Etude des états de conservation des populations de *Luronium natans* L. Raf, 1840

Conservatoire Botanique National du Bassin parisien

Noémie LAFOUGE

98ème promotion

VERSION PROVISOIRE

Maître de stage : M. BARDIN Philippe

Correcteur : M. BRUSTEL Hervé

Rapport de stage A3 Septembre 2017

VERSION PROVISOIRE

Résumé

Le *Luronium natans L. Raf,1840* est une espèce bénéficiant d'un plan national d'actions depuis 2012 en raison de sa raréfaction. Une des fiches d'action de ce plan propose de mettre en place une méthode d'évaluation des états de conservation à l'échelle de la population. Pour le moment cette évaluation est faite essentiellement à dire d'expert ce qui implique un biais observateur important qu'il serait intéressant de minimiser. Il a été décidé d'adapter la méthode d'évaluation des états de conservation des habitats créée par le Service du patrimoine naturel à l'échelle des populations. Pour cela, une liste d'indicateurs a été mise au point puis testée sur le terrain. Il en a résulté que les indicateurs « ombrage » et « recouvrement en ligneux » avaient de grandes chances d'être redondants et que l'état de conservation expérimental n'est pas vraiment corrélé à celui donné par un expert. Plusieurs pistes d'améliorations sont donc envisageables : augmenter le nombre de stations prospectées, essayer de limiter autant que possible les variables qualitatives, revoir l'attribution des notes et les valeurs-seuils de certains indicateurs et demander à plusieurs experts de donner une note d'état de conservation afin de prendre en compte une moyenne de notes.

Mots clés : *Luronium natans*, état de conservation, méthode, PNA.

VERSION PROVISOIRE

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier mon maître de stage Philippe BARDIN pour m'avoir accompagnée et aidée tout au long de ma mission au CBNBP.

Merci également à Julien MONDION, Sophie AUVERT, Frédéric HENDOUX, Vincent LE GLOANEC et Alexandra POTIER pour les sorties sur le terrain en Centre-Val de Loire, Champagne-Ardenne et Île-de-France et pour avoir partagé leurs connaissances naturalistes.

Enfin, merci à toute l'équipe du CBNBP pour leur accueil.

VERSION PROVISOIRE

Sommaire

Abréviations

Introduction

I) Présentation d'une méthode permettant l'évaluation d'un état de conservation

1) Présentation globale

2) Présentation de la validation statistique

II) Choix des indicateurs

1) Les indicateurs spécifiques à l'habitat du *L. natans*

2) Les indicateurs spécifiques à une population de *L. natans*

III) Application de la méthode sur le terrain

1) Plan d'échantillonnage

2) Présentation du formulaire utilisé pour les relevés

a) Indicateurs écartés à l'issu des relevés de terrain

b) Notice d'utilisation du formulaire

3) Réalisation des listes de plantes pour les indicateurs floristiques

a) Espèces eutrophiles et exotiques envahissantes

b) Espèces indicatrices d'un bon état de conservation d'un milieu à *L. natans*

c) Espèces dites « compétitrices » du *L. natans*

IV) Résultats et discussion

1) Statistiques exploratoires

2) Analyse de la redondance entre indicateurs par régressions linéaires

3) Corrélation entre les notes d'état de conservation des relevés de terrain et les notes données à dire d'expert

Conclusion

Bibliographie

VERSION PROVISOIRE

Abréviations

ACP : Analyse en composantes principales

AP : Aire de présence

CBNBP : Conservatoire botanique national du Bassin parisien

DHFF : Directive habitat faune et flore

EEE : Espèces exotiques envahissante

L. natans : Luronium natans L. Raf,1840

PNA : Plan national d'action

SPN : Service du patrimoine naturel

ZP : Zone de prospection

VERSION PROVISOIRE

Introduction

Le *Luronium natans L. Raf,1840* (*L. natans*) ou Flûteau nageant, visible sur la photo ci-contre (Figure 1), est une espèce de la Directive Habitats Faune-Flore présente dans les zones humides. En raison de la disparition progressive de ces milieux, depuis 2012, cette fleur bénéficie d'un Plan National d'Action (PNA). Ce stage s'inscrit donc dans les fiches d'actions du PNA (BARDIN, 2012). Le but de la mission est de mettre au point une méthode standardisée d'évaluation des états de conservation des populations de *L. natans* qui, pour le moment, se fait seulement grâce à des dires d'experts. Une méthode d'évaluation des états de conservation des habitats développée par le Service du patrimoine naturel (SPN) existe déjà et a été déclinée pour plusieurs habitats (BENSETTITI *et al.*, 2012; MACIEJEWSKI *et al.*, 2015; MISTARZ, 2016; VIRY, 2013). Le but est donc d'essayer d'adapter cette méthode à l'échelle des populations et de voir si les résultats obtenus expérimentalement sont corrélés à l'avis d'expert.

Figure 1: L. natans prise à l'Etang de Ravoir en forêt d'Orléans (Photo : Lafouge Noémie)

Le *L. natans* est une monocotylédone de la famille des Alismatacées présente dans les zones humides (BARDIN, 2012). Ses habitats naturels sont les lacs oligotrophes (NIELSEN *et al.*, 2006 ; SZANKOWSKI et KLOSOWSKI, 2001) mais il reste tolérant a une large variation de milieux (3110, 3130, 3150 et 3260 (BARDIN, 2012)) allant de l'oligotrophe au mésotrophe (GREULICH *et al.*, 2000). Sa grande plasticité lui permet de s'adapter facilement à ces différents milieux, on peut le retrouver sous forme aquatique (submergée) et terrestre (émergé) (LANSDOWN et WADE, 2003). Il a été qualifié d'espèce stratège C-S-R (Compétitive- Tolérante au stress-Rudérale) ou R-S (GREULICH et BORNETTE, 1999). Concernant sa reproduction, cette espèce a plusieurs stratégies. Elle se reproduit bien par voie végétative grâce notamment à des stolons, (cf photo ci-contre (Figure 2)). Elle utilise également la reproduction sexuée. La fleur du *L. natans* , est trimère, composée de 3 bractées, 3 pétales blancs, 6 étamines ainsi que de 5 à 16 carpelles voir même 25 (BARDIN, 2012; LANSDOWN et WADE, 2003). Le fruit est un polyakène (BARDIN, 2012). Le *L. natans* serait une espèce allogame avec une pollinisation entomophile (GREULICH *et al.*, 2000b). Dans certain cas, notamment lorsque la nappe d'eau est trop profonde, il semblerait qu'il soit capable de produire des fleurs cleistogames (LANSDOWN et WADE, 2003).

Figure 2 : Stolon de L. natans prise à la Mare aux Canes en forêt de Rambouillet (Photo : Lafouge Noémie)

Dans un premier temps, ce rapport présentera succinctement la méthode du SPN. Deuxièmement, le choix des indicateurs permettant d'évaluer l'état de conservation sera expliqué, de même que la phase de terrain permettant de tester la pertinence des indicateurs. Et enfin, une partie présentant les résultats et des pistes d'améliorations de la méthode sera traitée.

VERSION PROVISOIRE

I) Présentation d'une méthode permettant l'évaluation d'un état de conservation

1) Présentation globale

La méthode présentée dans ce rapport a été mise au point par le Service du patrimoine naturel (SPN) dans le cadre de la directive « Habitat Faune et Flore » (DHFF) afin d'évaluer les états de conservation des habitats d'intérêt communautaire à une échelle nationale et biogéographique (BENSETTITI *et al.*, 2012). Elle a été déclinée plusieurs fois par le SPN en fonction de l'habitat à caractériser (MACIEJEWSKI *et al.*, 2015 ; MISTARZ, 2016 ; VIRY, 2013).

L'évaluation de l'état de conservation est basée sur une échelle présentée ci-dessous (Figure 3) de notes allant de 0 à 100. 0 représente un état de conservation très mauvais et

Figure 3 : « Axe de correspondance note/état de conservation » issu de MACIEJEWSKI et al., 2015

100 l'état de conservation idéale (MACIEJEWSKI *et al.*, 2015).

Dans l'article 17 de la DHFF, quatre paramètres présents dans le tableau ci-dessous (Tableau 1) permettent de définir l'état de conservation d'un habitat et d'une espèce (BENSETTITI *et al.*, 2012).

Tableau 1 : Synthèses des paramètres pour un habitat et une espèce issues de BENSETTITI et al., 2012

Paramètres pour un habitat	Paramètres pour une espèce
Aire de répartition naturelle	Aire de répartition naturelle
Surface recouverte par l'habitat	Taille de la population
Structure et fonction spécifique de l'habitat	Etat de son habitat
Perspectives futures	Perspectives futures

Dans la méthode d'évaluation des habitats agropastoraux, ces paramètres ont été repris sauf « aire de répartition naturelle » qui n'est pas applicable à l'échelle d'un site. Le paramètre « perspectives futures » a été renommé « altérations » par le SPN (MACIEJEWSKI *et al.*, 2015).Cette dénomination sera gardée dans la suite du rapport.

Ces paramètres se divisent par la suite en critères présentant une composante de l'habitat, par exemple « composition floristique ». Et enfin, chaque critère va permettre la mise en place d'indicateurs de fonctionnement de l'habitat. Un exemple d'indicateur pour l'habitat « pelouses calcicoles » est « recouvrement des espèces d'ourlet ». Cette liste d'indicateurs est donc remplie par l'observateur sur le terrain pour déterminer la note d'état de conservation.

Afin de pouvoir donner une note, des valeurs-seuils ou modalités (ex : 0-5% et >15%) représentant les valeurs pour lesquels l'indicateur atteste d'un état de conservation bon, moyen ou mauvais sont associées à chaque indicateur. Une note est associée à chaque

VERSION PROVISOIRE

valeur-seuil (ex : 0 et -10). En fonction des résultats obtenus sur le terrain, à chaque indicateur sera attribuée une seule de ces notes.

Les valeurs-seuils et les notes associées à ces dernières sont soit, issues de la bibliographie soit, déterminées à partir des valeurs relevées lors de la phase de terrain (MISTARZ, 2016).

Pour obtenir la note finale d'état de conservation, il faut soustraire à 100 la somme de toutes les notes des indicateurs. Par exemple, si les notes des indicateurs sont 0 et -5, la note d'état de conservation sera 95/100 (100-0-5). Le tableau ci-dessous (Tableau 2) récapitule la méthode.

Tableau 2 : Extrait de la « Grille d'analyse pour l'évaluation de l'état de conservation des pelouses calcicoles » issu de MACIEJEWSKI et al., 2015

Paramètre	Critère	Indicateur	Donnée récoltée	Modalités	Notes	Note parcelle
Structure et fonction	Couverture du sol	Recouvrement des espèces d'ourlet	10%	0-15%	0	0
				>15%	-10	
	Composition floristique	Recouvrement des espèces allochtones envahissantes (recouvrement dans la strate herbacée)	1%	Absence totale	0	-5
				Présence, et recouvrement <30%	-5	
				Présence, et recouvrement >30%	-20	
Note totale de l'état de conservation			100-0-5=95 donc 95/100			

2) Présentation de la validation statistique

Une fois la phase de terrain terminée, la note obtenue par l'observateur doit être validée en la confrontant à une note faite à dire d'expert. Une série de régressions linéaires sont effectuées pour évaluer la pertinence de plan d'échantillonnage et des indicateurs choisis, pour évaluer si certains indicateurs sont redondants entre eux. Enfin, une dernière régression linéaire entre la note obtenue sur le terrain et la note à dire d'expert est effectuée afin de vérifier le degré de cohérence entre les deux. Une dernière étape consiste à faire tourner une boucle automatisée sur le logiciel statistique R, l'explication est visible en annexe 17, pour faire varier les valeurs-seuils et notes associées. Cela permet de trouver la meilleure combinaison valeur/note dans le but de se rapprocher du dire d'expert (MACIEJEWSKI *et al.*, 2015; MISTARZ, 2016).

Sachant qu'il existe à ce jour encore très peu de méthodes évaluant des états de conservation à l'échelle d'une population,excepté celle proposée par GAUTHIER *et al.* en 2017 dans laquelle certain indicateurs ont été repris, il a semblé pertinent d'essayer d'adapter la méthode précédemment présentée pour l'appliquer à une population de *L. natans.* De plus, cette méthode a été utilisée pour caractériser différents habitats et notamment celui des eaux dormantes (MISTARZ, 2016) regroupant les habitats typiques du *L. natans* :

- le 3110 « Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (*Littorelletalia uniflorae*) »

- le 3130 « Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des *Littorelletea* uniflorae et/ou des *Isoeto*-Nanojuncetae ».

VERSION PROVISOIRE

La partie suivante traitera principalement du choix ainsi que de la description des indicateurs utilisés dans la suite du rapport.

VERSION PROVISOIRE

Hypothèses :

- La méthode précédente est adaptable à l'échelle des populations.
- Il y a corrélation entre les notes recueillies expérimentalement et celles données par un expert.

II) Choix des indicateurs

Comme dit précédemment, la mise en place d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation d'une espèce doit se baser sur trois grands paramètres dont celui « état de l'habitat ». Une liste composée d'indicateurs spécifiques à l'habitat de l'espèce ainsi que d'indicateurs spécifiques à la population a donc été réalisée.

1) Les indicateurs spécifiques à l'habitat du *L. natans*

Le *L. natans* étant une espèce principalement présente dans les habitats 3110 et 3130, la majorité des indicateurs habitats ont été choisis parmi la liste proposée par le SPN visible en annexe 1 pour les habitats d'eaux dormantes 3110, 3130 et 3120 (MISTARZ, 2016). Deux autres ont été ajoutés, « recouvrement des hélophytes » (POUVARET, 2014) et « surface de végétation indicatrice »(FERNEZ, 2016).

Les indicateurs semblant les plus faciles à tester sur le terrain ont été retenus après une première discussion et sont synthétisés ci-dessous (Tableau 3). Ils sont décrits un à un par la suite.

Tableau 3 : Liste des indicateurs spécifiques à l'habitat issus de la bibliographie.

	Paramètre	Critère	Indicateur	Sources
Indicateurs habitat	Surface	Surface couverte par l'habitat	Evolution de la surface couverte	(FERNEZ, 2016 ; MISTARZ, 2016)
	Structures et fonctions	Fonctionnement hydrologique	Présence d'une phase inondée	(MISTARZ, 2016)
		Caractéristiques de l'eau	Transparence de l'eau	
		Composition floristique	Colonisation ligneuse (%)	
			Recouvrement en espèces eutrophiles (%)	
			Recouvrement en espèces hélophytes (%)	(POUVARET, 2014)
			Recouvrement en EEE (%)	(MISTARZ, 2016)
			Indices N moyen d'Ellenberg	
			Recouvrement en algues filamenteuses (%)	
			Surface de végétation indicatrice	(FERNEZ, 2016)
			Présence d'amphibiens	(MISTARZ, 2016)
			Présence d'invertébrés aquatiques	
	Altérations	Atteintes lourdes	Somme des notes associées aux recouvrements des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface	(FERNEZ, 2016 ; MACIEJEWSKI *et al.*, 2015 ; MISTARZ, 2016)
		Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	

VERSION PROVISOIRE

- Evolution de la surface couverte : cet indicateur permet d'estimer s'il y a eu destruction ou amélioration de l'habitat, d'évaluer sa pérennité (MISTARZ, 2016; VIRY, 2013). Il est renommé « évolution de la surface de la zone de prospection (ZP) » dans la suite du rapport.

- Présence d'une phase inondée : le *L. natans* étant une espèce aquatique (BARDIN, 2012), la présence d'eau à un moment dans l'année atteste de bonnes conditions de survies pour l'espèce (MISTARZ, 2016). La photo ci-contre (Figure 4) montre le cas d'une mare complétement asséchées, les conditions pour le *L. natans* ne sont donc pas favorables

Figure 4: Exemple de mare en assec total, prise à la Mare du Bocquest en forêt de Rambouillet (Photo : Lafouge Noémie)

- Transparence de l'eau : cet indicateur met en évidence l'eutrophisation du milieu ainsi que des changement dans la physico-chimie de l'eau (MISTARZ, 2016).

- Colonisation ligneuse : elle permet de témoigner de l'évolution de l'habitat vers une strate arborée (fermeture du milieu), un assèchement du milieu ainsi que d'une diminution de la luminosité (MISTARZ, 2016).

- Recouvrement en espèces eutrophiles : le *L. natans* est principalement une espèce des milieux oligotrophes (KAY et JOHN, 1999; SZANKOWSKI et KLOSOWSKI, 2001). Cet indicateur est pertinent pour montrer l'eutrophisation d'un milieu (MISTARZ, 2016).

- Recouvrement des hélophytes : le *L. natans* étant une espèce pionnière (GREULICH *et al.*, 2000a; WILLBY et EATON, 1993) à stratégie R-S (GREULICH et BORNETTE, 1999), ajouter un indicateur témoignant du degré de compétition de l'habitat a semblé pertinent. Les espèces hélophytes montrent un atterrissement ainsi qu'une fermeture des milieux (WILLBY *et al.*, 2003) aquatiques à espèces amphiphytes donc une compétition (POUVARET, 2014). L'indicateur a été renommé « recouvrement en espèces « compétitrices » » dans la suite du rapport.

- Recouvrement en espèces exotiques envahissantes (EEE) : ces espèces très compétitives montrent une perte de biodiversité et une dégradation du fonctionnement de l'habitat (MISTARZ, 2016).

- Indice N moyen d'Ellenberg : cet indicateur montre, au même titre que le recouvrement en espèces eutrophiles, une eutrophisation du milieu. Selon MISTARZ, 2016, le choix d'utiliser cet indicateur et celui « recouvrement en espèces eutrophiles » peut être laissé au gestionnaire (MISTARZ, 2016). Dans ce rapport, l'indice « recouvrement en espèces eutrophiles » a été choisi.

- Recouvrement en algues filamenteuses : cet indicateur montre une disparition de l'habitat par eutrophisation ainsi qu'une augmentation de la turbidité de l'eau ce qui

VERSION PROVISOIRE

représente un inconvénient pour les plantes pour effectuer la photosynthèse (MISTARZ, 2016).

- Surface de végétation indicatrice : il montre un bon fonctionnement de l'habitat à *L. natans* ainsi que la typicité de l'habitat (FERNEZ, 2016), donc un bon état de conservation. Cet indicateur a été renommé « Recouvrement en espèces indicatrices » pour la suite.

- Présence d'amphibiens : ce groupe est indicateur du bon fonctionnement et de la typicité des zones humides ainsi que garant d'une bonne qualité d'eau (MISTARZ, 2016).

- Somme des notes associées aux recouvrements des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface : cet indicateur permet de mettre en évidence tous les impacts qui ont eu lieu sur l'habitat (MACIEJEWSKI *et al.*, 2015; MISTARZ, 2016). En fonction du type d'atteinte, les pressions ne seront pas les mêmes. Les différentes atteintes, par exemple « rejet ponctuels, pollution » visible sur les photos ci-dessous (Figures 5 et 6) ainsi que leur description sont regroupées dans une liste créée par le SPN (MISTARZ, 2016) visible en annexe

Figure 6: Rejet d'hydrocarbure sur la Mare du Roi en forêt de Rambouillet (Photo : Office nationale des forêts (ONF))

Figure 5: Traces d'hydrocarbure sur un pieds de L. natans de la Mare du Roi en forêt de Rambouillet (Photo : ONF)

14.

- Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface : cet indicateur permet de faire l'état sur toutes les atteintes pouvant porter préjudice au bon fonctionnement de l'habitat sur le long terme (MISTARZ, 2016; VIRY, 2013). De même que pour l'indicateur précédent, une liste proposée par le SPN présente en annexe 15 décrit les différents impacts (MISTARZ, 2016).

VERSION PROJET

2) Choix des indicateurs spécifiques à une population de *L. natans*

Les indicateurs spécifiques à la population choisis sont synthétisés ci-dessous (Tableau 4) et seront décrit un à un par la suite.

Tableau 4 : Liste des indicateurs spécifiques à la population issus de la bibliographie.

	Paramètre	Critère	Indicateur	Sources
Indicateurs population	Surface	Surface couverte par la population	Nombre de populations par sites	(WILLBY *et al.*, 2003)
			Surface occupée par la population	
			Evolution de la population	(GAUTHIER *et al.*, 2017 ; WILLBY *et al*., 2003)
	Structure de la population	Fonctionnement de la reproduction	Preuve de régénération	(WILLBY *et al.*, 2003)
		Caractéristiques du milieu	Présence de barrières physiques entre les populations	(GAUTHIER *et al.*, 2017)
			Profil des berges	(DELASSUS, 2015) (BARDIN, 2012) (MONDION, 2015)
			Ombrage	(BARDIN, 2012) (POUVARET, 2014)
			Niveau de cohésion des vases	(BARDIN, 2012)
		Bioagresseurs	Présence de ravageurs (ex : Grande Limnée)	(BARDIN, 2012)

- Nombre de populations par sites : avoir plusieurs populations sur le même site est un avantage pour la stabilité du *L. natans*. En effet, l'échange de gènes est plus efficace entre populations qu'au sein d'une population (WILLBY *et al.*, 2003)

- Surface occupée par la population : cet indicateur permet de voir la capacité du *L. natans* à coloniser son milieu (WILLBY *et al.*, 2003). Il a été renommé « pourcentage de la ZP occupé par la population » dans la suite du rapport.

- Evolution de la population : cet indicateur permet seulement de savoir si la population est en expansion ou en régression par rapport aux années précédentes (GAUTHIER *et al.*, 2017; WILLBY *et al*., 2003).

- Preuve de régénération : le *L. natans* utilise des modes de reproductions végétatifs et la reproduction sexuée pour coloniser son milieu. La présence de stolons par exemple est un mode de reproduction rapide après une perturbation et la présence de fleurs et/ou de fruits apporte en plus une stabilité au sein de la population, la reproduction sexuée permettant le brassage génétique. Cet indicateur permet donc de voir si l'espèce est capable de s'adapter aux fluctuations du milieu (WILLBY *et al*., 2003). Il a été renommé « mode de reproduction adapté au milieu » pour la suite du rapport.

- Présence de barrières physiques entre les populations : cet indicateur permet d'évaluer si les populations sont reliées entre elles (par exemple par flux hydrique), ce qui permet d'avoir des échanges de gènes entre les populations (GAUTHIER *et al.*, 2017).

VERSION PROVISOIRE

- Profil des berges : le *L. natans* se développe principalement sur des pentes faibles (BARDIN, 2012; MONDION, 2015) soit environ 6° (DELASSUS, 2015). Cet indicateur permet de voir si la pente n'est pas un facteur limitant pour son développement. Il a été renommé « pourcentage de berges <6° » dans la suite du rapport.

- Ombrage : pour son développement, le *L. natans* nécessite un bon ensoleillement (BARDIN, 2012). Mesurer l'ombrage permet donc d'évaluer s'il ne représente pas un facteur limitant de développement pour l'espèce (POUVARET, 2014).

- Niveau de cohésion des vases : le *L. natans* a tendance à s'implanter dans des vases assez cohérentes (BARDIN, 2012). L'indicateur permet donc de voir si les conditions d'implantation sont favorables.

- Présence de ravageurs (ex : Grande Limnée) : cet indicateur permet simplement d'évaluer la pression et l'impact des ravageurs sur le *L. natans* (BARDIN, 2012). La photo ci-contre présente une Grande Limnée (Figure 7).

Figure 7: Grande Limnée prise à la Mare aux Vinaigres en forêt de Rambouillet (Photo : Lafouge Noémie)

La liste des indicateurs finaux est présente en annexe 9.

VERSION PROVISOIRE

III) Application de la méthode sur le terrain.

1) Plan d'échantillonnage

Afin de valider statistiquement la méthode préalablement mise en place, les notes obtenues expérimentalement pour une population doivent être comparées à celles données par un expert. Il a donc été décidé de prospecter 30 stations listée ci-dessous (Tableau 5), où le *L. natans* est présent. Les stations sont réparties dans les régions Centre-Val-de-Loire en forêt d'Orléans, de Chambord et de Sologne, Grand Est (Champagne-Ardenne) et Île-de-France en forêt de Rambouillet et de Fontainebleau Des cartes présentes dans les annexes 2 à 8 donnent leurs emplacements. Malheureusement, seulement 29 stations ont fait l'objet d'un relevé, le *L. natans* n'ayant pas été retrouvé sur la station de la Mare des Couleuvreux dans la forêt de Fontainebleau lors de la prospection.

Tableau 5 : Liste des stations de L. natans prospectées lors de la phase de terrain.

Région	Commune	Nom de la station
Centre-Val-de-Loire	Bouzy-la-Forêt (45)	Fossé de l'Etang de Châteaubriant
	Bouzy-la-Forêt (45)	Etang de Châteaubriant 1
	Bouzy-la-Forêt (45)	Etang de Châteaubriant 2
	Chambord (41)	Mare Gabillière-Parcelle 14
	Chambord (41)	Mare Gabillière
	Chambord (41)	Mare Gabillière 3
	Chambord (41)	Etang du Périou
	Chambord (41)	Mare de la Thibaudière
	Chambord (41)	Mare de la Thibaudière 2
	Chambord (41)	Mare de la route royale
	Lailly-en-Val (45)	Mare les Gâchetières
	Les Bordes (36)	Etang de la Hyarde
	Lorris (45)	Etang du Ruet
	Ouzouer-sur-Loire (45)	Etang de Ravoir
	Ouzouer-sur-Loire (45)	Mares de la Pinède
	Theillay (41)	Etang les Gas
	Theillay (41)	Fossé de l'Etang des Gas
	Villeny (41)	Etang des Landes
Grand Est (Champagne-Ardenne)	Igny-Comblizy (51)	Etang des Pâtis
	Etoges (51)	Etang du Milieu
	Givry-lès-Loisy (51)	Etang du petit Givry
Île-de-France	Clairefontaine-en-Yvelines (78)	Domaine de Maubuisson
	Fontainebleau (77)	Mare des Couleuvreux (non relevée)
	Gambaiseuil (78)	Mare Le Haut Beaussart
	Gambaiseuil (78)	Mare du Bocquet
	Hermeray (78)	Mare 12-10 (du Petit Etang Neuf)
	Les Bréviaires (78)	Mare aux Canes
	Poigny-la-Forêt (78)	Mare de l'Etang du Roi
	Saint-Léger-en-Yvelines (78)	Etang Rompu
	Rochefort -en-Yvelines (78)	Mare de la Claye

VERSION PROVISOIRE

2) Présentation du formulaire utilisé pour les relevés.

Un formulaire visible en annexe 9 a été utilisé pour les relevés. Il est composé des indicateurs finaux choisis. Les indicateurs sont testés à différentes échelles. Celles du site, du plan d'eau, de la zone de prospection (ZP)[1] ainsi que de l'aire de présence (AP)[2].

Certains indicateurs ont été écartés pendant la phase de terrain. Ils ne sont donc pas présentés dans le formulaire final présent en annexe 9.

a) Indicateurs écartés à l'issu des relevés de terrain

Les indicateurs « présence d'amphibiens » et « présence d'invertébrés aquatiques », en raison de leur difficulté à être utilisables par des gestionnaires ont été mis de côté pendant la phase de terrain.

L'indicateur « évolution de la population » a été également écarté du fait de sa difficulté à être relevé. En effet, pour les stations prospectées, une information sur la taille de la population les années précédentes n'était pas forcément présente.

De plus, tous les sites rencontrés ne possédant qu'une population, l'indicateur « présence de barrières physiques entre les populations » a été remplacé par « population appartenant à un réseau de pièces d'eau connectées entre elles au moins une partie de l'année ». Ce nouvel indicateur renseigne comme son prédécesseur sur la présence éventuelle d'un flux de gènes donc d'un brassage génétique. Enfin, pour les mêmes raisons que le précédant indicateur, « nombre de population par sites » a été éliminé de la liste. Cependant pour une étude de l'état de conservation à l'échelle d'un site Natura 2000 et en travaillant avec des métapopulations[3] comme proposé par LANSDOWN et WADE en 2003, ce dernier indicateur pourrait être conservé.

La méthode de relevé des indicateurs éliminés ne sera donc pas expliquée dans la sous-partie suivante. Seuls les indicateurs dont les intitulés ne renseignent pas de façon évidente la manière de relever seront expliqués.

b) Notice d'utilisation du formulaire

- Evolution de la surface de la zone de prospection : Il s'agit de relever la surface de la ZP (en m²) et de la comparer avec celle des années précédentes. Pour certains sites, dont la surface est difficile à estimer sur place, il est possible d'utiliser un logiciel SIG (MISTARZ, 2016). Le logiciel QGis a été utilisé pour ce test. En fonction du résultat, la zone de prospection sera qualifiée de « en progression », « stable » ou « en régression ».

- Présence d'une phase inondée : La modalité « oui » sera appliquée si au moment du relevé la présence d'eau est notée. Si le plan d'eau est totalement en assec, la modalité « non » sera retenue.

- Transparence de l'eau : Cet indicateur est une simple estimation visuelle, aucun instrument de mesure, n'est requis.

[1] Zone de prospection :« *entité géographique fictive […].elle est constituée de l'aire de présence additionnées de toutes les surfaces d'habitat favorables prospectées mais sur lesquelles l'espèce n'a pas été trouvée* » (CBNBP, 2016).
[2] Aire de présence : surface du polygone formé par les pieds de *L. natans* les plus extérieurs (CBNBP, 2016).
[3] Métapopulation : *« a group of populations connected by exchange of genetic material* » (LANSDOWN and WADE, 2003). Groupe de populations connectées par échange de matériel génétique.

VERSION PROVISOIRE

- Recouvrement en ligneux : Ce recouvrement est estimé par la projection du houppier sur le sol dans AP du *L. natans*.

- Recouvrement en espèces eutrophiles, espèces exotiques envahissantes (EEE), indicatrices et « compétitrices » : Ces quatre indicateurs sont obtenus en relevant les coefficients abondance/dominance de Braun-Blanquet (DELASSUS, 2015) pour chaque espèce présente dans l'AP du *L. natans*. La valeur correspondant à la somme des milieux des classes pour chaque coefficient donne le recouvrement. Exemple ci-dessous (Tableau 6) :

Tableau 6 : Exemple d'utilisation des coefficients d'abondance/dominance dans le cadre des relevés de terrain.

Espèce	Coefficient d'abondance	Pourcentage de recouvrement (milieu de classe) (%)	Recouvrement total (%)
Glyceria fluitans	3	37,5%	40%
Iris pseudacorus	1	2,5%	

Il a semblé plus simple pour cette phase de test de relever toutes les plantes compagnes puis de faire une phase de traitement au bureau. Pour chaque indicateur, une liste d'espèces non exhaustive est proposée dans les annexes 10 à 13. Leur réalisation est traitée dans le III) 3).

- Recouvrement en algues filamenteuses : Ce recouvrement est le pourcentage de l'AP du *L. natans* où sont présentes les algues filamenteuses.

- Somme des notes associées aux recouvrements des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface : Une liste d'impacts potentiels issue de la méthode du SPN est proposée et visible en annexe 14. À chaque impact est attribuée une note (par exemple 1 pour « passage d'animaux sauvages » et 2 pour « passage d'engins lourds »). La somme de ces notes permet d'attribuer la note de l'indicateur. Dans cet exemple, la modalité serait donc de 3. L'impact « présence de bois mort » doit-être rajouté à cette liste avec une note de 1. En effet, il a été observé sur le terrain qu'à l'emplacement du bois, le sol est souvent retourné ce qui empêche l'implantation de *L. natans*.

- Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface : Une liste d'impacts potentiels issue de la méthode du SPN est proposée et visible en annexe 15. Les modalités « négligeable ou nul », « moyen » et « fort » sont caractérisées grossièrement.

- Pourcentage de la zone de prospection occupée par le *L. natans* : Ce pourcentage est issu du rapport entre la surface occupée par le *L. natans* (pas la surface de l'AP) et la surface de la ZP relevée dans l'indicateur « Evolution de la surface de la zone de prospection »

- Mode de reproduction adapté au milieu : Il s'agit de relever le nombre de stratégies de reproduction mises en place par le *L. natans :* sexuée (présence de fleurs ou de fruits), végétatives (présence de stolons,).

- Ombrage : L'ombrage est évalué à l'échelle de l'aire de présence en regardant l'ensoleillement direct arrivant sur le site (DELASSUS, 2015).

VERSION PROVISOIRE

- Présence de ravageurs (ex:Grande Limnée) : Pour le moment, seule la Grande Limnée a été déterminée comme étant un ravageur du *L. natans* (BARDIN, 2012).

3) Réalisation des listes de plantes pour les indicateurs floristiques

La méthode doit être accessible à des gestionnaires d'espaces naturels n'ayant pas forcément les connaissances botaniques nécessaires pour identifier toute une liste de plantes compagnes du *L. natans.* Aussi, il a été décidé de joindre au formulaire des listes de plantes (non exhaustives) composées d'espèces dites « compétitives », indicatrices, eutrophiles et EEE (une liste par catégorie). Ainsi, le relevé complet de toutes les plantes compagnes ne sera pas nécessaire, ce qui facilitera le travail du gestionnaire. Les sous-parties suivantes expliquent comment les listes ont été réalisées.

a) Espèces eutrophiles et exotiques envahissantes

Concernant les listes de plantes eutrophiles et EEE visibles respectivement en annexes 10 et 11, elles ont été rédigées à partir de listes présentes dans le rapport du SPN « Etat de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire » (MISTARZ, 2016). Les plantes non présentes dans les habitats à *L. natans* ont été retirées. Celles rencontrées lors de la phase de terrain et ne figurant pas sur la liste d'origine ont été ajoutées, par exemple *Hypericum mutilum* pour les espèces EEE.

b) Espèces indicatrices d'un bon état de conservation du milieu à *L. natans*

Le *L. natans* est le plus souvent présent dans les gazons vivaces amphibie (*Littorelletea uniflora)* et les herbiers enracinés des eaux calmes oligotrophes (*Potamion polygonifolii)* (FERNEZ *et al.*, 2015). Les espèces représentatives de ces alliances issues du « Guide des végétations remarquables d'Île-de-France » (FERNEZ *et al*., 2015) ont constitué une liste de base pour la liste des espèces indicatrices présente en annexe 12. Les espèces montrant tout de même une légère évolution du milieu tel qu'*Hydrocotyle vulgaris* et *Ranunculus flammula* ont été retirées par un expert.

c) Espèces dites « compétitrices » du *L. natans*

La liste des espèces dites « compétitrices » présentée en annexe 13 est basée sur les espèces représentatives des roselières hautes (*Phragmition communis*), des parvoroselières pionnières (*Oenanthion aquaticae*) et des magnocariçaies sur substrat tourbeux (*Magnocaricion elatae*) (FERNEZ *et al.*, 2015). Ces espèces ont une stratégie de colonisation différente du *L. natans* qui est lui R-S (GREULICH et BORNETTE, 1999) et sont représentatives d'un milieu défavorable pour ce dernier. La liste a été par la suite modifiée par un expert. Les espèces annuelles telles que *Lythrum portula* ont été considérées comme ne posant pas de problème au développement du *L. natans* et ont été retirées. D'autres, rencontrées lors de la phase de terrain mais non présentes dans les alliances précédentes, comme les Glycéries ont été considérées à dire d'expert comme compétitives pour le *L. natans* notamment de par leur taille et ont été incluses.

VERSION PROVISOIRE

IV) Résultats et discussion

Après la phase de terrain, les données sont organisées dans Excel sous forme de tableau. Un aperçu est visible ci-dessous (Figure 8).

1	Commune	Nom de la station	Indicateur	Relevé	Note indicateur	Note totale bordereau	Note à dire d'expert bordereau
2	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Pourcentage de la zone de prospection occupée par la population (%)	11,0%	-10	45	65
3	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Mode de reproduction adapté au milieu	2	0	45	65
4	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Population appartenant a un réseau de pièces d'eau connectées par flux hydrique au moins une partie de l'année	Oui	+5	45	65
5	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Pourcentage de berges <6° (%)	75,0%	0	45	65
6	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Ombrage	Ombragé	-5	45	65
7	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Niveau de cohésion des vases	Bonne	0	45	65
8	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Présence de ravageurs (ex:Grande Limnée)	Non	0	45	65
9	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Recouvrement en espèces "compétitrices" (%)	51,0%	-20	45	65
10	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Evolution de la surface de la zone de prospection	Progression	+10	45	65
11	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Présence d'une phase innondée	Oui	0	45	65
12	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Transparence de l'eau	Trouble	-10	45	65
13	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Recouvrement en ligneux (%)	75,0%	-10	45	65
14	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Recouvrement en espèces eutrophiles (%)	16,0%	-10	45	65
15	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Recouvrement en EEE (%)	0,0%	0	45	65
16	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Recouvrement en algues filamenteuses (%)	0,0%	0	45	65
17	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Recouvrement en espèces indicatrices (%)	2,5%	0	45	65
18	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Somme des notes associées aux recouvrements des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface	1	-5	45	65
19	Bouzy-la-Forêt	Fossé de l'Etang de Chateaubrian	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	0	0	45	65
20	Bouzy-la-Forêt	Etang de Chateaubriant 1	Pourcentage de la zone de prospection occupée par la population (%)	45,0%	-5	55	70
21	Bouzy-la-Forêt	Etang de Chateaubriant 1	Mode de reproduction adapté au milieu	2	0	55	70
22	Bouzy-la-Forêt	Etang de Chateaubriant 1	Population appartenant a un réseau de pièces d'eau connectées par flux hydrique au moins une partie de l'année	Oui	+5	55	70
23	Bouzy-la-Forêt	Etang de Chateaubriant 1	Pourcentage de berges <6° (%)	100,0%	0	55	70
24	Bouzy-la-Forêt	Etang de Chateaubriant 1	Ombrage	Ensoleillé	0	55	70
25	Bouzy-la-Forêt	Etang de Chateaubriant 1	Niveau de cohésion des vases	Bonne	0	55	70
26	Bouzy-la-Forêt	Etang de Chateaubriant 1	Présence de ravageurs (ex:Grande Limnée)	Non	0	55	70

Figure 8 : Extrait du tableau regroupant les relevés de terrain.

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel XLSTAT.

1) Statistiques exploratoires

Afin de gagner du temps et éviter la réalisation d'une série de régressions linéaires pour évaluer les éventuelles redondances entre les indicateurs, une analyse en composantes principales (ACP) a été effectuée. Celle-ci permet d'obtenir une vue globale des redondances. Comme les variables ne répondent pas à une loi Normale (test de Shapiro-Wilk), une corrélation de Spearman a été choisie plutôt qu'une corrélation de Pearson.

Les variables qualitatives ont été codées en niveaux. Par exemple l'ombrage codé initialement en « ensoleillé, mi-ombragé et ombragé » a été transformé en « 1, 2 et 3 ».

Le pourcentage de variabilité entre les deux premiers axes du graphique n'était pas assez élevé. Un deuxième graphique,visible ci-dessous, (Figure 9) présentant deux autres dimensions d'ACP (axes F1 et F3) a été réalisé afin de limiter les erreurs d'interprétation.

VERSION

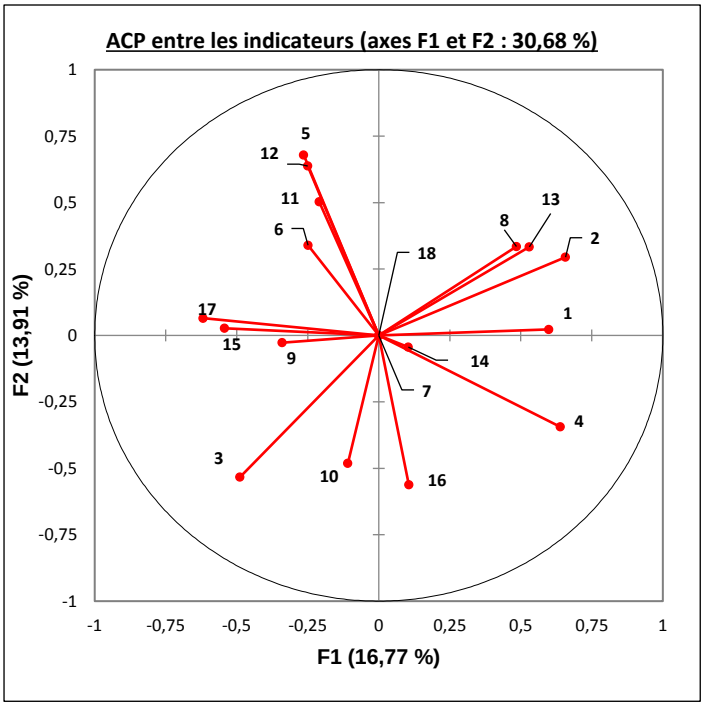


Figure 9: Représentation graphique de l'ACP entre les indicateurs selon les dimensions F2 et F1.

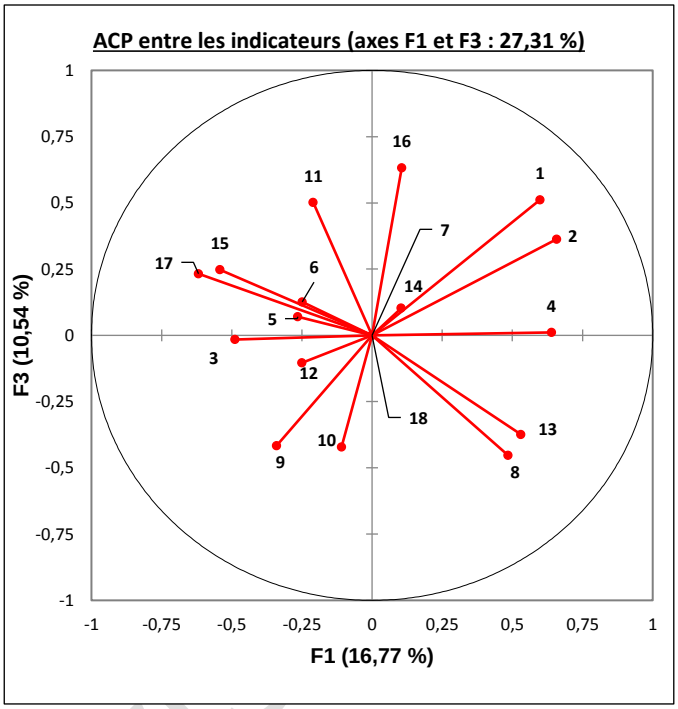


Figure 10: Représentation graphique de l'ACP entre les indicateurs selon les dimensions F1 et F3.

Tableau 7 : Légende des ACP.

Numéro	Indicateur	Numéro	Indicateur
1	Pourcentage de la ZP occupée par la population (%)	10	Présence d'une phase inondée
2	Mode de reproduction adapté au milieu	11	Transparence de l'eau
3	Population appartenant à un réseau de pièces d'eau connectées par flux hydrique	12	Recouvrement en ligneux (%)
4	Pourcentage de berges <6° (%)	13	Recouvrement en espèces eutrophiles (%)
5	Ombrage	14	Recouvrement en EEE (%)
6	Niveau de cohésion des vases	15	Recouvrement en algues filamenteuses (%)
7	Présence de ravageurs (ex: Grande	16	Recouvrement en espèces indicatrices (%)
8	Recouvrement en espèces « compétitrices » (%)	17	Somme des notes associées aux recouvrements des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface
9	Evolution de la surface de la ZP	18	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface

Selon les graphiques visibles ci-dessus (Figures 9 et 10), les indicateurs « recouvrement en ligneux » et « ombrage », transparence de l'eau » et « ombrage» ainsi que « mode de reproduction adapté au milieu » et « pourcentage de la ZP occupée par la population » semblent corrélés deux à deux. Il serait malgrè tout intéressant au vu du peu de relevés de recommencer les tests avec plus de répétitions.

D'après la matrice de corrélation (test de Spearman) présente en annexe 16, les coefficients de corrélation r sont respectivement 0,449, 0,472 et 0,592. Pour ces trois groupes d'indicateurs, la corrélation va être vérifiée grâce à une régression linéaire.

VERSION PRO

2) Analyse de la redondance entre indicateurs par régressions linéaires

D'après le graphique ci-contre (Figure 11), le coefficient de détermination r^2 entre les indicateurs « ombrage » et « recouvrement en ligneux » est de 0,516. Il n'est donc pas suffisamment élevé pour témoigner d'une corrélation entre ces deux indicateurs mais pas non plus suffisamment faible pour la rejeter complètement surtout avec un nombre aussi faible de répétitions (seulement 29).

Pour savoir si ces deux indicateurs sont réellement corrélés, il faudrait augmenter le nombre de répétitions en faisant des relevés sur plusieurs années. Pour le moment il est impossible de conclure sur une redondance et donc d'en retirer un des deux du formulaire de terrain.

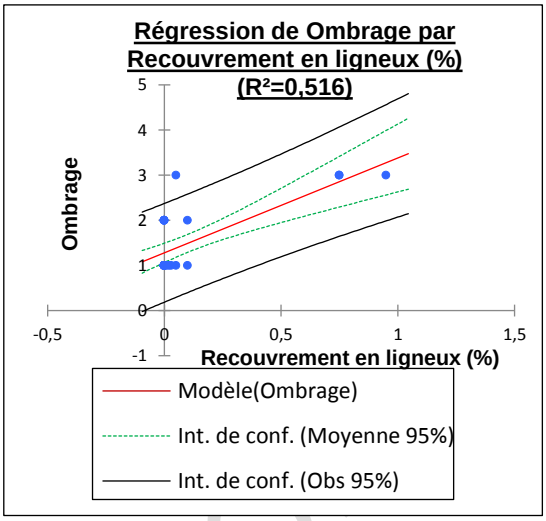
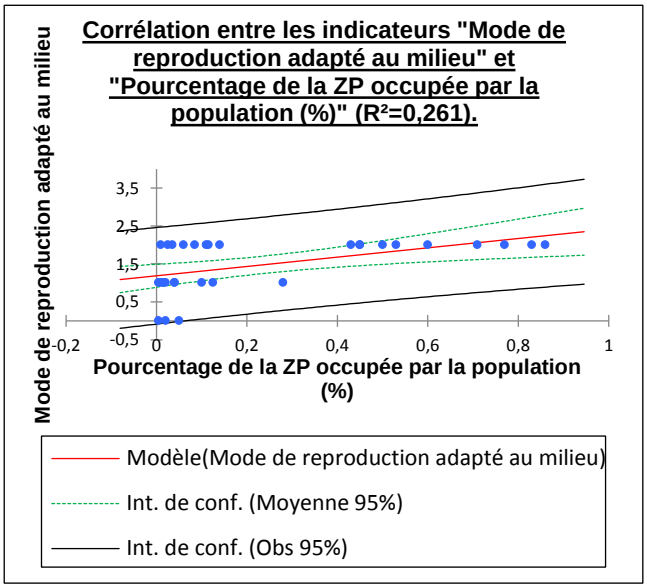


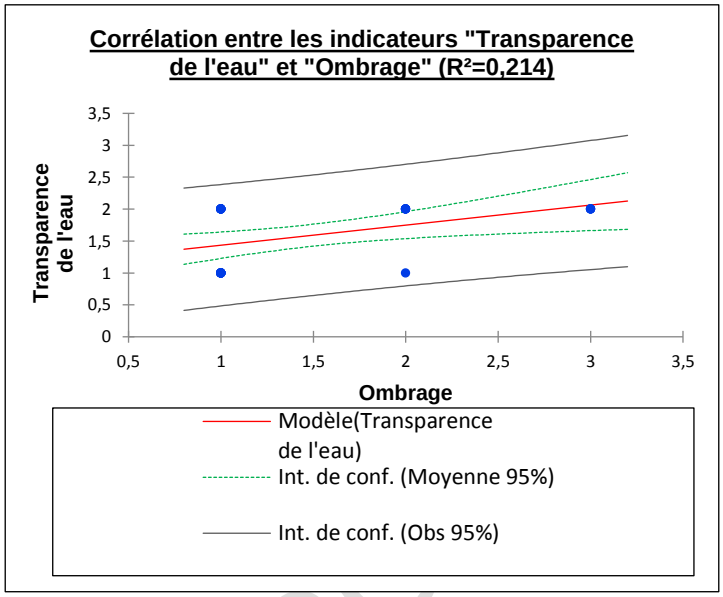
Figure 11 : Représentation graphique de la régression linéaire entre les indicateurs « ombrage » et « recouvrement en ligneux ».

VERSION PROVISOIRE

Figure 12 : Représentation graphique de la régression linéaire entre les indicateurs « mode de reproduction adapté au milieu » et « pourcentage de la ZP occupée par la population ».

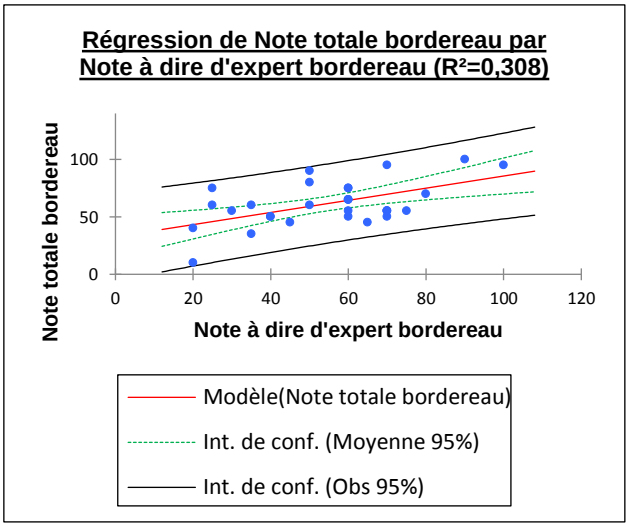
Figure 13: Représentation graphique de la régression linéaire entre les indicateurs "transparence de l'eau" et "ombrage".





Selon les graphiques ci-dessus (Figures 12 et 13), les coefficients de détermination sont respectivement de 0,261 (à gauche) et 0,214 (à droite). Les indicateurs « mode de reproduction adapté au milieu » et « pourcentage de la ZP occupée par la population » ne sont donc pas corrélés et donc non redondants. La même conclusion peut être dans le cas de « transparence de l'eau » et « ombrage ». Aucun de ces indicateurs ne peut être retiré de la liste.

3) Corrélation entre les notes d'état de conservation des relevés de terrain et les notes données à dire d'expert.



Afin de déterminer si la note donnée par les formulaires de terrain correspond à celle donnée à dire d'expert, une régression linéaire, visible ci-contre, (Figure 14) a été effectuée. Le coefficient de détermination r² est 0,308. Avec ce jeu de données, certes faible, aucune corrélation ne peut être établie donc ici, la note donnée par le formulaire ne correspond pas à celle donnée par un d'expert.

Pour obtenir dans le futur de meilleurs résultats, plusieurs pistes pourraient être explorées.

En comparant les deux notes, celles du domaine de Chambord sont particulièrement éloignées les unes de l'autres. La particularité de Chambord est d'être un domaine où le gibier est

Figure 15: Berges piétinées par le gibier dans une mare du domaine de Chambord (Photo : Lafouge Noémie)

VERSION PROVISOIRE

très présent, impliquant un important piétinement des stations à *L. natans.* La photo ci-contre montre l'état des berges d'une mare du domaine de Chambord (Figure 15). A ces endroits la flore est donc très réduite. Beaucoup d'indicateurs utilisés pour évaluer l'état de conservation étant floristiques et ne pouvant être utilisés, les résultats sont biaisés, d'autant plus que se sont souvent ceux les plus impactants pour la note (par exemple jusqu'à -20 pour « recouvrement en espèces « compétitrices »). *A contrario*, la note attribuée à l'impact piétinement par le gibier n'est que de -5 quelle que soit la surface impactée. Il serait donc intéressant, plutôt que d'utiliser de simples pourcentages de recouvrement pour les indicateurs floristiques de fonctionner avec des rapports recouvrement/recouvrement total de la végétation. De plus, l'impact par le gibier devrait être évalué en fonction de l'importance du piétinement. Par exemple attribuer une note de -5 pour un léger piétinement et -20 pour un piétinement important.

En outre, certains indicateurs sont évalués de façon qualitative comme « évolution de la surface de la ZP » Si ces indicateurs pouvaient être évalués quantitativement, la précision serait plus importante. Pour diminuer le biais observateur, il serait également possible de demander à plusieurs experts d'évaluer l'état de conservation puis de faire une moyenne des notes obtenues. C'est cette note moyenne qui sera confrontée à la note du formulaire.

Enfin, certaines valeurs-seuils et notes associées non disponibles dans la bibliographie ont été attribuées en fonction des tendances observées sur les relevés de terrain qui ne sont que de 29. Augmenter le nombre de relevés afin de mieux adapter ces dernières permettrait certainement d'améliorer la corrélation. D'autant plus qu'avec un plus grand jeu de données, il serait possible de faire tourner la boucle R codée par le SPN, l'explication est présente en annexe 17, qui permet de trouver la meilleure association valeur-seuil-note pour chaque indicateur et ainsi maximiser le r^2.

VERSION PROVISOIRE

Conclusion

La mission de stage avait plusieurs buts. Dans un premier temps, voir s'il était possible d'adapter la méthode d'évaluation des états de conservation des habitats à l'échelle d'une population. Dans un second temps, évaluer si la note d'état de conservation donnée par la méthode était en accord avec celle donnée par un expert.

En combinant des paramètres spécifiques à l'habitat et des paramètres propres à la population, cette méthode peut être adaptée. La difficulté réside particulièrement dans le choix des valeurs-seuils et des notes associées. Tester expérimentalement chaque indicateur sur le terrain afin de lui attribuer le bon couple valeur/note pourrait être une piste à explorer.

Concernant les résultats terrain et l'avis d'expert, les corrélations ne sont pas satisfaisantes. Plusieurs pistes d'améliorations ont été proposées, la plus importante étant d'augmenter le nombre de stations prospectées et ce, sur plusieurs années.

Enfin, cette méthode a été assez rapide à utiliser sur le terrain avec l'aide de botanistes. Il pourrait par la suite être intéressant de la faire tester aux gestionnaires d'espaces naturels et de l'adapter en fonction de leurs demandes/ besoins.

VERSION PROVISOIRE

Bibliographie

BARDIN, P., 2012. Plan national d'actions en faveur du flûteau nageant *Luronium natans* L. 2012-2016. Conservatoire botanique national du Bassin parisien - Muséum national d'Histoire naturelle, 184.

BENSETTITI, F., PUISSAUVE, R., LEPAREUR, F., TOUROULT, J., MACIEJEWSKI, L., 2012. Evaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire - Guide méthodologique - DHFF article 17 2007-2012 - Version 1 -Février 2012 - Rapport SPN 2012-27. Service du patrimoine naturel - Muséum national d'Histoire naturelle, 116.

CBNBP, 2016. Notice du bordereau d'inventaire *Luronium natans*.

DELASSUS, L., 2015. Guide de relevés de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques. Conservatoire botanique national de Brest, 52.

FERNEZ, T., 2016. Évaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire 3260 "Rivières à renoncules"- Application à deux sites Natura 2000 d'Île-de-France: le Loing et l'Epte. Conservatoire botanique national du Bassin parisien - Muséum national d'Histoire naturelle, délégation Île-de-France - Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie Île-de-France, 44.

FERNEZ, T., LAFON, P., HENDOUX, F., 2015. Guide des végétations remarquables de la région Ile-de-France - Manuel pratique. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France., Paris, 224.

GAUTHIER, P., PONS, V., LETOURNEAU, A., KLESCZEWSKI, M., PAPUGA, G., THOMPSON, J.D., 2017. Combining population monitoring with habitat vulnerability to assess conservation status in populations of rare and endangered plants. *Journal for Nature Conservation,* 37, 83–95.

GREULICH, S., BORNETTE, G., 1999. Competitive abilities and related strategies in four aquatic plant species from an intermediately disturbed habitat. *Freswater biology,* 493–506.

GREULICH, S., BORNETTE, G., AMOROS, C., 2000a. Persistence of a rare aquatic species along gradients of disturbance and sediment richness. *Journal of Vegetation Science,* 11, 415–424.

GREULICH, S., BORNETTE, G., AMOROS, C., ROELOFS, J.G.M., 2000b. Investigation on the fundamental niche of a rare species: an experiment on establishment of *Luronium natans*. *Aquatic Botany,* 66, 209–224.

KAY, Q., JOHN, R., 1999. Biology, genetic variation and conservation of *Luronium natans* (L.) Raf. in Britain and Ireland. *Watsonia,* 22, 301–303.

LANSDOWN, R., WADE, P., 2003. Ecology of the floating water-plantain. *Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series*, 35.

VERSION PROVISOIRE

MACIEJEWSKI, L., SEYTRE, L., VAN ES, J., DUPONT, P., 2015. Etat de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, méthode d'évaluation à l'échelle du site - Guide d'application - version 3. Service du patrimoine naturel - Muséum national d'Histoire naturelle, 194.

MISTARZ, M., 2016. État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire - Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000 - Rapport préliminaire - Rapport SPN 2016 - 104. Service du patrimoine naturel-Muséum national d'Histoire naturelle - Office national de l'eau et des milieux aquatiques, 76.

MONDION, J., 2015. Observatoire régional du flûteau nageant (*Luronium natans*) - Déclinaison régionale du Plan National d'Actions - Synthèse des actions menées en 2015. Conservatoire botanique national du Bassin parisien - Muséum national d'Histoire naturelle, 54.

NIELSEN, U.N., RIIS, T., BRIX, H., 2006. The importance of vegetative and sexual dispersal of Luronium natans. *Aquatic Botany*, 84, 165–170.

POUVARET, S., 2014. Mise en oeuvre du document d'objectif du site Natura 2000 « Val d'Allier Alagnon » (FR 830 1038), animation de la mise en oeuvre, compte rendu d'exécution - Evaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire 3150 « Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition » - Natura 2000. DREAL Auvergne, 27.

SZANKOWSKI, M., KLOSOWSKI, S., 2001. Habitat conditions of the phytocoenoses dominated by *Luronium natans* (L.) Rafin in Poland. *Hydrobiologia*, 455, 213–222.

VIRY, D., 2013. État de conservation des habitats humides et aquatiques d'intérêt communautaire, méthode d'évaluation à l'échelle du site - Rapport d'étude - Version 1. Service du patrimoine naturel - Muséum national d'Histoire naturelle -Office national de l'eau et des milieux aquatiques, 83.

WILLBY, N., EATON, J., 1993. The distribution, ecology and conservation of *Luronium natans* (L.) Raf. in Britain. *Journal of Aquatic Plant Management*, 70–76.

WILLBY, N., EATON, J., CLARKE, S., 2003. Monitoring the floating water-plantain. *English Nature, Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Monitoring Series,* 48.

VERSION PROVISOIRE

Tables des illustrations

Figure 1: L. natans prise à l'Etang de Ravoir en forêt d'Orléans (Photo : Lafouge Noémie)... 5

Figure 2 : Stolon de L. natans prise à la Mare aux Canes en forêt de Rambouillet (Photo : Lafouge Noémie)..... 5

Figure 3 : « Axe de correspondance note/état de conservation » issu de MACIEJEWSKI et al., 2015 6

Figure 4: Exemple de mare en assec total, prise à la Mare du Bocquest en forêt de Rambouillet (Photo : Lafouge Noémie).....10

Figure 5: Traces d'hydrocarbure sur un pieds de L. natans de la Mare du Roi en forêt de Rambouillet (Photo : ONF) 11

Figure 6: Rejet d'hydrocarbure sur la Mare du Roi en forêt de Rambouillet (Photo : Office nationale des forêts (ONF)) 11

Figure 7: Grande Limnée prise à la Mare aux Vinaigres en forêt de Rambouillet (Photo : Lafouge Noémie).....13

Figure 8 : Extrait du tableau regroupant les relevés de terrain.....18

Figure 9: Représentation graphique de l'ACP entre les indicateurs selon les dimensions F2 et F1.....19

Figure 10: Représentation graphique de l'ACP entre les indicateurs selon les dimensions F1 et F3.....19

Figure 11 : Représentation graphique de la régression linéaire entre les indicateurs « ombrage » et « recouvrement en ligneux ».....20

Figure 12 : Représentation graphique de la régression linéaire entre les indicateurs « mode de reproduction adapté au milieu » et « pourcentage de la ZP occupée par la population ».20

Figure 13: Représentation graphique de la régression linéaire entre les indicateurs "transparence de l'eau" et "ombrage". 20

Figure 14 : Représentation graphique de la régression linéaire entre les notes des relevés de terrain et les notes données à dire d'expert. 21

Figure 15: Berges piétinées par le gibier dans une mare du domaine de Chambord (Photo : Lafouge Noémie).....21

Tableau 1 : Synthèses des paramètres pour un habitat et une espèce issues de BENSETTITI et al., 2012 6

Tableau 2 : Extrait de la « Grille d'analyse pour l'évaluation de l'état de conservation des pelouses calcicoles » issu de MACIEJEWSKI et al., 2015..... 7

Tableau 3 : Liste des indicateurs spécifiques à l'habitat issus de la bibliographie. 9

Tableau 4 : Liste des indicateurs spécifiques à la population issus de la bibliographie. 12

Tableau 5 : Liste des stations de L. natans prospectées lors de la phase de terrain.....14

Tableau 6 : Exemple d'utilisation des coefficients d'abondance/dominance dans le cadre des relevés de terrain.....16

Tableau 7 : Légende des ACP.....19

VERSION PROVISOIRE

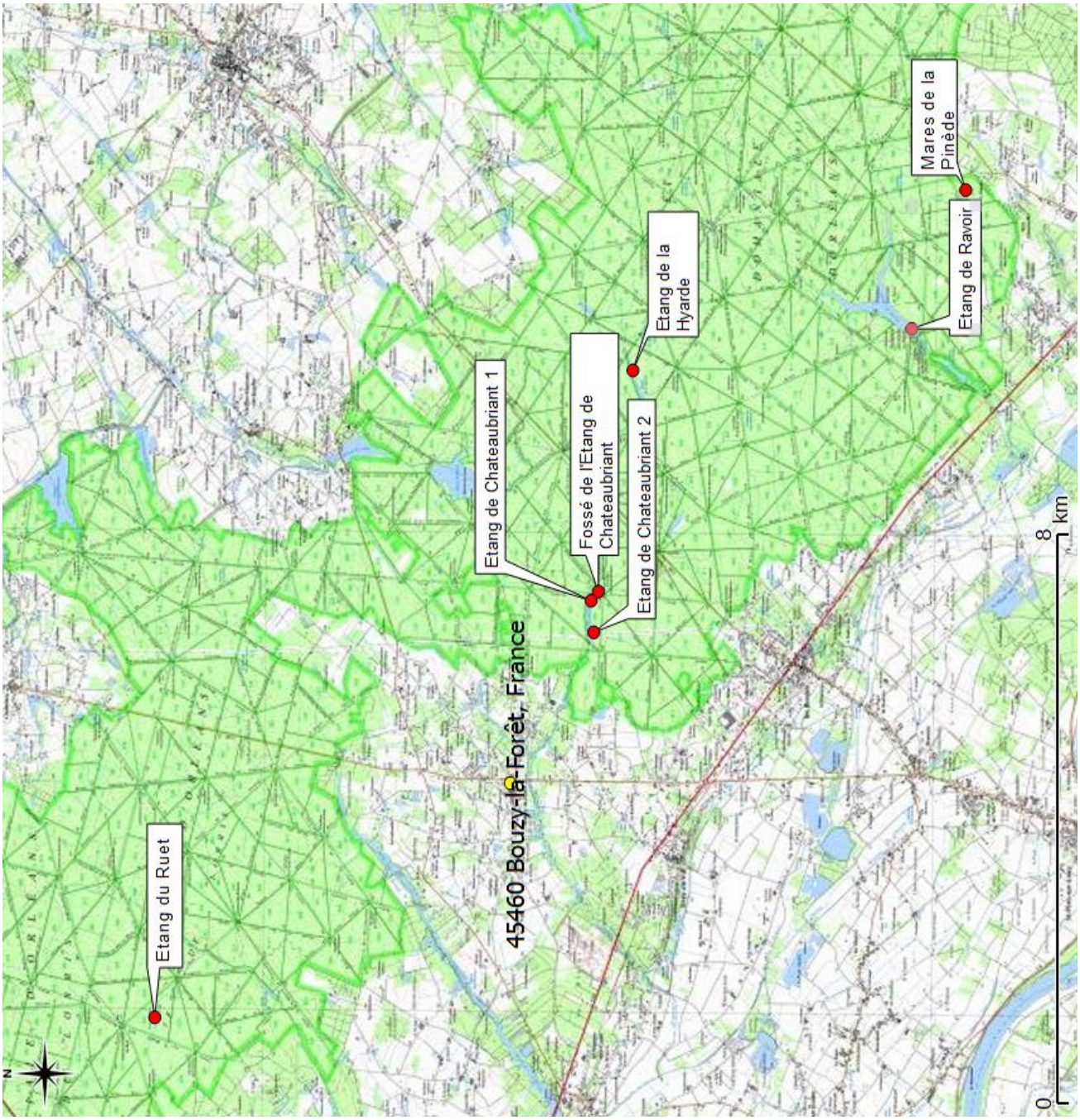
VERSION PROVISOIRE

Annexes

Tableau 17. Grille d'indicateurs potentiels pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats des eaux dormantes (UE 3110/UE 3130) et (UE 3120).

Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle	Modalités	Remarques
Surface	Surface couverte par l'habitat	Évolution de la surface couverte	Site	Progression, stabilité	
				Régression (naturelle)	
				Régression (anthropique)	
		Nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent	Site	Progression, stabilité	
				Régression (naturelle)	
				Régression (anthropique)	
Structures et fonctions	Fonctionnement hydrologique	Présence d'une phase inondée	Placette	Oui	
				Non	
	Caractéristiques de l'eau	Transparence de l'eau	Plan d'eau	Visibilité ≥ 3,5 m	Pour les grandes étendues d'eau
				1.5 m ≤ Visibilité < 3.5 m	
				Visibilité < 1.5 m	
	Composition floristique	Colonisation ligneuse (%)	Polygone	< 20 %	Pour les systèmes alluviaux
				20-40 %	
				> 40 %	
		Recouvrement en espèces eutrophiles (%)	Placette	0	
				≤ 10 %	
				> 10 %	
		Nombre d'espèces eutrophiles	Placette	Nul ou restreint	
				Élevé	
		Indice N moyen d'Ellenberg	Placette	À définir	Par alliance et écocomplexe
		Indice K moyen d'Ellenberg	Placette	À définir	Si pertinent
		Indice H moyen d'Ellenberg	Placette	À définir	Si pertinent
		Taille des plantes	Placette	À définir	Si pertinent
		Recouvrement des traits de vie (%)	Placette	À définir	À approfondir
		Recouvrement des types biologiques (%)	Placette	À définir	À approfondir
		Recouvrement des types architecturaux (%)	Placette	À définir	À approfondir
		Indice de diversité des taxons caractéristiques	Placette	À définir	Si pertinent
		Recouvrement en EEE (%)	Placette	< 30 %	Liste à affiner
				> 30 %	
		Recouvrement en algues filamenteuses (%) (malus)	Placette	Fort recouvrement	Via cas concrets
	Composition faunistique	Présence d'amphibiens (bonus)	Plan d'eau	Oui	Liste à établir
		Présence d'invertébrés aquatiques (odonates adultes et coléoptères aquatiques) (bonus)	Plan d'eau	Oui	Liste à établir
Altérations	Atteintes lourdes	Somme des notes associées aux recouvrements des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface	Polygone	0	À pondérer
				1	
				2	
				3	
				≥ 4	
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiable en surface	Site/BV	Négligeable ou nul	Liste à compléter
				Moyen	
				Fort	

Annexe 1 : Liste d'indicateurs potentiels pour l'état de conservation des habitats issue de MISTARZ, 2016.

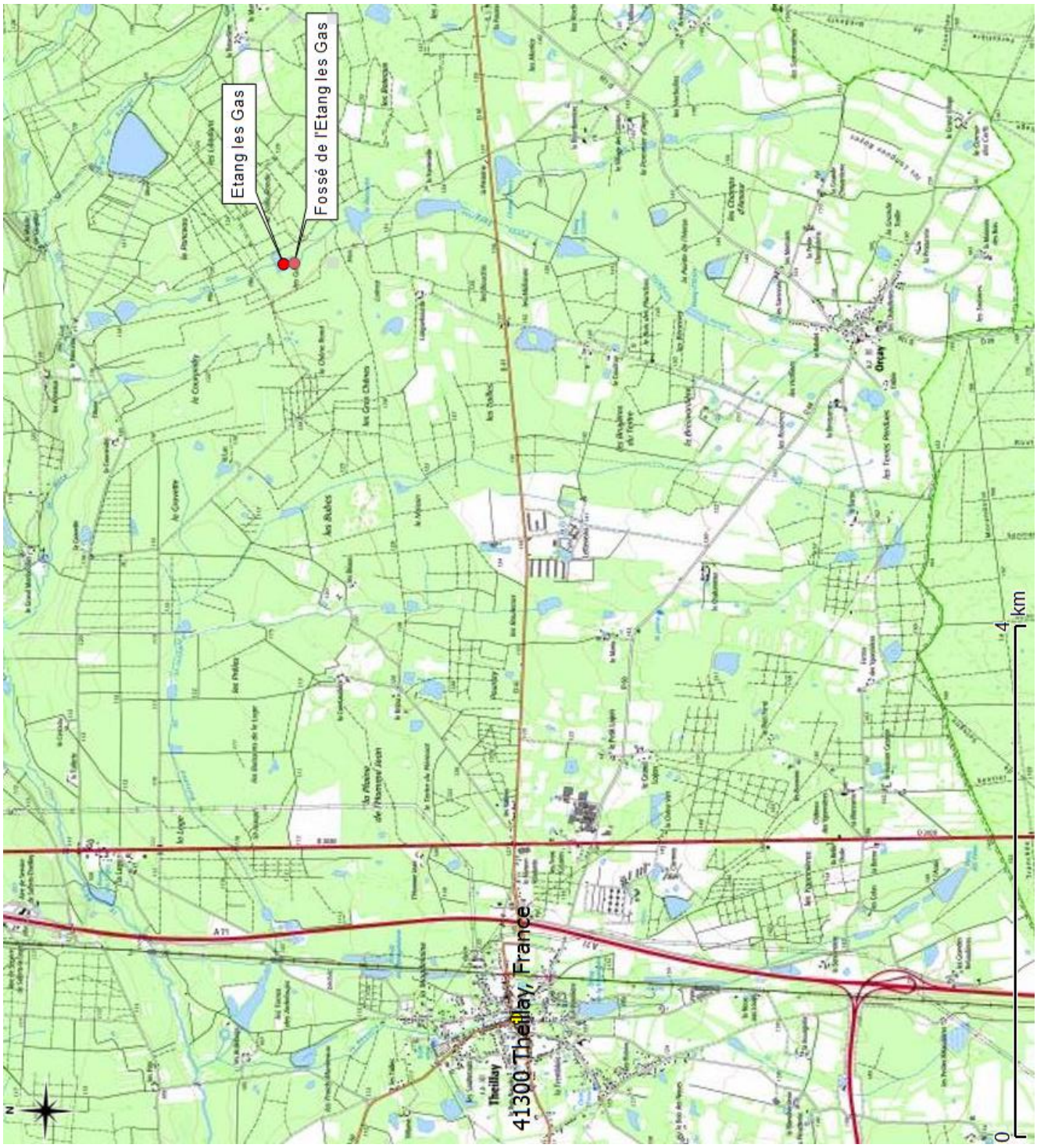


Annexe 2 : Localisation des stations de *L. natans* en forêt d'Orléans (Centre-Val de Loire).

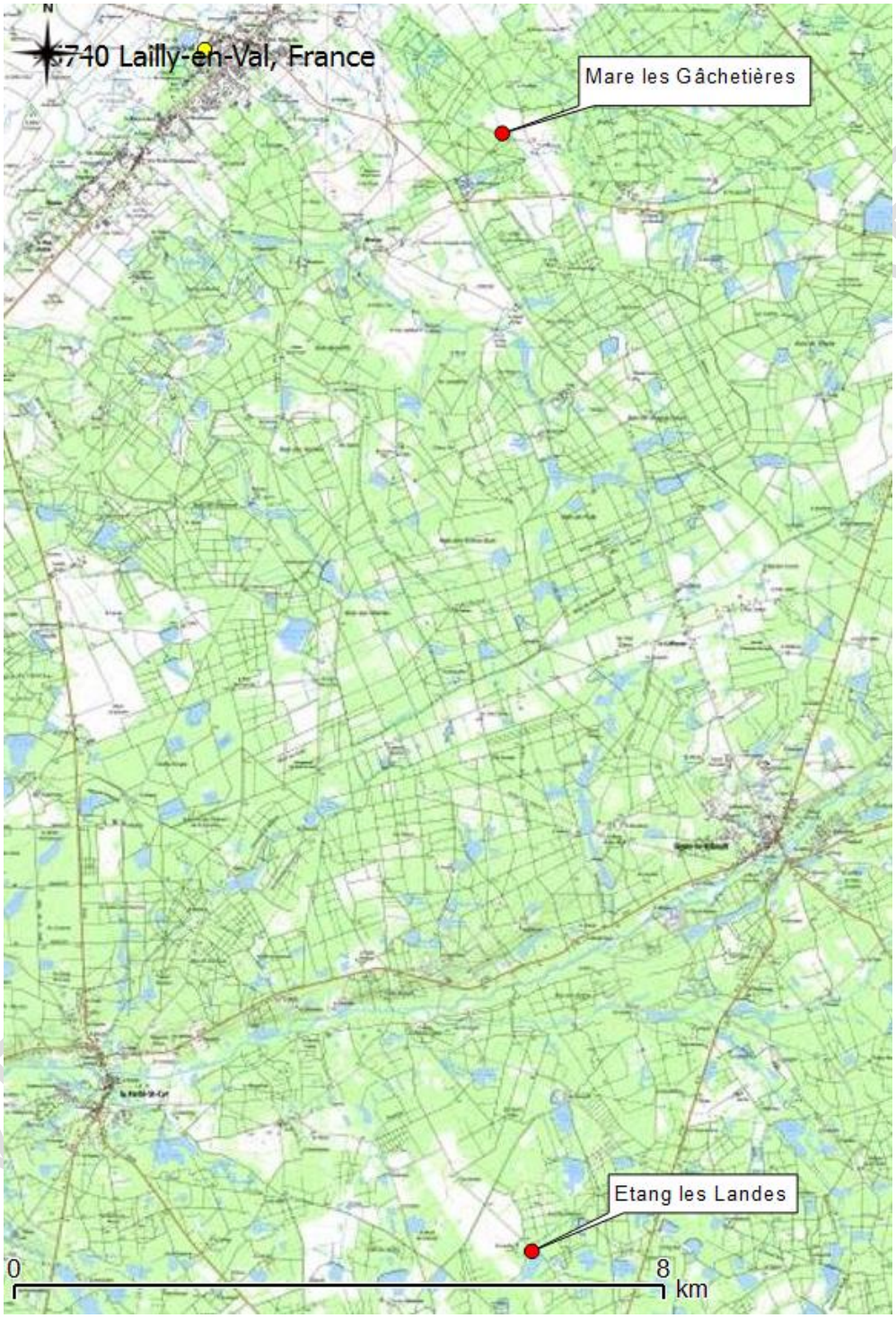
N
Muides-sur-Loire
St-Dyé-sur-Loire
Mare Gabillière-Parcelle 14
Mare Gabillière
Mare Gabillière 3
Bois de la Châtellerie
Etang du Périou
PARC DE CHAMBORD
Thoury
41250 Chambord, France
Mare de la Thibaudière
Mare de la Thibaudière 2
Mare de la Route Royale
0
4
km

Annexe 3 : Localisation des stations de *L. natans* en forêt du Domaine de Chambord (Centre-Val de Loire).

VERSION PROVISOIRE



Annexe 4 : Localisation des stations de *L. natans* en domaines privés en Centre-Val de Loire (1).

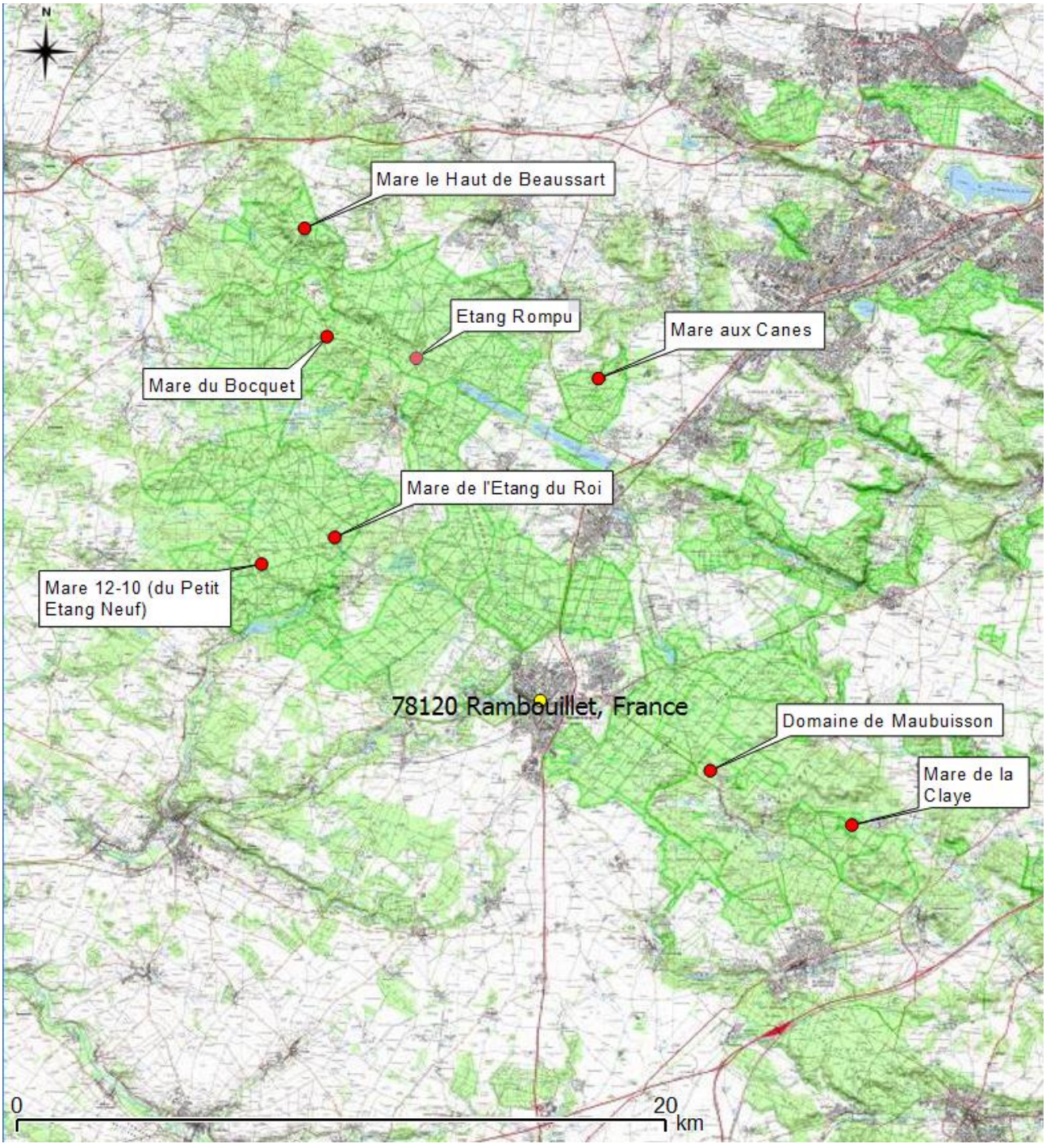


Annexe 5 : Localisation des stations de *L. natans* en domaines privés en Centre-Val de Loire (2).

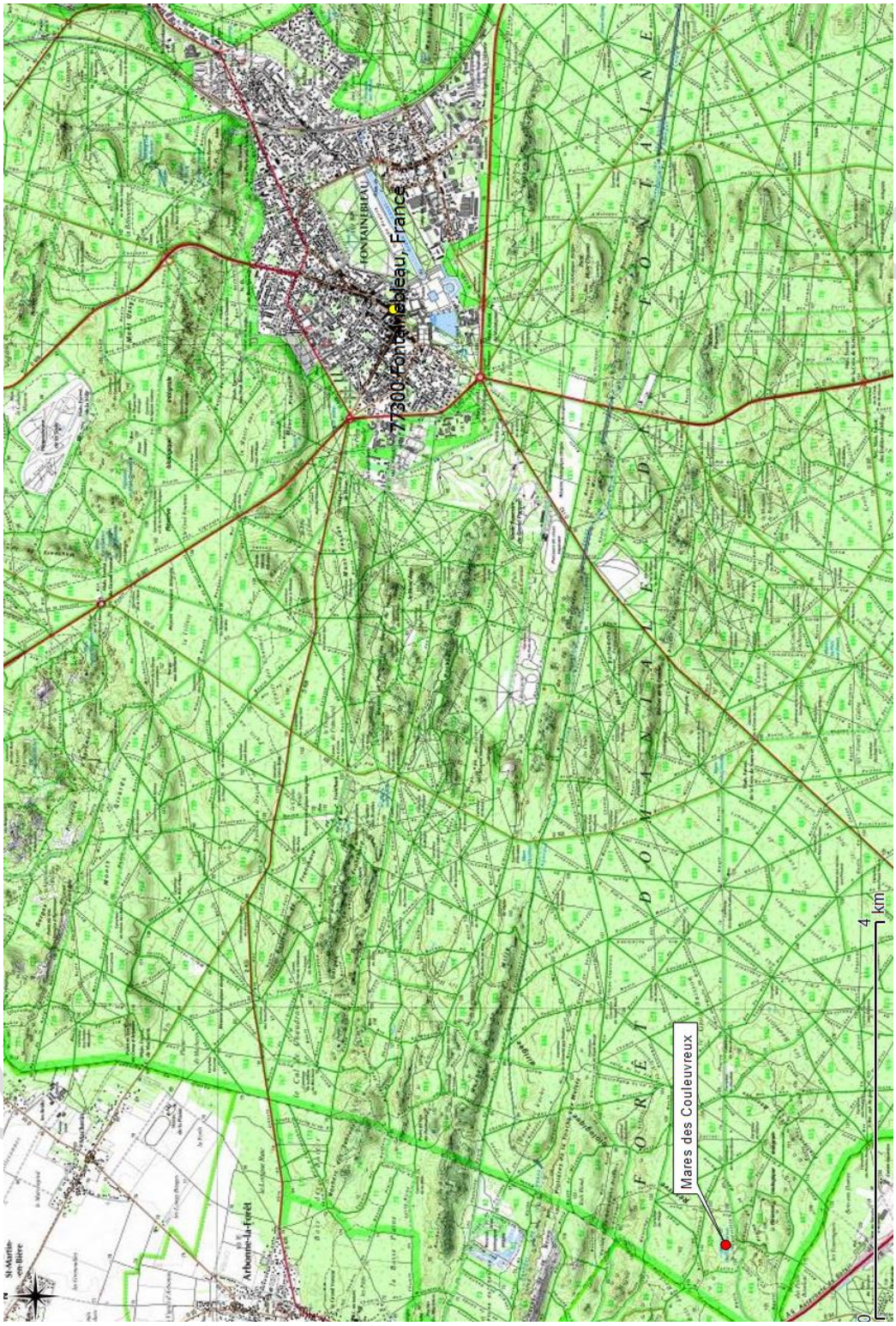
N
51700 Igny-Comblizy, France
Etang des Pâtis
Etang du Milieu
Etang du Petit Givry
0
8
km

Annexe 6 : Localisation des stations de *L. natans* en Champagne-Ardenne (Grand Est).

VERSION PROVISOIRE



Annexe 7 : Localisation des stations de *L. natans* en forêt de Rambouillet (Île-de-France).



Annexe 8 : Localisation des stations de *L. natans* en forêt de Fontainebleau (Île-de-France).

Commune:		Date:
Lieu-dit:		Observateurs:
Identifiant station:		

Indicateur	Echelle	Modalités	Note	Relevé	Commentaire	Note retenue
Pourcentage de la zone de prospection occupée par la population (%)	AP	>70%	0			
		30%-70%	-5			
		<30%	-10			
Mode de reproduction adapté au milieu	AP	≥ 2 modes de reproduction	0			
		1 mode de reproduction	-5			
		0 mode de reproduction	-10			
Population appartenant a un réseau de pièces d'eau connectées par flux hydrique au moins une partie de l'année	Site	Oui	+5			
		Non	0			
Pourcentage de berges <6° (%)	ZP	≥50%	0			
		<50%	-10			
Ombrage	Plan eau	Ensoleillé/ mi-ombragé	0			
		Ombragé	-5			
Niveau de cohésion des vases	Plan d'eau	Bonne/ moyenne	0			
		Mauvaise	-5			
Présence de ravageurs (ex:Grande Limnée)	AP	Oui	0			
		Non	-5			
Recouvrement en espèces compétitrices (%)	AP	<30%	0			
		30%-50%	-10			
		≥50%	-20			

Liste espèces compagnes	
	Coeff abondance

Indicateur	Echelle	Modalités	Note	Relevé	Commentaire	Note retenue
Evolution de la surface de la zone de prospection	ZP	Progression	+10			
		Stabilité	0			
		Régression	-10			
Présence d'une phase innondée	Site	Oui	0			
		Non	-5			
Transparence de l'eau	Plan d'eau	Claire	0			
		Trouble	-10			
		Très trouble	-20			
Recouvrement en ligneux (%)	AP	<20%	0			
		20-40%	-5			
		<40%	-10			
Recouvrement en espèces eutrophiles (%)	AP	0%	0			
		≤10%	-5			
		>10%	-10			
Recouvrement en EEE (%)	AP	0%	0			
		≤30%	-5			
		>30%	-20			
Recouvrement en algues filamenteuses (%)	AP	<50%	0			
		≥50%	-5			
Recouvrement en espèces indicatrices (%)	AP	≥30%	+5			
		>30%	0			
Somme des notes associées aux recouvrements des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface	ZP	0	0			
		1	-5			
		2	-10			
		3	-15			
		≥4	-20			
Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	Site	Négligeable ou nul	0			
		Moyen	-10			
		Fort	-20			

Note à dire d'expert:	

Annexe 9 : Formulaire utilisé lors des relevés de terrain.

Liste des espèces eutrophiles		
Nom scientifique	**Nom commun**	**N**
Alisma plantago-aquatica L., 1753	Grand plantain d'eau	7
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv.ex J.Presl & C.Presl, 1819	Fromental élevé	7
Atriplex prostata Boucher ex DC., 1805	Arroche couchée	7
Bidens cernua L., 1753	Bident penché	8
Bidens radiata Thuill., 1799	Bident rayonnant	8
Bidens tripartita L., 1753	Bident à feuilles tripartites	8
Ceratophyllum demersum L., 1753	Cornifle immergé	8
Dactylis glomerata L., 1753	Dactyle aggloméré	7
Echinochloa crus-galli (L.) P.Beauv., 1812	Panic pied-de-coq	8
Eragrostis pilosa (L.) P.Beauv., 1812	Eragrostis poilu	7
Glyceria maxima (Hartm.) Holmb., 1919	Glycérie aquatique	9
Iris Pseudocorus L., 1753	Iris faux-acore	7
Leersia oryzoides (L.) Sw., 1788	Léersie faux-riz	7
Lemna gibba L., 1753	Lentille d'eau bossue	8
Lipandra polysperma (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch, 2012	Chénopode à graines nombreuses	8
Myosoton aquaticum (L.) Moench, 1794	Stellaire aquatique	8
Myriophyllium spicatum L., 1753	Myriophylle en épi	7
Persicaria maculosa Gray, 1821	Renouée persicaire	8
Persicaria hydroppiper (L.) Spach, 1841	Renouée poivre-d'eau	7
Persicaria lapathifolia (L.) Delarbre, 1800	Renouée à feuilles d'oseille	8
Phalaris arundinacea subsp.oehleri Pilg, 1909	Baldingère faux-roseau	7
Poa annua L., 1753	Pâturin annuel	8
Poa trivialis L., 1753	Pâturin commun	7
Polygonum aviculare L., 1753	Renouée des oiseaux	8
Potamogeton berchtoldii Fieber, 1838	Potamot de Berchtold	7
Potamogeton crispus L., 1753	Potamot crépu	7
Potamogeton lucens (L.), 1753	Potamot luisant	7
Potamogeton pusillus L., 1753	Potamot fluet	7
Potentilla supina L., 1753	Potentille couchée	7
Pulicaria vulgaris Gaertn., 1791	Pulicaire commune	8
Ranunculus repens L., 1753	Renoncule rampante	7
Ranunculus sceleratus L., 1753	Renoncule scélérate	8
Rorippa palustris (L.) Besser, 1821	Rorippe faux-cresson	7
Rumex hydrolapathum Huds., 1778	Oseille aquatique	7
Rumex maritimus L., 1753	Oseille maritime	8
Sagittaria sagittifolia L., 1753	Sagittaire à feuilles en flèche	7
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla, 1888	Scirpe aigu	7
Sparganium emersum Rehmann, 1871	Rubannier émergé	7
Sparganium erectum L., 1753	Rubannier dressé	7
Typha latifolia L., 1753	Massette à larges feuilles	8
Wolffia arrhiza (L.) Horkel ex Wimm., 1857	Lentille d'eau sans racine	7

VERSION PROVISOIRE

Annexe 10 : Liste de plantes eutrophiles et indice N d'Ellenberg associé.

Liste des EEE	
Nom scientifique	**Nom commun**
Ambrosia artemisiifolia L ., 1753	Ambroisie à feuilles d'armoise
Azolla filiculoides Lam., 1783	Azolla fausse-fougère
Bidens frondosa L., 1753	Bidens à fruits noirs
Elodea canadensis Michx., 1803	Elodée du Canada
Hypericum mutilum L.,1753	Millepertuis (espèce nord-américaine)
Lemna minuta H.B.K., 1816	Lentille d'eau minuscule
Lindernia dubia (L.) Pennell, 1935	Lindernie fausse-gratiole
Ludwigia grandiflora (Michx.) Greuter &Burdet, 1987	Ludwigie à grandes fleurs
Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdc., 1973	Myriophylle du Brésil
Phytolacca americana L., 1753	Raisin d'Amérique
Reynoutria sachalinensis (F. Schmidt) Nakai, 1922	Renouée de Sakhaline
Robinia pseudoacacia L., 1753	Robinier faux-acacia

Annexe 11 : Liste des EEE.

Liste d'espèces indicatrices	
Nom scientifique	**Nom commun**
Baldellia repens (Lam.) Ooststr. ex Lawalrée, 1973	Baldélie rampante
Callitriche brutia Petagna, 1787	Callitriche pédonculé
Callitriche hamulata Kütz. ex W.D.J.Koch, 1837	Callitriche à crochets
Eleocharis multicaulis (Sm.) Desv., 1818	Scirpe à nombreuses tiges
Helosciadium inundatum (L.) W.D.J.Koch, 1824	Ache inondée
Hypericum elodes L., 1759	Millepertuis des marais
Isolepis fluitans (L.) R.Br., 1810	Isolépis flottant
Juncus bulbosus L., 1753	Jonc bulbeux
Ludwigia palustris (L.) Elliott, 1817	Ludwigie des marais
Myriophyllum alterniflorum DC., 1815	Myriophylle à fleurs alternes
Nitella translucens (Persoon) C.Agardh, 1824	Nitelle
Pilularia globulifera L., 1753	Pilulaire globuleuse
Potamogeton polygonifolius Pourr., 1788	Potamot à feuilles de renouées

Annexe 12 : Liste d'espèces indicatrices.

VERSION PROVISOIRE

Listes des espèces “compétitrices”	
Nom scientifique	**Nom commun**
Agrostis sp. L.	Agrostide
Bolboschoenus sp. (L.) Palla	Scirpe
Butomus umbellatus L., 1753	Butome en ombelle
Carex sp. L.,1753	Laîche
Eleocharis sp. (sauf Eleocharis multicaulis)	Scirpe
Equisetum sp. L.,1753	Prêle
Galium palustre L., 1753	Gaillet des marais
Glyceria sp. R.Br.,1810	Glycérie
Helosciadium nodiflorum (L.) W.D.J.Koch, 1824	Ache faux-cresson
Iris pseudocorus L., 1753	Iris faux-acore
Juncus acutiflorus Ehrh. ex Hoffm., 1791	Jonc à fleurs aigües
Juncus effusus L., 1753	Jonc diffus
Lycopus europaeus L., 1753	Lycope d'Europe
Lysimachia vulgaris L., 1753	Lysimaque commune
Lythrum salicaria L., 1753	Salicaire commune
Mentha aquatica L., 1753	Menthe aquatique
Molinia caerulea (L.) Moench, 1794	Molinie bleue
Myosotis sp. L.,1753	Myosotis
Nasturtium officinale W.T.Aiton, 1812	Cresson des fontaines
Oenanthe aquatica (L.) Poir., 1798	Oenanthe aquatique
Phalaris arundinacea L., 1753	Baldingère faux-roseau
Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud., 1840	Roseau
Rorippa sp. Scop., 1760	Rorippe
Sagittaria sagittifolia L., 1753	Sagittaire à feuilles en flèche
Schoenoplectus sp.(Reichenb.) Palla, 1888	Scirpe
Sparganium sp. L.,1753	Rubannier
Typha sp. L.,1753	Massette
Veronica sp. L.,1753	Véronique

Annexe 13 : Liste des espèces dites compétitrices pour le *L. natans*.

VERSION PROVISOIRE

Tableau 14. Liste des atteintes potentiellement présentes sur ces habitats, dont l'impact peut être quantifié en surface.

Atteintes au niveau du polygone/tronçon	Description	Habitats concernés	Point(s)	Source
Rejets ponctuels, pollutions	Déversement des eaux usées dans le plan d'eau, de produits polluants etc.	Tous	2	Mroz, 2013 ; Pouvaret, 2015
Tourisme/Activités de loisirs/Fréquentation	Les activités de baignade autour des lacs par exemple peuvent conduire à la destruction de la végétation (Mroz, 2013)	Tous		Joint Nature Conservation Committee, 2005 ; Mroz, 2013
Passage d'animaux sauvages	Labour par les sangliers, piétinement, couches, déjections etc.	Tous	1	Bensettiti, comm. Pers.
Artificialisation des berges	Digues, empierrement etc.	Tous	2	Mroz, 2013 ; Pouvaret, 2015
Passage d'engins lourds]0-5] % de la surface de l'habitat	Traces de pneu, tassement du sol, ornières etc. entraînent une modification de la microtopographie. Le fonctionnement hydrologique de l'habitat peut alors être perturbé	Tous	1	Pouvaret, 2015
Passage d'engins lourds > 5 % de la surface de l'habitat		Tous	2	Pouvaret, 2015
Dépôts de matériaux/décharge]0-10] % de la surface	Décharge, comblements, atterrissements etc. provoquent une destruction de la végétation et une pollution des sols	Tous	1	Pouvaret, 2015
Dépôts de matériaux/ordures > 10 % de la surface		Tous	2	Pouvaret, 2015
Extraction de matériaux	Curage, pompage de l'eau et des sédiments etc. provoquent une déstabilisation du substrat, perturbent le fonctionnement hydrologique et détruisent la végétation	Tous	2	Pouvaret, 2015
Urbanisation	Présence d'infrastructures (routes, voies ferrées, habitations, chemins etc.)	Tous		Bensettiti et *al.*, 2002
Plantation de peupliers (directe ou en périphérie)	La décomposition des feuilles de peupliers libère des composés phénoliques toxiques	Tous		Site Natura 2000 Garonne-Midi-Pyrénées
Drainage (si indice H non retenu)	Des drains peuvent être observés sur certains polygones et contribuer à l'assèchement de la zone	Tous		Terrain ; comité de pilotage

Annexe 14 : Liste des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface issu de MISTARZ, 2016.

VERSION PR

Tableau 16. Liste d'atteintes potentiellement rencontrées à l'échelle du site Natura 2000 ou du bassin versant, dont l'impact est difficilement quantifiable en surface.

Atteintes « diffuses »	Description	Habitats concernés	Source
Drainage, assèchement	Drains fonctionnels visibles à l'échelle du site	Tous	Bensettiti *et al.*, 2002
Stabilisation du niveau d'eau, soutien d'étiage	La présence d'un barrage en aval peut stabiliser le niveau d'eau	Tous	Pouvaret, 2015
Activités de pompage sur le site	Elles peuvent modifier le fonctionnement hydrologique de l'habitat	Tous	Bensettiti *et al.*, 2002
Pisciculture intensive	Les communautés ne doivent pas être mises en présence d'espèces de poissons exotiques envahissantes ou bien de Cyprinidés (Brème, Carpe etc.). Ces derniers sont susceptibles de se nourrir des macrophytes. Ils participent à la destruction de l'habitat et remettent les sédiments en suspension, privant ainsi les espèces de lumière et conduisant à l'eutrophisation (Mroz, 2013)	Tous	Joint Nature Conservation Committee ; Mroz, 2013
Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture)	Elles peuvent exercer de fortes pressions comme une pression de prédation sur les espèces autochtones. On peut citer l'écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*). Son caractère omnivore peut causer des changements dans les flux et les stockages de carbone et d'azote	Tous	Joint Nature Conservation Committee, 2005 ; Mroz, 2013

Annexe 15 : Liste d'impacts difficilement quantifiables en surface issu de MISTARZ, 2016.

VERSION PR

Variables	Pourcentage de la zone de prospection occupée par la population (%)	Mode de reproduction adapté au milieu	Population appartenant a un réseau de pièces d'eau connectées par flux hydrique au moins une partie de l'année	Pourcentage de berges <6° (%)	Ombrage	Niveau de cohésion des vases	Présence de ravageurs (ex:Grande Limnée)	Recouvrement en espèces "compétitrices" (%)	Evolution de la surface de la zone de prospection	Présence d'une phase innondée	Transparence de l'eau	Recouvrement en ligneux (%)	Recouvrement en espèces eutrophiles (%)	Recouvrement en EEE (%)	Recouvrement en algues filamenteuses (%)	Recouvrement en espèces indicatrices (%)	Somme des notes associées aux recouvrements des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface
Pourcentage de la zone de prospection occupée par la population (%)	**1**	**0,592**	-0,327	0,334	-0,072	0,005		0,020	-0,214	-0,192	0,054	-0,255	0,098	-0,135	-0,163	0,256	-0,194	
Mode de reproduction adapté au milieu	**0,592**	**1**	**-0,373**	0,241	-0,060	0,022		0,305	-0,233	-0,335	0,048	0,070	0,366	-0,029	-0,088	0,175	-0,215	
Population appartenant a un réseau de pièces d'eau connectées par flux hydrique au moins une partie de l'année	-0,327	**-0,373**	**1**	-0,205	-0,292	-0,025		-0,213	0,055	0,086	-0,198	-0,206	-0,345	-0,201	0,276	0,208	0,206	
Pourcentage de berges <6° (%)	0,334	0,241	-0,205	**1**	-0,191	-0,281		0,256	-0,116	0,286	-0,098	**-0,386**	0,152	0,166	-0,196	0,268	**-0,371**	
Ombrage	-0,072	-0,060	-0,292	-0,191	**1**	0,055		0,081	0,015	-0,134	**0,472**	**0,449**	-0,005	-0,128	0,206	-0,289	0,221	
Niveau de cohésion des vases	0,005	0,022	-0,025	-0,281	0,055	**1**		0,106	0,086	-0,144	0,300	0,023	-0,186	-0,160	0,204	-0,235	0,093	
Présence de ravageurs (ex:Grande Limnée)																		
Recouvrement en espèces "compétitrices" (%)	0,020	0,305	-0,213	0,256	0,081	0,106		**1**	0,074	-0,102	-0,067	-0,035	**0,404**	-0,110	-0,219	-0,353	**-0,409**	
Evolution de la surface de la zone de prospection	-0,214	-0,233	0,055	-0,116	0,015	0,086		0,074	**1**	0,302	-0,126	0,105	0,037	0,106	0,330	-0,124	0,194	
Présence d'une phase innondée	-0,192	-0,335	0,086	0,286	-0,134	-0,144		-0,102	0,302	**1**	-0,225	-0,133	-0,242	-0,096	-0,161	0,023	-0,038	
Transparence de l'eau	0,054	0,048	-0,198	-0,098	**0,472**	0,300		-0,067	-0,126	-0,225	**1**	0,267	-0,243	0,106	0,041	0,021	0,246	
Recouvrement en ligneux (%)	-0,255	0,070	-0,206	**-0,386**	**0,449**	0,023		-0,035	0,105	-0,133	0,267	**1**	0,093	0,201	0,130	-0,319	0,001	
Recouvrement en espèces eutrophiles (%)	0,098	0,366	-0,345	0,152	-0,005	-0,186		**0,404**	0,037	-0,242	-0,243	0,093	**1**	0,091	-0,269	-0,285	-0,155	
Recouvrement en EEE (%)	-0,135	-0,029	-0,201	0,166	-0,128	-0,160		-0,110	0,106	-0,096	0,106	0,201	0,091	**1**	-0,126	0,310	-0,056	
Recouvrement en algues filamenteuses (%)	-0,163	-0,088	0,276	-0,196	0,206	0,204		-0,219	0,330	-0,161	0,041	0,130	-0,269	-0,126	**1**	0,169	0,314	
Recouvrement en espèces indicatrices (%)	0,256	0,175	0,208	0,268	-0,289	-0,235		-0,353	-0,124	0,023	0,021	-0,319	-0,285	0,310	0,169	**1**	-0,011	
Somme des notes associées aux recouvrements des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface	-0,194	-0,215	0,206	**-0,371**	0,221	0,093		**-0,409**	0,194	-0,038	0,246	0,001	-0,155	-0,056	0,314	-0,011	**1**	
Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface																		

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05

Annexe 16 : Matrice de corrélation (test de Spearman) associée à l'ACP entre les indicateurs.

VERSION PROVISOIRE

Retranscription de l'explication du programme de recherche de la meilleure grille de notation faite par le SPN.

« *Principe :*

La note élaborée par la méthode repose sur des seuils qui ne sont pas issus de la biblio mais de nos observations de terrain. Pas de données dans la bibliographie ! Afin de confirmer ces notes, il faut les confronter à l'avis d'expert. La note donnée prend en compte des paramètres subjectifs qu'il n'est pas possible de traduire par des indicateurs et qui contribuent pourtant à l'évaluation de l'état de conservation. Il est donc important de pouvoir ajuster au maximum la note sur l'avis d'expert afin de déterminer quel est l'indicateur prépondérant (celui qui doit enlever le plus de points) et quelle graduation doit être proposée pour la notation.

Etapes :

1. Construction des multiples tableaux de note par indicateur.

-préparation des indicateurs de type qualitatif.

-préparation des indicateurs de type quantitatif.

2. Fonction qui donne toutes les combinaisons possibles de tableaux de note un par un.

2.1. Fonction qui donne la note finale de tous les relevés grâce à la combinaison obtenue avant.

2.2. Fonction qui renvoie les résultats de la régression linéaire entre les notes finales et l'avis d'expert.

3. Fonction qui sélectionne les N (10 par exemple) meilleurs R^2. » (SPN, 2017).

Annexe 17 : Retranscription de l'explication du script de la boucle R faite par le SPN

VERSION PROVISOIRE

Bibliographie des annexes

MISTARZ, M., 2016. État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire - Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000 - Rapport préliminaire - Rapport SPN 2016 - 104. Service du patrimoine naturel-Muséum national d'Histoire naturelle - Office national de l'eau et des milieux aquatiques, 76.

SERVICE DU PATRIMOINE NATIONAL, 2017. Programme de recherche de la meilleure grille de notation.

VERSION PROVISOIRE

Table des annexes

Annexe 1 : Liste d'indicateurs potentiels pour l'état de conservation des habitats issue de MISTARZ, 2016.....28

Annexe 2 : Localisation des stations de L. natans en forêt d'Orléans (Centre-Val de Loire). 29

Annexe 3 : Localisation des stations de L. natans en forêt du Domaine de Chambord (Centre-Val de Loire). 31

Annexe 4 : Localisation des stations de L. natans en domaines privés en Centre-Val de Loire (1).....32

Annexe 5 : Localisation des stations de L. natans en domaines privés en Centre-Val de Loire (2).....33

Annexe 6 : Localisation des stations de L. natans en Champagne-Ardenne (Grand Est). 35

Annexe 7 : Localisation des stations de L. natans en forêt de Rambouillet (Île-de-France). .36

Annexe 8 : Localisation des stations de L. natans en forêt de Fontainebleau (Île-de-France). 37

Annexe 9 : Formulaire utilisé lors des relevés de terrain.....38

Annexe 10 : Liste de plantes eutrophiles et indice N d'Ellenberg associé. 39

Annexe 11 : Liste des EEE. 40

Annexe 12 : Liste d'espèces indicatrices. 40

Annexe 13 : Liste des espèces dites compétitrices pour le L. natans. 41

Annexe 14 : Liste des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface issu de MISTARZ, 2016. 42

Annexe 15 : Liste d'impacts difficilement quantifiables en surface issu de MISTARZ, 2016. 43

.....44

Annexe 16 : Matrice de corrélation (test de Spearman) associée à l'ACP entre les indicateurs. 45

Annexe 17 : Retranscription de l'explication du script de la boucle R faite par le SPN.....46

VERSION PROVISOIRE

Table des matières

Résumé 1
Remerciements 2
Sommaire 3
Abréviations 4
Introduction 5
I) Présentation d'une méthode permettant l'évaluation d'un état de conservation 6
1) Présentation globale 6
2) Présentation de la validation statistique 7
II) Choix des indicateurs 9
1) Les indicateurs spécifiques à l'habitat du L. natans 9
2) Choix des indicateurs spécifiques à une population de L. natans 12
III) Application de la méthode sur le terrain 14
1) Plan d'échantillonnage 14
2) Présentation du formulaire utilisé pour les relevés 15
a) Indicateurs écartés à l'issu des relevés de terrain 15
b) Notice d'utilisation du formulaire 15
3) Réalisation des listes de plantes pour les indicateurs floristiques 17
a) Espèces eutrophiles et exotiques envahissantes 17
b) Espèces indicatrices d'un bon état de conservation du milieu à L. natans 17
c) Espèces dites « compétitrices » du L. natans 17
IV) Résultats et discussion 18
1) Statistiques exploratoires 18
2) Analyse de la redondance entre indicateurs par régressions linéaires 20
a) Corrélation entre « ombrage » et « recouvrement en ligneux **Erreur ! Signet non défini.**
b) Autres corrélations entre indicateurs 21
3) Corrélation entre les notes d'état de conservation des relevés de terrain et les notes données à dire d'expert. 21
Conclusion 23
Bibliographie 24
Tables des illustrations 26
Annexes 28
Bibliographie des annexes 47
Table des annexes 48

VERSION PROVISOIRE

Table des matières.....49

VERSION PROVISOIRE

VERSION PROVISOIRE