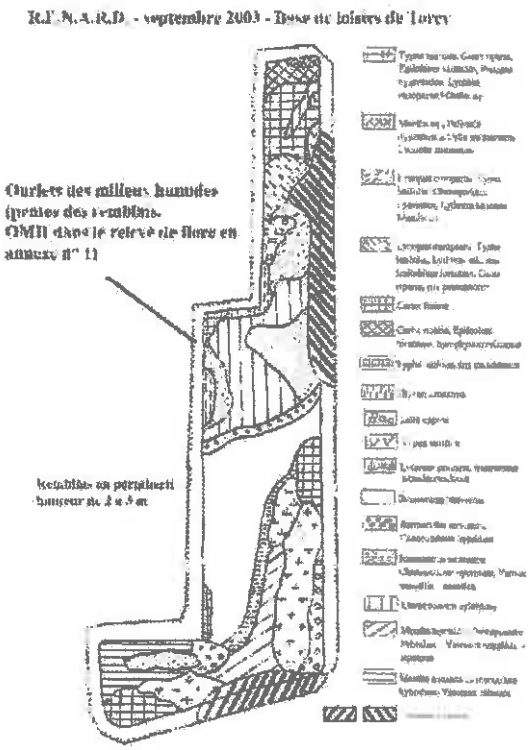
[14] Rassemblement pour l'Etude de la Nature et l'Aménagement de Roissy et son District (R.E.N.A.R.D)

Pour l'étude ornithologique, le CORIF (Centre Ornithologique de la Région Ile-de-France) ayant déjà réalisé et communiqué une étude sur le site, nous n'avons pas fait d'inventaire spécifique. En revanche nous avons noté chacune de nos observations et réalisé plusieurs écoutes nocturnes.

Concernant les amphibiens nous avons effectué une recherche nocturne par temps humide et posé deux pièges dans les secteurs les plus humides des zones étudiées. Les pièges ont été posés pendant deux semaines et relevés chaque matin. Nous avons aussi recherché l'avis de la SBF (Société Batrachologique de France) sur les potentialités du site.

Pour les mammifères nous avons noté chaque contact visuel et recherché des indices de présence. N'ayant pas de compétences particulières concernant les insectes, et ne disposant pas d'un délai suffisant pour pouvoir effectuer suffisamment de déterminations sérieuses, nous n'avons pas inventorié l'entomofaune.

Nos inventaires ont surtout été axés sur la flore, élément naturel encore étudiable à cette période, afin de caractériser au mieux le milieu.



Carte n° 3 : Localisation des végétaux dans le milieu humide Est (MHE dans le relevé de flore en annexe n° 1)

Nous avons d'abord parcouru l'ensemble des zones en relevant systématiquement chaque nouvelle espèce rencontrée pour établir une première liste d'espèces. A partir de cette liste nous avons établi une carte de répartition des différentes formations végétales. Puis nous avons, dans chaque formation, affiné la liste d'espèces. Enfin nous avons contacté un membre du Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien (CBNBP), qui est venu lors d'une sortie d'inventaire, pour lever l'ambiguïté sur certaines déterminations.

Ceci nous a permis d'obtenir, pour la flore, d'une part une carte de végétation fine, d'autre part une liste de 167 espèces comprenant trois espèces assez rares, dont une protégée régionalement, trois espèces rares et une espèce très rare selon l'indice issu des travaux de Gérard ARNAL. Ces espèces sont : *Potamogeton crispus*, *Ranunculus aquatilis*, et *Zannichellia palustris* pour les espèces assez rares, *Rumex maritimus*, *Teucrium scordium*, et *Veronica anagallis-aquatica subsp aquatica* pour les espèces rares et *Ranunculus circinatus* qui est très rare en Ile-de-France. Par ailleurs une formation originale de *Juncus bulbosus* et *Agrostis stolonifera* formant, sur une centaine de mètres carrés, un coussin tourbeux d'une trentaine de centimètre d'épaisseur a été découvert dans une des deux dépressions.

Concernant les amphibiens, les seules espèces que nous ayons trouvées sont *Rana esculenta* et *Rana ridibunda*, toutes deux protégées, mais nous supposions aussi fortement la présence d'une ou plusieurs espèces de tritons.

Pour les oiseaux, seule la Chouette hulotte (*Strix aluco*) a été ajoutée à l'inventaire du CORIF et nous avons confirmé la présence de quelques espèces telles que la Bécassine des marais (*Gallinago gallinago*).

La mise en évidence de la richesse du site et la présence en limite de celui-ci d'une espèce végétale protégée, *Zannichellia palustris,* ainsi que la fréquentation des mares par plusieurs espèces animales protégées ont déterminé la Région Ile-de-France à accepter de réaliser des mesures compensatoires plus importantes que celles originellement prévues par l'étude d'impact.

Les mesures compensatoires que nous avons proposées, et qui ont été acceptées, sont réparties en trois phases. La première phase vise principalement la flore et les amphibiens et consiste en la création de zones humides réceptacles pour la flore des mares temporaires. La seconde phase est une mesure d'amélioration d'un élément existant, à savoir le canal en limite est du golf. Enfin la troisième phase vise à compenser la perte de superficie d'accueil pour l'avifaune aquatique et consiste en la protection et l'aménagement d'un plan d'eau existant au nord de la base.

RECREATION A DEFAUT DE PRESERVATION

Entre septembre et novembre 2003, nous avons réalisé la première phase des mesures compensatoires. L'objectif premier de cette phase était de déplacer l'ensemble des formations végétales présentes dans les zones sources ainsi que les espèces les moins communes. Dans le même temps, nous souhaitions créer un milieu de substitution pour la reproduction des amphibiens. Enfin, le transport des plantes en mottes avec une partie conséquente du sol ainsi que le transport de bois mort devait permettre le déplacement et la survie de la majorité des insectes et arachnides.

Pour la création de la zone réceptacle, trois sites potentiels ont été proposés, par l'architecte, sur l'emprise du golf. Nous avons donc réalisé des sondages pédologiques pour connaître la nature du sous-sol, nous avons aussi regardé la surface aménageable et la proximité avec le boisement. Ainsi nous avons retenu un site adjacent au boisement, dont le niveau du sol était voisin de celui des zones sources et dont une partie du sous-sol était composé d'argile et une autre d'alluvions. La superficie du site réceptacle représente un tiers (1 ha) de celle des zones d'étude. Puis, en nous fondant sur les relevés de géomètre réalisés pour le golf, sur le niveau connu de la nappe phréatique, et sur les spécificités du terrain, nous avons dessiné le profil des deux zones réceptacles et d'un bassin supplémentaire pour la reproduction des amphibiens. Nous avons aussi défini les zones à tapisser d'argile puis à couvrir avec le sol retiré des zones sources.

Afin de planifier les étapes de la transplantation, nous avons défini sur les profils l'emplacement des différentes formations végétales et des zones de semis en fonction de l'écologie des plantes transplantées, en essayant de reproduire au mieux les conditions existantes dans les zones sources. Comme nos placements restent assez théoriques, nous avons laissé de nombreux espaces de sol entre les transplants afin de permettre à la végétation de s'implanter aux emplacements lui convenant le mieux en fonction des conditions réelles de la nouvelle zone. Pour pouvoir évaluer les méthodes employées nous avons différencié des zones de sol avec ou sans semis, des zones sans transport de sol, des zones où les transplants seront simplement posés sur le sol et des zones où ils sont posés puis appliqués par une légère pression de la pelle mécanique.

Dans le même temps nous avons réalisé une carte avec la provenance et la destination de chaque bande de végétation déplacée. Nous avons ensuite balisé sur le terrain les stations à déplacer et collecté sur le site les graines nécessaires aux semis. Pour chaque formation végétale, un échantillon du cortège d'espèces a été balisé. Puis des prélèvements particuliers ont été préparés pour les espèces les moins communes, en fonction de leur représentation sur le site.

Après avoir recherché, avec les entreprises réalisant le golf, les engins les plus adaptés à nos besoins parmi ceux disponibles, nous avons commencé le travail de transplantation.

Dans un premier temps l'entreprise a profilé le terrain selon nos plans cotés. Puis en utilisant les matériaux issus des zones sources, elle a effectué un nappage d'argile et une partie du recouvrement avec le sol naturel. Nous avons ensuite encadré les parties les plus délicates du recouvrement et le déplacement des végétaux. Nous avions de prime-abord pensé utiliser un petit "tracks" pour aller récupérer les plantes dans les zones source et les déposer dans les zones réceptacles. Malgré nos craintes la récupération n'a pas été un problème, nous avons en cela bénéficié de la sécheresse. En revanche la dépose par le "tracks" a été impossible en raison de l'instabilité des couches de sol nouvellement posées. En conséquence nous avons dû demander l'assistance d'une grosse pelle mécanique. Une fois la pelle placée en bord de zone réceptacle, le "tracks" allait récupérer les plants et les disposait devant la pelle qui les déposait ensuite, sous nos instructions, aux endroits prédéfinis. L'inconvénient majeur de cette méthode était la double manipulation des transplants et donc leur plus grande fragmentation. Toutefois, elle nous a permis de réaliser la transplantation dans des conditions acceptables. Si cela avait été possible, il aurait été préférable de poser tous les éléments (argile, sol, plantes) simultanément au même endroit afin de ne pas repasser à chaque fois sur le travail précédant, mais dans notre cas les moyens à notre disposition ne nous l'ont pas permis. L'utilisation d'engins plus petits et mieux adaptés au travail en zone de marais (pneus basse pression, pelle araignée) aurait aussi été utile. Cependant, la disponibilité et la grande maîtrise des deux conducteurs d'engins qui nous ont assistés sont venus à bout des problèmes les plus importants. Une fois le travail mécanique terminé, les transplantations les plus délicates ont été réalisées manuellement et complétées par un semis. Le chantier de transplantation s'est terminé mi-novembre. Dès le mois de mars nous avons pu commencer la phase de suivi.

DE PREMIERES OBSERVATIONS ENCOURAGEANTES

Le suivi de la première année a eu pour objectif principal de vérifier la bonne reprise des végétaux transplantés et la levée correcte des semis. L'objectif est de vérifier la survie de toutes les espèces et formations déplacées ainsi que le développement et la reproduction des espèces annuelles. Il était aussi important de mesurer les degrés de réussite entre chacun des traitements expérimentés.

La première de nos observations a été la tenue en eau des zones recréées à un niveau sensiblement égal à celui existant dans les mares temporaires d'origine.

D'un point de vue général, la transplantation est un succès, qu'il faudra confirmer dans les années à venir. Toutes les espèces déplacées ont été retrouvées et ont effectué leur cycle de végétation de manière satisfaisante. Seule la zone tourbeuse à *Juncus bulbosus* et *Agrostis stolonifera,* dont la formation est due à des conditions particulières très localisées, et dont la transplantation a été problématique, semble en voie de disparition. Mais à l'heure actuelle il est encore trop tôt pour faire un bilan définitif de la transplantation. Par exemple les *Carex riparia* qui ont repris timidement cette année, et ont souffert d'une seconde période de sécheresse, peuvent disparaître en quelques années ou *a contrario*, comme il est prévu, coloniser tout le haut des zones réceptacles.

En ce qui concerne les différents modes de traitement, aucune différence n'a été notée entre les transplants posés sur le sol et ceux posés puis appliqués. Seuls les semis semblent influer sur la reprise des végétaux. Nous avons en effet pu noter un démarrage de végétation plus tardif lorsque le sol transporté n'a pas fait l'objet d'un semis. De plus sur ces zones la densité de plantes était moins importante. Dans des conditions hydriques similaires les espèces présentes sont les mêmes de part et d'autre mais la proportion de rudérales est plus forte dans les zones non semées.
Dans les zones où le sol est resté naturel, seules les parties exposées à la montée des eaux en hiver, et donc colonisées par les graines déposées dans le fond de la dépression, ont une végétation mixte de friche et de mare temporaire. Les parties les plus hautes ne présentent qu'une végétation de friche clairsemée.

Du point de vue batrachologique, nous avons trouvé lors des transplantations, un triton crêté mâle (*Triturus cristatus*) au milieu des mottes déplacées. Cette espèce est protégée et figure en annexe 2 de la Directive Habitat-Faune-Flore 92/43/CE. Au printemps, nous avons pu constater la reproduction de la grenouille agile (*Rana dalmatina*), de la grenouille verte (*Rana esculenta*) et d'au moins une espèce de triton.

Dans les années à venir, il est nécessaire de continuer et d'affiner ces suivis afin de déterminer la réussite ou non de l'action à moyen terme et de mesurer les évolutions de la biodiversité sur le site. De plus la mise en place d'un suivi comparatif des plans d'eau et de leur faune, sur le golf et dans la zone de recréation, peut permettre d'avoir une idée de l'impact de tels projets sur les zones humides qu'ils englobent.

En parallèle, des mesures de gestion visant à faciliter l'implantation des espèces transplantées seront prises si nécessaires.

Si la zone récréée permet effectivement de sauver un milieu de reproduction pour les amphibiens du secteur et des formations végétales en régression partout en Europe, en revanche, pour garantir une sauvegarde de l'intérêt ornithologique du site, il faudra attendre la réalisation des mesures compensatoires restantes.

Cette coopération utilise les compétences de tous les partenaires (élus, services de l'Etat, entreprise, association de protection de l'environnement, etc.). Elle permettra d'aboutir à un meilleur résultat, pouvant servir d'exemple dans de nombreux aménagements futurs pour une meilleure protection des milieux naturels et notamment des mares et milieux humides.

Numéro CPPAP : 65 832
Dépôt légal : 4ème trimestre 2005
Classification UNESCO : 11/0 n°77-25551-1
Directeur de la publication
Jean-Philippe Siblet
1bis, rue des Sablonnières
77670 Saint-Mammès