
La conservation de la biodiversité au sein d'un marais anthropisé : Elaboration d'un plan de gestion du réseau de canaux et fossés du marais du Curnic

Rapport de stage réalisé au sein de la mairie de Guissény pour le site Natura 2000 et encadré par Nicolas Loncle
Master 2 Gestion et Conservation de la Biodiversité Année 2015-2016

Marie Chevalier



SOMMAIRE

Introduction.....	4
I. Présentation du site : le marais du Curnic.....	5
a. Contexte physique.....	5
b. Histoire du marais du Curnic	7
c. Gestion et conservation	9
II. La gestion de l'hydrosystème : indispensable ?	10
a. Constats	10
b. Problématique	12
c. Objectifs de l'étude	13
III. Méthodes	15
a. L'hydrosystème et les fossés : définitions et fonctions.....	15
b. Suivi de l'Agrion de Mercure	23
c. Compréhension du jeu d'acteurs	27
d. Etudes antérieures	27
IV. Résultats et premières analyses.....	27
a. Caractérisation du réseau hydrographique.....	27
b. L'Agrion de Mercure, une espèce bien présente	31
c. Pratiques, attentes et points de vue des usagers du marais	33
d. Synthèse et analyse de la qualité des eaux du marais en 2009 et 2010.....	34
V. Propositions de gestion	35
VI. Bilan	38
Conclusion	39
Glossaire	40
Bibliographie.....	41
Webographie.....	44

Remerciements

Mes premiers remerciements sont adressés à mon maître de stage, Nicolas Loncle. Tout d'abord pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser mon stage de fin d'études à travers ce projet au sein de la mairie de Guissény. Ensuite pour sa passion et son implication dans des projets et dans la protection de l'environnement, qu'il sait transmettre et partager avec ceux qui l'entourent. Mais surtout pour sa présence, son écoute, son avis, ses conseils avisés et expérimentés, la confiance qu'il m'a accordée tout au long de ce stage et tout ce que j'ai pu apprendre au cours de ces mois formateurs. Les quelques partages de la langue et de la culture bretonne et autres débats rythmant des trajets en voiture ou de longues journées studieuses ont permis aussi d'agrémenter ces six mois.

Je remercie ensuite le maire de Guissény M.Rapin, l'ensemble des équipes travaillant à la Mairie, les services techniques et les élus municipaux pour m'avoir si bien accueillie. Plus particulièrement : merci à Elie Helies pour son manque d'humour et son incapacité à rendre plus joyeuses ces journées de rédaction ; merci à Maud Cadiou pour sa bonne humeur ainsi qu'à Armelle Goaoc et Olivier Rousic pour ces midis animés !

Je ne peux pas oublier de remercier Julie Fauvel, en stage à la mairie pendant deux mois au début du mien, pour sa gentillesse, son soutien, sa folie et tout ce qui a fait qu'une amitié s'est créée. On a alors pu découvrir ensemble des coins reculés mais magnifiques de cette partie du Finistère Nord !

Je tiens également à remercier tous les agriculteurs, particuliers et autres usagers du marais qui m'ont accordé un peu de leur temps pour partager avec moi leur vie sur le marais, leurs besoins et leurs connaissances.

Enfin, merci à ma famille et mes amis qui, même de loin, sont toujours là.

Introduction

Les marais, tourbières, étangs, prés humides, considérés comme insalubres ou « malfaisants » au Moyen-âge ont par la suite été « apprivoisés », du XVIIème au XIXème siècle, et sont devenus des zones de productions importantes pour l'élevage et la pisciculture entre autres mais aussi pour le prélèvement de tourbe. Ces zones humides constituaient dès lors des milieux naturels exploités et modifiés par l'Homme et l'objectif principal était de les assécher (Derex, 2001).

Actuellement, au niveau national français, les zones humides sont les milieux naturels les plus dégradés et les plus menacés concernant leur surface et leur état de conservation (MEEDDM, 2010). Leur exploitation a effectivement été arrêtée brusquement, en faveur de terres plus faciles à exploiter, sans réhabilitation de ces milieux. Au fil de la prise de conscience du rôle majeur des zones humides, des réglementations de protection ont été mises en place ainsi que des projets de restauration. La convention RAMSAR au niveau international mais aussi la loi sur l'eau en 1992, au niveau national, ont officialisé l'existence de ces milieux d'une importance cruciale au sein du cycle de l'eau et des éléments. Cependant, nombreux sont les sites irrémédiablement perdus et des pressions telles que des remblaiements ou des drainages ont toujours lieu malgré une réglementation censée les limiter fortement si ce n'est de les interdire complètement. C'est pourquoi, en Finistère, le Forum des Marais Atlantiques notamment, met à la disposition des gestionnaires d'espaces naturels des formations et guides pratiques pour conserver et restaurer ces zones humides, diffuser la réglementation qui s'y applique et assurer leur prise en compte et leur protection dans les documents d'urbanisme.

Située en Finistère Nord, la commune de Guissény s'attelle justement à l'application de ces réglementations et à la gestion des zones humides notamment à travers le site Natura 2000 qu'elle abrite. Cette zone exceptionnelle, constituée d'une partie terrestre et d'une partie maritime, comprend le marais du Curnic. Celui-ci est une zone riche en biodiversité, caractérisé par une mosaïque d'habitats particuliers réunis sur une surface réduite et classé en Arrêté de Protection de Biotope. Ce marais littoral issu d'une poldérisation a un passé agricole important, lui conférant ainsi un hydrosystème complexe constitué d'un réseau de fossés, cours d'eau et mares en lien avec la nappe phréatique. Il subit également les flux polluants provenant des bassins versants agricoles et des zones urbanisées périphériques. Si, à ce jour, les prairies et autres habitats ouverts bénéficient d'une gestion conservatoire (agro-pastoralisme) favorable aux habitats et espèces d'intérêt communautaire, la gestion de l'hydrosystème est cependant peu maîtrisée.

Afin de préciser les besoins de gestion du réseau hydrographique, plusieurs travaux sont à réaliser. Tout d'abord, un inventaire, une caractérisation et une cartographie du réseau de fossés et de cours d'eau sur l'ensemble du marais sont effectués, ce qui permet aussi d'évaluer différentes fonctions. Le suivi de l'Agrion de Mercure, espèce d'intérêt communautaire, est également mis en place. Enfin, des entretiens auprès des usagers du site sont effectués afin de synthétiser les pratiques touchant chaque parcelle et les intérêts de chacun. La prise en compte de l'ensemble de ces éléments permettra l'élaboration de propositions de gestion.

I. Présentation du site : le marais du Curnic

a. Contexte physique

i. Géographie et géologie

Guissény est une commune littorale du Pays Pagan située dans la partie Nord-Ouest du Finistère, au Nord-Est de Brest. Le site Natura 2000 de Guissény couvre 612 hectares dont 40% de surface terrestre et 60% de domaine public maritime. Plus précisément, le marais du Curnic s'étend depuis la digue à l'Est jusqu'à la plage du Vougo au Sud-Ouest et sa limite Sud est la falaise morte qui marque la fin du plateau du Léon (Figure 1, page 6).

Le site fait partie de cette entité géographique et géologique appelée le Léon dont le plateau cité précédemment se termine par une plate-forme littorale sur laquelle se situe le marais du Curnic. Cette plate-forme littorale granitique est dominée de strates limoneuses ou dunaires ainsi que de marécages. Parsemée de chaos granitiques, elle se poursuit sur plusieurs kilomètres sous la mer (Eches and Postec, 2008). Les conditions édaphiques sont de deux types : d'une part, les altérites et les colluvions, d'autre part les dépôts sédimentaires du quaternaire. Des zones de tourbes ont également été notées.

ii. Hydrographie et topographie

Plusieurs bassins versants en lien avec le marais du Curnic sont à noter.

Premièrement la plaine alluviale peut être divisée en trois zones : la plaine alluviale elle-même, le bassin versant de l'Alanan et entre les deux, plusieurs petits bassins versants. La plaine alluviale, étendue sur 3 km², comme précisé précédemment, est constituée de sédiments quaternaires. La partie occupée par le marais du Curnic est constituée de l'étang du Curnic et d'un réseau de fossés de drainage et de mares. De nombreuses sources à écoulements saisonniers variables sont également présentes. Ses apports hydriques proviennent des apports directs ainsi que du bassin versant de l'Alanan et des autres petits bassins versants. D'une superficie de 10,1 km², le bassin versant de l'Alanan dans son extrémité Nord-Est débouche dans l'étang du Curnic. Les petits bassins versants restant, représentant 2,6 km², après avoir passé la falaise morte, se jettent dans la plaine alluviale. Ces différents écoulements confluent dans l'étang du Curnic dont l'exutoire est une écluse à clapet se jetant au lieu-dit Penn An Dig dans la baie d'Aod An Dig (ou Porz Ollier sur la carte IGN).

Deuxièmement, le bassin versant du Quillimadec, situé en amont de ceux présentés précédemment, occupe 7920 hectares parmi 15 communes. Il prend sa source à Plouneventer et débouche à l'extrémité Est de Guissény avec un réseau hydrographique dense s'étendant sur 114,6 km. Ce bassin versant ne concerne pas le secteur d'étude.

Site Natura 2000 FR5300043 Guissény et périmètre d'Arrêté de Protection de Biotope



Sources cartographiques : E-Mégalis Bretagne et collectivités territoriales bretonnes (2012), Géoportail, IGN 2012

Mise en forme : Marie CHEVALIER, UBO-Mairie de Guissény - septembre 2016

Figure 1 : Situation du marais du Curnic et délimitations du site Natura 2000 de Guissény et de l'Arrêté de Protection de Biotope

Sur l'ensemble de ce système hydrographique, le bilan hydrique met en évidence en juillet et en août, une période de sécheresse importante rendant ainsi la « réserve d'eau facilement utilisable » (RFU) par les végétaux nulle. De plus, de mai à octobre la réserve en eau du sol est inférieure à la RFU, donc, le plus souvent, les nappes ne sont pas réalimentées. L'exutoire de l'étang du Curnic rejette en moyenne 5,6 millions de m³ d'eau par an (= 0,18 m³/s) dont 2 millions issus des ruisseaux et canaux débouchant dans la partie Sud de l'étang et 3,6 millions de m³ par an transportés par l'Alanan jusqu'à l'étang (Eches and Postec, 2008). Concernant les altitudes sur l'ensemble du site Natura 2000, la plaine alluviale a une altitude inférieure à 10 mètres alors que l'altitude maximale du bassin versant de l'Alanan atteint les 79 mètres et que la falaise morte fait une quarantaine de mètres.

iii. Climat

Cette côte est concernée par un climat de type océanique littoral marqué par :

- une faible amplitude thermique : moyenne annuelle entre 10 et 12°C ;
- des précipitations réparties sur l'année : entre 900 et 1000 mm ;
- des vents forts de secteur Ouest pendant l'hiver et à la fin de l'automne et de secteur Nord-Est en été ;
- des gelées rares ;
- une température de la mer entre 10°C en mars et 16°C en août

(Eches and Postec, 2008)

b. Histoire du marais du Curnic

i. La poldérisation

Le site du Curnic, comme l'ensemble de la commune de Guissény, a été occupé par l'Homme depuis le néolithique. L'histoire du marais du Curnic, qui était, avant le 19^{ème} siècle, une baie, ne débute réellement qu'à partir de la création de la première digue entre la pointe de Beg-ar-Skeiz et la pointe du Dibennou de 1831 à 1833. Le but était de gagner du terrain sur la mer pour pouvoir étendre les terres agricoles. Sa fonction fût de courte durée puisqu'elle fût détruite dès la première année par une tempête. Mais une deuxième digue voit le jour de 1834 à 1836, plus en retrait par rapport à la première (Figure 3). Elle fait alors plus de 600 mètres de long et c'est elle qui est encore présente de nos jours (Figure 2). Cependant, un entretien régulier est nécessaire, surtout lors d'années à fortes tempêtes comme celle de 2014 (Nicolas Loncle, com.pers.).

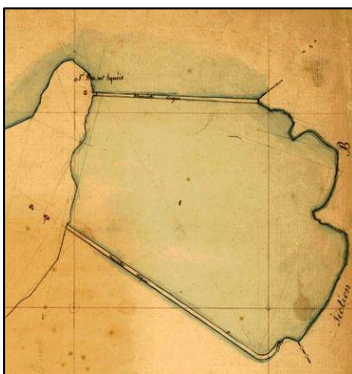


Figure 3 : Carte ancienne des deux digues construites successivement, la digue actuelle est la plus au sud (Source : www.guisseny.plouider.infini.fr)



Figure 2 : Digue actuelle avec l'étang au premier plan (Source : M.Chevalier)

La construction de cette digue a entraîné la formation d'un polder et l'exploitation de cette zone s'étendant sur les communes de Guissény et de Plouguerneau. Des cultures sur planches ont été rapidement mises en place ainsi que le pâturage. De grandes opérations de drainage ont alors été nécessaires pour éliminer la saturation permanente des sols en eau pour certaines parcelles, voire de l'assèchement, ce qui demande un fonctionnement du drainage pendant une bonne part de l'année pour ce type de marais (Nedelec, 2005).

Etant anciennement une baie, ce marais est une zone submersible et pourra donc disparaître lors d'une destruction de la digue et/ou lors de l'augmentation du niveau des océans.

ii. Les grands bouleversements

Au fil des années, les dunes présentes de part et d'autre de la digue ont été naturellement créées grâce à sa présence. Peu à peu, à partir des années 1960, l'urbanisation débute et entraîne la diminution des parcelles agricoles. Les premières extractions de sable ont lieu au niveau des arrières-dunes du Vougo. Le rachat du marais par M. Stervinou, horticulteur, entraîne ensuite une exploitation générale du site. Plusieurs élevages et cultures ont été tentés : l'horticulture, notamment de tulipes, ainsi que la pisciculture. Il reste justement des traces de cette dernière dans la partie Nord-Est du marais. Des extractions de sable dans l'étang ont également eu lieu, entraînant ainsi le creusement et l'agrandissement de l'étang (Nicolas Loncle, com.pers.).

iii. La déprise agricole

Dans les années 1980, la déprise agricole touche le marais du Curnic. Difficiles à travailler, ces terres humides sont en grande partie abandonnées. Dans le même temps, l'urbanisation se poursuit et la création des terrains de loisirs de type chalets, mobil homes, entraîne la formation d'un secteur anthropisé et touristique aux abords et au détriment du marais.

iv. Gestion, conservation et renaturation

Dans un objectif de préservation des habitats du marais qui se sont avérés exceptionnels, le Conservatoire de l'espace littoral (CEL) est le premier à acheter des parcelles dès 1997. La même année, un périmètre d'Arrêté de Protection de Biotope (APB) est mis en place. De nos jours, les terrains du CEL et le périmètre de l'APB correspondent à peu près aux mêmes parcelles et s'étendent sur environ 110 hectares (Figure 1, page 6).

En 1999, l'animation d'un site Natura 2000 de Guissény est lancée et le Document d'Objectifs (DOCOB) est validé en 2002.

v. Aujourd'hui

Actuellement, ce sont des prairies de fauches, des pâtures, quelques terres cultivées, des terrains pour les centres équestres et des milieux « naturels » qui sont présents. Des habitations sur les terres de Plouguerneau et Guissény se sont développées, ainsi qu'un camping et une zone de plusieurs terrains privés (145 parcelles) sous l'appellation « Association du Polder » au niveau des terres de Guissény. La commune de Guissény est toujours l'opérateur du site Natura 2000.

c. Gestion et conservation

i. Le Conservatoire de l'espace littoral

Créé en 1975 par l'état français dans le but de préserver les richesses naturelles du littoral, le CEL est un établissement public. Son objectif est d'acquérir des parcelles littorales dégradées ou menacées par l'urbanisation et ensuite de les protéger, de les restaurer et d'en faire des lieux naturels accessibles au public de façon réglementée et en sensibilisant les visiteurs. Propriétaire de ces parcelles, le CEL n'en est pas le gestionnaire et confie cette mission à des communes, départements, région. A Guissény, les terrains acquis sont gérés par la commune.

ii. Les terrains communaux

L'ensemble du cordon dunaire de la Sècherie et les zones arrière dunaires du Vougo appartiennent à la commune de Guissény, soit environ 70 ha.

iii. Le site Natura 2000 de Guissény

Le marais est intégré au sein du site Natura 2000 FR5300043 de Guissény depuis 1998 grâce à la présence d'habitats et d'espèces d'intérêt communautaire. Ce réseau concilie les enjeux écologiques, économiques et sociaux d'un site. L'objectif est de rétablir et/ou de maintenir les habitats et les populations d'espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dans un bon état de conservation.

Pour la partie terrestre, les habitats d'intérêt communautaire occupent 108 ha du site. Sur le marais du Curnic, les dépressions humides intradunales, la tourbière acide, les bas-marais acides et les dunes fixées à végétation herbacée sont présents. Les espèces d'intérêt communautaire vivant sur le marais sont le Liparis de Loesel (*Liparis loeselii* var. *ovata* Ridd. Ex Godfery), l'Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale* Charpentier), le Damier de la Succise (*Euphydryas aurinia* Rott.) et la Loutre d'Europe (*Lutra lutra* L.).

D'autres espèces remarquables sont à noter telles que le Rossolis à feuilles rondes (*Drosera rotundifolia* L.) et le Panicaut des dunes (*Eryngium maritimum* L.). Les grandes populations et la variété d'orchidées présentes sur le marais sont aussi à mettre en évidence, avec des espèces acidophiles et des espèces calcicoles : une dizaine d'espèces dont plusieurs inscrites à la liste rouge du massif armoricain et deux protégées nationalement en plus du Liparis de Loesel se côtoient. Plusieurs mares ponctuent également ce réseau. Ces caractéristiques hydrologiques amènent également la présence de nombreuses espèces d'odonates et d'amphibiens (Eches and Postec, 2008).

iv. La mairie de Guissény, gestionnaire du site

La Mairie de Guissény a été désignée opérateur du site Natura 2000 de Guissény. C'est donc la commune qui a en charge la mise en place des actions définies par le DOCOB grâce au travail de coordination assuré par le chargé de mission Natura 2000. Ce poste est actuellement occupé par Nicolas Loncle depuis 5 ans. Un bilan des actions mises en place est fait environ tous les deux ans lors d'une réunion nommée Comité de Pilotage (COPIL). Elle réunit : le maire qui est le président du COPIL, le chargé de mission, le référent de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Bretagne (DREAL Bretagne), des

représentants du département, des représentants du CEL, des représentants des différentes associations ayant usage du site et d'autres usagers du site (agriculteurs par exemple).

C'est également le gestionnaire qui a en gestion les autres espaces naturels de la commune et le suivi de la digue en lien avec la zone de submersion en amont.

v. Moyens de gestion

Les Mesures Agro-Environnementales (MAE), incluses dans la Politique Agricole Commune (PAC), dans le cadre du site Natura 2000 de Guissény, sont les méthodes de gestion appliquées sur une grande partie du marais. En effet, des accords sont signés par les agriculteurs pour appliquer des pratiques soucieuses de l'environnement sur les parcelles engagées, avec une rémunération en contrepartie prenant en compte le manque à gagner par rapport à une conduite conventionnelle et le bénéfice environnemental.

Les contrats Natura 2000 portés par des particuliers (pâturage) et par la mairie au travers d'entreprises (fauche exportation, déboisement, etc.) sont l'autre moyen de gestion principal sur le site. Les chantiers de bénévoles sont une aide précieuse à l'avancement de certaines mesures et d'autres travaux sont menés par le CEL ou la mairie en direct.

vi. Une gestion favorable mais avec des difficultés

Après près de 20 années de gestion conservatoire, la gestion est globalement évaluée favorable. La plupart des habitats et toutes les espèces d'intérêt communautaire se maintiennent et même s'étendent pour certains. Toutefois, la situation est contrastée. Sur plusieurs secteurs, la dynamique spontanée des milieux n'est pas strictement limitée par les actions d'entretien et l'enfrichement se poursuit. Surtout, le site continue de subir des pollutions des eaux et, par ailleurs, la gestion de l'hydrosystème en lien avec la préservation des habitats et la qualité de l'eau est, parmi les objectifs du DOCOB, le moins abouti.

II. La gestion de l'hydrosystème : indispensable ?

a. Constats

i. Des études compartimentées

Le marais du Curnic a déjà fait l'objet de plusieurs études. Notamment sur le fonctionnement hydrogéologique du marais par Faillat en 1998 mais aussi sur le fonctionnement hydrologique par Catherine Yoni en 2001. Une étude de la qualité des eaux des fossés et cours d'eau du marais à travers des prélèvements de macro-invertébrés (IBGN) a également été menée par Florence Merlet en 2009. De plus des prélèvements et analyses d'eau ont été faits en 2009 et 2010, sans exploitation de ces données cependant. Le secteur de la tourbière, An Isquin, a été plus précisément analysé au niveau de l'hydrographie et des zones de présence du Damier de la Succise par Erwan Stricot en 2014.

Cependant, ces études ne ciblent qu'une approche ou qu'une composante du marais, c'est-à-dire : soit l'hydraulique, soit la qualité des eaux, soit une espèce d'intérêt communautaire... Elles restent donc peu interdisciplinaires et ne permettent pas l'aboutissement à une gestion globale du marais.

ii. Des besoins qui peuvent être contradictoires

Suivant le point de vue engagé, les priorités de gestion diffèrent. Les objectifs conservatoires et les besoins des usagers par exemple peuvent ne pas aller dans le même sens, surtout concernant les niveaux d'eau.

En effet, à certaines saisons, une inondation des parcelles est favorable au maintien des habitats humides mais aussi à la présence dans certaines zones du Phragmite aquatique (zones d'alimentation) ainsi que du Liparis de Loesel (dispersion des graines en hiver). Mais des niveaux élevés dans les parcelles peuvent limiter leur praticabilité pour les usagers et leurs engins ; cette situation peut être problématique car elle peut contraindre l'entretien des parcelles, entretien nécessaire à l'atteinte des objectifs de gestion. Des niveaux élevés ne sont, par ailleurs, pas souhaités par les propriétaires de terrains avec habitations aux abords du site Natura 2000. Le curage et la bonne circulation des eaux dans les fossés sont indispensables au maintien des terrains du polder et autres habitations de la commune de Plouguerneau et de Guissény mais ce sont des mesures qui peuvent affecter les milieux de vie et de développement de l'Agrion de Mercure.

iii. Une réglementation spécifique partiellement prise en compte

Les espèces et habitats particuliers et/ou protégés présents sur le marais du Curnic confèrent à ce dernier un caractère exceptionnel qu'il convient de protéger. C'est pourquoi diverses réglementations sont en application sur le site.

Tout d'abord, depuis 1997, l'Arrêté de Protection de Biotope, représentant environ 110 hectares du site, interdit diverses pratiques agricoles pouvant affecter les milieux. La présence d'espèces protégées telles que le Liparis de Loesel, le Serapias à petites fleurs (*Serapias parviflora* Parl.) ou encore l'Agrion de Mercure, interdit donc la perturbation et la destruction de ces espèces et de leurs habitats sur le site, sauf dérogation ministérielle.

Ensuite, en tant que zone humide, le marais est également sous la réglementation établie par la loi sur l'eau cadrée par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du Bas-Léon. De plus, la Bretagne est classée en zone vulnérable pour le paramètre nitrate selon la directive de 1991 « Directive Nitrate » et un arrêté établi les mesures spécifiques aux zones humides s'appliquant aux agriculteurs. Des restrictions peuvent se rajouter en fonction des pics de marées vertes sur les plages (Cellule d'animation sur les milieux aquatiques, 2015).

Enfin, concernant les fossés, il existe diverses restrictions selon leur entretien et les pratiques appliquées aux parcelles environnantes. Les techniques d'entretien doivent en effet respecter les limites initiales du fossé (pas de surcreusage ou d'élargissement du fossé sans autorisation) et cet entretien doit être réalisé régulièrement par le ou les propriétaire(s) du fossé. Les pratiques agricoles environnantes doivent respecter les normes pour les quantités d'azote utilisées et l'utilisation de produits phytosanitaires est interdite à moins d'un mètre de la berge des fossés et ce par tout type d'utilisateur.

Ces réglementations sont parfois mal connues des usagers ce qui entraîne des pratiques inappropriées.

iv. Une eutrophisation forte de certains milieux

1. Les marées vertes

Chaque année, la baie du Curnic est marquée par un développement d'algues vertes (*Ulva armoricana*) appelé marées vertes (Figure 4). Issu d'un apport excessif de nutriments provenant de l'amont, ce développement entraîne des problèmes sanitaires pouvant être sérieux puisque les émanations provenant de la décomposition de ces algues sur les plages sont hautement toxiques. Ces dépôts d'algues entraînent par ailleurs des nuisances olfactives et inesthétiques. Le coût de leur ramassage est une charge importante pour la collectivité. Enfin, leurs impacts sur les habitats et les espèces sont insuffisamment évalués.



Figure 4 : Marées vertes dans la baie du Curnic (Source : M.Chevalier)

2. L'étang

Depuis plusieurs années, des proliférations de micro et macro algues ont lieu au niveau de l'étang en arrière de la digue. Ces proliférations sont révélatrices de l'eutrophisation grandissante de l'étang. Cet enrichissement des nappes et de la masse d'eau peut devenir problématique pour les espèces animales et végétales ainsi que les milieux oligotrophes environnant qui en dépendent.

v. Une échelle de gestion qui dépasse le site Natura 2000

Traversant l'ensemble du marais, l'hydrosystème est en lien avec tous les éléments « naturels » et anthropiques du site. De plus, étant une zone humide en aval de plusieurs bassins versants, le marais est également le résultat des eaux reçues par l'ensemble de ces bassins versants. Cependant, la gestion du site Natura 2000 ne permet pas d'avoir des leviers d'actions sur l'amont. Pour une action globale et efficace, les mesures de gestion prises pour le marais devraient donc être complétées par des mesures décidées en amont.

b. Problématique

Centre des enjeux du site Natura 2000 et concerné par des terres sous Arrêté de Protection de Biotope et appartenant au CEL, le marais du Curnic est marqué par un passé très anthropisé. Agriculture, pâturage, extractions de sable, pisciculture, drainage, tourisme et urbanisation ont transformé cette zone humide. Depuis, la déprise a entraîné l'abandon de terres agricoles et de l'entretien régulier des fossés ; cela affecte la praticabilité des parcelles et le maintien des milieux ouverts. Si l'urbanisation ne s'étend plus, sa présence induit un besoin d'évacuation de l'eau ainsi qu'une pollution diffuse des eaux. La gestion conservatoire doit donc composer avec des besoins pouvant être contradictoires tels que la circulation des eaux, la praticabilité des parcelles et un maintien de l'humidité pour les habitats et les espèces d'intérêt communautaire.

Est-il possible de prendre en compte les différentes fonctions du réseau hydrographique, les usages et pressions sociales tout en répondant aux objectifs premiers de conservation de la biodiversité ?

Afin de répondre à cette problématique une approche globale est nécessaire. Cette étude vise donc à analyser les différentes composantes de l'hydrosystème, à identifier les difficultés, les compromis possibles ou les convergences d'intérêt éventuelles. Cette étude approfondie doit aboutir à des propositions de gestion concrètes pour améliorer la gestion de l'hydrosystème.

c. Objectifs de l'étude

L'étude de l'hydrosystème du marais du Curnic dans le cadre de la gestion du Site Natura 2000 de Guissény a plusieurs objectifs :

- mieux connaître l'hydrosystème,
- actualiser les études sur les espèces directement liées telles que l'Agrion de Mercure,
- mieux connaître les pratiques et les avis des usagers,
- formuler un plan de gestion.

Cette étude s'inscrit en faveur de plusieurs enjeux. Tout d'abord un enjeu de conservation qui concerne à la fois les habitats et les espèces d'intérêt communautaire ainsi que les espèces patrimoniales. Le second enjeu concerne la qualité de l'eau. Répondre à ces enjeux devrait permettre de préserver la biodiversité exceptionnelle du site, de maintenir les activités agricoles, touristiques, sportives et naturalistes et de limiter les phénomènes d'eutrophisation qui ont lieu régulièrement sur le site. L'étude s'inscrit dans plusieurs programmes d'action.

Dans un premier temps, elle répond directement (en orange) et indirectement (en vert) aux objectifs du DOCOB du site Natura 2000 de Guissény (Tableau 1).

Tableau 1. Objectifs du DOCOB en lien avec l'étude

Objectif général	I. Maintenir ou améliorer les surfaces et l'état de conservation des habitats naturels d'intérêt communautaire ainsi que des habitats d'espèces
Objectifs opérationnels	A. Vers le maintien des habitats naturels à groupements végétaux remarquables
	A1 Maintenir les habitats d'intérêt communautaire et/ou à forte valeur patrimoniale en bon état de conservation
	A2 Maintenir une mosaïque de groupements végétaux
	A3 Conserver et entretenir les milieux dunaires
	B. Vers le maintien des habitats d'espèces d'intérêt communautaire
	B1 Restaurer les habitats fonctionnels et les stations de Liparis de Loesel
	B2 Restaurer et maintenir les habitats fonctionnels du Damier de la Succise
	B3 Restaurer et maintenir les habitats fonctionnels de l'Agrion de Mercure
	B4 Maintenir les habitats fonctionnels du Phragmite aquatique
	B5 Restaurer les habitats fonctionnels de la Loutre d'Europe pour favoriser son retour
Objectif général	II Maintenir les potentialités du site et des habitats naturels
Objectifs opérationnels	C. Vers une occupation raisonnée et une gestion durable du domaine public maritime :
	C1 Assurer la pérennité des zones nourricières pour les espèces animales marines et les oiseaux
	C2 Gérer de façon durable les usages de l'estran
	D. Vers le maintien d'une agriculture littorale, compatible avec les objectifs de la "Directive Habitat"
	D1 Maintenir l'élevage dans les bas-marais
	E. Vers la sensibilisation du grand public au respect des habitats naturels
	E1 Informer le grand public
E2 Maîtriser la fréquentation des sites fragiles	
Objectif général	III Améliorer et gérer le fonctionnement de l'hydrosystème
Objectifs opérationnels	F. Vers des actions à l'échelle des bassins versants
	F1 Restaurer la qualité des eaux douces pénétrant dans l'estran pour enrayer la prolifération des ulves
	F2 Maintenir les zones humides et gérer l'hydrosystème du marais du Curnic
F3 Maintenir la digue du Curnic en bon état	
Objectif général	IV Evaluer les résultats
Objectif opérationnel	G. Vers la mise en place d'une structure de suivi et d'évaluation du document d'objectifs
	G1 Instaurer un système de suivi de l'état de conservation des habitats

De façon plus précise, l'étude correspond aux fiches actions du DOCOB :

N° 2 : Réduire les risques de pollutions des eaux de circulation du marais du Curnic

N° 9 : Entretien et/ou restaurer le réseau de fossés et mares

N° 15 : Réguler les niveaux d'eau du marais du Curnic

L'eau du marais étant également dépendante du bassin versant en amont, l'étude va également répondre à plusieurs enjeux du SAGE du Bas-Léon dont Guissény fait partie :

- Préservation du potentiel écologique des estuaires
- Restauration de la qualité bactériologique des eaux
- Limitation de la prolifération des micro-algues et macro-algues

Ainsi qu'aux objectifs du plan gouvernemental de lutte contre les algues vertes :

- Reconquérir le potentiel dénitrifiant des zones humides en mettant en place des modes de gestion adaptés
- Préserver la gestion extensive en herbe des zones humides
- Optimiser le pouvoir dénitrifiant des zones humides

III. Méthodes

a. L'hydrosystème et les fossés : définitions et fonctions

i. Définitions

Le terme d'**hydrosystème** est applicable ici dans le sens où il définit un écosystème fonctionnant en réseau hydraulique et dont la création et la gestion sont dues aux activités humaines. Dans le cas du marais, il est constitué d'un réseau de mares, fossés, cours d'eau et dépressions, en lien avec la nappe phréatique, convergeant majoritairement vers l'étang du Curnic. Ce réseau est également caractérisé par des conditions biotiques et abiotiques (Amoros et al., 1982). C'est-à-dire, pour ce qui est des conditions biotiques, les espèces végétales et animales ainsi que les populations microbiennes présentes dans ces milieux aquatiques et humides ont un rôle primordial dans le fonctionnement de l'hydrosystème. Les conditions abiotiques sont les paramètres physico-chimiques et environnementaux tels que le pH, la température, l'ensoleillement, la teneur en nutriments...

Pour l'ensemble des tronçons appelés fossés ou drains, le terme **fossé** sera employé. Il n'existe pas de définition officielle pour distinguer un fossé d'un cours d'eau, mais les critères de la police de l'eau font jurisprudence (Circulaire du ministère de l'Écologie et du Développement durable, 2005): « un fossé est un élément linéaire artificiel de collecte et d'écoulement des eaux de pluie, des eaux usées, de ruissellement ou de drainage » (Dollinger *et al.*, 2014). Un fossé va donc intercepter soit les ruissellements de surface, soit il va drainer le milieu en recueillant l'eau présente dans le sol ou le sous-sol. Les échanges entre la surface et le milieu souterrain peuvent alors être modifiés (Carluer et Gascuel, 2009).

Ces fossés sont caractérisés, en général, par un lit dans lequel l'eau s'écoule, par des berges plus ou moins marquées et des abords occupés par différents éléments et différents types de végétation (Figure 5).

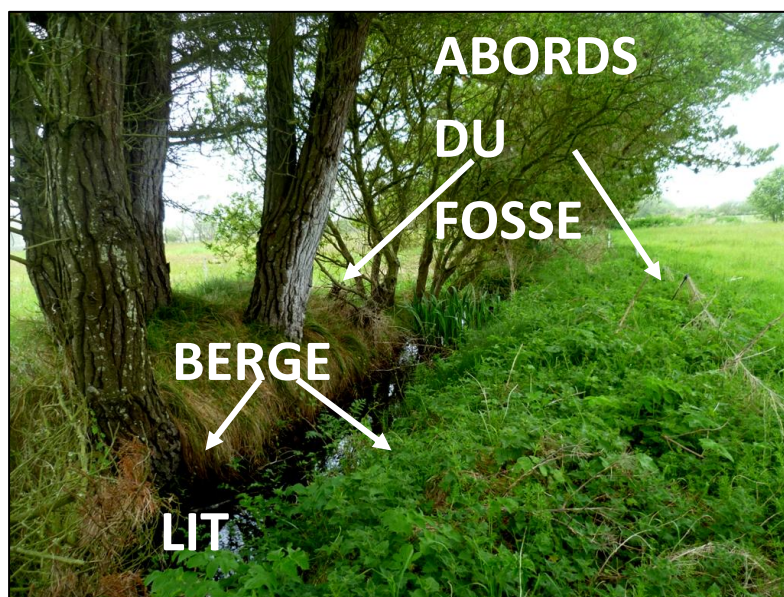


Figure 5 : Différents éléments physiques d'un fossé (Source : M.Chevalier)

Afin d'en faciliter l'étude, les fossés peuvent être divisés en sous tronçons homogènes au niveau de l'environnement direct et des caractéristiques physico-chimiques et biologiques, appelés biefs (Dollinger *et al.*, 2014; Kao *et al.*, 2002).

Enfin, les éléments appelés **dépressions** vont également être cartographiés. Les cultures pratiquées à l'époque sur des bandes « bombées » sont à l'origine de ces dépressions. Ce sont donc également des zones de réception de l'eau qui diffèrent des fossés en n'étant pas caractérisées par des éléments typiquement aquatiques, en ayant un écoulement non ou peu visible et sans vrai creusement.

ii. Fonctions

Deux types de fossés peuvent être distingués : les fossés agricoles et les fossés de voirie. Les fossés agricoles ont pour objectifs d'assainir les terres agricoles en conduisant les ruissellements de surface, les exfiltrations des nappes (ou drainage) ou de drainage par tuyaux enterrés ; mais aussi de lutter contre l'érosion en diminuant la vitesse des écoulements sur les parcelles par l'interception du ruissellement de surface. Ce dernier point ne concerne pas le marais du Curnic puisqu'il n'y a pas de fortes pentes sur la zone. Les fossés de voirie quant à eux sont plutôt associés à des routes ou à des chemins pour assurer leur assainissement en conduisant les ruissellements de la chaussée vers le cours d'eau (Buchanan *et al.*, 2013).

Dans le cas du marais du Curnic, les deux types de fossés peuvent être considérés comme présents. En effet, historiquement, les fossés ont été créés dans le but de drainer les terres afin de les exploiter pour des cultures et du pâturage. Plus récemment, les fossés présents en limites de parcelles des chalets de l'Association du Polder, de parcelles dans la partie appartenant à Plouguerneau et le long des routes et chemins servent de fossés de voirie. Plusieurs fossés présents au sein des parcelles du polder sont cependant des fossés de drainage visant l'assèchement.

Cependant, une plus grande diversité de fonctions que celles présentées précédemment est affiliée aux fossés. Cette diversité moins connue concerne : des fonctions hydrologiques, des fonctions épuratrices, des fonctions de transport solide et des fonctions écologiques.

1. Fonction hydrologique

Les fossés jouent un rôle majeur dans la circulation des eaux d'un hydrosystème. Comme cité précédemment, ils permettent la collecte des eaux provenant des parcelles et des routes influencée notamment par les quantités ruisselées, la capacité de stockage du fossé et le type de connexion entre la parcelle et le fossé (Bracken *et al.*, 2013; Carluer, Nadia and Marsily, 2004).

Le transfert des eaux vers l'exutoire est ensuite réalisé suivant les lois de l'hydraulique, les dimensions du fossé et les éventuels franchissements rencontrés. Les frottements provoqués par le tracé du lit et la rugosité du substrat et de la végétation vont donc ralentir de façon plus ou moins importante les flux d'eau (Boutron *et al.*, 2011).

Les échanges entre la surface et la partie souterraine interviennent également dans l'hydrologie du fossé et sont basés sur les processus d'infiltration et d'exfiltration. L'infiltration a lieu lorsque l'altitude du toit de la nappe est inférieure à celle de l'eau libre dans le fossé. Les fossés collectent également les eaux souterraines par exfiltration lorsque l'altitude du toit de la nappe est supérieure à celle de l'eau libre dans le fossé.

L'évapotranspiration est un phénomène qui peut avoir lieu dans les fossés puisqu'étant des éléments constamment humides et abrités du vent, un micro-climat peut exister (Dollinger *et al.*, 2014).

2. Transport solide

Au sein du fossé, le transport de sédiments fins et grossiers a plusieurs origines. D'une part, il y a les sédiments provenant des parcelles connectées au fossé qui ont été plus ou moins filtrés avant d'arriver au fossé ; et d'autre part, les sédiments issus de l'érosion du fossé lui-même au niveau des parois et du lit. L'ensemble de ces sédiments vont transiter, grâce aux fossés, vers l'aval. Il a été constaté que lorsque le fossé est végétalisé, la sédimentation est importante (Moore *et al.*, 2009). Cette sédimentation est donc essentiellement contrôlée par la diminution de la vitesse des flux, le tamisage des particules par la végétation et le dépôt des particules contenues dans les eaux d'infiltration (Fiener and Auerswald, 2003).

3. Fonction épuratrice et qualité de l'eau

Transport et devenir des pesticides et des nutriments

Cette partie concerne deux points majeurs. Tout d'abord, l'arrivée des pesticides au sein des fossés peut être due :

- à l'interception de ruissellements chargés en polluants sous forme dissoute ou associés aux particules,
- à la lixiviation des éléments au niveau des parcelles puis par drainage des nappes (Kao *et al.*, 2002),
- à la dérive des pesticides lors de leur application sur les parcelles proches ou bien à l'application directe sur les fossés (pratique illégale) pour leur entretien.

Ensuite, le transport et le devenir des pesticides au sein du fossé sont multiples. Ils peuvent être retenus, filtrés par la végétation et les populations microbiennes ou encore ne pas être retenus et s'écouler vers l'aval. Plusieurs phénomènes impactent l'avenir de ces pesticides :

- le phénomène de sorption correspond à l'immobilisation des pesticides par les sédiments, la végétation morte ou vivante, les débris de bois ou bien la matière organique en cours de décomposition (Wan *et al.*, 2006)
- la désorption correspond au relargage des pesticides depuis ces éléments.

Suivant le type de pesticide et l'importance de chacun de ces substrats dans le fossé, la présence de ces pesticides sera répartie de façon différente entre la végétation, les sédiments et la colonne d'eau. Le plus souvent, c'est la matière organique en cours de décomposition qui est le meilleur support de sorption des pesticides (Carlier, 1999). L'absorption des pesticides par les plantes est également un moyen d'épurer les apports arrivant aux fossés.

Cependant, si ces phénomènes de retenue des pesticides sont complétés par des processus de dégradation biotique et abiotique, cela va permettre d'éliminer réellement ces éléments, donc d'éviter les relargages et de diminuer la quantité de pesticides dans l'eau.

Ensuite, le devenir des nutriments, azote et phosphore principalement, au sein du fossé peut avoir des similitudes avec celui des pesticides. La quantité transportée dépend de l'intensité des pluies, de l'itinéraire des ruissellements et de la couverture végétale de la parcelle

en amont. Le plus souvent, l'azote est transporté dans l'eau sous forme dissoute alors que le phosphore n'est transporté sous cette forme pour seulement 25 à 50% du phosphore total (Edwards et Withers, 2008). Les phénomènes touchant ces nutriments sont :

- la sorption et la désorption, plutôt pour le phosphore que pour l'azote
- l'absorption en grande quantité par les plantes des berges et du lit, notamment lorsqu'elles sont en phase de croissance
- le relargage des nutriments par ces mêmes plantes lors de leur sénescence
- pour l'azote, la dénitrification grâce à l'activité biologique.

Végétation et épuration

La présence de zones tampons végétalisées et de plantes sur les berges des fossés est donc importante pour préserver la qualité de l'eau, notamment grâce aux processus de phytostabilisation et de phytoremédiation. La phytostabilisation consiste en l'immobilisation des contaminants du sol grâce à des modifications chimique, biologique et physique des propriétés du sol (Vishnoi and Srivastava, 2008). L'absorption et l'accumulation des contaminants sont réalisées par les racines des plantes, ainsi que par les processus d'adsorption, de précipitation, de complexation, de réduction ou encore de liaison au sein d'un complexe humique. La phytostabilisation permet également d'empêcher l'érosion des sols. La phytoremédiation est quant à elle basée sur l'épuration des eaux grâce aux plantes et aux microorganismes associés.

Les macrophytes ont également un rôle phytoépurateur, mais qui s'applique au sein des fossés. Elles peuvent retenir et/ou dégrader les contaminants. Tant que leur développement n'empêche pas la circulation de l'eau, son ensoleillement, sa bonne oxygénation et qu'il n'y a pas d'espèces exotiques envahissantes, leur rôle peut être significatif. Par exemple, au sein d'un marais artificiel, le taux d'enlèvement des matières en suspension varie entre 50 et 75%, la diminution du phosphore va de 25 à 51% et celle de l'azote varie de 56 à 65% (Viau, 2014).

4. Fonction écologique

Les fossés peuvent être considérés comme des écosystèmes particuliers qui réunissent des caractéristiques de cours d'eau et de zones humides (Needelman *et al.*, 2007). Leur particularité est due à leur statut d'écotone qui est le lieu de nombreux échanges avec la matrice terrestre environnante (Herzon and Helenius, 2008). Les fossés peuvent alors permettre de maintenir les populations d'amphibiens (grenouilles, tritons), les populations aviaires s'il y a présence d'arbres et d'arbustes, ainsi qu'être une zone de refuge, une source de nourriture et un couloir de déplacement pour les insectes, les pollinisateurs et les ravageurs (Herzon and Helenius, 2008). Ils peuvent également représenter un habitat favorable pour une partie du cycle de certains poissons, tel que l'anguille (Feunteun *et al.*, 1999), comme observé dans le marais du Curnic. Pour les fossés en eau ou quasiment en eau toute l'année, des populations de macro-invertébrés peuvent être présentes.

La diversité des espèces végétales présentes autour et dans les fossés peut être grande, notamment grâce à la faible profondeur des fossés et aux espèces présentes dans les environs. Des plantes aquatiques et de zones humides sont habituellement retrouvées. Cependant, les fossés peuvent aussi favoriser la dispersion d'espèces exotiques envahissantes (Herzon and Helenius, 2008).

5. Des milieux aux fonctions variées

Les fossés ont donc une diversité de fonctions bien plus importante que celle de drainage qui leur est assignée au départ : rétention des sédiments, rétention des contaminants et réservoirs de biodiversité.

Les dépressions présentes au sein des prairies humides conduisent également à une riche biodiversité. En effet, les légères variations topographiques qui les caractérisent entraînent une plus grande variété végétale au sein des parcelles.

Au niveau de l'hydrosystème, c'est-à-dire du réseau, d'autres fonctions apparaissent : la modulation des crues, le rechargement des nappes lorsque les fossés sont infiltrants, l'épuration des masses d'eau et le rôle de corridors écologiques.

iii. Méthodologie

Afin de caractériser l'ensemble des fossés du réseau, une méthode d'inventaire est nécessaire. D'après la littérature scientifique (Kao *et al.*, 2002; Lagacherie *et al.*, 2006) illustrant plusieurs méthodes de caractérisation des fossés, une méthode spécifique au marais du Curnic est mise en place.

Dans un premier temps, il faut repérer l'ensemble des fossés et dépressions présents sur le site. Une partie est possible par MNT, cependant, une identification sur le terrain est indispensable afin de n'en omettre aucun. En effet, les tentatives de photo-interprétation montrent que, pour une résolution spatiale de 50cm, seulement 55% du réseau, en moyenne, a été identifié dans un paysage avec du relief, des haies et des petits fossés végétalisés (d'1 mètre de large environ) (Aulanier and Adoir, 2012). Plusieurs semaines sont donc consacrées au recensement des fossés et des dépressions présents sur le marais.

En réalisant ce recensement, les caractéristiques de ces zones doivent être relevées. Pour simplifier et optimiser ces relevés, les fossés sont divisés en sous-unités homogènes appelées biefs. Leurs limites sont les éléments hydrauliques tels que les franchissements, confluences et seuils, les limites de parcelles et le point de changement brusque de l'état d'un des descripteurs (par exemple le changement de la vitesse d'écoulement ou bien le changement radical de la nature des sédiments) (Kao *et al.*, 2002; Lagacherie *et al.*, 2006), comme le montre la figure ci-contre (Figure 6).

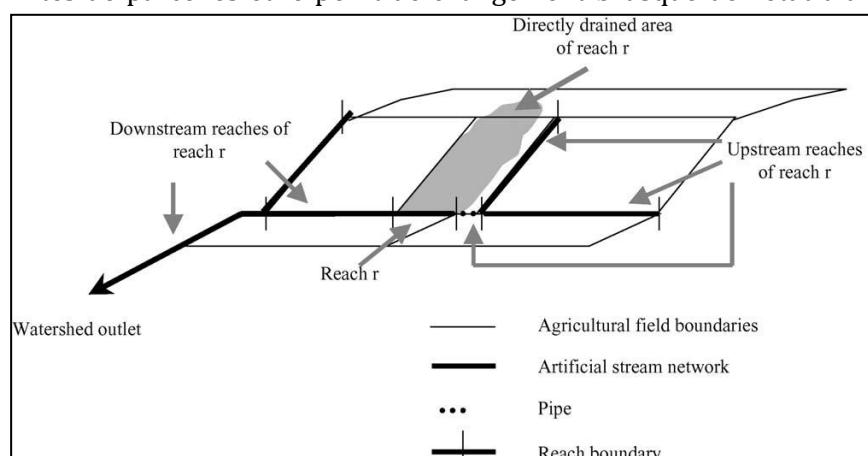


Figure 6 : Schématisation des limites de biefs (Source : Lagacherie *et al.*, 2006)
reach = bief ; boundaries = limites ; watershed outlet = exutoire du bassin versant

1. Paramètres

Pour chacun de ces biefs, un schéma du bief est réalisé et des paramètres sont relevés selon différentes catégories (Tableau 2).

Tableau 2 : Paramètres relevés pour caractériser les biefs

	Technique de mesure	Unité	Variabes
PARAMETRES GENERAUX			
Zone du marais			La Palud, Prad Ledan ...
Largeur moyenne au niveau d'eau	Tige graduée	cm	Classes
Largeur moyenne à hauteur des berges	Tige graduée	cm	Classes
Hauteur d'eau	Tige graduée	cm	Classes
Hauteur moyenne des berges	Tige graduée	cm	Classes
PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX			
Occupation du sol dans le 1 ^{er} mètre	Observation		Rive gauche – Rive droite
2 mètres	Observation		Rive gauche – Rive droite
5 mètres	Observation		Rive gauche – Rive droite
Au-delà des 5 mètres	Observation ou MNT		Rive droite et rive gauche : culture, pâturage, prairie de fauche, jardin, habitation, bois, roselière ...
Orientation du bief	Observation		Nord-Sud ; Est-Ouest ; intermédiaire
PARAMETRES HYDRAULIQUES			
Sens d'écoulement	Observation		schéma
Courant	Observation		Eau stagnante, courante
Vitesse	Test objet qui flotte, distance parcourue en 1 seconde	cm/s	0 à 25 ; 25 à 50 ; 50 à 75 ; 75 à 100 ...
Présence de franchissement ou seuil	Observation		Amont/Aval et usage Si buse : nombre et taille
Présence d'une confluence	Observation		Amont : présence/absence Aval : présence/absence
Régime hydrique	Observation		Permanent/ intermittent
Circulation aux extrémités	Observation		Bonne - Moyenne – Mauvaise Amont/Aval
PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE			
Nature des sédiments	Observation		Vase, sable, limon, graviers, blocs et N° de dominance
Habitats du lit	Observation		Homogènes / hétérogènes
Présence de matière organique en décomposition	Observation		Présence/ Absence
Encombrement par la végétation	Observation		0 à 25% 25 à 50% 50 à 75% 75 à 100%

La caractérisation des occupations du sol jusqu'à 5 mètres va permettre de noter la présence de haies, talus, bandes enherbées ou zones tampons. Concernant la nature des sédiments, le n° 1 est donné au sédiment majoritaire dans le bief (> 50%), le n° 2 au sédiment également présent dans le bief mais entre 40 et 10% et le n° 3 est donné lorsque la présence du sédiment est inférieure à 10%. Le choix « stagnant » pour la vitesse du courant, correspond à une eau dont le mouvement n'est pas observé à l'œil nu mais qui diffère de la stagnation d'une mare par exemple.

Dans le cas d'un suivi de ces fossés, les mesures de gabarit permettront d'en surveiller l'évolution et l'ensemble de ces paramètres vont être utiles pour la gestion.

2. Végétation

Afin d'établir des niveaux d'épuration suivant les biefs et d'avoir des informations qui pourront être utiles pour la gestion, il est nécessaire de relever la présence de macrophytes dans le bief et de plantes terrestres sur les berges et aux abords de ceux-ci. Il est possible d'établir que plus la diversité des plantes épuratrices augmente, plus la retenue et la dégradation des contaminants seront efficaces (Fischer *et al.*, n.d.).

Les macrophytes et les plantes terrestres autour du bief ne font pas l'objet d'un recensement exhaustif sur le site puisque cela ne semble pas nécessaire. Cependant, les espèces dominantes de macrophytes observées sont relevées car, associées aux populations microbiennes, ces espèces jouent un rôle majeur dans l'épuration des eaux (Boutin and Dutartre, 2014; Pierobon *et al.*, 2013; Wang, 2009). Les espèces végétales terrestres dominantes aux abords des biefs sont également notées. Chacune de ces espèces végétales aquatiques et terrestres sont quantifiées grâce à l'indice d'abondance-dominance de Braun-Blanquet. De plus, si une espèce est jugée comme prenant de l'ampleur ou bien si des espèces exotiques envahissantes sont détectées (Le Berre and Trintignac, 2015), les informations sont prises en compte.

Le Roseau commun (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud) et la Massette à larges feuilles (*Typha latifolia* L.) (Boutin and Dutartre, 2014; Pierobon *et al.*, 2013; Wang, 2009), la Salicaire officinale (*Lythrum salicaria* L.), le Jonc diffus (*Juncus effusus* L.), le Dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata* L.) et les espèces de peupliers et de bouleaux sont notamment cités comme étant de bonnes espèces épuratrices (Fischer *et al.*, n.d.) ainsi que l'Iris des marais (*Iris pseudacorus* L.), le Jonc des chaisiers (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla), le Scirpe maritime (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla), le Rubanier dressé (*Sparganium erectum* L.) (Lebeau, 2008; Wang, 2009) et l'Epilobe hirsute (*Epilobium hirsutum* L.) (Guittonny-Philippe, 2014). L'espèce exotique envahissante *Azolla* fausse filicule (*Azolla filiculoides*) aurait également des capacités épuratoires.

En lien avec cela, le rôle des prairies humides pour l'épuration et la dénitrification peut être également intéressant. En effet, une saturation en eau proche de la surface et un temps de résidence de l'eau élevé sont favorables à la dénitrification (Formation 2014 Forum des marais atlantiques).

3. Indicateurs

Grâce à ces paramètres, des indicateurs pourront être créés afin de représenter l'état des biefs du réseau et leurs diverses fonctions. Ces indicateurs peuvent être une valeur mesurée, estimée ou calculée à partir des paramètres et peuvent être quantitatifs ou qualitatifs.

Dans cette étude, la qualité hydraulique d'un bief (Tableau 3), concerne la capacité du bief à recueillir une certaine quantité d'eau et à la faire circuler de manière efficace, et elle s'appuie sur plusieurs critères. Par rapport à la qualité de la circulation de l'eau, ce sont les éléments entraînant plus ou moins de rugosité et les obstacles qui sont pris en compte. Les caractéristiques retenues pour cet indice sont notamment le pourcentage d'encombrement de la végétation, la présence ou non de franchissement à l'amont et/ou à l'aval et la circulation aux extrémités. De plus, concernant le gabarit du bief, la largeur moyenne ainsi que la hauteur moyenne des berges sont également inclus dans cet indicateur.

Tableau 3 : Eléments de caractérisation et catégories pris en compte pour l'indicateur sur la qualité hydraulique

% d'encombrement	75 à 100	50 à 75	25 à 50	0 à 25
Score	1	2	3	4
Franchissement	Amont et aval		Amont ou aval	
Score	1		3	
Circulation amont	Mauvaise	Moyenne		Bonne
Score	1	2		3
Circulation aval	Mauvaise	Moyenne		Bonne
Score	1	2		3
Largeur moyenne	0 à 100	100 à 300		>300
Score	1	2		3
Hauteur moyenne des berges	0 à 25	25 à 50	50 à 75	75 à 100
Score	1	2	3	4
SCORE FINAL	Min : 6 ⇒ Mauvaise qualité hydraulique			Max : 25 ⇒ Très bonne qualité hydraulique

La capacité épuratoire des biefs (Tableau 4) est estimée à partir de la présence d'une majorité de macrophytes puisqu'associées aux populations microbiennes, ce sont essentiellement ces espèces qui permettent une bonne épuration (Pierobon *et al.*, 2013) et à partir de la dominance d'espèces à capacité épuratoire reconnue. Ces deux éléments sont estimés à partir du nombre d'espèces correspondant pour chaque bief et de l'indice d'abondance-dominance attribué à chacune. La présence ou l'absence de matière organique en décomposition (Kao *et al.*, 2002), une eau courante ou stagnante ainsi qu'un niveau d'ensoleillement (les produits phytosanitaires sont photosensibles) sont également pris en compte pour cet indicateur.

Tableau 4 : Eléments de caractérisation et catégories pris en compte pour l'indicateur sur la capacité épuratoire

Majorité de macrophytes	Non		Oui	
Score	1		2	
Dominance d'espèces végétales à capacité épuratrice reconnue	Non		Oui	
Score	1		2	
Matière organique en décomposition	Absence		Présence	
Score	1		2	
Eau	Courante		Stagnante	
Score	1		2	
Ensoleillement	Faible	Moyen		Fort
Score	1	2		3
SCORE FINAL	Min : 5 ⇒ Faible capacité épuratoire			Max : 11 ⇒ Forte capacité épuratoire

Pour précision, une eau notée comme « stagnante » est une eau dont la circulation n'est pas distinguée à l'œil nu. L'ensoleillement est calculé à partir de l'orientation du bief et de la présence ou l'absence de haie ou bien d'une ripisylve recouvrant le bief.

Un potentiel de biodiversité ou zone d'accueil de biodiversité peut également être calculé (Tableau 5). Il s'oriente positivement et principalement vers une biodiversité de type cours d'eau ainsi qu'un accueil de biodiversité au niveau des berges et des abords. Le calcul se base alors sur une eau courante ou stagnante, la nature des sédiments et la diversité des habitats du lit. L'occupation du sol entourant les biefs, jusqu'au-delà des 5 mètres, est également prise en compte en fonction de son côté « artificiel » ou « naturel ». Les éléments « artificiels » sont considérés comme étant les routes, les chemins en gravier, les murs bétonnés, les cultures utilisant des intrants, etc.

Tableau 5 : Eléments de caractérisation et catégories pris en compte pour l'indicateur sur le potentiel de biodiversité

Eau	Stagnante		Courante	
Score	1		2	
Nature des sédiments	Sédiment n°1 = vase	Sédiment n°1 = vase et n°2 = sable	Sédiment n°1 = sable	
Score	1	2	3	
Diversité des habitats du lit	Homogène		Hétérogène	
Score	1		2	
Occupation du sol	Eléments artificiels des 2 côtés	Eléments artificiels et naturels	Eléments naturels des 2 côtés	
Score	1	2	3	
Présence/absence PEE	Présence		Absence	
Score	1		2	
SCORE FINAL	Min : 4 Faible potentiel de biodiversité		Max : 12 ⇒ Fort potentiel de biodiversité	

Un autre indicateur pourrait être intéressant à prendre en compte pour ce type de site : celui du rôle de corridor écologique. Appliqué à une espèce ou à un groupe d'espèces, il permettrait d'estimer les circulations d'individus rendues possibles grâce aux fossés ou les ruptures à améliorer.

b. Suivi de l'Agrion de Mercure

L'Agrion de mercure – *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840) (Figure 7) est un odonate présent sur le marais et une espèce d'intérêt communautaire du site Natura 2000 de Guissény. A plus grande échelle, cette espèce est présente en Europe moyenne et méridionale et en Afrique du Nord et est en danger d'extinction en Angleterre,

Hollande et Belgique. En France, où elle bénéficie d'un statut de protection, des stations sont connues



Figure 7 : Agrion de Mercure mâle (Source : M.Chevalier)

sur la quasi totalité du territoire (Faton and Deliry, 2000).

Même si bon nombres de stations sont composées de populations abondantes, notamment en Bretagne, l'espèce est toujours considérée en danger en France (Figure 8).

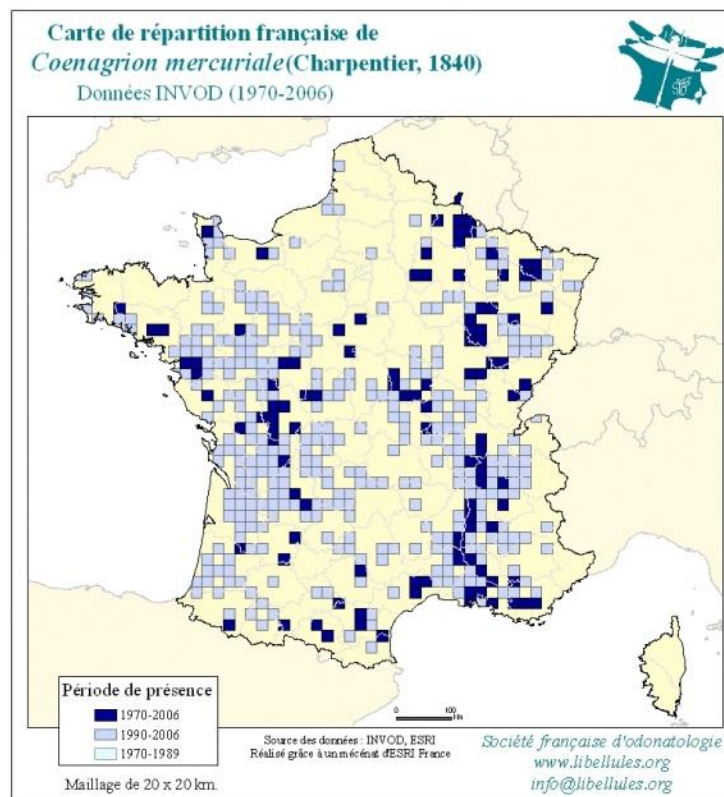


Figure 8 : Carte nationale de présence de l'Agrion de Mercure, *Coenagrion mercuriale* (Source : Société Française d'Onatologie)

Elle bénéficie donc d'une protection nationale, d'une inscription à l'Annexe II de la Directive Habitat Faune Flore et à l'Annexe II de la Convention de Berne. La morphologie et les caractères d'identification de ce zygoptère bleu et noir sont décrits en Annexe I.

i. Ecologie de l'espèce

En général, une seule génération par an est observée puisque le cycle complet de l'espèce serait de deux ans au Nord de la Loire, voire plus lorsque les conditions ne sont pas favorables. En effet, chez les odonates, un environnement défavorable peut provoquer l'arrêt du développement de l'œuf afin de passer l'hiver dans un état de dormance. Ce phénomène est la diapause et peut durer plusieurs mois jusqu'au retour d'une meilleure température de l'eau et de plus de proies pour les larves. De plus, plus l'eau sera froide et oligotrophe, plus les larves se développeront lentement, ce qui peut parfois conduire à 3, 4 ou 5 ans pour devenir adulte (Jourde, 2010). Les œufs sont pondus dans des hydrophytes puis la nymphose a lieu sur les tiges aériennes de la végétation aquatique. Les adultes quant à eux sont présents sur les berges et les prairies environnantes. Le vol de ces adultes est visible d'avril à août (de façon plus rare en septembre et en octobre). Ces imagos se nourrissent souvent de pucerons détectés lors de vols parmi la végétation (Jourde, 2010).

L'habitat des larves correspond à de petits cours d'eau ensoleillés (sources, fontaines, suintements, fossés, drains, rigoles, ruisselets et ruisseaux, petites rivières), plus ou moins rapides. En effet, sa présence est observée près de courants inférieurs à 20cm/s mais jusqu'à 40 voire 60 cm/s (Couvreur *et al.*, 2008).

De façon quasi exclusive, cette espèce affectionne les terrains calcaires ou les alluvions phréatiques des grands cours d'eau. Elle est également retrouvée en zone tourbeuse et dans les eaux légèrement saumâtres (Faton and Deliry, 2000). En France, une majorité des populations sont recensées au niveau de formations issues des activités anthropiques telles que les fossés de drainage et les petits canaux d'irrigation [1].

Concernant la zone de reproduction, ce sont les cours d'eau ayant un micro-climat plus chaud qui sont les plus fréquentés par les individus, donc ce sont ceux qui sont bien ensoleillés (peu de haies, arbres et buissons) (Couvreur *et al.*, 2008). De plus, dans l'idéal, la végétation aquatique ne doit pas être inférieure à 10% ou supérieure à 70%. Les typologies phytosociologiques correspondantes peuvent être : *Apion nodiflori*, *Batrachion fluitantis* ou *Glycerio fluitantis-Sparganion neglecti* [1]. La présence de bandes enherbées ou de zones tampons peut servir de refuge la nuit ou lorsqu'il y a du mauvais temps ou encore de lieu de chasse et peut permettre la maturation des immatures à l'abri.

Des petits tronçons de fossés, sans pour autant être favorables au développement larvaire, peuvent être des zones de passages pour les adultes qui se déplacent majoritairement dans la végétation et au ras de l'eau. Ils jouent alors un rôle de corridor écologique en favorisant la dispersion et ce rôle peut être annulé lorsque la zone est embroussaillée ou boisées (ONEMA, 2013).

ii. Menaces

Les menaces principales, dues à l'activité humaine, sont la **pollution de l'eau**, essentiellement à cause d'une accumulation de rejets de pesticides, de rejets urbains ou industriels. Les larves de l'Agrion de Mercure auraient une très mauvaise tolérance à la pollution organique et cela ferait de cette espèce la plus exigeante parmi les odonates concernant la qualité de l'eau. Si des sites pollués sont fréquentés, ce n'est que pour la recherche de nourriture. De plus, la **fragmentation des populations**, la **fermeture des habitats** par les arbres ou l'évolution vers la mégaphorbiaie ou encore la **perturbation des écoulements** dans le fossé ou le cours d'eau et la **modification des berges** sont également des menaces pesant sur l'espèce.

La **destruction des zones humides** a également un impact majeur sur les populations d'Agrion de Mercure ainsi que le curage et l'entretien démesuré des fossés et des drains.

iii. L'espèce au sein du marais du Curnic

L'Agrion de Mercure, en plus d'être une espèce protégée, est un bon indicateur biologique et sa présence atteste de la qualité environnementale d'un site. Cette espèce est donc un argument majeur pour sensibiliser les usagers dans le but de maintenir une bonne qualité de l'eau et d'adapter les méthodes d'entretien des fossés.

1. Protocole de suivi

Le dernier suivi de cette espèce sur le marais a été réalisé en 2009 par Philippe Fouillet (Fouillet, 2010).

Tout comme les suivis des années 2005 à 2009, les imagos sont recensés pour ce suivi. D'après la Société Française d'Odonatologie (SFO), ce type de suivi ne peut être parlant que s'il a lieu sur plusieurs années [2]. C'est d'ailleurs ce que conseillait déjà P.Fouillet, cependant, pour l'Agrion de Mercure, il s'agit de la méthode d'estimation de la population la plus fiable et la plus pratique à mettre en œuvre. Il faut être prudent sur l'identification des individus, notamment pour les femelles, à cause des variantes qui peuvent exister entre individus d'une même espèce. Les zones parcourues sont donc les zones de présence antérieures et un élargissement de prospection dans les fossés autour de ces zones est également appliqué.

Cela concerne donc les fossés et leur environnement direct situés au niveau de la zone où il est normalement présent et une prospection plus large autour (carte en Annexe II). Ces lieux sont parcourus à pied, chaque individu croisé est compté, le sexe est déterminé si possible directement ou bien sur photographies (grâce aux éléments distinctifs cités précédemment et le guide de détermination de Wendler et Nuss, 1994) et la date est notée. Chaque individu ou groupe d'individus est pointé, cela permet ensuite de définir les zones de présences de l'espèce. Le comportement des individus et couples en tandem, en phase de reproduction ou de ponte est également observé. Les périodes optimales de prospection sont les jours ensoleillés avec un vent faible et une température supérieure ou égale à 18°C au soleil [2]. Deux passages sont réalisés : un premier en juin-juillet (et un peu fin mai) et un second en août.

2. Indicateur de favorabilité

Un indicateur permettant d'évaluer si un bief est favorable à l'accueil de l'Agrion de Mercure est également créé (Tableau 6). Il s'appuie sur l'existence d'une eau courante ou stagnante, la quantité et le type de végétation aquatique présente, les habitats présents autour et l'ensoleillement.

Tableau 6 : Éléments de caractérisation et catégories pris en compte pour l'indicateur sur la favorabilité des biefs à l'Agrion de Mercure

Eau	Stagnante		Courante	
Score	1		2	
Ensoleillement	Faible	Moyen	Fort	
Score	1	2	3	
Occupation du sol (rejets polluants, urbains, intrants)	Éléments pouvant rejeter des polluants des 2 côtés	Mélange	Éléments naturels des deux côtés	
Score	1	2	3	
Occupation végétation aquatique	75 à 100 %	50 à 75 %	0 à 50 %	
Score	1	2	3	
Espèces de macrophytes habituellement appréciées	Absentes	Minoritaires	Majoritaires	
Score	1	2	3	
SCORE FINAL	Min : 5 ⇒ Peu favorable à l'Agrion de Mercure		Max : 14 ⇒ Très favorable à l'Agrion de Mercure	

c. Compréhension du jeu d'acteurs

Dans le but d'intégrer les usagers du site à la démarche d'une meilleure gestion de l'hydrosystème, l'ensemble de ceux-ci est contacté. Sur leurs terres ou à la mairie et individuellement, un échange a lieu, sans grille formalisée, afin de connaître les pratiques sur leurs terres, les entretiens réalisés ou non sur les fossés ainsi qu'un point de vue sur l'état du marais et la gestion. Cela permet également d'avoir des approches et des visions différentes du site, les attentes de chacun et parfois même une part de l'historique du marais.

d. Etudes antérieures

Quelques études ont déjà été réalisées sur l'hydrosystème et la qualité de l'eau du marais du Curnic (Yoni, Merlet, Faillat, Stricot...). Elles ont permis de définir et de cartographier des fossés, des sens d'écoulement, des sources, des résurgences, des débits et des zones de plus ou moins bonne qualité. Des prélèvements pour la qualité de l'eau sur le marais ont été réalisés en 2009 et 2010 avec analyses en laboratoire. Cependant, l'analyse des résultats n'a pas vraiment été faite, c'est donc pourquoi, dans notre étude, les résultats seront traités.

IV. Résultats et premières analyses

a. Caractérisation du réseau hydrographique

i. Biefs et dépressions

Parcouru pendant plusieurs mois, le réseau de fossés du marais a été inventorié et caractérisé. Environ 275 biefs ont été caractérisés représentant ainsi près de **13 kilomètres de fossés** qui ont ensuite été cartographiés (carte en Annexe III). La zone au sud de la tourbière n'a pas été mise à jour depuis l'inventaire d'Erwan Stricot (Stricot, 2014) en raison de certaines parties impénétrables et des zones en propriétés privées n'ont pas été accessibles non plus. Ces 13 kilomètres de fossés sont estimés comme représentant au moins les 2/3 des fossés existant sur l'entité qu'est le marais.

Les premières impressions et constats généraux montrent que :

- la vitesse du courant est une caractéristique plutôt homogène dans le réseau. En effet, elle est globalement faible voire très faible (0 à 25 cm/s),
- de nombreux fossés sont en cours de fermeture par la végétation,
- au cours des prospections (réalisées en printemps-été), la moitié des biefs sont en eau.

Ajouté à cela, 211 dépressions (carte en Annexe III et photographies en Annexe IV) ont été recensées, ce qui représente environ 18 kilomètres. Ces dépressions persistent donc en grand nombre mais leur rôle initial est souvent perdu ou atténué. En effet, en fonction des modifications qui ont eu lieu sur la zone et des besoins nécessaires, beaucoup se sont progressivement comblées ou bien ont des extrémités bouchées ce qui ne permet pas un transfert de l'eau. Cette dernière reste donc dans ces zones dépressionnaires, voire s'étale si la dépression est de plus en plus comblée. Cela peut donc contribuer au manque de praticabilité des parcelles concernées.

ii. Végétation

Les espèces végétales recensées lors de la prospection des biefs sont majoritairement des macrophytes présentes en milieux aquatiques lenticques (les lentilles d'eau (*Lemna sp.*) par exemple) ainsi que des espèces de milieux humides (Eléocharis des marais (*Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult), Silène fleur de coucou (*Lychnis flos-cuculi* L.) mais également, suivant la situation du bief, des espèces rudérales (souvent pour les bords de route). L'influence du domaine maritime est également constatée avec par exemple la présence du Jonc maritime (*Juncus maritimus* Lam.), du Scirpe maritime ou encore des Queue-de-lièvre (*Lagurus ovatus* L.) et du Panicaut champêtre (*Eryngium campestre* L.) dans les arrières dunes.

Comme évoqué précédemment, de nombreux biefs sont envahis par la végétation (Figure 9). Ceci est dû à l'absence d'entretien, depuis de nombreuses années pour certains, ainsi qu'à la présence d'un courant très faible, voire stagnant. Les espèces telles que la Laïche paniculée (*Carex paniculata* L.), les saules (*Salix sp.*), les ronces (*Rubus sp.*), le Grand Liseron (*Calystegia sepium* L.) participent à l'enfrichement de ces biefs.



Figure 9 : Biefs envahis par la végétation (Source : M.Chevalier)

Sur le marais, la quantité d'espèces végétales exotiques envahissantes reste limitée. Cependant, l'espèce de fougère aquatique l'Azolla fausse filicule (*Azolla filiculoides* Lam.), originaire d'Amérique tropicale, est présente en grandes quantités sur certaines zones. Toutefois, cette hydrothérophyte est imprévisible : elle peut former des peuplements monospécifiques certaines années puis disparaître totalement d'autres années (Muller, 2006 dans (Haury and Muller, 2008)).

iii. Les indicateurs et les fonctions des fossés

La mise en place des indicateurs permet de décrire les fonctions des biefs étudiés et de calculer leur capacité à remplir cette fonction. Cependant, par l'absence de certaines caractéristiques non relevables suivant les biefs, notamment lorsque ceux-ci sont à sec, certains scores pour les indices ne peuvent pas être calculés. Les scores ne sont également pas calculés pour les franchissements de tout type. Pour des analyses plus claires, les fonctions sont étudiées une par une. Elles seront confrontées dans la partie gestion en fonction des secteurs du marais

a. La qualité hydraulique

L'indicateur sur la qualité hydraulique met en évidence une majorité de biefs ayant une mauvaise qualité hydraulique. En effet, la moyenne du score est de 10 (sur 6 minimum et 25

maximum) et la majorité du linéaire de biefs, soit 8 kilomètres sur environ 12 kilomètres de biefs pour lesquels l'indice a pu être calculé, a un score allant de 7 à 10 (carte en Annexe V).

Ceci peut s'expliquer notamment par :

- un nombre important de biefs encombrés de 75 à 100% par la végétation,
- une mauvaise circulation de l'eau aux extrémités des biefs,
- qui peut être liée à la présence de franchissements encombrés (Figure 10).



Figure 10 : Extrémité d'un bief dont la circulation de l'eau est ralentie par la présence de franchissements (buses ici) encombrés par la sédimentation (Source : M.Chevalier)

Il faut surtout rappeler que le marais est une zone avec un relief peu marqué, il n'y a donc pas de fortes pentes qui pourraient favoriser les écoulements. De plus, la capacité d'évacuation à l'exutoire reste constante (page 35).

Globalement l'écoulement de l'eau est lent dans le réseau et localement contrarié. Cependant, étant donnée la période de prospection (printemps-été), la végétation est donc beaucoup plus développée qu'en hiver ce qui peut abaisser le score. Toutefois, même si le besoin de circulation est moindre en été qu'en hiver, il est pertinent de connaître l'état des biefs à ces périodes chaudes de l'année par rapport à des conditions d'épuration ou à la présence/absence de l'Agrion de Mercure. De plus, au regard des observations de terrain, les scores obtenus pour cet indicateur semblent logiques et donc les caractéristiques utilisées pour calculer l'indice sont cohérentes.

b. La capacité épuratoire

Grâce aux observations lors des prospections, il est possible de mettre en évidence que par la lenteur d'écoulement des fossés et la présence de macrophytes, une majorité de fossés sont favorables à une bonne épuration de l'eau.

Effectivement, pour les biefs auxquels un indice a pu être calculé, il y a une majorité de moyennes (scores 8 à 9) et de bonnes voire très bonnes (scores 10 à 11) capacités épuratoires. Sur environ 5,7 kilomètres de biefs pour lequel l'indice est calculé, la majorité, soit 3,6 kilomètres, ont un score de 9 ou 10 (carte en Annexe VI).

Cette bonne capacité peut, comme déjà évoqué, s'expliquer par :

- un ensoleillement fort,
- la présence de matière organique en décomposition,



- une majorité de macrophytes (Figure 11).

De plus, sachant que le courant est pour tous à vitesse très faible (0 à 25 cm/s) et que pour cet indicateur le score 1 a été attribué à une eau « courante » et 2 à une eau « stagnante », il est donc possible de considérer que, pour ces biefs avec une eau « courante » auxquels il manque donc un point, la capacité épuratoire est aussi bonne que pour ceux avec une eau « stagnante ».

Figure 11 : Exemple de bief avec une bonne capacité épuratoire (Source : M.Chevalier)

c. Le potentiel de biodiversité

Parmi les biefs ayant un score pour le potentiel de biodiversité, il n’y a que très peu de linéaire de biefs avec un faible potentiel. En effet, sur presque 5 kilomètres de biefs pour lesquels l’indice a été calculé, la majorité, soit 4,2 kilomètres, a un score de 8 à 11 (sur 4 minimum et 12 maximum) (carte en Annexe VII).

Cela peut notamment s’expliquer par :

- un bon score pour les critères d’occupation du sol,
- une bonne diversité des habitats du lit,
- peu de plantes exotiques envahissantes présentes.

Cependant, une majorité de biefs ont pour sédiment principal de la vase ce qui tend à diminuer un peu les scores.

Au vue de l’ensemble du site, cette majorité de biefs avec un bon potentiel de biodiversité est logique puisqu’il s’agit d’un espace naturel. Cependant, il est surprenant qu’il n’y ait pas plus d’écarts de score puisqu’une variété de biefs aux caractéristiques opposées a pu être observée. La pertinence des paramètres et/ou de la pondération utilisés pour l’indicateur est donc remise en question et il serait peut être nécessaire d’en choisir des plus discriminants. Par exemple, la prise en compte de la diversité des habitats du lit peut être pertinente mais des catégories plus approfondies seraient nécessaires plutôt qu’un simple jugement homogènes/hétérogènes. La variété des habitats au niveau des berges pourrait également être étudiée pour affiner ce potentiel.

Le tableau suivant permet de résumer les linéaires mis en évidence (Tableau 7).

Tableau 7 : Linéaires globaux et suivants les indicateurs créés

Total de biefs caractérisés (kilomètres)	12,95		
Total de dépressions recensées (kilomètres)	18,64		
Total de buses recensées (kilomètres)	0,16		
Indicateurs et classes	Mauvais	Moyen	Bon
Qualité hydraulique (kilomètres)	8,39	2,72	0,98
Capacité épuratoire (kilomètres)	0,4	3,35	1,94
Potentiel de biodiversité (kilomètres)	0,035	3,45	1,46

b. L'Agrion de Mercure, une espèce bien présente

i. Suivi

Sur le marais, les zones de présence effective depuis 2000 sont confirmées en 2016. Lors du premier passage dans et/ou aux abords de ces fossés, des individus ont en effet été notés. 95 individus ont été recensés de fin mai à fin août, dont 52 mâles, 5 femelles et 19 couples. Cela révèle bien la difficulté d'observation (discrétion principalement) des femelles par rapport aux mâles. La présence de l'Agrion de Mercure est également à mettre en évidence au niveau des prairies bordant ces fossés. Lorsque le temps n'est pas favorable (pluie, vent), les imagos peuvent en effet se mettre à l'abri dans cette végétation haute et y chasser. De plus, le développement de populations, qui était soupçonné suite à une observation en 2012, est confirmé dans les fossés bordant la route dans un axe nord-sud allant vers Cléguer, à l'Est du marais.

La présence de l'espèce au niveau des fossés du marais pour ce suivi de 2016 est alors à noter sur presque 1 kilomètre de fossés (carte en Annexe VIII). Comme l'illustre le Tableau 9 (page 32), environ 7 % du total de biefs caractérisés sur le marais sont occupés par l'Agrion de Mercure.

Sur toutes les zones de présence, de nombreux couples ont été observés en phase de reproduction ou de ponte et en tandem (Figure 12). Les lieux de pontes constatés sont effectivement des milieux ensoleillés, avec un courant faible et la présence de quelques macrophytes flottantes servant de support.



Figure 12 : Couples d'Agrion de Mercure en phase de reproduction (à gauche) et en phase de ponte (à droite) (Source : M.Chevalier)

L'observation de ces comportements de reproduction ou de ponte en différents points du marais montre que ces populations se portent bien et semblent dans un bon état de conservation.

De plus, le tableau suivant (Tableau 8) illustre bien le développement de la population depuis 2005 en passant de 267 mètres à 999 mètres occupés. Des fossés sont, au fil du temps, devenus moins favorables avec disparition de l'espèce dans ceux-ci, mais le développement par ailleurs a compensé cela et de façon globale la zone de présence initiale se maintient. L'absence de règles de gestion pour ces fossés n'a visiblement pas impacté ces populations et cette augmentation peut être expliquée par : une qualité de l'eau qui est restée bonne ou même s'est peut-être améliorée et peut-être aussi grâce à une dynamique de renaturation qui a petit à petit lieu sur le marais ce qui peut favoriser la dispersion de l'espèce. L'ensemble de ces réflexions

sont à relativiser étant donné que la prospection en 2016 a été bien plus étalée sur la saison (contre 2 à 3 passages par an de 2005 à 2009), ce qui donne lieu à des possibilités de contacts

Année de suivi	2005	2006	2007	2008	2009	...	2016
Longueurs de biefs avec présence d'individus d'Agrion de Mercure (en mètres)	267	226	97	373	661	...	999

selon l'échelonnement des émergences, et que la caractérisation des fossés a permis d'avoir une vue d'ensemble sur les zones de présence de l'espèce.

Tableau 8 : Evolution des linéaires de biefs occupés par l'Agrion de Mercure depuis 2005 avec un arrêt du suivi entre 2009 et 2016

ii. Favorabilité des fossés et comparaison à la présence effective de l'espèce en 2016

L'indicateur sur le niveau de favorabilité des biefs vis-à-vis de l'Agrion de Mercure met en évidence une majorité de biefs moyennement favorables : 68 % des biefs pour lesquels l'indice a pu être calculé ont en effet un score entre 8 et 10. De plus, 24 % des biefs sont considérés comme favorables avec un score de 11 à 13 (sur 5 minimum et 14 maximum) (carte en Annexe VIII et Tableau 9).

En comparant l'indicateur et la présence effective (Tableau 9) : plus de 50 % des biefs où sont présents les individus contactés ressortent avec l'indicateur comme des biefs favorables. De plus, aucun individu n'a été observé au niveau des biefs considérés comme peu favorables par l'indicateur. La typologie issue de la bibliographie utilisée pour construire cet indicateur est donc plutôt correcte.

Tableau 9 : Synthèse des linéaires suivant l'indicateur de favorabilité à l'Agrion de Mercure ou suivant la présence effective de l'espèce en 2016 et rapports entre ces deux groupes de données

	Indicateur favorabilité	Favorable score 11 à 13	Moyennement favorable score 8 à 10	Peu favorable score 6 à 7	A : Total longueur indice calculable (m)	B : Total longueur Indice non calculable (m)	Total C (A + B)	
Biefs caractérisés	Longueurs (m)	1625	4473	463	6561	6391	12952	1
	Pourcentage par rapport à A1	24,77%	68,18%	7,06%				
Biefs avec présence de l'Agrion de Mercure en 2016	Longueurs (m)	548	366	0	914	85	999	2
	Pourcentage par rapport au Total C2	54,85%	36,64%	0,00%				
Rapport ligne 2 sur ligne 1		33,72%	8,18%	0,00%	13,93%	1,33%	7,71%	

De façon générale, de nombreux biefs caractérisés sont donc de potentiels sites de développement pour l'Agrion de Mercure. 33 % des biefs considérés comme favorables sont occupés par l'espèce et 8 % des biefs considérés comme moyennement favorables sont occupés par l'agrion, une marge de progression est donc possible.

Cependant, la comparaison du profil des biefs considérés comme favorables par l'indicateur avec le profil des biefs où l'Agriion de Mercure a été noté présent cette année 2016 peut permettre de discuter de cette pertinence (tableau en Annexe IX). Ce sont en fait deux paramètres semblant peu discriminants qui peuvent jouer sur les notes de l'indice. En effet, alors que les paramètres de courant et d'ensoleillement donnés dans la bibliographie sont confirmés par le suivi, les paramètres d'encombrement de la végétation et de présence de macrophytes habituellement appréciées par l'espèce ne donnent pas de préférence tranchée que ce soit dans l'indicateur ou dans la présence effective. Les catégories de ces paramètres devraient donc être ajustées : un encombrement de 75 à 100% ne semble effectivement pas déranger la présence de l'espèce et la variété d'espèces de macrophytes appréciées semble plus large que celle évoquée dans la bibliographie.

c. Pratiques, attentes et points de vue des usagers du marais

i. Pratiques agricoles et pâturage par des particuliers

La majeure partie des usagers du marais du Curnic, inclus au sein du site Natura 2000 de Guissény, ont été rencontrés, soit une dizaine de personnes (quatre agriculteurs, quatre particuliers, une du centre équestre et deux autres personnes concernées). Ceux-ci font l'objet de contrats : contrats Natura 2000 pour les particuliers qui mettent leur cheptel en pâturage et Mesures agro-environnementales (MAE) pour les agriculteurs et éleveurs utilisant des terres sur le site. Certains n'ont pas de contrats mais bénéficient d'un accord avec le gestionnaire pour utiliser des parcelles. Les objectifs sont de maintenir une activité agricole sur le marais mais aussi de conserver les habitats intéressants du site, notamment en les maintenant ouverts, ce qui peut également permettre de favoriser la présence d'espèces d'intérêt communautaire et/ou protégées telles que le Liparis de Loesel, le Phragmite aquatique, la Drosera à feuilles rondes ou encore le Damier de la succise.

De façon générale, l'ensemble des usagers considère qu'il y a une fermeture de la partie sud du marais et que de plus en plus de fossés, n'étant plus entretenus, n'assurent plus leur fonction d'évacuation de l'eau. Cela entraîne « l'étalement » de l'eau dans les parcelles qui sont alors de plus en plus humides donc moins praticables et avec notamment une qualité fourragère en baisse (développement conséquent des jonçaises). Cependant, tous les usagers du site ne sont pas impactés de la même manière par l'eau sur le marais puisque certains occupent des parcelles où des surfaces non inondées restent importantes même en hiver.

Les pratiques des usagers sont globalement respectueuses de l'environnement même si un surpâturage équin peut être mis en évidence sur certaines parcelles privées. Mis à part les apports, parfois importants, provenant des excréments des animaux, il n'y a pas de pollutions provenant de ces parcelles s'écoulant avec l'eau vers les fossés. Cependant, des parcelles en limite du site Natura 2000 sont effectivement traitées aux produits phytosanitaires, les fossés longeant celles-ci et traversant ensuite le marais transportent donc ces éléments jusqu'à l'étang.

ii. L'association du polder

Située en limite du site Natura 2000, l'association du polder est constituée des propriétaires de parcelles sur lesquelles des petits chalets ou des mobil homes peuvent être installés et autour desquelles plusieurs fossés sont présents pour assécher le terrain et évacuer les eaux usées (plus ou moins filtrées par un assainissement individuel normalement présent sur

chacune). Les fossés sont très régulièrement entretenus par chaque propriétaire afin que l'eau ne stagne jamais longtemps entre les parcelles. L'ensemble de ces eaux traverse ensuite le marais par des fossés principaux. D'après le président de l'association, la majorité des eaux polluées provenant du polder serait issue de fuites provenant de la cuve de stockage des eaux usées du lotissement situé au nord. La situation devrait s'arranger et se simplifier d'ici deux ans puisqu'un système collectif de récupération et de traitement des eaux usées du Curnic devrait voir le jour en 2018-2019.

d. Synthèse et analyse de la qualité des eaux du marais en 2009 et 2010

Les analyses réalisées en septembre 2009 et en 2010 apportent plusieurs informations sur la qualité de l'eau directement sur le marais ou provenant de l'amont (Tableaux et cartes en Annexe X).

Plusieurs sources de pollutions et d'apports en matières organiques sont détectées ou supposées sur le marais. Tout d'abord, les centres équestres semblent être à l'origine, de façon périodique, d'apports importants en matières fécales dans les fossés par le ruissellement des eaux. Les prélèvements mettent également en évidence des traces de rejets domestiques issus des eaux du polder et des rejets agricoles issus des parcelles directement en limite du site Natura 2000. Ceux-ci tendent donc à une baisse de la qualité des eaux qui transitent vers l'étang.

Cependant, grâce à ces mêmes analyses, le rôle épurateur des fossés est supposé par la baisse de certains éléments entre l'amont et l'aval de certains linéaires. Il est donc possible de faire le lien avec les résultats de l'indicateur de capacité épuratoire et de dire qu'effectivement le rôle épurateur des fossés de ce marais n'est pas à négliger.

Au niveau des bassins versants situés en amont du marais, les analyses révèlent des rejets agricoles issus de ces terrains qui transitent alors jusqu'au marais, augmentant ainsi la teneur en nitrates sur ce dernier. L'étang en subit alors directement les conséquences puisque les analyses montrent la consommation de ces éléments lors de leur passage à travers cet étang.

En effet, les formes minérales de l'azote participent notamment au développement des végétaux aquatiques (algues et macrophytes notamment les roseaux) donc des fortes concentrations peuvent entraîner un développement anormal de ces végétaux et donc de l'eutrophisation (Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Niortaise, 2008). Si ces concentrations restent élevées en arrivant à l'étang, milieu lentique, le développement algal va être notamment stimulé avec les conséquences qui ont pu être constatées depuis quelques années (Figure 13).



Figure 13 : Développement algal significatif de l'eutrophisation de l'étang (Source : N.Loncle 2013)

V. Propositions de gestion

Quelques points généraux sont à préciser au préalable des réflexions de gestion. Tout d'abord, concernant les fossés, l'ensemble des fonctions assurées par ces derniers peuvent être perdues lorsqu'ils ne sont plus entretenus ou lorsque leur gestion n'est pas appropriée. En effet, dans la majorité des cas, l'entretien du fossé a pour but de conserver sa fonction initiale c'est-à-dire : éviter la création d'embâcles qui entraîneraient le débordement des fossés, maintenir les bords de parcelles « propres » pour le passage d'engins agricoles et maintenir sa fonction de drainage.

Diverses méthodes sont déjà appliquées sur le site, de façon plus ou moins respectueuses de la biodiversité et à des périodes peu appropriées vis-à-vis du cycle de développement des espèces mais aussi finalement vis-à-vis de l'objectif de maintenir une bonne évacuation de l'eau. C'est pourquoi plusieurs principes généraux et méthodes adéquats sont présentés ici.

Le **curage** est une technique d'entretien majoritairement utilisée, pourtant, elle peut éliminer la flore et détériorer la capacité de rétention des sédiments et des contaminants ce qui impacte négativement les fonctions écologiques, de corridors et de décontamination des masses d'eau du fossé (Needelman *et al.*, 2007).

Le **désherbage chimique et le brûlis** conduisent également à la destruction d'habitats, à l'interruption des connectivités, à la diminution de la rétention des sédiments et à la favorisation de la contamination des masses d'eau.

Le **fauchage**, à des périodes et à une fréquence appropriées, est une solution alternative, (Carluer, 1999 ; Needelman *et al.*, 2007). Les plantes aquatiques ne se coupent pas au printemps, encore moins en été car l'on favorise alors des espèces pionnières, honorables certes mais banales, de type oenanthe et faux cresson. L'entretien se fait exclusivement en hiver (coupe des massettes, glycéries et baldingères, enlèvement des parties mortes) (Hébert, 2009). De plus, pour chaque fauche, il est nécessaire **d'exporter cette biomasse** coupée qui pourrait :

- encombrer le fossé (allant donc à l'inverse de la volonté de favoriser la circulation de l'eau),
- apporter trop de nutriments à l'eau circulant,
- entraîner le relargage des éléments polluants stockés par les plantes.

Une autre solution alternative est un curage réalisé de façon atténuée et selon certaines périodes. Le **curage selon la méthode du tiers inférieur** est une technique plus douce par rapport à l'érosion et la végétation. Cette méthode consiste à retirer des sédiments au-dessus du vieux fond ce qui laisse la végétation des talus intacte. Le fond et les berges du fossé ne sont pas dégradés ce qui évite ensuite le transport des sédiments par l'eau à cause de l'érosion (Guay *et al.*, 2012 dans Viau, 2014). L'utilisation du curage ne doit pas être faite systématiquement, seulement lorsque le fossé ne semble plus évacuer l'eau ou lorsqu'une sédimentation trop importante est présente. Les périodes optimales pour curer restent les journées avec un temps sec afin d'éviter le transport de sédiments (Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord (APEL), n.d.).

De façon générale, sur l'ensemble du réseau, le maintien d'une vitesse faible du courant est primordial que ce soit pour permettre une bonne épuration des eaux ou pour éviter une

surcharge de l'étang puisque son exutoire (ouverture à clapets) a toujours la même limite d'évacuation. La circulation au niveau des franchissements pourrait être améliorée en remplaçant toutes les buses par des **ponts cadres**, plus appropriés aux sites sans pentes marquées.

Concernant l'Agrion de Mercure, il est recommandé de ne pas perturber l'ensemble de la population pour permettre la colonisation et la pérennité de celle-ci. Lorsque des terrains agricoles traités sont présents près des stations connues, il est préconisé de créer une zone tampon de 20 à 30 mètres de large entre la parcelle et les cours d'eau ou mares fréquentés par l'espèce (Faton et Deliry, 2000).

Dans le cas de travaux éventuels, des **précautions** doivent être prises quand au développement de plantes exotiques envahissantes mais aussi vis-à-vis d'éventuels impacts pour la biodiversité des milieux touchés et la qualité de l'eau.

Dans les propositions de gestion suivantes, les enjeux socio-économiques (besoins des usagers) et les enjeux de patrimoine naturel de chaque zone du marais sont pris en compte ainsi que l'état des fossés vis-à-vis des indicateurs calculés (Tableau 10).

Tableau 10 : Propositions de gestion suivant différents secteurs du marais du Curnic

« * » Signifie que la qualité de l'eau est supposée ainsi mais qu'il faudrait vérifier cela avec des analyses

Secteurs	Catégories	Habitats, espèces / pratiques	Hydrosystème	Situation	Objectif	Commentaires	Nécessité d'intervention	Propositions de gestion	Conflit ou synergie
Vougo	Biodiversité	Liparis de Loesel, Dépressions humides intradunales, Dunes fixées	Hydraulique	Bonne	Maintien	inondations favorables au maintien	non	mettre en place un pont cadre sous la route au lieu de la buse entre les parcelles avec les poneys et le camping de Plouguerneau pour améliorer la circulation de l'eau mais c'est surtout l'arrivée des eaux du pluie qu'il faudrait maîtriser	une amélioration de l'évacuation de l'eau peut abaisser les niveaux d'eau trop rapidement et donc peut perturber les habitats et espèces
			Qualité de l'eau	Bonne*	Maintien				
	Usages	Pâturage, Cultures, Circulation automobile, Randonnées	Hydraulique	Mauvaise en hiver	Amélioration	Route inondée pendant l'hiver due à l'arrivée des eaux de pluie par le camping du Vougo provenant d'un lotissement plus au Nord-Est de la zone, chemins de randonnées et pâtures inondées	oui : forte		
			Qualité de l'eau	Pas d'incidence					
Sud Vougo, pied de la falaise morte	Biodiversité		Hydraulique	Non évalué		Eau doit être de bonne qualité en arrivant dans le secteur prairies à succise et fossés à Agrion	oui : moyenne	amélioration de l'évacuation de l'eau vers le Sud-Est : pour les biefs concernés (carte) - un premier curage par la méthode du tiers inférieur - puis tous les ans élagage/taille des arbres et arbustes - de temps en temps fauche exportation de la végétation des fossés. Eviter piétinement et déjections dans les fossés.	ce serait bénéfique à la fois pour la circulation et pour le développement de macrophytes épuratrices et pour un meilleur ensoleillement
			Qualité de l'eau	Bonne *	Maintien ou amélioration				
	Usages	Pâturage, Cultures, Fauches, Circulation engins agricoles	Hydraulique	Moyenne à mauvaise	Amélioration	Pour la praticabilité des parcelles	oui : forte		
			Qualité de l'eau	Bonne à moyenne *	Maintien ou amélioration	Chevaux s'abreuvent dans ces fossés			
Partie Nord de la tourbière	Biodiversité	Agrion de Mercure, Damier de la succise, Liparis de Loesel, Bas marais acides, Dépressions humides intradunales	Hydraulique	Bonne à moyenne	Maintien ou amélioration	Courant doit rester lent mais pour diminuer la cariçaie en faveur de la succise il faudrait limiter la stagnation	oui : moyenne	entretien régulier de la végétation pour les biefs 105, 106, 107, 108 (voir carte), complété par une coupe des saules se développant de façon trop importante + suppression des buses avant le platelage	Gestion concordant avec tous les objectifs
			Qualité de l'eau	Bonne *	Maintien	Agrion de Mercure : population majeure du site			
	Usages	Pâturage, Fauches, Circulation engins agricoles, Chemin valorisation	Hydraulique	Moyenne	Maintien ou amélioration	Pour la praticabilité des parcelles	oui : moyenne		
			Qualité de l'eau	Pas d'incidence					
Prairies humides à l'Est de la tourbière	Biodiversité	Agrion de Mercure	Hydraulique	Bonne à moyenne	Maintien voire amélioration	Beaucoup de végétation en été	oui : moyenne	Quelques fauches exportations de la végétation en hiver dans le large fossé bordant le côté gauche de la route allant vers Triméan Le fossé comblé (classé en dépression D18 lors de l'inventaire) situé au sud des prairies humides (voir carte), il serait judicieux de refaire le tracé de ce fossé afin de rétablir la circulation de l'eau dans celui-ci ce qui rendrait la prairie plus praticable par les agriculteurs et les animaux et pourrait diminuer en partie la population de joncs	Gestion concordant avec tous les objectifs
			Qualité de l'eau	Bonne *	Maintien	Population importante sur le site			
	Usages	Pâturage, Circulation automobiles, Piétons	Hydraulique	Bonne à moyenne	Amélioration	Pour la praticabilité des parcelles	oui : moyenne		
			Qualité de l'eau	Bonne*	Maintien	Chevaux s'abreuvent dans ces fossés			
Prairies sud + drain principal	Biodiversité	Agrion de Mercure, Liparis de Loesel Dépressions humides intradunales	Hydraulique	Bonne	Maintien	Inondations favorables au maintien	non	Quelques dépressions pourraient être réouvertes à leur extrémité aval afin de favoriser la circulation de l'eau jusqu'au drain principal pour limiter l'inondation des parcelles lors de fortes pluies Maintien de l'entretien annuel du drain principal mais en exportant systématiquement les produits de fauche des abords	Gestion concordant avec tous les objectifs
			Qualité de l'eau	Bonne*	Maintien				
	Usages	Pâturage, Fauches Circulation engins agricoles	Hydraulique	Bonne à moyenne	Maintien ou amélioration	Pour la praticabilité des parcelles	oui : faible		
			Qualité de l'eau	Pas d'incidence					
Fossés à le long de la route à l'Est du marais	Biodiversité	Agrion de Mercure	Hydraulique	Bonne à moyenne	Maintien	Conserver un bon ensoleillement et une eau courante	oui : moyenne	un entretien de la végétation en hiver (fauche exportation + élagage des arbres)	Gestion concordant avec tous les objectifs
			Qualité de l'eau	Bonne*	Maintien				
	Usages	Circulation automobiles	Hydraulique	Bonne	Maintien		non		
			Qualité de l'eau	Pas d'incidence					
Fossés entre la zone avec chalets et ouest de l'étang	Biodiversité		Hydraulique	Pas d'incidence		eau issue du polder rejoignant l'étang doit être épurée	oui : forte	bief 182 : coupe des peupliers	Gestion concordant avec tous les objectifs
			Qualité de l'eau	Moyenne à mauvaise *	Amélioration				
	Usages	Pâturage	Hydraulique	Bonne à moyenne	Maintien ou amélioration	Pour la praticabilité des parcelles	oui : moyenne		
			Qualité de l'eau	Bonne *	Maintien				

VI. Bilan

En premier lieu, je suis fier d'avoir participé à la concrétisation d'un projet de gestion pour ce site si particulier qu'est le marais du Curnic au sein du site Natura 2000 de Guissény. Ce stage m'a permis de réaliser cette étude avec un aboutissement de gestion concret et qui concerne de nombreux sites naturels : harmoniser les objectifs écologiques et les objectifs socio-économiques. Ce cas m'a aussi apporté des connaissances sur la gestion d'un site Natura 2000 et la mise en place des mesures agro-environnementales. J'ai également eu l'occasion de développer mes compétences :

- sur les zones humides,
- au niveau naturaliste avec de la botanique (orchidées notamment), le suivi de l'Agriion de Mercure et donc l'observation d'autres espèces d'odonates,
- sur les milieux dunaires et littoraux
- sur les relations entre les usagers d'un site (agriculteurs, particuliers, propriétaires, touristes) et les gestionnaires.

La longue phase de terrain a participé à ces apports mais a laissé moins de temps sur la partie finale. L'organisation d'une réunion rassemblant les usagers du site que j'ai pu rencontrer au cours de mes entretiens aurait été un plus afin de discuter des propositions de gestion élaborées.

Les réunions et autres rencontres qui ont pu avoir lieu au cours du stage m'ont apporté une vision de ce que peuvent être les relations entre plusieurs gestionnaires de sites différents et les projets de conservation qui peuvent être montés en collaboration (notamment pour le Damier de la succise ou pour le Liparis de Loesel). J'ai alors pu aussi échanger avec ces professionnels sur ces sujets, ce qui a été la fois instructif et motivant quand à mon avenir dans le secteur de l'environnement.

L'étude n'était pas axée sur la part hydraulique avec des mesures de débits, de la piézométrie par exemple, donc les mesures de gestion n'apportent pas une maîtrise précise des niveaux d'eau. Afin de calculer les capacités hydrauliques des fossés suivant les gabarits des fossés et les précipitations notamment, une autre étude devra y être consacrée.

De plus, faute de temps, une évaluation financière des opérations proposées n'a pu être faite.

Ce stage de fin d'étude a impliqué la conservation des habitats et des espèces dans un objectif de gestion en accord avec les pratiques des usagers et le maintien de ces dernières. Les échanges et la sensibilisation ont aussi été des éléments importants. Cela montre donc l'adéquation de ces travaux avec la formation apportée par le Master2 Gestion et Conservation de la Biodiversité.

Mon souhait de travailler pour la gestion d'espaces naturels tout en poursuivant dans les thématiques zones humides, botanique et cours d'eau, se confirme à la fin de cette expérience enrichissante.

Conclusion

L'hydrosystème du marais du Curnic a pu être abordé selon différents angles. Le point de vue écologique a été étudié à travers la caractérisation et la cartographie du réseau de fossés et de dépressions, à travers aussi la création d'indicateurs traitant des fonctions épuratrice, d'évacuation de l'eau et d'accueil de biodiversité. Un travail de suivi et de traitement des observations sur l'Agrion de Mercure et de l'indicateur de favorabilité a aussi enrichi cette partie sur l'écologie du marais. En parallèle, l'angle socio-économique a été traité à travers les rencontres avec les usagers du marais, les services techniques de la mairie et le président de l'association du polder.

Plusieurs constats sont ressortis de ces analyses. Tout d'abord le sentiment de fermeture de certaines zones du marais et des fossés non entretenus depuis plusieurs années a été confirmé. En liaison directe avec ce processus, le besoin de revenir à une meilleure praticabilité des parcelles pour certains usagers s'est révélé indispensable au maintien des pratiques. De plus, la mauvaise qualité hydraulique des fossés a été mise en évidence. Cependant, les fossés du marais sont aussi caractérisés par un bon rôle épurateur, indispensable donc à la préservation d'une bonne qualité de l'eau, et par une population d'Agrion de Mercure bien établie.

La confrontation de ces résultats a rendu bien réel le besoin d'une gestion globale des fossés pour accorder les pratiques, les entretiens et les objectifs de conservation et de maintien des activités avec la conservation des habitats et des espèces. Les propositions de gestion faites en fonction des secteurs du marais et des enjeux et objectifs correspondant vont donc permettre cela. Petit à petit la mise en place de ces propositions va entraîner la gestion ponctuelle de certains fossés et la gestion régulière pour d'autres. Un calendrier rassemblant les périodes d'action suivant chaque secteur et accordant les interventions d'entreprises, des particuliers et des deux communes, Guissény et Plouguerneau, sera indispensable.

La création des indicateurs pour le marais du Curnic, ou pour d'autres espaces naturels en gestion, peuvent être vraiment de bonnes bases pour évaluer l'efficacité des méthodes de gestion ou bien pour mettre en place de la gestion suivant l'état des fonctions remplies par ces fossés. Ils sont cependant à améliorer et à re-tester pour être fiables. La fonction de corridor écologique, soupçonnée pour les réseaux de fossés, serait à approfondir en se concentrant sur des espèces ou groupes en particuliers (oiseaux, chauve-souris ou sur plusieurs espèces d'odonates). Pour aller plus loin, concernant la présence effective de l'Agrion de Mercure ainsi que les paramètres de l'indicateur de favorabilité, des statistiques pourraient être utilisées dans le but de faire ressortir les paramètres influençant la présence de l'espèce et ceux étant moins indispensables.

De façon générale, le maintien d'une collaboration étroite entre les usagers et le gestionnaire sera l'assurance de la conservation des patrimoines naturel et culturel d'un espace naturel géré.

Glossaire

Absorption = Passage d'une substance du milieu extérieur dans une cellule à travers une membrane, une paroi, etc... (Abderrazak, 2000)

Adsorption = Phénomène physico-chimique par lequel des solides pulvérulents ou poreux, des solutions, retiennent à leur surface des molécules ou des ions en phase gazeuse ou liquide.

Bassin versant = C'est un espace géographique dans lequel toutes les eaux de pluie ou de ruissellement s'écoulent dans la même direction et se rejoignent pour former un cours d'eau ou un lac [3]

Drainage = Évacuation, spontanée ou facilitée par un réseau de drains ou de fossés, de l'eau en excès dans un sol trop humide. Ensemble de procédés et opérations mis en œuvre pour favoriser cette évacuation ; aménagement des surfaces en vue d'accélérer l'évacuation des eaux [4]

Ecobuage = Technique agricole ancestrale aussi appelée "Débroussaillage par le feu", qui consiste à arracher la végétation et la couche superficielle de l'humus, d'incinérer ces éléments en petits tas, puis d'épandre les cendres sur le terrain afin de l'enrichir en éléments nutritifs [5]

Enjeu = Littéralement un enjeu désigne « ce qui est en jeu », « ce qui est à perdre ou à gagner » si une intervention (dégradation, dérangement, restauration) ou un événement (changement climatique, pollution ...) se produit [6]

Epuratoire = Désigne la capacité biologique, chimique et physique d'un milieu à dégrader tout ou partie des substances présentes, notamment organiques.

Eutrophe = Se dit d'un plan d'eau (étang, lac, etc.) dont les eaux enrichies en matières organiques sont le siège d'une prolifération végétale et bactérienne entraînant une désoxygénation prononcée de l'eau [4]

Lixiviation = Percolation lente de l'eau à travers le sol permettant la dissolution des matières solides qui y sont contenues. Le liquide résultant est appelé lixiviat. Par exemple, l'eau peut ainsi se charger en substances toxiques lors de la traversée des sols ayant servi de décharges, ou des sols contenant des nitrates en quantité [5]

Mégaphorbiaie = Zone tempérée constituée d'une prairie dense de roseaux et de hautes plantes herbacées vivaces (1,5 à 2 mètres de haut voire 3 mètres pour certains roseaux), située en zone alluviale sur sol frais, non acide, plutôt eutrophe et humide (mais moins humide que les bas-marais et tourbières). Elle peut être périodiquement mais brièvement inondée. Ce milieu, naturellement colonisé par les ligneux, tend à évoluer vers la forêt humide. Ces zones sont caractérisées par des communautés végétales particulières (dites de mégaphorbiaies), avec une végétation souvent dense, hétérogène et très diversifiée et la présence importante de faune [5]

Nappe phréatique = Aquifère souterrain que l'on rencontre à faible profondeur et qui alimente traditionnellement les puits en eau potable. C'est la nappe la plus exposée à la pollution en provenance de la surface. On distingue les nappes libres (non recouvertes, alimentées sur toute leur

surface) des nappes captives (recouvertes, totalement ou partiellement, par une couche de terrain imperméable, nappes sous pression) [5]

Oligotrophe = Se dit d'un milieu pauvre en substances nutritives, en particulier de certains lacs profonds et limpides, pauvres en éléments organiques mais riches en oxygène. Se dit des végétaux capables de subsister dans un milieu très pauvre [4]

Bibliographie

Amoros, C., Richardot-Coulet, M., and Pautou, G. (1982) Les « ensembles fonctionnels » : des entités écologiques qui traduisent l'évolution de l'hydrosystème en intégrant la géomorphologie et l'anthropisation (exemple du Haut-Rhône français). *Revue de géographie de Lyon* 57(1): 49–62.

Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord (APEL) (n.d.) Guide des bonnes pratiques pour l'entretien et la conception des fossés municipaux.

Aulanier, F., and Adoir, E. (2012) *Diagnostic de bassin versant : transformation du paysage agricole charentais, artificialisation des versants et des écoulements (PFE-IDEA)*. AgroParisTech.

Boutin, C., and Dutartre, A. (2014) Note. Des macrophytes pour épurer les eaux? *Sciences Eaux et Territoires* (15): 70–73.

Boutron, O., Margoum, C., Chovelon, J.-M., Guillemain, C., and Gouy, V. (2011) Effect of the submergence, the bed form geometry, and the speed of the surface water flow on the mitigation of pesticides in agricultural ditches: MITIGATION OF PESTICIDES IN AGRICULTURAL DITCHES. *Water Resources Research* 47(8): n/a-n/a.

Bracken, L. J., Wainwright, J., Ali, G. A., Tetzlaff, D., Smith, M. W., Reaney, S. M., and Roy, A. G. (2013) Concepts of hydrological connectivity: Research approaches, pathways and future agendas. *Earth-Science Reviews* 119: 17–34.

Buchanan, B. P., Falbo, K., Schneider, R. L., Easton, Z. M., and Walter, M. T. (2013) Hydrological impact of roadside ditches in an agricultural watershed in Central New York: implications for non-point source pollutant transport. *Hydrological Processes* 27(17): 2422–2437.

Carluer, N. (1999) Rôle des aménagements d'origine anthropique (dispositifs enherbés et fossés) dans le transfert et la dissipation des produits phytosanitaires en bassin versant agricole.

Carluer, N., and Gascuel, C. (2009) Fossés et cours d'eau.

Carluer, N., and Marsily, G. D. (2004) Assessment and modelling of the influence of man-made networks on the hydrology of a small watershed: implications for fast flow components, water quality and landscape management. *Journal of Hydrology* 285(1–4): 76–95.

Cellule d'animation sur les milieux aquatiques (2015) La réglementation et les outils d'accompagnement existants en zones humides sur le département du Finistère.

Couvreur, J. M., Dufrene, M., Goffart, P., Vandevyvre, X., Etienne, F., and Testaert, D. (2008) Nouvelles estimations des effectifs de l'Agrion de Mercure (Coenagrion mercuriale, Zygoptera-Coenagrionidae) dans la plaine du Biran (commune de Beauraing, Belgique) avec une analyse des principaux facteurs écologiques expliquant son abondance. (144): 101–115.

Derex, J.-M. (2001) Pour une histoire des zones humides en France (xviiie-xixe siècle). *Histoire & Sociétés Rurales* 15(1): 11–36.

DOLLINGER, J., Dagès, C., BAILLY, J.-S., LAGACHERIE, P., VOLTZ, M., and Année, M. (2014) *Synthèse bibliographique des différentes fonctions des réseaux de fossés aux échelles du fossé élémentaire et du réseau*. ONEMA.

Eches, S., and Postec, A. (2008) *DOCUMENT D'OBJECTIFS du site de 'Guissény' (FR 5300043)*.

Edwards, A. C., and Withers, P. J. A. (2008) Transport and delivery of suspended solids, nitrogen and phosphorus from various sources to freshwaters in the UK. *Journal of Hydrology* 350(3–4): 144–153.

Faton, J.-M., and Deliry, C. (2000) LES ODONATES DE LA CRAU État des connaissances sur les espèces patrimoniales. *LIFE Natura*.

Feunteun, E., Rigaud, C., Elie, P., and Lefeuvre, J. C. (1999) Les peuplements piscicoles des marais littoraux endigués atlantiques : un patrimoine à gérer ? Le cas du marais de Bourgneuf-Machecoul (Loire-Atlantique, France). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* (352): 63–79.

Fiener, P., and Auerswald, K. (2003) Effectiveness of Grassed Waterways in Reducing Runoff and Sediment Delivery from Agricultural Watersheds. *Journal of Environment Quality* 32(3): 927.

Fischer, M., Regazzoni, C., Payraudeau, S., and Imfeld, G. (n.d.) Atlas de la végétation des zones tampons humides de la Région du Rhin Supérieur.

Fouillet, P. (2010) *Étude des insectes de la Directive Habitat (Agrion de Mercure et Damier de la Succise) sur le site Natura 2000 de l'étang du Curnic (Guissény, Finistère): Présentation des observations de 2009*.

Guay, J., Lajeunesse, S., et Martel, J.F. (2012) *Guide technique : Gestion environnementale des fossés*. Québec. Bibliothèque nationale du Québec. 24p

Gouy, V., Gril, J. J., Lacas, J. G., Boivin, A., and Carluer, N. (2006) Contamination des eaux de surface par les pesticides et rôle des zones tampons pour en limiter le transfert : état des connaissances et conséquences pour l'action. : 49–63.

Guittouny-Philippe, A. (2014) *Phytoépuration de mélanges de polluants organiques et métalliques pour la préservation des zones humides méditerranéennes : approche exploratoire vers la mise au point d'outils d'ingénierie écologique*. Aix-Marseille.

Haury, J., and Muller, S. (2008) Les communautés de macrophytes : typologie, dynamique et production. : 37–50.

Hébert, M. (2009) Aménagement hydraulique à fonction épuratoire et requalification naturelle des zones humides du parc du FOGEO 56 ARZON.

Herzon, I., and Helenius, J. (2008) Agricultural drainage ditches, their biological importance and functioning. *Biological Conservation* 141(5): 1171–1183.

Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Niortaise (2008) *Réseau de suivi de la qualité des eaux superficielles des marais mouillés de la Sèvre niortaise, du Mignon et des Autizes*.

Jourde, P. (2010) *Les Odonates biologie et écologie*. Insectes.

Kao, C., Vernet, G., Le Filleul, J.-M., Nédélec, Y., Carluier, N., and Gouy, V. (2002) Elaboration d'une méthode de typologie des fossés d'assainissement agricole et de leur comportement potentiel vis-à-vis des produits phytosanitaires. *Ingénieries-EAT* (29): p-49.

Lagacherie, P., Diot, O., Domange, N., Gouy, V., Floure, C., Kao, C., Moussa, R., Robbez-Masson, J. M., and Szleper, V. (2006) An indicator approach for describing the spatial variability of artificial stream networks with regard to herbicide pollution in cultivated watersheds. *Ecological Indicators* 6(2): 265–279.

Le Berre, M., and Trintignac, P. (2015) La flore numérique des étangs psycocoles des Pays de la Loire. Les Invasives.

Lebeau, T. (2008) Traitement des pesticides dans les zones humides artificielles : de l'atténuation naturelle à la gestion par bioremédiation et phytoremédiation. (spécial): 87 à 102.

Moore, M. T., Kröger, R., Cooper, C. M., and Smith, S. (2009) Ability of Four Emergent Macrophytes to Remediate Permethrin in Mesocosm Experiments. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 57(2): 282–288.

Nedelec, Y. (2005) Interactions en crue entre drainage souterrain et assainissement agricole.

Needelman, Kleinman, P. J. A., Strock, J. S., and Allen, A. L. (2007) Improved management of agricultural drainage ditches for water quality protection: An overview. (62): 171–178.

ONEMA (2013) L'Agrion de mercure, Coenagrion mercuriale (Charpentier, 1840). Fiches d'information sur les espèces aquatiques protégées.

Pierobon, E., Castaldelli, G., Mantovani, S., Vincenzi, F., and Fano, E. A. (2013) Nitrogen Removal in Vegetated and Unvegetated Drainage Ditches Impacted by Diffuse and Point Sources of Pollution. *CLEAN - Soil, Air, Water* 41(1): 24–31.

Stricot, E. (2014) *Etude de l'hydrographie de la zone d'An Isquin (Site Natura 2000 de Guissény) et ses implications dans la conservation du Damier de la Succise (Euphydryas aurinia, Rott.)*.

Viau, E. (2014) *L'utilisation des phytotechnologies pour améliorer la qualité des eaux de ruissellement issues des emprises routières*. Université de Sherbrooke.

Vishnoi, S. R., and Srivastava, P. N. (2008) *Phytoremediation – Green for Environmental Clean*. Sengutpa M. et Dalwani R.

Wan, M., Kuo, J.-N., McPHERSON, B., and Pasternak, J. (2006) *Agricultural Pesticide Residues in Farm Ditches of the Lower Fraser Valley, British Columbia, Canada. Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes* 41(5): 647–669.

Wang, R. (2009) *Phytoépuration de boues biologiques provenant de l'industrie agroalimentaire : traitement par un système de marais artificiels à flux vertical en région méditerranéenne française*. Université de Provence. Section sciences.

Webographie

[1] : <http://odonates.pnaopie.fr/especes/coenagrionidae/coenagrion-mercuriale>

[2] : http://www.libellules.org/fra/fra_index.php

[3] : <http://www.sageboutonne.fr/le-bassin-versant/quest-ce-quun-bassin-versant>

[4] : <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>

[5] : http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement

[6] : <http://ct88.espaces-naturels.fr/node/1384>

[7] : http://nature22.com/odonates22/zygopteres/agrion_mercure/agrion_mercure.html

ANNEXES

ANNEXE I

Description de l'Agrion de Mercure

Ce zygoptère (demoiselles) appartient à la famille des Coenagrionidae, ce qui lui confère les caractéristiques suivantes : des ailes pédonculées à leur base, un ptérostigma (cellule colorée au bout de l'aile) court, une cellule discoïdale en forme de trapèze ainsi que des tibias qui ne sont jamais dilatés [2].

De façon plus précise, les individus mâles de cette espèce sont de couleurs bleu et noir. Ils possèdent des bandes antéhumérales (sur le thorax, juste au-dessus de la suture humérale de la seconde paire de pattes) bleues plus étroites que les bandes humérales, deux petits traits noirs en-dessous sur le côté bleu ainsi que deux tâches bleues reliées par un trait bleu sur la tête. Le deuxième segment abdominal porte un dessin noir en forme de casque gaulois et quant au sixième segment, il a autant de bleu que de noir. Observé de profil, il n'y a pas de lignes longitudinales noires au milieu du bleu et les parties noires des segments 3 et 4 se terminent en pointe. De plus, les cercoïdes sont aussi longs que les cerques. Concernant les mâles immatures, leurs ptérostigmas clairs ainsi que le thorax, les segments abdominaux et les tâches oculaires clairs également, deviendront bleu au fil du temps.

Les femelles possèdent une bande antéhumérale claire et deux petits traits noirs sur le côté du thorax. Les tâches oculaires et celles du thorax peuvent varier du blanc au beige. De plus, les appendices anaux sont en partie clairs. La femelle immature a le dessus des yeux marron et le bord arrière du pronotum a un petit lobe [7].



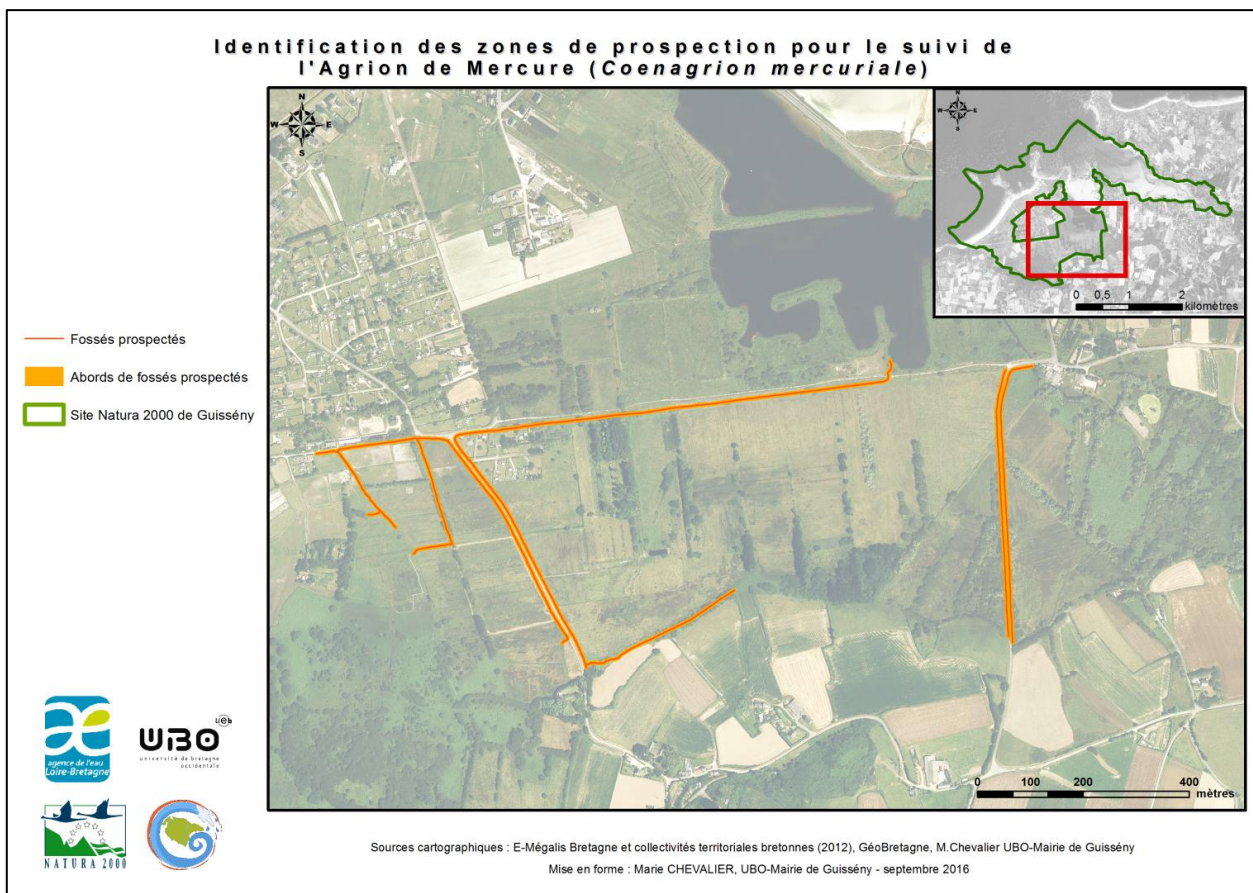
Individu mâle d'Agrion de
Mercure



Individu femelle d'Agrion de
Mercure

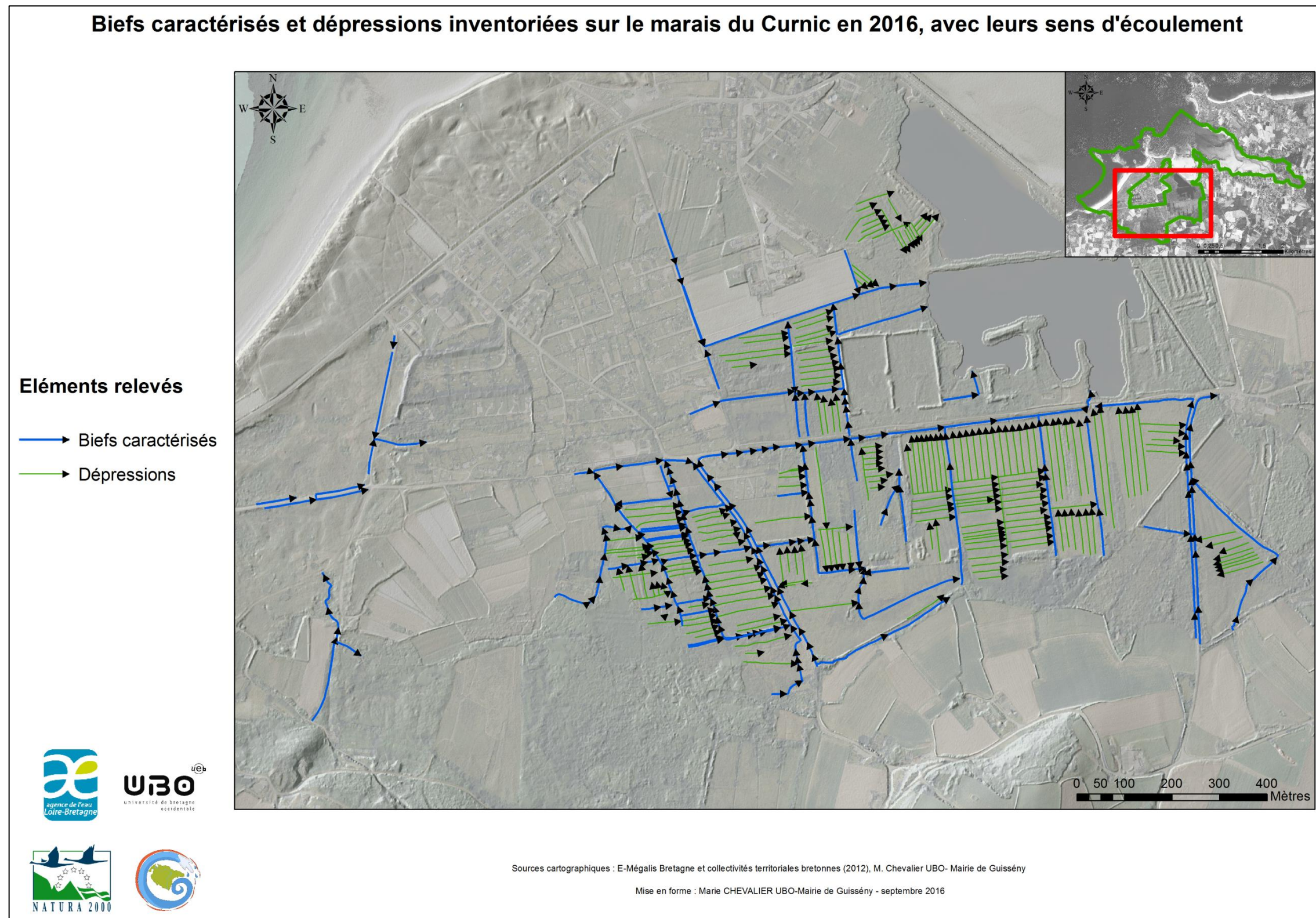
ANNEXE II

Fossés et abords prospectés pour le suivi Agrion de Mercure



ANNEXE III

Cartographie des biefs caractérisés et des dépressions recensées sur le marais du Curnic en 2016



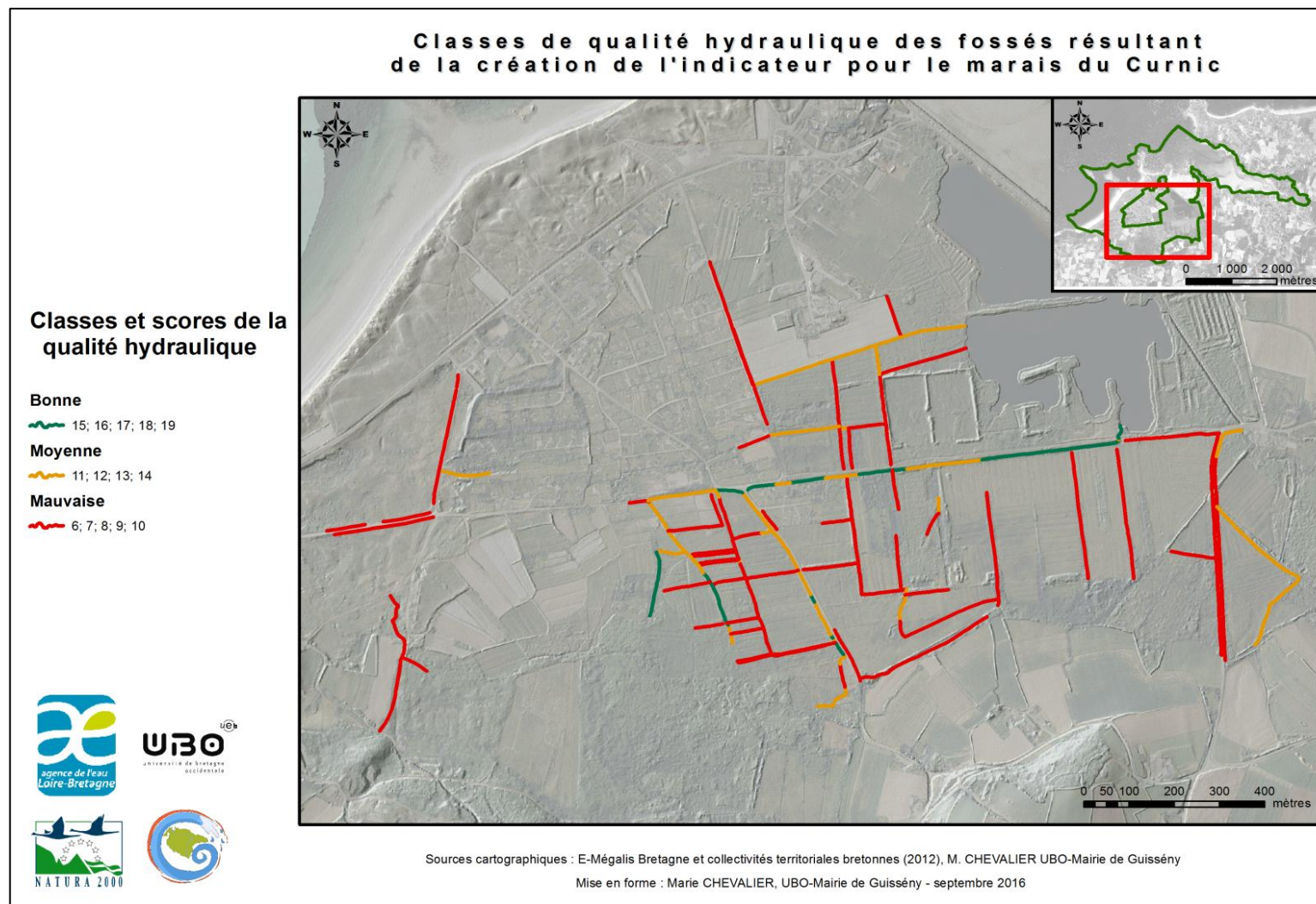
ANNEXE IV

Exemples de dépressions sur le marais du Curnic



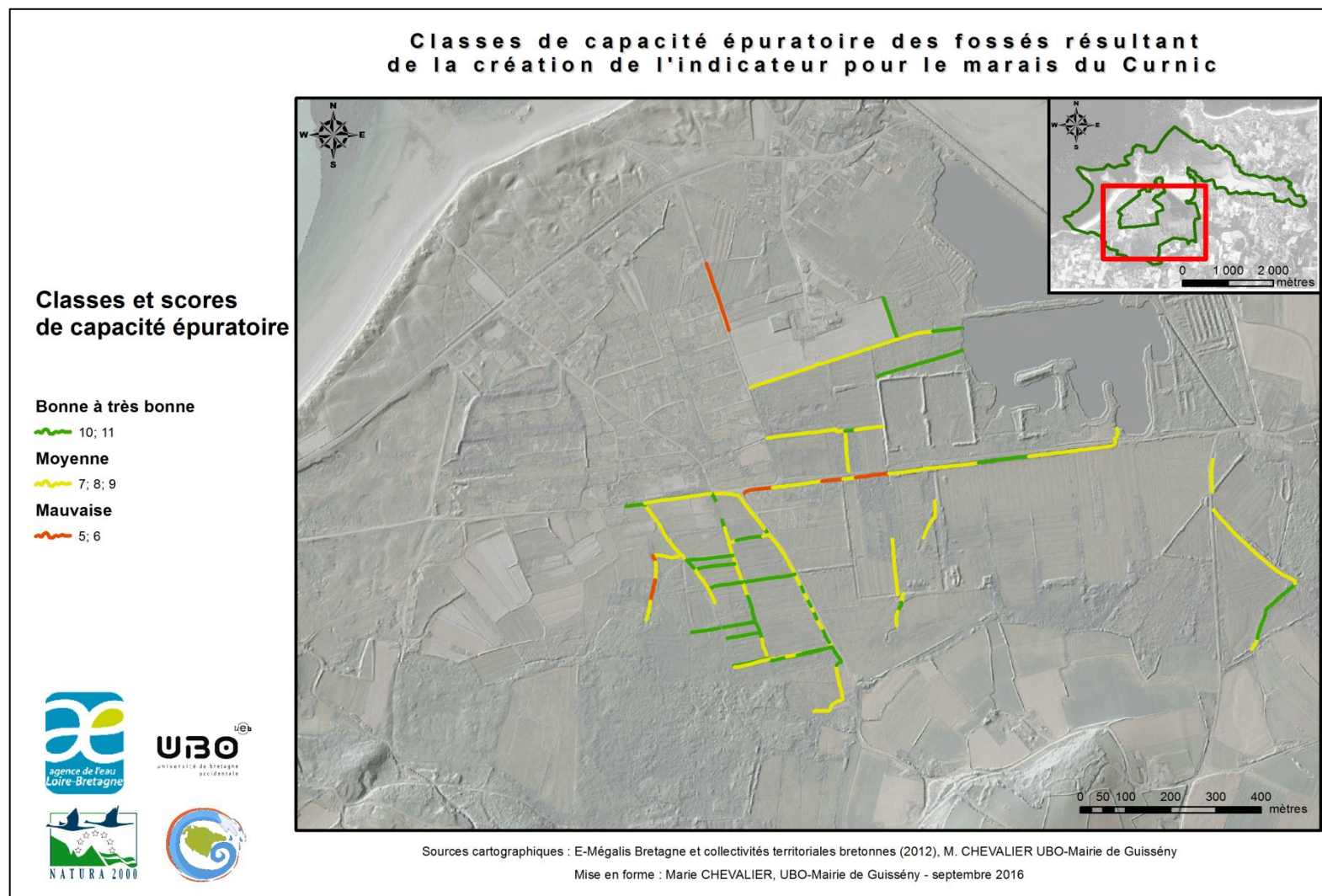
ANNEXE V

Cartographie des scores issus de l'indicateur sur la qualité hydraulique pour les fossés du marais du Curnic



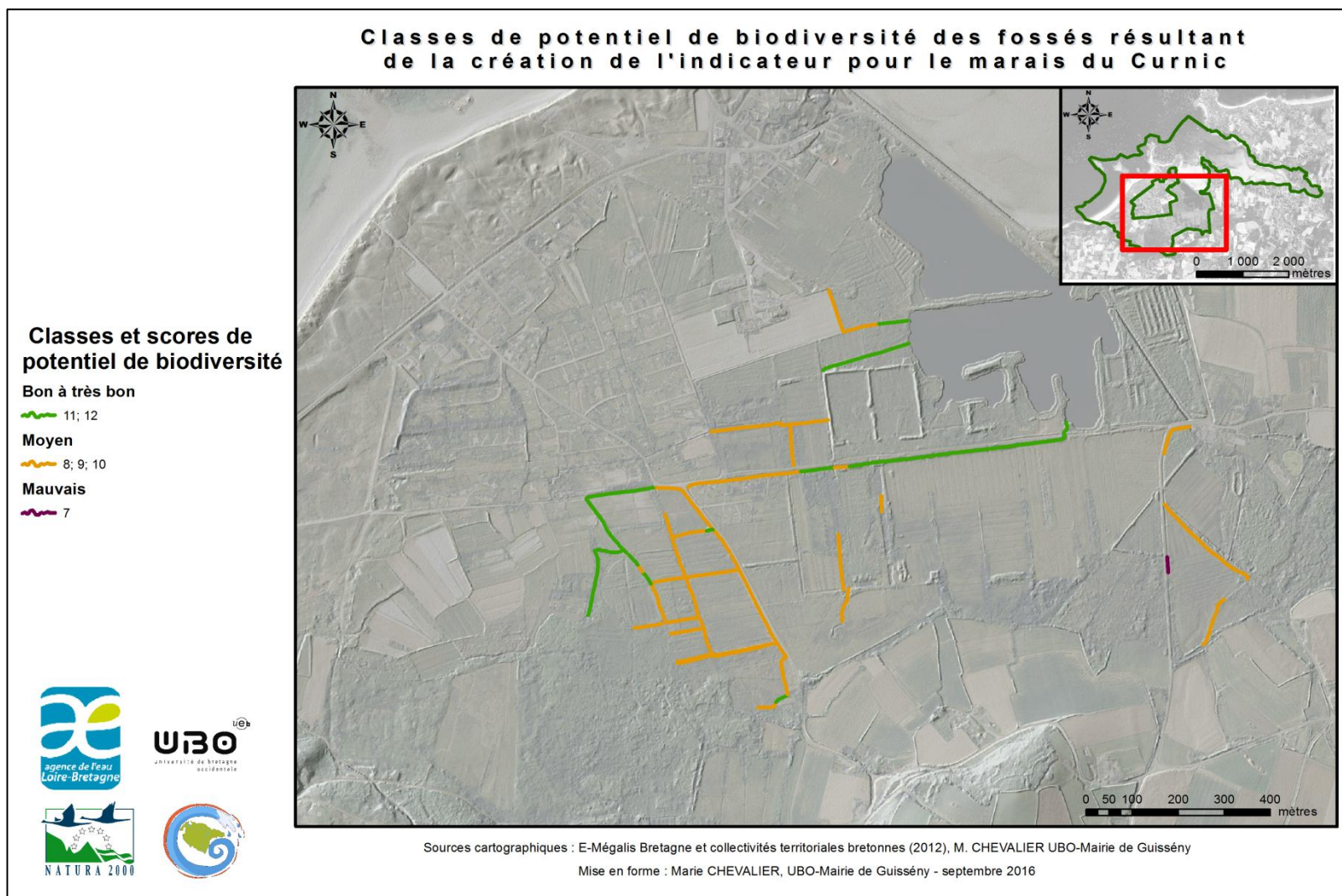
ANNEXE VI

Cartographie des scores issus de l'indicateur sur la capacité épuratoire pour les fossés du marais du Curnic



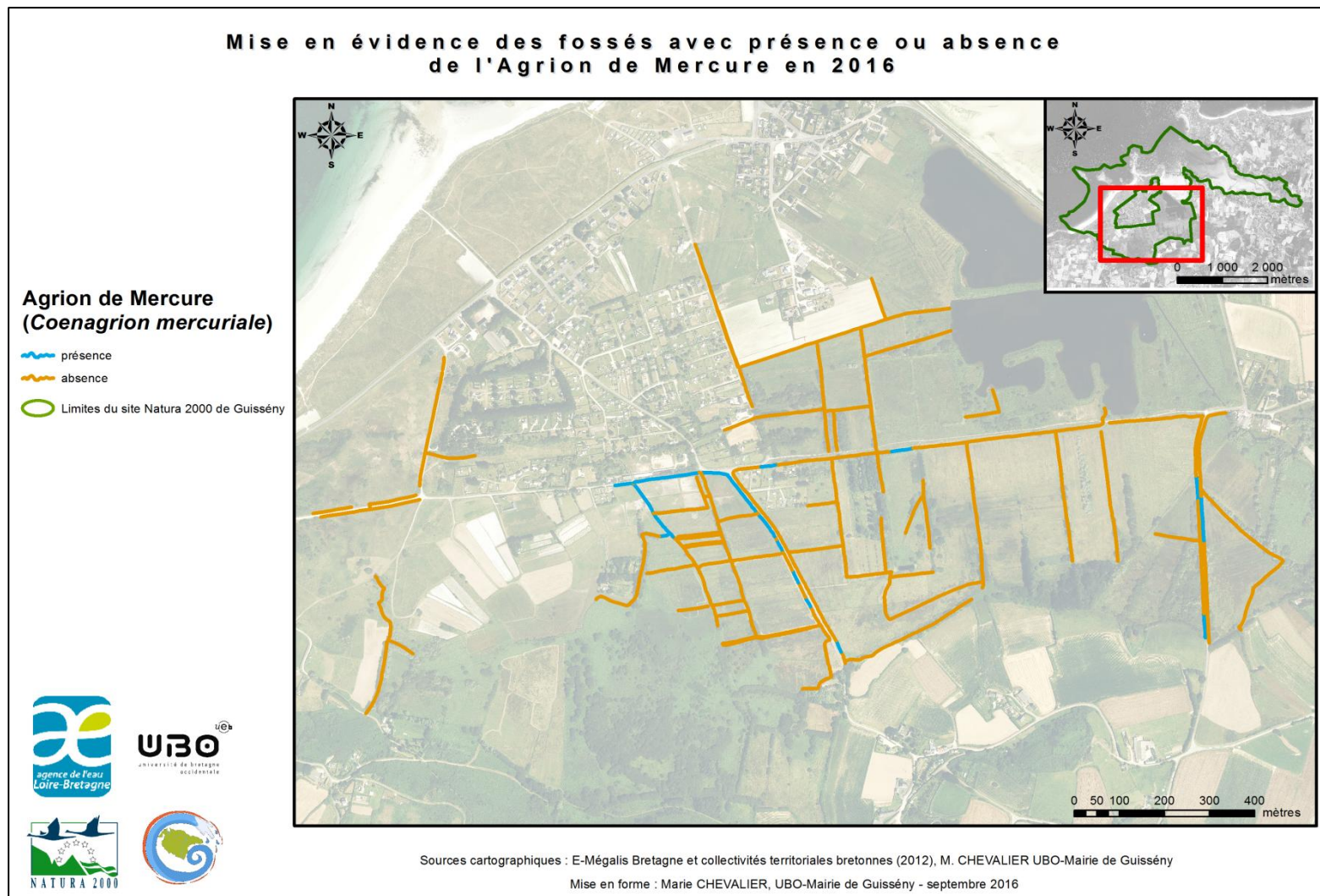
ANNEXE VII

Cartographie des scores issus de l'indicateur sur le potentiel de biodiversité pour les fossés du marais du Curnic



ANNEXE VIII

Cartographie de présence de l'Agrion de Mercure au niveau des fossés du marais



Cartographie des scores issus de l'indicateur sur la favorabilité des biefs pour l'Agrion de Mercure

Niveaux de favorabilité des fossés pour l'Agrion de Mercure résultant de la création de l'indicateur pour le marais du Curnic

Favorabilité des fossés pour l'Agrion de Mercure

Favorable

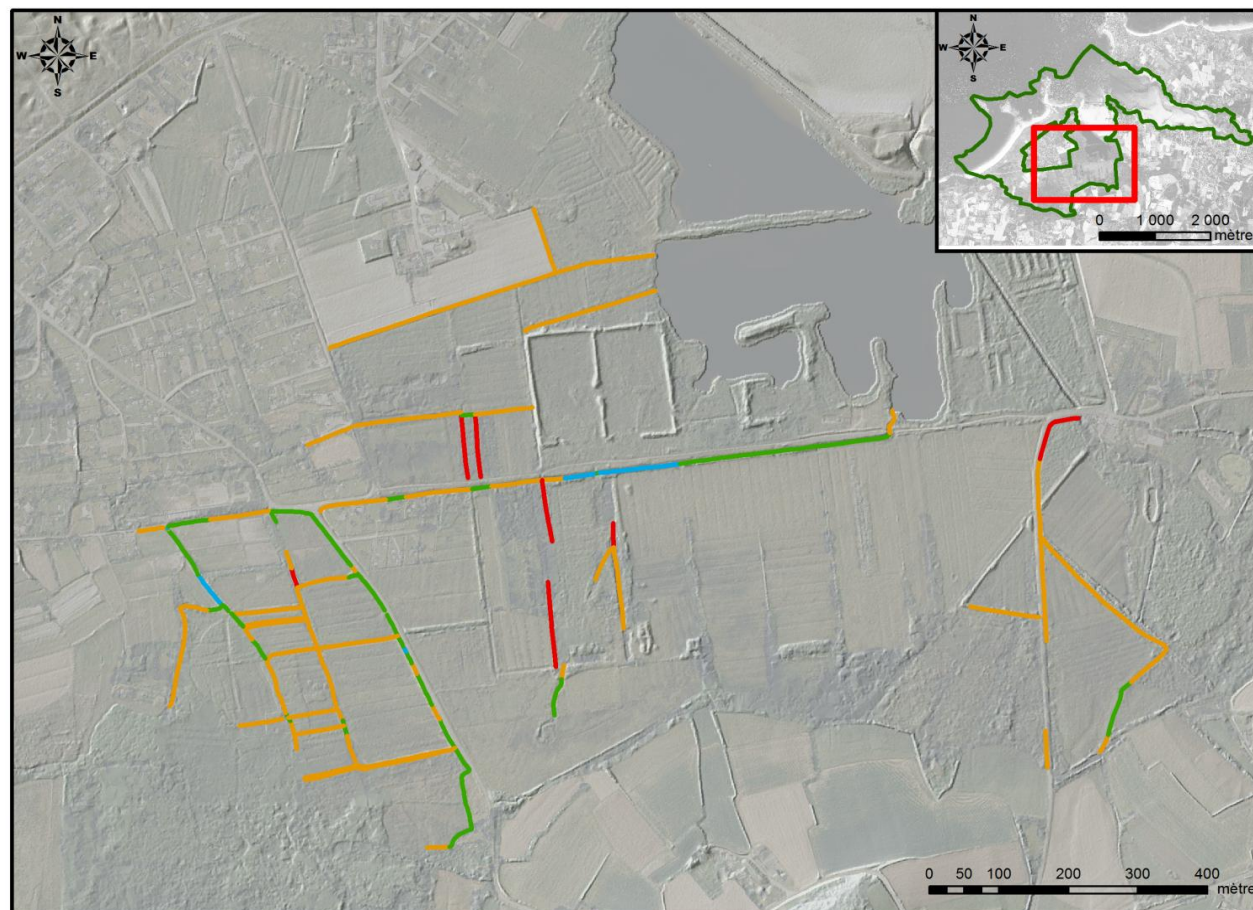
- 13
- 11; 12

Moyennement favorable

- 8; 9; 10

Peu favorable

- 6; 7



Sources cartographiques : E-Mégalis Bretagne et collectivités territoriales bretonnes (2012), M. CHEVALIER UBO-Mairie de Guissény

Mise en forme : Marie CHEVALIER, UBO-Mairie de Guissény - septembre 2016

ANNEXE IX

Tableau de comparaison des résultats de l'indicateur de favorabilité à l'Agrion de Mercure avec la présence effective de l'espèce au niveau de ces biefs en 2016






Classe d'indicateur	Total longueur pour la classe d'indicateur	Paramètres	Catégories	Longueurs (m)	%	Longueurs biefs avec présence Agrion de Mercure (m)		Total de linéaire des biefs caractérisés pour chaque paramètre (m)
							%	
Peu favorable score 7	463	courant	stagnante	463	100,00%	0	0,00%	3800
			courante	0	0,00%	0	0,00%	2745
		enseillement	fort	0	0,00%	0	0,00%	5573
			moyen	0	0,00%	0	0,00%	4380
			faible	463	100,00%	0	0,00%	2868
		occupation_du_sol	3	463	100,00%	0	0,00%	8488
			2	0	0,00%	0	0,00%	4147
			1	0	0,00%	0	0,00%	186
		encombrement	0 à 50 %	0	0,00%	0	0,00%	1478
			50 à 75 %	0	0,00%	0	0,00%	2906
			75 à 100 %	463	100,00%	0	0,00%	8440
		macrophytes_agrion	majoritaires	0	0,00%	0	0,00%	881
minoritaires	0		0,00%	0	0,00%	6098		
absentes	463		100,00%	0	0,00%	5842		
Moyennement favorable score 8 à 10	4473	courant	stagnante	3207	71,70%	144	39,34%	3800
			courante	1266	28,30%	222	60,66%	2745
		enseillement	fort	1475	32,98%	77	21,04%	5573
			moyen	1945	43,48%	289	78,96%	4380
			faible	1053	23,54%	0	0,00%	2868
		occupation_du_sol	3	3233	72,28%	0	0,00%	8488
			2	1143	25,55%	334	91,26%	4147
			1	97	2,17%	32	8,74%	186
		encombrement	0 à 50 %	32	0,72%	0	0,00%	1478
			50 à 75 %	1202	26,87%	126	34,43%	2906
			75 à 100 %	3239	72,41%	240	65,57%	8440
		macrophytes_agrion	majoritaires	256	5,72%	0	0,00%	881
minoritaires	2255		50,41%	342	93,44%	6098		
absentes	1962		43,86%	24	6,56%	5842		
Favorable score 11 à 13	1625	courant	stagnante	146	8,98%	0	0,00%	3800
			courante	1479	91,02%	548	100,00%	2745
		enseillement	fort	1287	79,20%	536	97,81%	5573
			moyen	335	20,62%	12	2,19%	4380
			faible	3	0,18%	0	0,00%	2868
		occupation_du_sol	3	1084	66,71%	223	40,69%	8488
			2	541	33,29%	325	59,31%	4147
			1	0	0,00%	0	0,00%	186
		encombrement	0 à 50 %	386	23,75%	153	27,92%	1478
			50 à 75 %	753	46,34%	228	41,61%	2906
			75 à 100 %	486	29,91%	167	30,47%	8440
		macrophytes_agrion	majoritaires	625	38,46%	317	57,85%	881
minoritaires	973		59,88%	231	42,15%	6098		
absentes	27		1,66%	0	0,00%	5842		

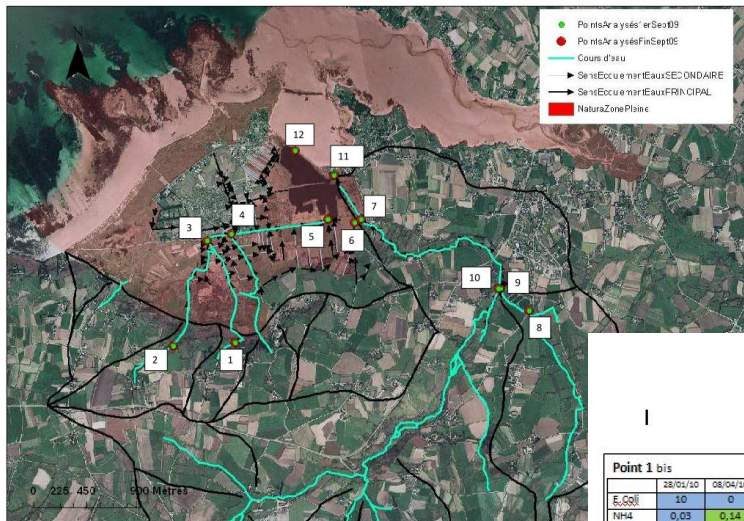
ANNEXE X

Tableaux et cartes sur les analyses de qualité de l'eau de 2009 et 2010 (Source : Annaïg Postec)

Début septembre 2009												
Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Escherichia coli	200	77	1860	2614	706	293	1759	1583	1293	2734	119	78
MES	19	102	16	32	40	38	10	6	6	11	33	52
Carbone organique total					6,3						5,5	5,5
DCO	30	41	36	30	NA	<30	<30	<30	<30	<30	N/A	N/A
DBO5	2	3,8	2,8	2,7	6	1,8	1,8	1,6	1,7	1,3	7	10
N	1,2	0,8	0,6	2	0,6	0,9	0,5	0,7	0,6	<0,5	<0,5	2,6
NH4	0,02	<0,01	<0,01	0,19	0,12	0,03	0,04	0,04	0,01	0,01	<0,01	0,04
NO3	83	65	56	31	4	54	41	36	36	51	7	2
NO2	0,03	0,08	0,14	0,44	0,1	0,08	0,14	0,08	0,07	0,04	0,18	0,06
P	0,14	0,29	0,17	0,31	0,18	0,12	0,2	0,06	0,07	0,08	0,13	0,17
Rapport DCO/DBO5	15	10,7895	12,8571	11,1111								
Salinité											11,5	

Fin septembre 2009												
Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Escherichia coli	119	204	496	204	357	77	1184	5820	746	635	335	533
MES	26	27	10	25	52	44	13	4	8	10	23	23
Carbone organique total					2,2						1,8	1,6
DCO	<30	<30	128	<30	NA	<30	<30	<30	<30	<30		
DBO5	1,1	2,5	1,4	1,8	10	2,1	1,8	1,3	1,2	1,1	6	5
N	<0,5	<0,5	0,6	0,8	3,3	0,7	0,8	<0,5	0,6	<0,5	1,8	1,6
NH4	0,02	0,04	0,05	0,08	0,01	0,02	0,07	0,03	0,02	0,02	<0,01	<0,01
NO3	82	65	55	49	8	56	41	40	30	51	16	16
NO2	0,02	0,12	0,1	0,2	0,12	0,05	0,42	0,04	0,03	0,03	0,18	0,17
P	0,12	0,13	0,13	0,22	0,27	0,15	0,37	0,05	0,07	0,08	0,25	0,17
Rapport DCO/DBO5												
Salinité											8,9	

Etat	Très bon	
	Bon	
	Moyen	
	Médiocre	
	Mauvais	



Analyses du 28 janvier, 8 avril, 22 juin et 21 septembre 2010



Point 1 bis

	28/01/10	08/04/10	22/06/10	21/09/10
E_CoIl	10	0	0	8
NH4	0,03	0,14	0,05	0,12
NO3	27,6	13,8	<1	1
NO2	0,10	0,22	0,17	0,06
NKJ	1,50	2,48	3,19	3,09
Phosph. Tot.	0,37	0,20	0,16	0,01
DBO5	<3	9	11	3
DCO	30	65	70	61
MES	5,6	12	43	50

Point 2 :

	28/01/10	08/04/10	22/06/10	21/09/10
E_CoIl	30	20	0	90
NH4	0,05	0,07	0,06	0,05
NO3	10,4	6,4	7,1	20,3
NO2	0,06	0,13	0,28	0,12
NKJ	1,55	1,93	3,46	1,67
Phosph. Tot.	0,24	0,26	0,18	0,13
DBO5	<3	5	9	2
DCO	31	54	67	40
MES	<2	6	26	17

Point 3 :

	28/01/10	08/04/10	22/06/10	21/09/10
E_CoIl	60	40	490	1600
NH4	0,05	0,05	0,08	0,04
NO3	55,3	31,7	64	46,1
NO2	0,04	0,09	0,13	0,1
NKJ	1,11	<1	<1	1,55
Phosph. Tot.	0,17	0,22	0,1	0,12
DBO5	<3	<3	<3	<2
DCO	26	35	<20	20
MES	<2	12	<2	<2

Point 6 :

	28/01/10	08/04/10	22/06/10	21/09/10
E_CoIl	30	0	0	60
NH4	0,09	0,06	0,04	0,07
NO3	27,4	21,4	3,5	10,8
NO2	0,15	0,22	0,23	0,1
NKJ	1,44	1,82	3,85	3,26
Phosph. Tot.	0,16	0,25	0,21	0,2
DBO5	3	6	10	4
DCO	24	54	75	70
MES	2,2	15	40,5	41

Point 7 :

	28/01/10	08/04/10	22/06/10	21/09/10
E_CoIl	530	10	0	0
NH4	0,05	0,16	0,06	0,08
NO3	26,4	16,2	<1	1,4
NO2	0,15	0,24	0,17	0,05
NKJ	1,50	2,27	4,88	3,98
Phosph. Tot.	0,17	0,21	0,02	0,1
DBO5	4	10	9	5
DCO	29	60	84	64
MES	4,8	22	54	85

Point 8 :

	28/01/10	08/04/10	22/06/10	21/09/10
E_CoIl	50	150	860	320
NH4	0,96	2,19	0,33	0,31
NO3	46,5	44,1	48,4	43,6
NO2	0,26	0,35	0,44	0,19
NKJ	2,04	2,87	4,88	1,61
Phosph. Tot.	0,17	0,24	0,22	0,27
DBO5	4	4	<3	<2
DCO	26	34	<20	22
MES	12,6	4	<2	21

Point 4 :

	28/01/10	08/04/10	22/06/10	21/09/10
E_CoIl	120	20	350	350
NH4	0,05	0,07	0,10	0,1
NO3	26,7	6,4	30,7	28,9
NO2	0,04	0,13	0,75	0,2
NKJ	1,27	1,93	1,81	1,82
Phosph. Tot.	0,16	0,26	0,12	0,17
DBO5	<3	5	<3	<2
DCO	13	54	20	26
MES	<2	6	5,2	4

Point 5 :

	28/01/10	08/04/10	22/06/10	21/09/10
E_CoIl	210	170	630	310
NH4	0,34	0,97	0,03	0,04
NO3	44,2	41,1	46,8	38,7
NO2	0,32	0,47	0,34	0,11
NKJ	1,61	1,99	<1	1,39
Phosph. Tot.	0,14	0,22	0,17	0,19
DBO5	<3	4	<3	<2
DCO	16	35	<20	<20
MES	7,8	9	3,8	<2

