

UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN
Faculté des Sciences -



Analyse du potentiel biologique du site des bassins
de décantation de la sucrerie de Frasnes-lez-
Anvaing et propositions d'aménagements
spécifiques

Promoteur : Renate Wesselingh
Co-promoteur : Baptiste Bataille
Membres du jury : A-L. Jacquemart, H. Van Dyck.

Travail de fin d'étude présenté par Benoît Host
en vue de l'obtention du grade de licencié en sciences biologiques
Orientation écologie

Année académique 2006-2007
Session de septembre 2007

Résumé

En 2004, la sucrerie située à Frasnes-lez-Buissenal doit fermer ses portes laissant derrière elle un site d'environ 20 hectares constitué de 18 bassins de décantation et traversé par le cours d'eau de la Rhosnes. Nous avons dans ce travail évalué le potentiel biologique que possédait le site pour certains taxons indicateurs : les oiseaux, les odonates et la végétation. Nous avons aussi analysé à travers les macroinvertébrés benthiques et les diatomées la qualité du cours d'eau qui traverse le site. Des analyses physico-chimiques ont été réalisées sur tous les bassins de la zone. Les résultats comprennent l'analyse de la végétation et de la composition floristique à l'aide d'outils cartographiques, le recensement des différentes espèces d'odonates et leur abondance relative, le fruit des huit semaines d'observation des oiseaux et enfin les analyses biologiques et physico-chimiques des eaux. Nous discutons ensuite le potentiel du site en intégrant les résultats, les menaces qui pèsent sur celui-ci et quelques notions législatives. A partir des taxons indicateurs utilisés, nous proposons ensuite des mesures concrètes d'aménagement pour promouvoir la diversité biologique de ces mêmes indicateurs.

Abstract

In 2004, the sugar refinery located in Frasnes-lez-Buissenal closed its doors, leaving behind it a site of approximately 20 hectares made up of 18 settling tanks and crossed by the Rhosnes stream. In this work, we evaluate the biological potential of the site for some indicator groups: birds, odonates and vegetation. We also assessed the water quality of the stream using large benthic invertebrates and diatoms. Physicochemical analyses were also carried out on all the basins of the zone. The results comprise the analysis of the vegetation and of the floristic composition using cartographic tools, the census of the various species of odonates and their relative abundance, the eight week results of observation of birds and finally the biological and physicochemical water analyses . We discuss the potential of the site by integrating the results, the threats which menace the site and some legislative concepts. From the indicator groups used, we then put forward some concrete management measures to increase the biological diversity of these indicator groups.

Remerciements

Arrivé au terme de ce travail réalisé sur les bassins de décantation de la sucrerie de Frasnes-lez-Anvaing, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à son élaboration.

Tout d'abord je voudrais remercier Madame Renate Wesselingh, ma promotrice, pour avoir soutenu ce projet, pour son suivi, ses remarques et sa disponibilité tout au long des différentes étapes de ce travail, ainsi que Mr Baptiste Bataille, mon co-promoteur, pour avoir répondu positivement à mon envie de réaliser un mémoire sur le terrain et pour toute l'attention et l'intérêt qu'il a portés à mon travail, ses remarques pertinentes m'ont aidé dans les différents choix auxquels j'ai été confronté durant ce mémoire.

J'aimerais aussi tout particulièrement remercier Mr Gatien Bataille, responsable du projet et du CRIE de Mouscron pour sa motivation contagieuse et pour son implication personnelle dans le projet. Je le remercie également pour sa disponibilité, sa confiance et pour les nombreux conseils et encouragements qu'il m'a prodigué. Sa rencontre me fut un grand enrichissement personnel.

Par ailleurs j'exprime ma gratitude envers Mr Robert Iserentant qui me fit découvrir avec une grande gentillesse le monde passionnant des diatomées et qui me fut d'une aide considérable pour la préparation et le traitement des données. Md Anne-Laure Jacquemart pour son aide dans la manipulation du programme de statistique PC-ORD. Mr Philippe Goffart et Md Fichet Violaine pour leurs conseils avisés quant à l'étude des odonates et pour leur attention particulière dans la confirmation de certaines déterminations. Mr Patrick Gerin et Md Samira Chader pour leur aide concernant les analyses physico-chimiques des différentes eaux et Md Hélène-Christine Taburiaux pour sa disponibilité et son aide indispensable dans la manipulation des différents instruments de mesure et réactifs. Mr Stéphane Deconinck, pour sa patience dans la recherche des livres dans la bibliothèque de l'unité.

Pour terminer, je remercie tout mon entourage qui m'a soutenu durant ce travail, mes parents qui m'ont permis de réaliser ces années d'étude et m'ont soutenu tout au long de mon cursus. Je remercie en particulier mon papa pour les nombreuses heures passées sur le terrain, pour les déterminations interminables de certaines plantes aquatiques ou encore pour la passion des plantes et de la nature qu'il m'a transmis. Je remercie également Aurélie pour son soutien indispensable et son aide au niveau de la manipulation du programme Arc Gis.

Un dernier mot ira à mes frères d'arme, les biol22, pour les nombreuses heures passées en salle info et plus simplement, pour l'ambiance et la solidarité qui nous unit.

Tables des matières

Résumé	ii
Remerciements	iii
Tables des matières	iv
Introduction	1
Partie 1 : Contexte et enjeux	2
1. Problématique générale.....	3
1.1. Perte des habitats naturels et de la biodiversité	3
1.2. Statut des réserves naturelles et législation	4
2. Contexte	5
2.1. Sucrierie de Frasnes-lez-Buisenal.....	5
2.1.1. Historique.....	5
2.1.2. Site des bassins	6
2.1.3. Intérêt pour la biodiversité.....	9
2.1.4. Cartographie du site.....	9
3. Monitoring et indicateurs.....	11
3.1. Indicateurs	11
3.1.1. Généralités	11
3.1.2. Définitions et caractéristiques.....	12
3.1.3. Utilisation.....	14
3.1.4. Exemples.....	16
3.2. Monitoring.....	17
3.2.1. Définitions et mise en place.....	17
Partie 2 : Matériel et méthodes	23
1. Application concrète des concepts au projet	24
1.1. Objectifs secondaires, contraintes et informations existantes	24
1.2. Choix des indicateurs.....	25
2. Méthode d'échantillonnage et d'analyse	28
2.1. Végétation.....	28
2.1.1. Quadrats	29
2.1.2. Analyse.....	30
2.1.3. Représentations	31
2.2. Avifaune	31
2.2.1. Territory mapping	32
2.3. Odonates	34
2.3.1. Méthode de comptage	34
2.3.2. Récolte des exuvies.....	35
2.4. Macroinvertébrés de la Rhosnes.....	35
2.4.1. Méthode générale.....	35
2.4.2. Prélèvements	36
2.4.3. Identification	37
2.4.4. Calcul de l'indice	37
2.5. Diatomées de la Rhosnes	38
2.5.1. Méthode générale.....	38
2.5.2. Prélèvement.....	38

2.5.3.	Analyse	39
2.5.4.	Calcul de l'indice	39
2.6.	Analyse physico-chimique des bassins.....	39
2.6.1.	Choix des paramètres.....	40
2.6.2.	Analyse des eaux.....	41
Partie 3 : Résultats		42
1.	Végétation	43
1.1.	Groupements végétaux	43
1.1.1.	Modifications	43
1.1.2.	Différents faciès	43
1.2.	Représentation cartographique de la végétation	47
1.2.1.	Extrapolation des groupements.....	47
1.2.2.	Phanérophytes.....	47
1.2.3.	Plantes aquatiques.....	47
1.3.	Liste exhaustive des espèces végétales.....	48
2.	Avifaune.....	53
2.1.	Session du « territory mapping ».....	53
2.1.1.	Représentations graphiques	53
2.1.2.	Observations	54
2.2.	Observations d'été	58
3.	Odonates	60
3.1.	Espèces recensées et abondance relative	60
3.2.	Ecologie des espèces	60
4.	Macroinvertébrés	62
4.1.	Taxons recensés.....	62
4.2.	Calcul de l'indice.....	62
5.	Diatomées	64
5.1.	Espèces recensées	64
5.2.	Calcul de l'indice.....	64
6.	Analyses physico-chimiques.....	65
Partie 4 : Discussions		67
1.	Potentiel biologique du site.....	68
1.1.	Espèces protégées ou menacées.....	68
1.1.1.	Espèces protégées d'oiseaux.....	68
1.1.2.	Espèces protégées d'odonates.....	69
1.1.3.	Espèces végétales protégées	70
1.1.4.	Habitats protégés.....	71
1.2.	Évaluation du potentiel du site	72
1.2.1.	Le potentiel floristique.....	72
1.2.2.	Potentiel faunistique.....	73
1.3.	Menaces	74
1.3.1.	Espèces exotiques envahissantes	74
1.3.2.	Eutrophisation.....	76
1.3.3.	Non gestion.....	78
2.	Entretien et aménagements spécifiques	79
2.1.	Entretien minimal	79

2.2.	Mesures supplémentaires.....	80
2.2.1.	Entretiens et aménagements concernant les odonates.....	80
2.2.2.	Entretiens et aménagements concernant l'avifaune.....	82
2.3.	Monitoring.....	85
3.	Perspectives.....	88
	Conclusion.....	89
	Bibliographie.....	90
	Table des annexes.....	98

Introduction

Ce mémoire prend naissance en janvier 2004 lorsque la sucrerie de Frasnes-lez-Buissenal du fermer ses portes laissant derrière elle un site de 20 hectares composé essentiellement de bassins d'épuration de diverses formes et tailles. Ce terrain laissé à l'abandon durant quelques années va très vite se révéler être une zone d'un intérêt non négligeable au point de vue naturel et notamment ornithologique. Ce sont d'ailleurs des ornithologues passionnés qui vont informer la commune de Frasnes-lez-Anvaing de l'importance des observations effectuées depuis la fermeture de l'usine. Cette même commune, consciente de la richesse de ce terrain et de l'atout qu'il peut représenter d'un point de vue touristique, en fit l'acquisition en 2006 afin de mieux protéger ce site à l'abandon et d'y encourager les différents projets environnementaux dont il fera rapidement l'objet. Ce projet prend clairement place parmi les programmes européens et nationaux ayant pour objectif la préservation de la biodiversité et de l'environnement. Afin d'assurer l'avenir du site et sa protection tout en permettant au grand public de profiter de la richesse de ce milieu, un comité de pilotage intégrant les différents acteurs de la commune a été mis en place et avec Gatien Bataille, coordinateur du projet et du CRIE de Mouscron (Centre Régional d'Initiative à l'Environnement).

Le projet mis en place par ce comité nécessite des connaissances approfondies sur les caractéristiques biotiques et abiotiques de cette zone particulière. C'est dans ce cadre que les différents mémoires et travaux développés en ce lieu prennent place. Le but de ce mémoire est donc d'établir un diagnostic naturel de l'état présent du site. Ces données fourniront une base au comité de pilotage pour prendre les décisions adéquates concernant les aménagements futurs mais aussi et surtout pour permettre un suivi au cours des années des changements apportés par ces aménagements ou autres formes de perturbations que peut subir le milieu. Dans cette optique de suivi, nous essaierons de proposer, dans les grandes lignes, un plan de monitoring du site à travers l'étude de divers indicateurs avec tous les compromis que ce genre de projet engendre. Pour commencer, nous expliquerons l'historique de ce site et l'utilisation particulière de ces bassins ; viendront ensuite quelques éléments clés de la théorie concernant les indicateurs écologiques et les monitorings. Ensuite nous décrirons les différentes méthodes utilisées pour l'analyse de ces indicateurs et nous présenterons les résultats de la manière la plus claire et utilisable pour les personnes qui seront amenées à les consulter.

Partie 1 : Contexte et enjeux

1. Problématique générale

Il nous paraît important de resituer le contexte actuel et général dans lequel prend place ce projet pour mieux comprendre les enjeux et la nécessité de telles initiatives.

1.1. Perte des habitats naturels et de la biodiversité

Nous devons malheureusement commencer ce travail en évoquant le triste constat auquel l'humanité doit faire face depuis quelques décennies : l'érosion de la biodiversité. Ce phénomène d'extinction n'est pas neuf, la Terre a déjà connu, au cours de ses six cents derniers millions d'années, cinq épisodes d'extinction qui sont caractérisés par une augmentation importante de la disparition de divers taxons sur une vaste étendue géographique et se déroulant sur une courte période à l'échelle géologique. Malgré le fait que ce phénomène soit entièrement naturel et fasse partie intégrante de l'histoire de la Terre, la crise d'extinction à laquelle l'humanité doit faire face à l'heure actuelle se distingue en de nombreux points des phénomènes d'extinction passés. Pour la première fois, c'est bien une espèce animale, l'Homme, qui est à l'origine de cette crise. Ce changement de rôle dans la genèse de ces périodes va entraîner de nombreuses conséquences dont la plus spectaculaire, sans doute, est le rythme du taux d'extinction des espèces qui ne serait plus du tout comparable à celui observé dans le passé. Cette origine de la perte de biodiversité est due à de nombreux facteurs qui, directement ou indirectement, sont reliés à la race humaine. Parmi ces causes, citons la perte des habitats naturels par fragmentation, destruction ou altération, l'installation d'espèces envahissantes, le changement climatique, la surexploitation, la pollution, ... La disparition des habitats naturels est la cause principale de cette érosion de la biodiversité. Le déboisement des forêts, l'assèchement des zones humides, la dégradation des récifs coralliens sont les exemples les plus symboliques de cette menace pour la biodiversité.

L'assèchement des zones humides et leur disparition est précisément la problématique sur laquelle nous allons nous pencher vu la nature du milieu, du projet qui le soutient et auquel ce travail est destiné. Les zones humides sont d'une importance capitale pour le maintien de la biodiversité car elles abritent de nombreuses espèces spécialistes et inféodées aux milieux aquatiques.

Depuis 1900, on estime que plus de la moitié de ces zones a disparu dans le monde. Cela va de la tourbière aux mares en passant par les roselières. La Belgique et la région wallonne en particulier n'ont pas échappé à ces pressions anthropiques et les zones humides en ont fait les frais et constituent une priorité pour la sauvegarde des habitats. Il n'existe plus à proprement

parler de milieux naturels primitifs mais nous verrons tout au long de ce travail que les activités humaines sont capables de créer des milieux de substitution qui peuvent s'avérer être un havre de paix pour certaines espèces menacées.

1.2. Statut des réserves naturelles et législation

Comme nous l'avons déjà expliqué, l'humanité se trouve face à un grave problème qu'est l'érosion de la biodiversité avec toutes les causes et conséquences liées à ce phénomène et qui ne sont, à l'heure actuelle, que peu appréhendées. La perte des habitats naturels étant la première raison de cette crise, de nombreuses initiatives à toutes échelles ont été menées visant à la protection d'habitats menacés et donc des espèces que ces milieux abritent également. Depuis les années 80, la volonté de créer un réseau écologique et de quitter l'approche purement « sanctuariste » se fait ressentir suite au développement et aux découvertes de l'écologie des paysages, nouvelles branches à part entière de l'écologie. L'idée de ce réseau est d'éviter une protection d'habitats sans réelle stratégie globale concernant la survie des espèces. Ce réseau écologique est constitué de trois types de zones : les zones centrales qui méritent le plus haut statut de protection, les zones de développement qui servent entre autres de tampon à ces zones centrales, et les zones de liaison qui assurent pour les espèces un moyen de connection entre les différentes zones.

Les zones protégées sont donc le moyen le plus couramment utilisé en conservation de la nature. Elles peuvent être définies comme « tout espace topographiquement délimité soumis à un régime politique visant à en préserver l'intérêt biologique par des mesures passives et/ou actives ». Leur rôle fondamental dans ce réseau écologique sera donc de maintenir ou de restaurer les éléments les plus menacés nécessitant une gestion déterminée (Born 2004) Nous aborderons à la fin de ce travail les conditions nécessaires pour acquérir l'un ou l'autre statut de protection, ses implications sur le terrain et ses contraintes.

2. Contexte

Nous allons dans cette partie décrire le cadre même où prend naissance ce projet naturaliste. Il nous semble important de décrire brièvement l'histoire de ce site et quelles en sont les caractéristiques majeures.

2.1. Sucrierie de Frasnes-lez-Buissenal

Avant de décrire le site de la sucrierie et des bassins, nous avons réalisé une carte situant le site de notre étude dans la commune de Frasnes, elle-même localisée dans la Belgique, cette carte se trouve en annexe 1.

Nous commencerons par retracer l'histoire de la sucrierie en tant qu'industrie belge et nous décrirons ensuite le site des bassins qui sera notre zone d'étude pour ce mémoire. Nous expliquerons aussi pourquoi ce genre de site peut présenter un intérêt scientifique plus important qu'une quelconque autre zone industrielle laissée à l'abandon. Nous expliquerons enfin quels supports ont été utilisés afin de représenter au mieux les résultats de ce travail.

2.1.1. Historique

Il nous semble important de revenir brièvement sur certaines étapes de l'histoire de l'industrie du sucre et plus particulièrement de la sucrierie de Frasnes-lez-Buissenal. Pour imaginer et construire le futur de ce site, nous pensons qu'il est nécessaire d'en appréhender quelques éléments historiques.

C'est en 1807 que Napoléon décrète un blocus continental sur toute l'Europe contre les Anglais. Le sucre de canne se faisant dès lors plus rare, la recherche de la fabrication du sucre à partir des betteraves a permis à de nombreuses sucreries de voir le jour en Europe. Bien que le blocus instauré par Napoléon fût levé quelques années plus tard (en 1813), le processus de recherche ne pouvait plus s'inverser et l'on assista à l'essor de l'industrie sucrière en Europe. C'est donc au creux de cette vague d'expansion que naquit la sucrierie de Frasnes en 1880. A cette époque, on comptait plus de 80 sucreries en Belgique dont 51 dans le Hainaut.

En 1902, Mr J-B. Chamart donna le statut de Société Anonyme à la sucrierie qu'on appela dès lors : « Fabrique de sucre de Frasnes-lez-Buissenal ». En 1932, alors que de nombreuses

autres sucreries de la région doivent fermer, Mr H. Lemaire prend le relais de son grand-père à la tête de l'usine et continue à la faire prospérer jusqu'en 1975 où il passe le flambeau à son fils : Mr J-P Lemaire. Malgré les fermetures incessantes des autres sucreries, (en 1999, il ne restait plus que 8 sucreries en Belgique) les Lemaire réussissent à rendre leur usine de plus en plus performante et cette dernière s'impose aux sociétés concurrentes en se modernisant sans cesse. Alors que sa capacité en tonnes de betteraves par heure était de 1.050 en 1933, elle est estimée à à plus de 7000 à la fin du XX siècle.

En 1988, l'usine fut rachetée par FINASUCRE (Société holding des familles Lippens et Boël) qui possédait déjà les sucreries d'Escanaffles (qui fermera ses portes en 1989 et dont les betteraves seront redirigées vers Frasnes) et de Moerbeke-Waas. Ces trois sucreries formaient donc ensemble le « Groupe Sucrier » (Anonyme 1999).

Parmi les quelques chiffres donnés par Finasucre concernant l'usine de Frasnes dans ses beaux jours, on comptera une production de sucre atteignant de 65.000 à 80.000 tonnes, 130 personnes employées ainsi que 35 saisonniers durant la campagne (Finasucre 2007).

En octobre 2003, Le Groupe Sucrier, la sucrerie de Veurne et celle de Fontenoy s'associent et regroupent leurs activités au sein d'ISCAL Sugar. Malheureusement, cette dernière, craignant de ne plus être assez compétitive face à la concurrence extra-européenne, va adapter ses capacités et annonce donc en 2004 la fermeture de la sucrerie de Frasnes-lez-Buissenal. Celle de Genappe appartenant à la Raffinerie tirlémontoise suivra le même triste sort et fermera aussi ses portes (Bux 2004).

C'est donc en septembre 2004 que la sucrerie de Frasnes-lez-Buissenal cesse officiellement et définitivement ses activités laissant derrière elle, entre autres, le site de 20 hectares comprenant les bassins de décantation.

2.1.2. Site des bassins

Nous allons maintenant nous attarder à décrire le fonctionnement et l'utilisation des bassins de décantation lorsque l'usine était encore en activité. Il est fondamental de bien comprendre chaque étape de ce processus pour analyser et interpréter certains résultats et, dans une optique plus pratique, de connaître au mieux le réseau complexe de tuyauterie entre les plans d'eau et leur hauteur relative les uns par rapport aux autres. Tout d'abord, il est important de préciser que le terme de bassins d'épuration est une dénomination plus appropriée que celui de bassins de décantation car ces derniers ne représentent qu'une partie des bassins et du processus de traitement des eaux, celui-ci étant complété par les bassins de lagunage et d'aération. Cet amalgame entre bassins de décantation et d'épuration est donc généralement accepté pour autant

que l'on soit conscient que ceux-ci ne représentent qu'une partie du site et du processus d'épuration. Nous allons donc maintenant détailler quelque peu les différents procédés du traitement des eaux.

La décantation : Cette étape est caractérisée par la séparation physique de l'eau utilisée pour le lavage des betteraves, et des divers constituants solides dont elle s'est chargée durant cette phase de nettoyage (cailloux, terre, résidus de végétaux). La décantation va donc être réalisée dans une suite de bassins où les sédiments les plus lourds vont se déposer en premier et les plus fines particules se déposeront à la fin de cette succession (Abraham 2002) . Ce n'est qu'après cette étape que l'eau aura retrouvé une certaine clarté et pourra à nouveau : soit retourner à l'usine pour une nouvelle étape de nettoyage des racines sucrières, soit retourner à la rivière (sous certaines conditions de pureté et de quantité) ou encore être stockée dans un plus grand bassin (dit de stockage) où elle servira de réserve la nouvelle saison. L'usine de Frasnes offrait une dernière possibilité : si l'on estimait que cette eau n'était pas encore assez « propre » et réutilisable, elle pouvait poursuivre son périple dans une seconde série de bassins (**bassins d'aération**) où la digestion des matières organiques restantes pouvait se produire dans des conditions d'aérobie (oxygénateurs).

Le lagunage : Ce procédé vise en réalité les eaux internes à la sucrerie (eaux de refroidissement, lavage des cheminées...). Ces eaux se sont chargées en éléments organiques au cours des différentes étapes décrites dans le paragraphe ci-dessus (Abraham 2002). Nous n'allons pas nous attarder à la description de ce procédé assuré au sein même du site de l'usine puisque nous ne retrouverons pas de bassin de lagunage proprement dit à côté des bassins de décantation.

Cette mise au point nous permet donc d'attribuer le nom de bassins de décantation, sans risque d'amalgame, aux différentes étendues d'eau que l'on retrouve sur le site même si parmi elles, on peut encore distinguer les 4 bassins d'aération et le grand bassin de réserve.

Nous allons maintenant détailler les différents circuits que l'eau chargée de boue venant de l'usine pouvait emprunter pour décanter.

La carte (reprise en annexe 2) schématise les différents circuits, les pompes situées sur le site et la destination des différents flux d'eau. Cette même carte nous permettra de fixer définitivement la numérotation des bassins qui sera conservée tout au long de ce travail.

Les eaux chargées de boue arrivaient de l'usine par conduits et se déversaient dans le bassin n°1 ou le bassin n°2. A partir de là, toutes les eaux convergeaient vers le bassin n°12 selon plusieurs parcours que nous allons évoquer brièvement. Le premier circuit consistait à faire

passer l'eau du bassin n°1 au bassin n°12 en passant chronologiquement par le 6-8-9 (circuit primaire). Le parcours secondaire commençait au bassin n°2, passait par les bassins 3-4-5-6-8-9 pour arriver finalement au bassin n°12. Un dernier procédé permettait de décharger le bassin n°1 en cas de surplus via un trop-plein qui alimentait le circuit 7-10-11-12. Ces trois circuits principaux menaient donc les eaux venant de l'usine jusqu'au dernier bassin de décantation du site. Nous avons ajouté sur la carte les autres connections entre les bassins (2-5, 6-9) qui donnaient encore d'autres possibilités à l'usine de diriger ces eaux à travers les bassins. Ces différents circuits que nous venons de détailler ne faisaient intervenir aucune pompe ; la simple différence de niveaux des bassins permettait à l'eau de s'écouler de l'un dans l'autre.

Comme nous l'avons évoqué dans la description des bassins de décantation, plusieurs destinées étaient possibles pour l'eau ayant terminé son processus de décantation. Une première pompe pouvait renvoyer l'eau à l'usine si cela était nécessaire et si elle présentait une qualité assez bonne pour réalimenter le circuit de nettoyage des betteraves (une station mesurait en permanence la qualité de l'eau du bassin n°12). Si l'eau ne répondait pas aux normes de qualité fixées par l'usine, elle était envoyée via une autre pompe dans les bassins d'aération A0 et par la suite, toujours par simple écoulement gravitationnel, dans les bassins A1-A2-A3 où la digestion des matières organiques se poursuivait. En A3 se trouvait une nouvelle pompe qui pouvait envoyer l'eau dans les bassins n°6, A0, S1 et 2. Le grand bassin S1 servait de réserve d'eau dont l'usine avait besoin en quantité importante lors de la saison suivante. La pompe du bassin A3 est donc relativement importante car elle permet à elle seule d'alimenter quasiment tous les bassins du site via le bassin n°6 et 2 et de plus, grâce aux vannes disposées sur chaque bassin (carte en annexe 3), il était possible de réguler le niveau des eaux. La dernière pompe du site se situe dans le bassin S1 et servait à rejoindre les différents circuits pour que l'eau retourne vers le bassin n°12 et ensuite vers l'usine.

La compréhension de ces différents circuits et des différents réseaux de pompes est essentielle car ils offrent une opportunité quant aux aménagements futurs et en particulier celui de la gestion des différents niveaux d'eau. Nous reviendrons sur ce point dans les propositions d'aménagement émises à la fin de ce travail.

Toutes ces boues et sédiments accumulées d'année en année ne pouvaient rester dans le fond des bassins de décantation sans risque d'envasement. Les digues elles-mêmes sans surveillance pouvaient menacer de se fissurer et de s'écrouler. Cette terre qui sera curée servira entre autres à consolider les berges, qui s'élèveront au fil des curages et des années, mais deviendront donc de plus en plus fragiles et vulnérables par exemple aux terriers de certains rongeurs (tel : le rat musqué). La végétation naissante sur ces berges est donc un atout pour la sucrerie car elle aide à fixer ces berges instables. L'usine prêtait donc un intérêt particulier à ne

pas traiter avec des herbicides le site de décantation des eaux pour faciliter l’envahissement des berges par la végétation caractéristique des endroit rudéraux (mauvaises herbes).

2.1.3. Intérêt pour la biodiversité

Les milieux naturels primaires ont pratiquement tous disparus, par l’action, directe ou indirecte, de l’homme. Il est pourtant bien plaisant de remarquer que, dans certaines conditions particulières, l’homme peut créer, par son activité (industrielle dans le cas qui nous intéresse), des milieux de substitution offrant un refuge insoupçonné à la faune et à la flore. Il est bien sûr à noter qu’à la base de ces différents projets et durant toute la vie « industrielle » de ces milieux particuliers, aucune considération intégrant la nature dans son sens le plus large n’était prise en compte ; ce n’est que par la volonté de cacher le site qu’on planta des arbres, par celle de ne pas voir les berges s’effondrer que l’on laissa la végétation reprendre ses droits et bien par une bienheureuse ignorance qu’on laissa une richesse insoupçonnée prendre place au milieu de ces bassins. Heureusement, certaines personnes plus sensibles à la thématique et aux problèmes liés à l’environnement peuvent par leur propres initiatives, redonner une seconde vie à ces milieux si particuliers. Les bassins d’épuration, bien que d’origine entièrement anthropique, peuvent donc être considérés comme des zones humides à part entière et les différents bassins de décantation ou de lagunage peuvent volontiers se voir attribuer la dénomination d’étendues d’eau douce stagnante et permanente. Ces bassins d’épuration ont une origine assez récente (trentaine d’années) mais dans de nombreux cas ont déjà prouvé leur intérêt faunistique surtout quant aux milieux qu’ils offrent à l’avifaune sédentaire ou migratrice liée de près ou de loin aux milieux aquatiques (bassins de décantation d’Eghezée-Longchamps, de Tirlemont , de Waremmе,...) (Abraham 2002).

2.1.4. Cartographie du site

L’utilisation de cartes vectorielles ou de photos aériennes du site a d’abord été nécessaire pour la méthode choisie dans le cadre de l’analyse de l’avifaune ; celle-ci sera décrite plus tard. Il s’est aussi avéré que la représentation de certains résultats à l’aide de la cartographie se révélait plus judicieuse que les textes descriptifs qui les auraient remplacés. Ces représentations synthétiques des résultats obtenus sont aussi plus exploitables pour les personnes amenées à en tirer les conclusions et décisions pour l’aménagement du site. Les données vectorielles permettent en outre d’accéder à de nombreuses données métriques (aire, distance, périmètre...) qu’il serait fastidieux de mesurer sur le terrain.

Ces données IGN vectorielles et photos aériennes fournissent incontestablement un support idéal pour organiser, analyser, synthétiser et montrer les informations collectées sur le terrain en tenant compte de l'espace et du temps (Niemi & McDonald 2004).

Les données vectorielles concernant le site ont été commandées à l'institut géographique national situé à Bruxelles. Les photos aériennes du site ont été obtenues via le PPNC (Plans Photographiques Numériques Communaux) sur le site de la région wallonne.

3. Monitoring et indicateurs

Dans cette partie, nous allons décrire les différents outils dont nous avons dû nous équiper pour atteindre les objectifs évoqués dans l'introduction et que nous détaillerons dans un autre chapitre. De nombreux concepts et définitions seront explicités au mieux pour permettre une meilleure compréhension du reste du travail.

3.1. Indicateurs

Le retour des hirondelles qui annoncent le printemps est sans doute dans nos contrées le proverbe le plus connu reflétant le fait que l'homme, depuis bien longtemps, utilise inconsciemment une série d'indicateurs qu'il a immortalisés par des proverbes et dictons populaires qui ont traversé les siècles. Ce concept d'indicateur ne date donc pas d'hier mais les dernières décennies, accompagnées de leur conscientisation croissante quant aux problèmes liés à la biodiversité, ont remis ce concept d'indicateur au goût du jour et ont suscité de nombreux ouvrages et articles à son sujet.

3.1.1. Généralités

La perte des espèces, la détérioration de la qualité de l'eau, l'utilisation excessive des ressources naturelles, les changements climatiques, autant de faits qui ont motivé de nombreuses études, articles, ouvrages concernant les indicateurs biologiques. Le grand public de plus en plus sensible à ces problématiques environnementales exige d'être tenu au courant de la santé de l'environnement et de son avenir.

Le concept d'espèce indicatrice a donc fortement évolué et est d'application actuellement dans des domaines aussi variés que la vérification de l'application des lois anti-pollution des industries, l'évaluation de la qualité d'un habitat ou encore le monitoring de l'intégrité écologique de milieux divers (Niemi & McDonald 2004).

Le terme lui-même d'indicateur provient du latin *indicare* et signifie indiquer, montrer, signaler. Les indices biologiques nous donnent des informations concernant l'état et la qualité de l'environnement qui ne seraient obtenues par un autre moyen. Les espèces indicatrices sont donc des organismes dont les caractéristiques (présence/absence, densité, dispersion, succès reproducteur) sont utilisées comme reflet de caractéristiques ou d'état trop difficiles ou coûteux à mesurer directement (Landres *et al.* 1988)

Par ailleurs, les expressions d'indicateurs environnementaux et indicateurs écologiques ont souvent été utilisées de manière interchangeable alors qu'elles se réfèrent à deux réalités différentes.

Nous poursuivrons donc cette partie en définissant les termes auxquels nous allons être confrontés tout au long de ce travail tels que indicateurs environnementaux et écologiques, intégrité écologique ou encore les différentes classes d'indicateurs que l'on peut utiliser.

3.1.2. Définitions et caractéristiques

Les **indicateurs environnementaux** doivent refléter tous les éléments de la chaîne causale qui lie les activités humaines à leurs impacts ultimes et à leurs réponses sociales (Smeets & Weterings 1999). Leur utilisation est un outil majeur pour résumer, intégrer les éléments clefs des conditions environnementales et synthétiser l'immensité des données écologiques pour faciliter la prise de décisions au niveau politique (Niemeijer 2002).

Les **indicateurs écologiques**, eux, sont un sous-ensemble des indicateurs environnementaux qui s'appliquent aux processus écologiques (National Research Council 2000). Niemi et McDonald (2004) définiront les indicateurs écologiques comme une caractéristique mesurable de la structure (génétique, population, habitat, paysage) de la composition (gènes, espèces, population, communauté, type de paysage) ou de la fonction (génétique, processus écosystémique, interactions interspécifiques, perturbations...) de systèmes écologiques. Cette définition vient de la synthèse des deux définitions de l'US EPA (2002b) et de celle de Noss (1990).

Ces indicateurs écologiques peuvent être classés selon leurs attributs écologiques reflétant soit les conditions biotiques, les caractéristiques chimiques et physiques, les processus écologiques et les perturbations (US EPA 2002b). Ces dernières peuvent elles-mêmes être considérées selon leurs origines, qu'elles soient naturelles et faisant partie des processus fonctionnels de l'écosystème (le feu, la pluie, le vent, ...) ou anthropogéniques.

Néanmoins, le rôle premier de ces indicateurs écologiques est de mesurer la réponse du milieu aux perturbations anthropogéniques et pas nécessairement d'identifier spécifiquement ces désagréments causés par l'homme (US EPA 2002b).

L'intégrité écologique est, elle, définie comme la capacité d'un écosystème à supporter et maintenir une communauté équilibrée et intégrée d'organismes ayant une composition spécifique, une diversité et une organisation fonctionnelle comparable à une communauté similaire dans un milieu non perturbé de la région (Karr & Dudley 1981).

Maintenant que nous avons défini ces quelques termes, nous pouvons nous pencher sur la manière de choisir un indicateur, ce qui reste l'étape la plus délicate et la plus complexe dans la mise en œuvre d'un diagnostic écologique et d'un monitoring à plus long terme.

Cette étape est bien entendu nécessaire car il est aisément compréhensible que tout ce qui a un intérêt potentiel ne peut être mesuré (Noss *et al.* 1997).

Les indicateurs valables doivent être caractérisés par les éléments suivants : premièrement, ils doivent fournir un **avertissement précoce** d'une réponse naturelle dû à un impact environnemental ; ensuite ils doivent directement indiquer la cause du changement bien plus que simplement montrer l'existence de celui-ci ; ils doivent aussi fournir une **estimation continue** concernant une large gamme de perturbations et leur intensité ; et enfin, ils doivent être **mesurables facilement**, sans grand investissement, par des personnes non spécialistes comme dans le cadre d'un monitoring. Ces caractéristiques idéales d'un indicateur peuvent être recherchées à de nombreux niveaux d'organisation allant de l'espèce au paysage (Carignan & Villard 2001).

Au niveau de l'espèce, plusieurs catégories d'espèces indicatrices peuvent être décrites (Lambeck (1997) et Noss (1999)) :

Les espèces « clés » : regroupent les espèces dont les interactions fortes avec les autres espèces génèrent des effets qui sont corrélés avec leur abondance.

Les espèces « parapluies » limitées par la surface : sont les espèces qui nécessitent de grandes aires d'habitats appropriés pour maintenir une population viable et dont les exigences pour survivre sont susceptibles d'englober celles d'autres espèces associées. Ces espèces ont généralement de grande étendue d'habitats (ex : le loup, l'ours).

Les espèces limitées par la dispersion : sont caractérisées par une capacité limitée de dispersion entre les zones d'habitat (patches) ; ou présentent une forte mortalité si elles essayent de le quitter (insectes aptères, espèces liées à un microhabitat humide).

Les espèces limitées en ressources : sont les espèces qui requièrent une ressource spécifique qui peut atteindre des quantités limites d'un point de vue spatial ou temporel. Ces ressources incluent les arbres morts, les sources de nectar, fruits etc.

Les espèces limitées par un processus : représentent les espèces sensibles aux caractéristiques spatiales ou à la périodicité de processus écologiques comme le feu, les inondations, le pacage, la compétition avec des espèces envahissantes ou à la prédation.

Les espèces drapeaux : sont celles qui ont un fort pouvoir de persuasion pour la conservation vis-à-vis du grand public (ex : le panda géant, les baleines...).

Il est à noter que les catégories décrites ci-dessus ne s'excluent pas mutuellement, les espèces présentant des caractéristiques relatives à plusieurs catégories sont plus intéressantes dans le cadre d'un monitoring vu que la conservation des processus, des ressources et des attributs de l'habitat associés à ces espèces devrait coïncider avec la protection de ces mêmes éléments au bénéfice d'autres espèces similaires, écologiquement parlant.

Nous pouvons citer une dernière catégorie qui constitue les **guildes** utilisées comme indicateur. Ce terme fut défini par Root (1967) comme étant un groupe d'espèces qui exploitent la même classe de ressources environnementales et d'une manière similaire (Niemi et McDonald 2004).

3.1.3. Utilisation

Les indicateurs écologiques ont été utilisés à l'origine pour estimer l'état de l'environnement ou pour diagnostiquer la cause du changement environnemental. Les informations fournies par les indicateurs écologiques peuvent aussi être interprétées pour prédire de futurs changements, pour identifier les actions à entreprendre pour le rétablissement du milieu ou, s'il existe un plan de suivi au cours du temps, identifier les tendances ou modifications des indicateurs. Plus la complexité du système sous surveillance (*monitoring*) est élevée (grande échelle spatiale) ou l'échelle de temps considérée étendue, plus les coûts d'observation, d'analyse et de traitement des indicateurs seront élevés (Niemi et McDonald 2004).

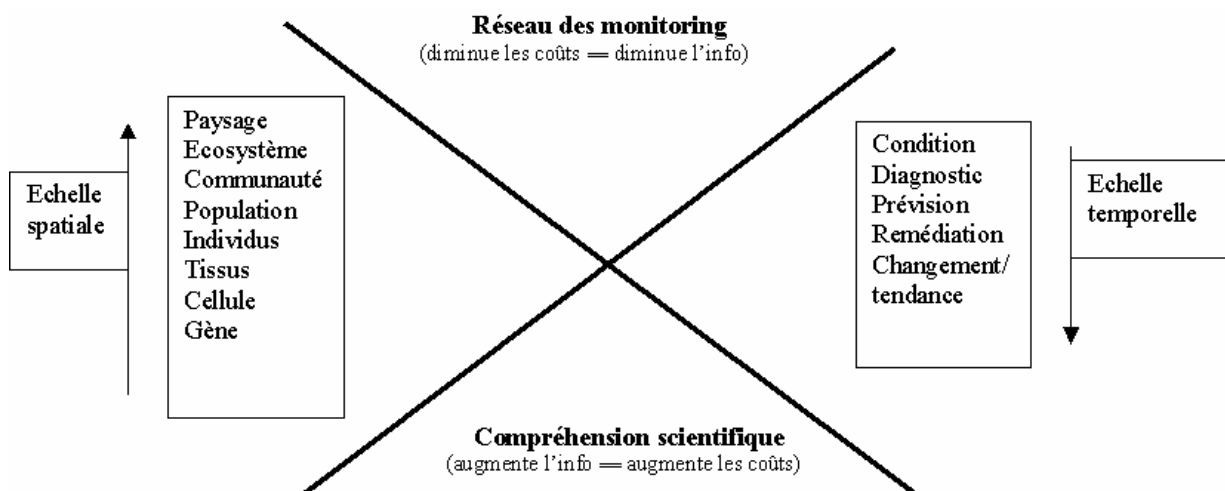


Figure 1: Illustration du compromis entre moyens disponibles et compréhension scientifique

La figure 1 illustre la suite des indicateurs écologiques (à gauche) pour lesquels une série d'évaluation est possible. Les contraintes rencontrées dans l'utilisation d'indicateurs écologiques à tous niveaux et pour tous types d'évaluation sont dues au manque de connaissance scientifique et à l'obligation venant des politiques d'établir des programmes de surveillance à petits budgets. Les objectifs du monitoring sont donc un compromis entre les moyens disponibles et la capacité à démontrer scientifiquement l'usage des indicateurs écologiques à une échelle spatiale et temporelle appropriée pour les objectifs de programme de surveillance (Niemi et McDonald 2004).

Une difficulté majeure réside aussi dans le fait de discerner la relation spécifique entre la perturbation, le stress envisagé avec la réponse de l'indicateur des autres stress environnementaux et donc plus largement de faire la différence entre les causes anthropogéniques et les sources de variations naturelles (Niemi *et al.* 2004).

Les indicateurs écologiques sont généralement développés par les scientifiques pour cibler des aspects de l'écosystème qu'ils croient importants pour l'estimation de l'état et de la qualité du milieu. Cependant, les dirigeants du monitoring ou les décideurs politiques ont besoin d'indicateurs appréhendables et facilement compréhensibles par le grand public ; idéalement, ces indicateurs devraient permettre : de révéler **les problèmes existants et émergents** et d'identifier **les actions anthropogéniques** menant à ces perturbations et enfin, de faciliter **la communication avec le public** (Schiller *et al.* 2001).

Les questionnements, les objectifs du programme de surveillance (monitoring) vont déterminer quels indicateurs écologiques doivent être utilisés (Dixon *et al.* 1998). Les indicateurs écologiques ont été sélectionnés du simple gène jusqu'au paysage tout entier. Les recherches doivent encore déterminer quelle part du spectre des indicateurs écologiques est pertinente pour les objectifs des différents programmes (Niemi et McDonald 2004).

C'est pourquoi l'étape déterminant les objectifs et attentes lors de l'élaboration d'un programme de surveillance est essentielle et doit mener à une série d'objectifs clairs et précis (Yoccos *et al.* 2001).

Les critères écologiques qui vont déterminer le choix de l'indicateur peuvent être appréhendés de deux manières différentes : l'une basée sur l'espèce et l'autre sur la communauté. La première approche concerne les choix se basant sur une espèce particulière ou sur un groupe d'espèces ; des données concernant les caractéristiques des espèces comme la densité de population, la dispersion, le succès reproducteur, les nécessités de ressources alimentaires ou d'habitats sont indispensables. L'approche basée sur la communauté est, elle, utilisée quand l'intégrité ou la qualité de l'habitat ou de la communauté est l'objet de l'étude. Les données

récoltées dans cette approche concernent la structure de la communauté, les processus comme le cycle des nutriments, la production primaire et secondaire et les facteurs régulant des cycles. Les deux approches demandent donc, chacune, des données spécifiques à l'espèce ou à la communauté et il est donc important de vérifier si l'une ou l'autre ou même les deux s'accordent avec les objectifs poursuivis (Landres *et al.* 1981).

3.1.4. Exemples

Les indicateurs les plus utilisés et reconnus font partie et incluent les plantes, les coléoptères, les invertébrés benthiques, les papillons, les amphibiens, les poissons, les oiseaux ou les mammifères. L'utilisation des invertébrés et des plantes doit cependant être considérée avec précaution car ils réagissent principalement aux perturbations sensibles à petite échelle et peuvent donc s'avérer inadéquats comme indicateurs de perturbations à grande échelle. De même, les espèces de taille supérieure peuvent être de piètres indicateurs si la perturbation considérée s'observe et n'a d'effets qu'à de petites échelles spatiales (Carignan & Villard 2001).

Murphy *et al.* (1990) avancent que le manque de recouvrement entre ces deux groupes peut refléter leurs différences en ce qui concerne le temps de génération, la vitesse d'accroissement des populations, la spécificité de l'habitat ; ces mêmes caractéristiques peuvent aussi expliquer la variabilité de temps nécessaire à chaque groupe pour réagir à une perturbation. Les oiseaux peuvent offrir un compromis entre ces deux extrêmes car ils montrent des réponses aux changements environnementaux sur une large gamme d'échelles spatiales. Ils sont aussi pertinents dans le cadre d'un monitoring car ils annoncent leur présence avec leurs chants et cris, ce qui les rend facile à détecter et à identifier. Ils peuvent être recensés efficacement à grande échelle et enfin, leur présence, abondance, et succès reproducteur sont influencés par la nature et la configuration des habitats environnants (Temple & Wiens 1989).

De nombreux auteurs défendent l'idée d'utiliser une grande variété d'espèces indicatrices dans les gestions et les plans d'aménagements de sites naturels ; plus particulièrement les assemblages qui incluent des espèces qui ensemble occupent une large gamme d'habitats, possèdent de larges exigences aux points de vue de la taille, configuration et structure de l'habitat et dépendent de certains processus écologiques montrant un large gradient de sensibilité aux modifications de l'habitat et aux perturbations des processus naturels. La protection de tel assemblage maintiendrait donc l'écosystème fonctionnel. De plus, les causes du changement environnemental ou de la perturbation peuvent être plus facilement identifiées et la variabilité naturelle dans le comportement de l'une ou l'autre espèce peut donc avoir moins d'influence sur le diagnostic du milieu (Carignan & Villard 2001).

Ce paragraphe nous mène naturellement à nous pencher sur la question du monitoring et de l'établissement d'un programme de surveillance à travers ces mêmes indicateurs.

3.2. Monitoring

Nous avons déjà évoqué à de nombreuses reprises dans le paragraphe précédent la notion de monitoring ou de programme de surveillance. Ces différents concepts, avec celui d'indicateur, sont tellement liés qu'il était difficile de ne pas en parler avant la partie consacrée à cette notion. Nous commencerons cependant par une autre définition qui nous mènera naturellement à la nécessité des programmes de surveillance ou monitoring.

3.2.1. Définitions et mise en place

Le mot **monitoring** signifie contrôler, vérifier, montrer. Celui-ci est essentiel pour : évaluer les effets des aménagements sur la ressource envisagée, justifier la dépense des fonds pour le contrôle de la pollution, l'entraînement et l'essai de nouvelles méthodes de gestion, la restauration des ressources dégradées, optimiser l'allocation des fonds parmi les gestions alternatives, augmenter les connaissances du système qui fait l'objet du monitoring, particulièrement au point de vue variabilité dans l'espace et le temps. Donc, le monitoring est essentiel pour gérer une ressource de manière responsable et efficace (MacDonald 1994).

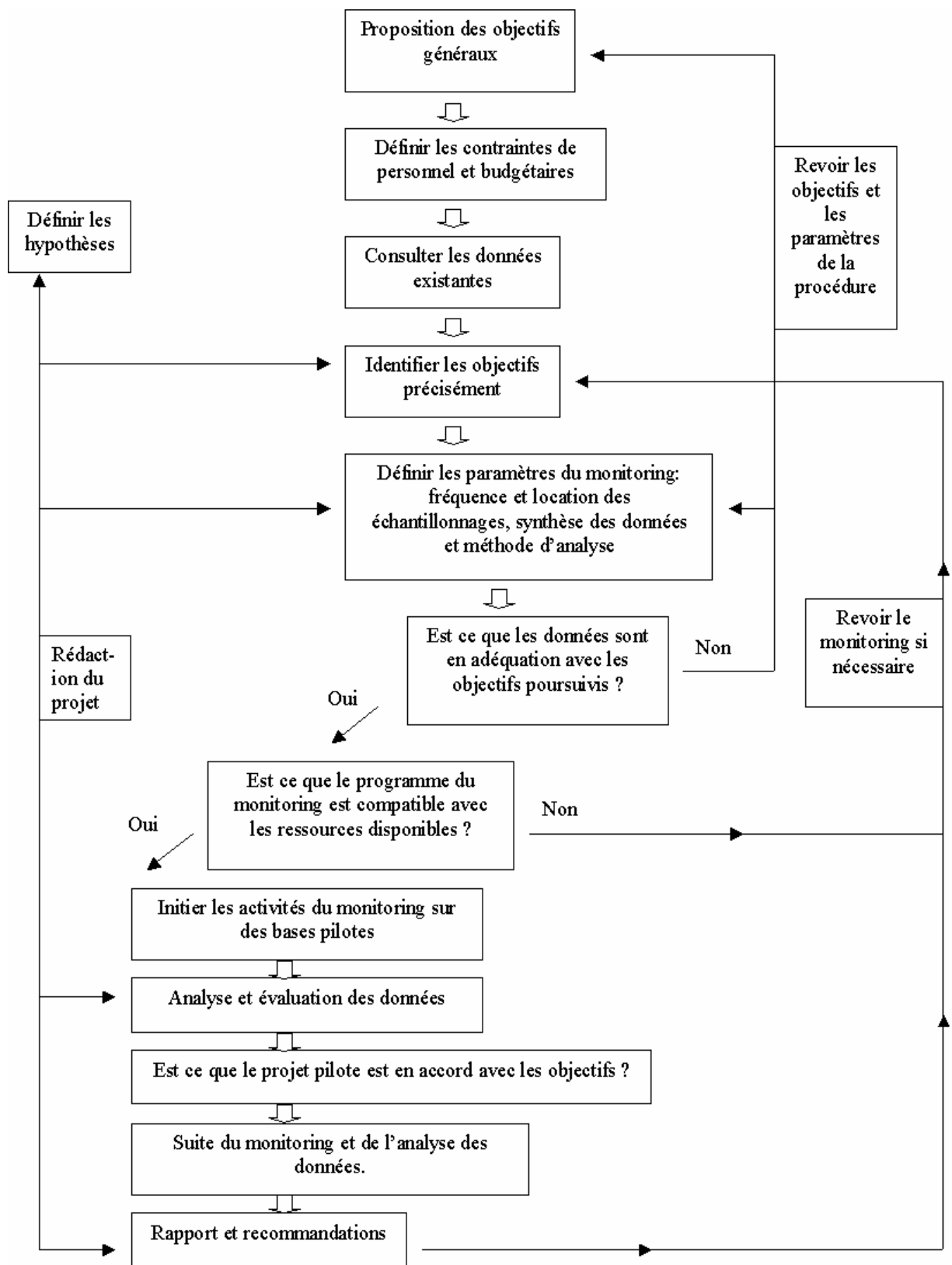


Figure 2: Procédure de mise en place d'un monitoring

MacDonald, Smart et Wissmar ont développé une procédure détaillée (Figure 2) pour mettre en œuvre et exécuter un monitoring. A la base, cette démarche a été entamée dans le cadre d'un monitoring sur les effets des activités forestières en Alaska sur les ruisseaux, mais le grand intérêt qu'à suscité cet article suggère que ces principes de base sont applicables plus largement et pour d'autres monitoring et à différentes échelles temporelles ou spatiales. Cette démarche est schématisée de manière linéaire et successive mais en réalité les étapes clés ne sont pas aussi distinctes et séquentielles. Les décisions prises à l'une ou l'autre étape influencent le reste du projet et ces répercussions à leur tour obligent une réévaluation des étapes antérieures. L'ordre même des étapes n'est pas figé dans le temps, selon le type de projet, elles peuvent s'inverser mais si l'une d'entre elles manque dans la composition du monitoring, cela entraînera des difficultés dans la réalisation de celui-ci (MacDonald 1994).

Nous allons décrire brièvement chacune de ces étapes nécessaires à l'accomplissement d'un monitoring.

- 1) **Proposition des objectifs généraux** : ce sont les responsables du projet qui jouent ici le rôle principal, ils ont le devoir de définir les priorités et d'accomplir les objectifs proposés. Il y a plusieurs raisons pour lesquelles ce sont les responsables qui prennent dans cette étape les décisions : premièrement, ce sont ces mêmes responsables qui sont impliqués financièrement dans le projet et sont donc plus à même de fournir un apport continu de subsides pour les objectifs qu'ils ont envisagés ; ensuite, si le *manager* du projet prend les décisions, il est plus vraisemblable que le projet engendre des informations utiles pour guider le monitoring plus que les aspects ciblés des spécialistes et finalement, celui-ci sera attentif au projet et attendra quelques résultats et donc cette position assure que le feed-back se fasse bien entre toutes les étapes du plan.
- 2) **Définir les contraintes de personnel et budgétaires** : c'est encore ici aux responsables du projet de définir ces paramètres car c'est toujours ces mêmes personnes qui apportent les subsides nécessaires à la réalisation du plan. Cette étape est nécessaire car elle assure que le projet soit bien réalisable.
- 3) **Évaluer les données et informations existantes** : c'est à cette étape que les spécialistes prennent le relais dans l'établissement du monitoring. Si des données venant du passé existent et qu'elles ont été récoltées selon les mêmes méthodes, alors les changements au cours du temps peuvent être estimés. L'existence de données antérieures est aussi importante pour ne pas répéter les mêmes efforts inutiles ou erreurs d'analyses.
- 4) **Formuler les objectifs spécifiques** : les expériences montrent que cette étape est la plus importante et la plus difficile de toutes les étapes prenant place dans l'élaboration d'un

monitoring. Les managers et les spécialistes doivent travailler ensemble pour assurer que ces objectifs soient réalisables financièrement et techniquement. L'importance de cette communication est souvent oubliée ou sous-estimée et cela peut mener à de nombreux problèmes. Cette étape reflète tous les compromis nécessaires entre le besoin de données et les coûts de récoltes et d'analyses de ces mêmes données. Les objectifs doivent être autant que possible les plus précis car ils vont influencer largement les paramètres du monitoring (fréquence et location des échantillons, les techniques d'analyses des données, et la durée du projet).

- 5) **Définir les paramètres du monitoring (fréquence et location des échantillonnages, procédures d'analyse)** : il est nécessaire de se poser quelques questions pour définir ces paramètres : Est-ce que le projet a pour but de détecter des changements à petite ou grande échelle ? Quelle est la variabilité de la population étudiée ? Ces variables doivent être cernées pour estimer la précision et l'exactitude des données récoltées.
- 6) **Tester le projet en utilisant des données réelles ou hypothétiques** : c'est sans doute le meilleur moyen de tester la faisabilité du projet et la pertinence des objectifs. Cette étape est rarement effectuée mais elle peut aider grandement à préciser les méthodes utilisées et à estimer si les objectifs sont atteignables. Le but est donc de prendre un jeu de données imaginaires et de vérifier si ces données remplissent bien les attentes du projet.
- 7) **Récolte des données et analyses** : généralement le besoin d'un protocole pour encoder ou vérifier les données n'est pas élaboré jusqu'à ce que les données s'accumulent, ceci augmente considérablement les risques que les données soient uniquement encodées et ne fassent jamais l'objet d'analyses concrètes. Il faut généralement plusieurs années avant de dégager une tendance d'où l'importance d'élaborer un plan ou un protocole selon lequel les données sont encodées et analysées.
- 8) **Déterminer les coûts du projet proposé** : si les objectifs sont estimés comme étant réalisables, la prochaine étape est d'évaluer le coût total en terme de temps de travail, d'équipement ou de dépenses extérieures. A ce point, le compromis entre les coûts et le besoin de données additionnelles devient évident. La balance entre les besoins du monitoring et les objectifs est clairement un processus itératif et c'est pourquoi le feedback est nécessaire entre les différentes étapes du monitoring et les personnes engagées dans ce projet. (Voir figure 3: (MacDonald 1994)).

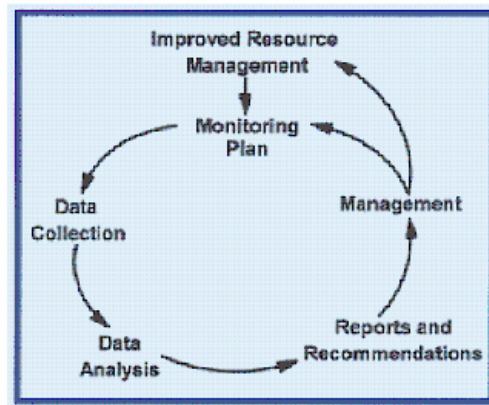


Figure 3: Processus itératif du monitoring (Mac Donald 1994)

- 9) **La rédaction du projet** : c'est à ce point que le projet de monitoring proposé peut être rédigé comme un réel plan de monitoring abouti. Généralement cette étape est avortée car les gens ne trouvent pas le temps et craignent que leur travail ne soit critiqué. En réalité, la rédaction du plan assure que le projet est bien réalisable et approprié. Cette rédaction est aussi un très bon outil éducationnel car il mène à des échanges d'idées et élargit les perspectives. De plus cette étape (et ce n'est pas la moins importante)diminue fortement les risques de problèmes et aident à maximiser l'efficacité du monitoring.
- 10) **Le projet pilote** : la prochaine étape est le début de la récolte des données, cette première phase prend place dans le projet pilote pour 4 raisons : premièrement par définition, le projet pilote est caractérisé par une certaine flexibilité pour ajuster les méthodes d'échantillonnage selon la variabilité observée sur le terrain ; ensuite, les données récoltées dans le projet pilote sont analysées rapidement pour indiquer si le projet est faisable tel qu'il est conçu. Troisièmement, la reconnaissance d'un projet pilote rend la modification du projet plus aisée et offense moins les réalisateurs initiaux du plan. Enfin, les projets pilotes forcent les rencontres entre les spécialistes, les managers et les techniciens et aident à la construction de l'équipe qui, à son tour, rendra le projet plus réaliste et pertinent.
- 11) **Le monitoring et l'analyse des données** : les conclusions et les enseignements de la phase pilote permettent au monitoring de passer dans une phase plus régulière pour ce qui est des échantillonnages des données. Durant cette période, les changements dans les procédures de prélèvements et de localisations de ceux-ci seront évités pour permettre les analyses statistiques, les comparaisons et la détection d'un changement ou d'une tendance. Il est important de noter les erreurs, les remarques et les points qui devraient

être améliorés car les équipes peuvent changer. Nous retrouvons encore ici l'importance d'écrire toutes les observations et les protocoles utilisés.

12) Le rapport et les recommandations : est l'étape finale et la préparation du rapport et des recommandations. Les résultats du monitoring se transforment donc en guidance utilisable par les responsables du projet. Le contenu et la fréquence des rapports dépendront des objectifs et du type de monitoring réalisé. Bien qu'il n'existe pas de format universel, la structure standard scientifique (introduction, méthodes, résultats, discussion et conclusion) est une excellente base. Un bon rapport de monitoring est complet, compréhensible sans connaissances ou pré requis, lisible et claire. Autant que possible, les données seront présentées sous forme de tableaux récapitulatifs ou de graphiques (MacDonald 1994).

Élaborer un monitoring requiert donc beaucoup d'efforts et de temps. Dans la plupart des cas, il y a une appréhension dans l'investissement de temps que demande la phase pilote parce qu'on veut directement commencer par l'échantillonnage des données. Si le projet pilote n'est pas appliqué comme expliqué ci-dessus, les données seront fausses ou incomplètes. Le développement et l'exécution des monitorings doivent être appréhendés comme un processus itératif, explicite et complexe. Nous insisterons encore une fois sur le fait que l'étape où les objectifs spécifiques sont arrêtés est la plus importante de toutes et correctement réalisée, elle augmentera les chances de succès du projet mis en place.

Ces quelques notions au sujet des indicateurs écologiques et des programmes de gestion nous aideront à définir les objectifs et les indicateurs considérés dans ce travail.

Partie 2 : Matériel et méthodes

1. Application concrète des concepts au projet

Suite aux différents concepts introduits précédemment, nous allons maintenant concrètement appliquer ces notions à notre site d'étude. Nous commencerons par approfondir les différents objectifs et autres éléments si importants et déterminants dans la suite des différents choix posés tout au long de ce travail. Nous exposerons ensuite le choix des indicateurs étudiés pour estimer le potentiel du site, qui s'inséreront dans le programme de surveillance du site dans les années futures.

1.1. Objectifs secondaires, contraintes et informations existantes

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, le choix des indicateurs est une étape cruciale dans la mise en place d'un diagnostic écologique et d'un monitoring à plus long terme. Ce choix doit intégrer une multitude de conditions et aboutit généralement à un consensus des différentes contraintes qui lui sont appliquées. Si l'étape du choix des indicateurs est capitale, celle de l'identification des objectifs poursuivis est encore plus déterminante et va influencer toutes les étapes qui lui succéderont. Dans le cadre de notre travail, l'objectif principal peut être décrit comme la volonté de préserver la zone des bassins d'épuration vu la richesse ornithologique qu'ils présentent d'une part et vu le type d'habitat menacé qu'ils représentent d'autre part, et de ne pas laisser ce milieu être l'objet d'autres projets qui n'iraient pas dans le sens de la protection de l'environnement. C'est de cette volonté qu'émerge le principal objectif du projet de réhabilitation de ces bassins. Il faut ajouter d'ores et déjà à cet objectif relativement écocentrique la volonté des dirigeants de ne pas réaliser sur ce site une réserve « sous cloche » de type sanctuariste qui n'a plus lieu d'être dans l'optique du réseau écologique expliqué dans l'introduction, mais bien une réserve où l'accessibilité par la population est aussi une priorité au même titre que sa protection.

Nous sommes donc déjà confrontés à deux objectifs principaux : l'un visant à sauvegarder et promouvoir par des aménagements la richesse biotique déjà présente sur le site et l'autre visant à sensibiliser la population à la problématique générale de l'environnement et de la conservation de la biodiversité. Ces objectifs de base accompagneront donc toutes les démarches et décisions ultérieures concernant l'étude, l'aménagement et plus globalement la gestion de ce site. Avant de détailler les objectifs secondaires et plus précis qui nous permettront de définir les différents paramètres du diagnostic et du monitoring, il nous faut passer par l'étape des contraintes personnelles et budgétaires auxquelles le projet est soumis et qui par la force des choses, aura

autant d'influence sur la suite du projet que les objectifs poursuivis. Il est évident que tout projet a pour but de limiter les dépenses, d'autant plus que le projet n'est qu'à ses balbutiements.

Les différents travaux et mémoires qui ont eu ce site pour objet n'ont quasiment rien coûté si ce n'est l'investissement personnel des différents étudiants. Même si un budget peut parfois être alloué pour ce genre de travaux, la recherche des moyens les plus parcimonieux dans la récolte des données et leur analyse, pour autant qu'ils soient en adéquation avec les objectifs poursuivis et la précision demandée, est un réflexe naturel lorsque chaque centime versé dans le projet est compté. Les limites imposées par le budget interviendront donc plus tard dans le projet lorsqu'il s'agira de mettre en œuvre les moyens nécessaires pour l'aménagement du site. Cependant un monitoring à long terme demande inévitablement de l'argent mais s'il est établi par une personne elle-même soumise à une restriction budgétaire, il est possible de minimiser les coûts pour la réalisation de celui-ci. Effectuer ces travaux de prospection et d'analyses par des étudiants dans le cadre d'un travail de fin d'étude ou par des ASBL naturalistes constituées de bénévoles par exemple est certainement le meilleur moyen d'éviter toute dépense inutile tout en s'assurant de résultats de qualité et une ouverture au public. Nous décrirons donc les méthodes utilisées dans ce travail pour qu'elles puissent servir de base éventuellement dans le futur et ainsi minimiser les coûts dus à l'échantillonnage et à l'analyse des données.

Il est nécessaire aussi de rappeler que les informations concernant cette zone d'un point de vue naturel ne sont que très récentes et principalement focalisées sur l'avifaune qu'on y rencontre. Les seules données existantes concernant, directement ou indirectement, le potentiel écologique de cette zone sont donc des observations d'ornithologues passionnés et éventuellement les analyses biologiques et physico-chimiques de la Rhosnes effectuées par la Région Wallonne. Il était nécessaire avant tout d'analyser le potentiel que pouvait présenter le site pour d'autres taxons faunistiques ou floristiques ; ce qui représentait donc le premier objectif secondaire à atteindre avant même d'évoquer la suite des opérations. Le choix des taxons à analyser sera bien entendu mis en relation directe avec la notion d'espèces indicatrices (ou communauté d'espèces) pour pouvoir à la fois servir d'informations complémentaires sur le site mais aussi comme point de départ du monitoring de ces mêmes espèces.

1.2. Choix des indicateurs

La **végétation** présente sur le site était sans doute le premier indicateur écologique à analyser car l'étude de celle-ci répond à de nombreux critères quant au choix des indicateurs : facilité de détermination de l'espèce, intérêt du grand public, relativement aisée à mesurer, coût

faible de prospection et enfin connaissance approfondie de l'écologie et des exigences des espèces végétales. La structure et la composition de la végétation nous apporteront de nombreux renseignements quant au passé du site et à son avenir. A partir des différents faciès et des espèces dominantes que nous allons observer, nous pourrons aussi déduire de nombreuses caractéristiques physique et chimique du milieu. La structure de la végétation et sa composition, en moindre importance, sont les éléments qui, avec la présence de pièces d'eau bien entendu, vont influencer toutes les autres espèces animales que l'on pourra trouver sur le site. Il est donc important d'analyser cette dernière et d'évaluer son évolution dans le futur pour pouvoir gérer au mieux le site dans les années futures.

Malgré les recensements exhaustifs constitués depuis la fermeture de l'usine concernant l'**avifaune**, aucun renseignement sur le nombre de nids, leurs emplacements, ou le succès reproducteur n'avait encore été répertorié ou cartographié en vue d'un suivi des populations. Ce travail était donc essentiel pour permettre un suivi et une analyse de l'impact des aménagements réalisés sur le site. Comme nous l'avons évoqué dans la théorie, l'avifaune offre un compromis dans sa sensibilité vis-à-vis des perturbations affectant la structure du paysage car elle réagit sur une large gamme d'échelles spatiales. L'étude des oiseaux et leur importance dans le monitoring sont confirmées aussi par leurs exigences graduelles quant à la qualité, la composition, la structure de l'habitat. Certaines espèces présentes sur le site peuvent donc être considérées comme des indicateurs clés et plus particulièrement comme des espèces parapluies, c'est-à-dire, dont la protection et la promotion par des aménagements spécifiques engloberaient celles d'autres espèces associées. Un exemple d'espèce indicatrice parapluie serait le grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis*) et le grèbe castagneux (*Tachibaptus ruficollis*), tous deux faisant partie de l'annexe I de la directive européenne "oiseaux", qui nichent sur les bassins. La population de mouettes rieuses (*Larus ridibundus*) y nichant également pourrait aussi intégrer cette catégorie et même constituer, pour le site, une espèce indicatrice drapeaux vis-à-vis de la population; même si cette espèce n'est pas en soi menacée, la présence d'une colonie nicheuse à l'intérieur des terres est assez rare et mérite une attention toute particulière (Jacob 1999). Le gorge-bleue à miroir (*Luscinia svecica*) qui a déjà niché sur le site, au moins une fois, est aussi un oiseau qui par sa beauté ne devrait pas laisser la population insensible. Nous remarquons donc que l'avifaune constitue pour plusieurs raisons une bonne ligne de conduite pour le plan de gestion de cette zone. Nous analyserons à la fin de ce travail et dans le cadre de la suite du monitoring quels aménagements pourraient favoriser le maintien de ces différentes populations et quels aménagements pourraient attirer d'autres oiseaux liés aux zones humides.

La richesse spécifique d'un troisième groupe faunistique sera analysée : les **odonates**. Les odonates regroupent les libellules (anisoptères) et les demoiselles (zygoptères) que nous avons l'habitude de croiser dans ce genre de milieu humide. L'étude de ces espèces est indispensable pour la connaissance et la gestion des milieux humides. Elles présentent, outre leur valeur esthétique, une facilité relative quant à la détermination. Les odonates comportant de bons bio-indicateurs, elles aideront à définir la typologie du milieu et, intégrées à l'étude des autres groupes (oiseaux, amphibiens et végétation), elles permettront de dégager des mesures de gestion adéquates et relativement précises.

Leur qualité en tant qu'indicatrices écologiques s'explique en outre par le fait que les odonates sont prédatrices tant à l'état larvaire qu'à l'état adulte et, de ce fait, se situent en haut de la chaîne alimentaire. La diversité et la richesse de ces prédateurs nous informeront sur la diversité des consommateurs primaires et des végétaux chlorophylliens présents sur le site (Deliry 1996).

Les résultats de ces trois analyses (végétation, oiseaux et odonates), auxquelles nous ajouterons celle effectuée sur les amphibiens, nous permettent déjà d'évaluer la richesse du site et de tirer certaines conclusions quant aux aménagements qu'ils seraient opportuns de réaliser pour maintenir les populations de ces taxons et promouvoir leur diversité.

Cependant nous manquons toujours cruellement d'informations sur la qualité même des eaux que l'on retrouve à la fois dans la Rhosnes, le cours d'eau qui traverse le site, et dans les 18 bassins de décantation. Pour pallier ce manque, deux indices ont été utilisés pour refléter la qualité de la Rhosnes : l'**IBGN** (Indice Biologique Global Normalisé) qui, à travers l'analyse de la population des macroinvertébrés benthiques, va nous permettre d'attribuer un score reflétant la qualité biologique générale du ruisseau et l'**IPS** (indice de polluosensibilité spécifique) qui, lui, prend en compte les populations de diatomées (algues microscopiques constituées d'un squelette siliceux) présentes dans le cours d'eau et permet aussi à travers une cote de refléter la qualité du cours d'eau. Ces deux indices sont complémentaires car les macroinvertébrés renseignent sur la qualité du cours d'eau (qualité et diversité) et de son eau (matière organique surtout), tandis que les diatomées sont sensibles aux pollutions organiques, nutritives (phosphore et azote), acides et thermiques (RNDE 2001).

Malheureusement, ces indices ne sont pas normalisés pour les milieux stagnants, le moyen le plus efficace et pertinent pour l'analyse des 18 bassins reste donc bien l'analyse directe des paramètres physico-chimiques de leur eau qui déterminera directement quels facteurs ou composants peuvent engendrer une perturbation du milieu. Des **analyses physico-chimiques** seront également effectuées sur la Rhosnes et viendront confirmer ou infirmer les valeurs obtenues par les deux indices (IBGN et IPS) et détecteront plus précisément la nature de la perturbation éventuelle.

2. Méthode d'échantillonnage et d'analyse

Nous allons décrire dans cette partie les différentes méthodes que nous avons choisies pour analyser les indicateurs que nous venons de décrire. Les quelques lignes ci-dessous expliquent brièvement la manière dont nous avons utilisé le support cartographique pour représenter certaines données.

Les données numériques relatives à la zone de Tournai datent de 1995-96, tandis que les prises du PPNC remontent elles à juin 2000. De ce fait, il nous est vite apparu en superposant ces données et cartes grâce au programme Arc GIS, que les bassins avaient subi quelques modifications non négligeables durant les six années qui ont séparé les prises de vues des données cartographiques. Il s'agit dans la plupart des cas de bassins modifiés ou de berges prolongées. Notre premier travail a donc été de modifier ces données vectorielles et de les corriger en fonction du PPNC de la zone plus récent. C'est à partir de cette correction que nous pourrions utiliser les données vectorielles comme support pour représenter les différents résultats obtenus. Ces représentations des différents résultats n'ont pas nécessité l'utilisation de GPS, toutes les observations sont reportées sur la carte à l'œil via la prise de repères fixes sur le terrain.

2.1. Végétation

Le livre de référence ultime pour la détermination de l'espèce et de son écologie est la cinquième édition de la « *Nouvelle flore de la Belgique du G.-D. De Luxembourg du Nord de la France et des régions voisines* » (Lambinon *et al.* 1973), mais quelques autres guides ont également été utilisés (références).

Le site des bassins est un terrain qui a subi durant plusieurs années de nombreuses perturbations dues aux activités de l'usine (passage de véhicules, curage des bassins et modifications des berges, niveau d'eau changeant,...). Nous devons donc faire face à une végétation typique des milieux perturbés et rudéraux.

2.1.1. Quadrats

Nous avons pu diviser le site en plusieurs catégories selon les différents faciès et espèces dominantes que l'on pouvait observer parmi ceux-ci, et dans un premier temps selon le type d'endroit même où nous nous trouvions (chemins, berges des bassins ou du ruisseau,...). Ces différentes catégories préalablement définies nous ont servi pour la suite de la méthode. Cette dernière se base sur l'utilisation de la technique des quadrats qui consiste à échantillonner une zone représentative du faciès dans lequel on se trouve et qui facilite l'attribution de caractéristiques quantitatives (recouvrement, densité...).

Comme nous l'avons déjà évoqué, l'utilisation des quadrats est la technique la plus courante quand il s'agit de décrire la végétation d'un milieu. Ces derniers sont généralement de forme carrée mais des quadrats rectangulaires ou circulaires peuvent aussi être utilisés. La taille du quadrat est excessivement importante dans ces analyses. La méthode utilisée pour définir l'aire minimale du quadrat est celle dérivée de l'école Braun-Blanquet. Cette technique repose sur les concepts d'aire minimale et de la courbe aire/espèces. Cependant cette technique n'est applicable que si l'emplacement du relevé est choisi délibérément et si la végétation est d'une grande homogénéité. De même la sélection d'une aire homogène présuppose des connaissances sur la végétation dont l'étude fait l'objet, ce qui est rarement le cas sur le terrain. Pour éviter cette méthode applicable sous certaines conditions, le type de végétation va pouvoir nous aider à déterminer une aire standard à utiliser selon que l'on soit dans une forêt ou un milieu ouvert (Kent & Coker 1994).

Le site des bassins est donc composé majoritairement de grandes herbes atteignant parfois 2 mètres de hauteur et se situe en milieu ouvert, à l'exception de la ripisylve encadrant à certains endroits la Rhosnes. Il est recommandé pour ce type de végétation de prendre un quadrat de 2 à 4 m². Pour la ripisylve, la technique des quadrats imbriqués (« nested quadrats ») a été choisie, elle met en place plusieurs grandeurs de quadrats selon les espèces considérées et nous a permis donc d'utiliser, le long de la Rhosnes, un quadrat de même grandeur que ceux utilisés sur les berges et chemins, les ligneux faisant l'objet d'une carte spécifique.

Sur le terrain, les quadrats ont été délimités par des piquets reliés entre eux par de la ficelle de couleur pour faciliter l'observation et la déduction des différents indices attribués à chaque espèce. Nous avons opté pour des quadrats rectangulaires (voir photos en annexe 4) de 2m sur 4m (8m²), cette forme rectangulaire nous a semblé plus judicieuse pour refléter la végétation du site qui présente des faciès de forme linéaire (chemins étroits, berges des bassins, long talus). Une aire assez grande par rapport aux normes décrites dans la méthode a été, elle, définie pour pallier à l'hétérogénéité que présente la végétation.

Plusieurs caractéristiques, paramètres et données ont donc pu être répertoriés et analysés dans cette zone délimitée sur le terrain. Les données de **présence/absence** et **d'abondance** ont été analysées pour chaque quadrat. Les données de recensement des espèces sont uniquement qualitatives mais dans notre étude, il est important, pour compléter la description et permettre aux analyses statistiques de nous éclairer sur les différents faciès, de tenir compte des abondances des espèces à travers leur recouvrement. Les mesures d'abondances sont classées selon qu'elles sont objectives ou subjectives. Dans notre analyse, le besoin de données objectives et plus précises n'était pas une nécessité dans la description de la végétation et l'estimation personnelle de l'observateur était suffisante. Le couvert sera estimé à vue selon les indices de Braun-Blanquet : + pour les recouvrement de moins d'1%, 1 pour ceux entre 1 et 5%, 2 pour 6-25%, 3 pour 26-50%, 4 pour 51-75% et enfin 5 pour un recouvrement de 76% et plus. Les autres paramètres décrivant l'abondance des espèces (densité, fréquence) ne sont pas nécessaires non plus dans notre analyse de la végétation.

La localisation des quadrats fut déterminée de manière aléatoire mais à l'intérieur d'une zone préalablement définie selon les différents faciès (espèces dominantes) rencontrés sur le site (stratified sampling) et selon la nature de l'endroit à analyser (berge, chemin, ripisylve..) (Kent & Coker 1994).

Cette première étape nous a permis d'identifier clairement, après quelques analyses statistiques (ordination des quadrats et calcul de la valeur indicatrice pour chaque espèces), les différentes zones de végétation homogène et d'extrapoler celles-ci à tout le site pour permettre la réalisation d'une carte synthétique de la végétation du site par extrapolation des différents faciès et groupements végétaux que nous allons analyser.

Deux autres cartes spécifiques concernant les ligneux et les espèces exotiques envahissantes ont été réalisées dans le but de clarifier les cartes et de faciliter l'analyse de celles-ci.

Enfin, une liste exhaustive des espèces rencontrées depuis la fin de l'hiver sur le site et ne figurant pas dans les celles recensées parmi les différents quadrats a été dressée pour compléter au mieux l'information concernant la végétation du site.

2.1.2 Analyse

Les différents quadrats (semaine du 5/07/2007) analysés ont été synthétisés dans un tableau Excel reprenant toutes les espèces observées avec leur indice de recouvrement. Ces résultats ont été soumis à une ordination selon la méthode de Ward. Cette méthode permet de regrouper hiérarchiquement un certain nombre d'éléments (dans notre cas, les quadrats). Cette

méthode tend à regrouper les éléments en minimisant la somme des carrés des erreurs. La somme des carrés des erreurs est définie comme la somme des carrés des distances de chaque élément par rapport au centre de son groupe. En minimisant la variance intra-groupe, nous avons donc obtenu des groupements de quadrats classés hiérarchiquement que nous avons ensuite interprétés (McCune & Grace 2002).

A l'intérieur de cette analyse d'ordination, sont venues s'ajouter les valeurs indicatrices des différentes espèces basées sur l'abondance relative de celles-ci et leur fréquence relative (développé par Dufrene et Legendre en 1997). Une espèce sera considérée comme indicatrice d'un groupement si elle présente à la fois une spécificité (ne se retrouve pas dans les autres groupes) et une fidélité à ce groupement (se retrouve dans tous les relevés du groupe). Ces statistiques nous ont fourni une base pour continuer notre travail et nos interprétations quant à la végétation présente sur le site. Nous avons présenté un tableau récapitulatif (annexe 24) reprenant les différents résultats statistiques et les modifications que nous y avons apportées en fonction de nos connaissances sur l'écologie des espèces présentes et sur la nature du terrain. Ces analyses ont été effectuées à l'aide du programme PC-ORD version 4.25.

2.1.3. Représentations

Le repérage sur une carte des différents quadrats effectués permettra dans les années futures d'observer l'évolution de la composition floristique et de la structure de la végétation des différentes zones des bassins (quadrats permanents) et s'inscrit directement dans le programme de monitoring du site (Kent & Coker 1994). Cette carte est reprise en annexe 12.

Les espèces faisant partie de la strate arborescente et arbustive ont été pointées individuellement sur la carte vu leur concentration peu élevée et se retrouvant surtout autour de la Rhosnes et du bassins S1.

De même, les espèces envahissantes présentes sur le site ont fait l'objet d'une carte particulière représentant leur distribution. Pour terminer cette partie, nous avons analysé aussi la répartition spatiale de quelques espèces de plantes aquatiques qui prolifèrent sur les bassins mêmes.

2.2. Avifaune

Cette partie concerne la méthode utilisée pour l'analyse de l'avifaune présente sur le site des bassins. Le livre de référence utilisé pour cette partie est « *Les oiseaux d'Europe* » (Jonsson 1993).

2.2.1. Territory mapping

La méthode utilisée pour analyser la communauté de l'avifaune est le « territory mapping ». Cette méthode consiste en une série de visites sur le terrain qui mènent à la détermination des emplacements des divers territoires des espèces nicheuses présentes dans la zone étudiée.

Cette méthode est la plus exhaustive quant aux informations qu'elle fournit comparée à un simple relevé d'observations.

Durant la saison de reproduction, les oiseaux, et surtout les passereaux, chantent énormément et montrent des comportements d'agressivité avec leurs voisins rivaux. Si la densité des oiseaux n'est pas trop élevée sur la zone d'étude, la localisation du territoire d'un individu nicheur peut être réalisée par une succession de visites durant lesquelles sont recensés les individus qui marquent leur territoire en chantant ou encore les escarmouches qui surviennent à la frontière de deux territoires.

Cette méthode s'inscrit dans la volonté de suivre les populations d'oiseaux nicheurs sur le site pour analyser les effets d'éventuels aménagements ; la simple liste exhaustive des oiseaux rencontrés sur la réserve (déjà disponible grâce aux nombreux ornithologues de la région qui suivent le site depuis la fermeture de l'usine) ne suffisait pas à apporter les éléments susceptibles d'orienter les futures décisions du groupe de pilotage.

Un maximum d'éléments concernant les relevés de données sur le terrain ont dû être standardisés car cette méthode induit un biais inévitable dû à l'observateur et aux comportements des oiseaux. Ils seront décrits par la suite.

La méthode exige un minimum de 8 visites espacées dans le temps d'environ une semaine pour pouvoir être présent lorsque l'espèce montrera le comportement le plus territorial et sera donc plus facilement repérable. Les heures qui précèdent le lever du soleil sont les plus optimales pour l'observation des oiseaux et de leurs activités (marquage de territoires, chants, activités de recherche) cependant quelques visites en après-midi ou soirée peuvent s'avérer complémentaires (Bidy *et al.* 2000).

Nous allons maintenant présenter les différents facteurs qui ont dû être mis en place afin de minimiser les biais et d'assurer une méthode reproductible dans le futur. Ces éléments concernent la première partie des analyses, c'est-à-dire celle qui cible les oiseaux sédentaires nicheurs et qui s'est donc déroulée du 5 mars au 1^{er} mai.

Dates, heures et temps de visite :

La plupart des visites ont été réalisées le matin à l'aube après la première heure qui prend place juste après le lever du soleil c'est-à-dire entre 7h00 et 7h30. Les observations s'étaient sur

environ 2h30 : temps nécessaire pour parcourir le circuit à travers les bassins et récolter les données sur les observations des oiseaux.

Facteurs externes :

La température, les conditions climatiques, la date, les heures de départ et de fin des observations ont été systématiquement relevées pour chaque visite pour limiter ou du moins cerner les biais dus à ces facteurs influençant l'observation.

Parcours et marche :

Le site était parcouru à pas lents à moins de 50 mètres de tous les points observés, comme le préconise la méthode. Le parcours était choisi aléatoirement pour éviter certains biais entraînés par les tendances à passer à chaque visite au même endroit et au même moment. Cette consigne était respectée à l'exception du début du parcours qui commençait systématiquement à l'entrée ouest du site le long de la ripisylve et qui pour l'autre partie du site (lorsqu'on traverse le ruisseau) se faisait de telle manière à ne pas être à contre jour pour faciliter l'observation des oiseaux. Le tour du grand étang a été réalisé aussi à certaines visites car certaines espèces se cachant dans berges n'étaient visibles et identifiables qu'en passant à côté d'elles pour les lever.

Support :

Les cartes servant de support pour le repérage des individus proviennent des données vectorielles du site auxquelles était ajoutée la photo aérienne pour faciliter le repérage des individus. Ces cartes imprimées étaient glissées dans deux fardes chemises qui nous permettaient à l'aide d'un feutre adapté de noter les observations et ainsi de récupérer les cartes pour la prochaine visite. Les fardes chemises, elles, sont conservées jusqu'à l'interprétation des résultats (voir photos annexe 5). L'échelle moyenne des cartes utilisées comme support pour la localisation des territoires et qui permet une précision de l'ordre de 10-20 mètres et est de 1/2500. Les cartes utilisées dans le cadre de ces relevés ont une échelle de 1/2500 et sont donc en accord avec la précision voulue par la méthode (Bidy *et al.* 2000).

Il est à noter que la photo aérienne et les différents points de repère acquis au fur et à mesure des visites augmentent grandement la précision du repérage des individus et nous nous trouvons donc dans des marges d'erreurs inférieures aux 10-20 mètres estimés par les auteurs.

Symbolisation :

Chaque espèce d'oiseau s'est vu attribuer une abréviation pour faciliter la prise de notes sur le terrain, ce diminutif provient généralement soit du nom français ou scientifique, ex : l'Accenteur mouchet était représenté par les lettres A.m. et la Mésange charbonnière par P.m.

(*Parus major*). A ces diminutifs était ajouté un symbole relatif au comportement, à l'âge, au sexe, à la situation de l'individu observé (voir annexe 6).

Nous pensions reprendre la même méthode de relevés de territoires pour les migrateurs nichant sur le site mais le manque de temps ne nous a pas permis de réitérer ces relevés. Les migrateurs nicheurs ont donc été observés lors des nombreuses visites effectuées sur le terrain visant l'étude des autres indicateurs (végétation, odonates, diatomées, etc.) mais n'ont pas fait l'objet d'un recensement systématique. Nous leur consacrerons néanmoins un paragraphe dans les résultats concernant l'avifaune.

2.3. Odonates

Nous détaillons dans cette partie la méthode utilisée dans le comptage et la détermination des odonates. La détermination des odonates s'est basée sur la « *Clés de détermination des Libellules de Belgique* » de Jeunes et Nature (Devillers & Bertrand 2007).

2.3.1. Méthode de comptage

La méthode utilisée quant à l'observation des libellules et demoiselles a été élaborée par Pollard en Grande Bretagne (Butterfly Monitoring Scheme). Cette méthode consiste à **identifier et compter** les individus observés le long d'un parcours effectué à pas lents.

A la base, seuls les individus à moins de 5 mètres de l'observateur sont répertoriés, au-delà de cette distance, la détermination de l'espèce est fortement liée à l'acuité visuelle et aux connaissances de l'observateur. Pour les odonates, aucune distance limitant les biais de l'observateur n'est imposée car ces dernières volent et se posent généralement à une certaine distance des rives et ne peuvent être identifiées et repérées qu'à l'aide de jumelles. Cette méthode permet donc d'obtenir des estimations d'abondance relative pour les espèces observées. Pour les odonates, le parcours à suivre longera généralement les rives du cours d'eau ou des pièces d'eau à analyser. Cependant les connaissances de l'observateur peuvent sans doute influencer les résultats, il est préférable donc que ce soit la même personne qui réalise les observations pour limiter les biais éventuels. La méthode préconise pour le comptage des adultes cinq visites qui s'étalent de fin mai à fin septembre (Goffart P. 2004). Quelques visites effectuées après la remise du mémoire compléteront donc ces données. Dans les différentes visites, un filet à papillons est utilisé pour déterminer au mieux l'espèce à l'aide de la clé.

2.3.2. Récolte des exuvies

La récolte d'exuvies abandonnées sur les pierres ou végétaux bordant le cours d'eau ou les plans d'eau peut s'avérer d'une grande aide pour identifier les habitats de reproduction et évaluer le niveau de la population. Cette méthode convient plus particulièrement pour les Anisoptères dont les exuvies sont facilement identifiables et observables. On peut donc facilement procéder à des échantillonnages standardisés en délimitant une zone de rive qui sera visitée de deux à trois fois durant la période d'émergence. Cette méthode s'avère même plus fiable que le comptage des adultes et en particulier pour les Gomphidés et les Cordulégastéridés (Goffart P. 2004).

2.4. Macroinvertébrés de la Rhosnes

Les paragraphes suivants expliquent la méthode utilisée pour la récolte et la détermination des macroinvertébrés benthiques de la Rhosnes.

2.4.1. Méthode générale

L'indice utilisé concernant les macroinvertébrés benthiques est **L'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)**, c'est cet indice qui est utilisé par la région wallonne pour déterminer la qualité hydrobiologique de nos cours d'eau (utilisé aussi en France et dans de nombreuses autres méthodes d'analyses de la qualité biotique des ruisseaux).

Cette méthode s'articule en trois étapes :

- 1) échantillonnage et prélèvement de la macrofaune benthique selon le protocole tenant compte des différents habitats caractérisés par le support et la vitesse d'écoulement.
- 2) Identification des invertébrés relevés.
- 3) Détermination de l'indice (IBGN) par site d'échantillonnage : indice allant de 0 à 20 et déduit en fonction de deux facteurs provenant de la liste des invertébrés capturés.

Ces deux facteurs sont le groupe faunistique indicateur (GFI) et la variété taxonomique rencontrée dans l'échantillon (nombre de taxon s récoltés).

En résumé, l'IBGN se calcule de la manière suivante : $IBGN = GFI + Classe\ de\ Variété - 1$ (AFNOR 2004).

2.4.2. Prélèvements

Les prélèvements doivent s'effectuer en dehors des conditions de crues et il est préférable d'attendre une certaine stabilité hydraulique. Certaines **conditions** sont à remplir pour utiliser cette méthode : tout d'abord, la station doit offrir un accès d'échantillonnage sur toute sa longueur et son fond doit être visible, la portion étudiée doit refléter la morphologie générale du ruisseau et doit comporter, si possible, une zone calme et une zone lotique. La zone d'échantillonnage doit mesurer au maximum 10 fois la largeur du cours d'eau. Enfin, la profondeur ne doit pas excéder le mètre et le courant doit permettre d'échantillonner la mosaïque d'habitats.

La mosaïque d'habitats doit être composée de 8 couples Substrat/Vitesse qui seront analysés. On échantillonnera prioritairement les supports les plus représentatifs et favorables à la faune benthique. Si le cours d'eau ne présente pas 8 couples différents support/vitesse, alors on complètera les habitats par des prélèvements effectués sur les supports dominants avec des classes de vitesse différentes.

Le matériel nécessaire à ces prospections est : une glacière pour le transport des pots de prélèvement, un décamètre, des gants, des cuissardes, un appareil photos numérique, gilets de sauvetage, les fiches de terrain, des pots en plastique par lots de 8 et du formaldéhyde 36%.

Pour les échantillons effectués en faciès lentique un haveneau de 1/20 m² avec filet à maille de 500 µm et tamis de 500 µm et 5 mm sont recommandés par la norme (AFNOR 2004).

Nous avons ajouté le tableau récapitulatif des différents couples substrat/vitesse susceptibles d'être rencontrés en milieu aquatique en annexe 7. Les indices correspondant aux différents substrats reflètent leur hospitalité croissante allant des supports les moins biogènes (0) à ceux les plus biogènes (9) (AFNOR 2004).

Pour les milieux lenticques, les échantillonnages effectués à l'aide d'un haveneau, se réalisent généralement par traction sur une longueur de 50 cm ou alors par mouvements de va et vient sur une même distance ; la profondeur est déterminée par la capacité du haveneau à prélever les organismes. On veillera aussi à bien nettoyer le matériel entre les différentes zones d'échantillonnage.

La conservation des organismes se fera tout de suite après l'échantillonnage en ajoutant 10 cm³ de formaldéhyde à 36 %. Cette dose peut être volontairement augmentée en fonction de la concentration de vase et de végétaux (AFNOR 2004).

2.4.3. Identification

L'identification des invertébrés se déroule en trois étapes : le lavage, le tri et l'identification.

Le lavage consiste à séparer les phases solides et liquides à travers un tamis. Il est important de prévoir un système de neutralisation des vapeurs de formaldéhyde. On repassera le contenu du tamis à l'eau claire pour éliminer le formol résiduel. On transverse ensuite le contenu du tamis dans une cuvette en vérifiant bien qu'il ne reste pas d'organismes dans le tamis. Ensuite, on peut commencer **le tri**, cette étape a pour but d'extraire les individus du substrat contenu dans l'échantillon. Pour ce faire, on récupère dans des boîtes de pétri de petites fractions du prélèvement duquel on retire un échantillon représentatif qui sera déterminé. On arrive donc à l'étape de **la détermination** des différents taxons triés selon le niveau de précision demandé par la norme (voir ci-dessous). Le dénombrement des organismes est exhaustif jusqu'à 3 individus et 10 pour les familles repérées par un astérisque sur la liste faunistique. Au-delà, une image simplifiée de l'abondance relative est indiquée (AFNOR 2004).

2.4.4. Calcul de l'indice

Cet indice, comme expliqué au début de ce paragraphe, est calculé en fonction de deux paramètres caractéristiques de chaque relevé : la variété taxonomique est le premier paramètre et les groupes faunistiques indicateurs, le second. Selon les scores obtenus par l'échantillon pour ces deux paramètres, nous déduisons la valeur de l'IBGN. La formule permettant de déduire cette valeur est :

$$\text{IBGN} = \text{GFI} + \text{Classe de variété} - 1$$

Le tableau (annexe 8) résume les deux paramètres pris en compte lors de la détermination de l'indice. L'intersection entre la colonne représentant la classe de variétés de l'échantillon et la ligne comportant les taxons indicateurs nous indicera la valeur de l'IBGN. Les taxons suivis du chiffre 1 entre parenthèses sont les taxons qui doivent être représentés par au moins dix individus, les autres par au moins trois individus.

2.5. Diatomées de la Rhosnes

Une partie des informations suivantes provient de mes entretiens avec Robert Iserentant avec qui j'ai eu la chance de discuter des différentes techniques et méthodes applicables à l'analyse des diatomées. Nous expliquons donc ici la méthode de prélèvement et l'indice de qualité que nous avons choisis.

2.5.1. Méthode générale

Comme pour les invertébrés benthiques, un indice biologique des diatomées (IBD) existe pour les cours d'eau (AFNOR 2000). Comme pour l'IBGN, cet indice permet d'évaluer la qualité biologique d'une station, de suivre l'évolution temporelle de cette qualité et d'évaluer les conséquences d'une perturbation du milieu.

Les meilleurs mois pour réaliser l'échantillonnage des diatomées se situent entre mai et octobre afin d'éviter les périodes hivernales où les cours d'eau peuvent connaître des crues subites. Cependant pour le calcul de l'indice de qualité en fonction des espèces présentes, nous utiliserons **l'IPS (Indice de Polluosensibilité Spécifique)** car il tient compte de plus d'espèces et est plus sensible que l'IBD qui a été mis en place dans le cadre d'une grande campagne de relevés en France et a été simplifié en vue d'être réalisé par des non spécialistes des diatomées. Nous nous baserons donc seulement en partie sur la méthode de l'IBD pour le matériel et la méthode de prélèvement.

2.5.2. Prélèvement

Pour les substrats durs, nous avons utilisé une brosse à dent et un couteau pour gratter les substrats plus tendres. Les supports choisis pour l'échantillonnage doivent être accessibles et visibles. De plus, il faut éviter les couverts forestiers et les zones ombragées.

Un seul échantillon est nécessaire par station et quel que soit le type de support examiné (naturel, artificiel, introduit ou macrophytes). On privilégiera les supports durs et naturels aux supports artificiels ou végétaux (annexe 9). La surface totale à échantillonner est de 100 cm² répartis équitablement entre les échantillons. Les diatomées prélevées seront neutralisées sur le site même par du formaldéhyde à 10%. Deux prélèvements seront effectués sur le site, l'un en amont de la Rhosnes, l'autre en aval.

2.5.3. Analyse

Les échantillons sont laissés à décanter pendant quelques jours, puis on élimine le surnageant et l'on verse le dépôt dans un berlin en y ajoutant le même volume d'acide nitrique (40%). On laisse bouillir sous la hotte jusqu'à élimination de toute la matière organique (vapeurs brunes). On répète cette opération de deux à trois fois jusqu'à ce que le surnageant soit clair. Ensuite, on prélève quelques gouttes de la suspension et on les dépose sur une lame rectangulaire qu'on laisse sécher sur une plaque chauffante. On vérifie ensuite que l'échantillon contient une densité raisonnable de diatomées (une centaine par champ microscopique de grossissement 20 fois). Si la densité convient, on ajoute 2 gouttes de résine de montage (Naphrax en solution dans le toluène) et on laisse sécher à nouveau sur une plaque chauffante puis on laisse refroidir en appuyant légèrement sur le couvre-objet. La préparation est alors définitive et peut être analysée et rangée.

2.5.4. Calcul de l'indice

De nombreux indices concernant la qualité des cours d'eau et basés sur les diatomées existent mais la formule de base pour calculer ces différents indices restent la même et peut s'écrire comme suit :

$$\frac{\sum A_x \cdot V_{Sx} \cdot V_{ix}}{\sum A_x \cdot V_{ix}}$$

Avec A représentant l'abondance relative de l'espèce x, VS, sa valence saprobique et Vi, sa valeur indicatrice.

Le calcul de l'IPS a été réalisé par le programme OMNIDIA qui effectue donc cette opération pour chaque espèce présente dans les échantillons et calcule ainsi automatiquement le score relatif pour chaque indice.

2.6. Analyse physico-chimique des bassins

Cette partie décrit quels paramètres ont été choisis pour refléter la qualité des eaux des différents bassins et de la Rhosnes. Ensuite nous expliquons la manière dont nous avons procédé pour effectuer ces différentes analyses.

2.6.1. Choix des paramètres

Parmi la multitude des paramètres et facteurs analysables dans l'eau, nous avons dû nous focaliser sur certains d'entre eux qui nous semblaient plus judicieux pour refléter au mieux les caractéristiques physico-chimiques des eaux, tout en faisant attention à ne pas dépasser un certain budget. Parmi ces différentes analyses effectuées sur les différents bassins et sur la Rhosnes, nous avons procédé à la détermination de (Rodier J. 2005) :

La température : mesure de la chaleur ou de la froideur de l'eau exprimée en degrés Celsius (°C). Ce paramètre exerce une influence sur l'oxygène dissous et sur l'activité microbienne.

Le pH : la mesure de ce paramètre permet de définir l'état acide ou basique d'une solution. Ce dernier est influencé par la végétation aquatique, la nature des fonds ou encore l'activité microbienne.

La conductivité : exprimée en microsiemens par centimètre ($\mu\text{s}/\text{cm}$), elle définit la minéralisation d'une eau. Elle dépend de la concentration et de la mobilité des ions présents dans l'eau. Ce paramètre nous donnera déjà une bonne indication concernant la pollution des bassins et du cours d'eau.

L'oxygène dissous : exprimé en milligramme par litre (mg/l), cette analyse mesure la concentration d'oxygène contenu dans l'eau. La végétation et la quantité de matière organique l'influencent respectivement par la photosynthèse et l'oxydation produite par les bactéries.

Les matières en suspension : cette mesure exprimée en mg/l représente les différentes particules fines et solides en suspension dans l'eau. A forte concentration elles peuvent altérer la pénétration de la lumière.

L'azote total : cette mesure rassemble toutes les formes d'azotes présentes en solution (sauf l'azote gazeux). Cette mesure (mg/l) comprend donc l'azote ammoniacal, les nitrites, les nitrates et l'azote organique. Elle nous permettra de déduire l'azote organique qui est plus compliqué et coûteux à analyser.

L'azote ammoniacal : l'habitude veut que ce terme englobe les formes ionisées (NH_4^+) et non ionisées (NH_3). Ce paramètre (mg/l) traduit un processus de dégradation incomplet de la matière organique et peut avoir comme origine dans les eaux superficielles la matière végétale, la matière organique animale ou humaine, les rejets industriels ou encore les engrais.

Les nitrates : toutes les formes d'azote rencontrées sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates (mg/l) par oxydation biologique. Leur présence reflète donc l'origine d'une pollution organique antérieure en cours de dégradation ou l'apport direct d'engrais ou d'eaux usées domestiques.

Azote organique : cet élément toujours exprimé en mg/l sera déduit en faisant la différence des nitrates et de l'azote ammoniacale de l'azote totale, les nitrites étant présumés absents (ce qui a été confirmé par des analyses d'eau effectuées en octobre 2006).

Les phosphates : le phosphore (mg/l) peut se trouver sous différentes formes oxydées mais en milieu aqueux, on peut résumer leur présence aux orthophosphates (H_3PO_4). Les composés phosphatés sont essentiellement d'origine agricole, ils entrent dans la composition de nombreux engrais et se retrouvent dissous dans l'eau. Ils sont à l'origine du développement des algues et du phénomène d'eutrophisation.

La DCO (demande chimique en oxygène) : la DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques, biodégradables ou non. Cette mesure repose sur la quantité d'oxygène libérée par le dichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides, etc...)

2.6.2. Analyse des eaux

Toutes les analyses d'eau ont été effectuées en deux jours (25/07/07 et 26/07/07) sauf pour les matières en suspension qui demandaient une préparation plus longue (30/07/07).

La température, le pH, et l'oxygène dissous ont tous trois été mesurés sur le site même grâce à une valisette contenant les électrodes adéquates et l'appareil de lecture (annexe 9). Les échantillons d'eau provenant des différents bassins ont été prélevés à l'aide d'un arrosoir de cinq litres que nous lançons à l'aide d'une corde vers le milieu du bassin. L'eau était ensuite analysée sur le site même avant d'être stockée dans des bouteilles récupérées d'un litre et demi pour la suite des analyses en laboratoire. Les bouteilles ont été conservées dans un frigo durant la nuit qui a séparé le prélèvement des analyses. La conductivité a été mesurée avec le même appareil de mesure que celui utilisé sur le terrain ; pour des raisons pratiques, cette mesure n'a été effectuée que le 26/07/07. Les autres mesures chimiques ont été effectuées dans le laboratoire de Génie Biologique de l'Université Catholique de Louvain-la-Neuve. Les kits d'analyses ont été achetés à la société Merckx.

Partie 3 : Résultats

1. Végétation

Nous allons présenter dans ce paragraphe les différents résultats obtenus à partir de l'analyse des différents quadrats. Nous détaillerons déjà les différents groupements issus de cette analyse et nous terminerons cette partie en décrivant à l'aide de cartes, les ligneux, les plantes aquatiques et les espèces envahissantes présentes sur le site.

1.1. Groupements végétaux

Nous avons ici séparé l'analyse concernant les différents groupements issus de l'analyse statistique des quadrats, de l'extrapolation cartographique de ceux-ci.

1.1.1. Modifications

Nous avons encore apporté quelques modifications aux résultats qui nous ont été fournis par les analyses statistiques. Premièrement nous avons agencé (permutations de lignes) le tableau, selon les valeurs statistiques que nous avons à notre disposition, de manière à ce que les différents groupements végétaux puissent clairement s'identifier. Des espèces ont aussi été écartées volontairement des groupements car elles ont été jugées non-indicatrices vu leur présence restreinte au sein d'un seul quadrat (espèces accidentelles).

Nous allons maintenant décrire à l'aide de nos données floristiques et statistiques les différents groupements qui ont été analysés par l'ordination. Nous essaierons au maximum d'interpréter les résultats obtenus et de les assimiler aux conditions édaphiques particulières du site.

Le tableau récapitulatif et intégrant les statistiques ainsi que les modifications se trouvent en (Annexe 24).

1.1.2. Différents faciès

Le premier groupe qui se détache clairement des autres est celui que nous qualifierons de groupement de **Berges**. Ce groupe correspond aux quadrats n° 1,15,16,17,18 et 19. Les cinq derniers de ceux-ci reflètent la végétation que l'on trouve sur les berges des différents bassins situés dans la partie sud du site (au-delà de la Rhosnes). Cette végétation est très largement dominée par quelques espèces dont *Urtica dioica*, *Rumex obtusifolius*, *Cirsium arvense* et *vulgare* et la poacée *Arrhenatherum elatius*. Ces espèces à elles seules dominent toutes les berges des bassins, qu'elles soient orientées au sud comme au nord (voir photos annexe 10). Parmi ces

espèces dominantes, nous trouverons ça et là quelques pieds de *Lactua serriola*, *Matricaria maritima inodora* ou encore d'*Artemisia vulgaris*. *Galium aparine* et *Myosoton aquaticum* trouveront aussi un support pour croître au milieu de cette végétation dense.

Le seul quadrat échappant quelque peu à la suprématie de ces compétitrices et en tout cas où nous allons retrouver une plus grande diversité est le quadrat n°1 qui se situe sur la première digue intérieure du grand bassin et qui reflète l'ensemble des berges de ce même bassin (annexe 10).

Il est probable que cette différence vienne du fait que le grand bassin n'était pas soumis aux curages répétitifs et donc au rehaussement des berges par les boues sédimentaires qui se déposaient tout au long du parcours des eaux de lavage dans les autres bassins. L'explication de la domination des quelques espèces sur les autres berges découle de ce même procédé qui rendait ces zones extrêmement rudérales et riches en éléments nutritifs. Ces deux paramètres expliquent le caractère envahissant de ces plantes hautement compétitrices.

La digue intérieure du grand bassin a sans doute moins subi l'influence de ces deux paramètres ou en tout cas juste ce qu'il fallait pour que d'autres espèces puissent s'y développer. Nous retrouverons par exemple : *Lycopus europaeus*, *Scrophularia nodosa* ou encore *Lythrum salicaria*. Un large tapis de lierre (*Glechoma hederacea*) pourra aussi prendre place sur cette berge au caractère un peu moins rudéral que celles décrites ci-dessus. Dans la représentation cartographique des différents faciès, nous accorderons aux berges du bassin S1 un statut particulier car nous estimons que celles-ci, malgré leur composition similaire à celles des autres berges présentent néanmoins une plus grande diversité floristique.

Nous allons maintenant passer à l'opposé du tableau et décrire le groupement que nous dénommerons : **ripisylves**. Comme son nom l'indique, ces quadrats sont situés sous les arbres et arbrisseaux que nous allons trouver essentiellement sur les berges de la Rhosnes. Pour pouvoir garder la même surface utilisée pour les autres quadrats, nous nous sommes donc focalisés uniquement sur la strate herbacée de ce deuxième groupement (les ligneux faisant l'objet d'une carte spécifique).

Les quadrats n°11,12 et 14 sont donc caractérisés par une flore en partie à caractère plus forestier qui les distingue clairement de la composition des autres quadrats. Le quadrat n° 11 situé sur une berge de la Rhosnes exposé au sud est très clairement le plus riche pour ce qui est de ces espèces à caractères semi-forestiers, nous trouverons parmi celles-ci : *Alliaria petiolata*, *Anthriscus sylvestris*, *Epipactis helleborine helleborine*, *Geum urbanum*, *Geranium robertianum* ou encore *Stachys sylvatica*. La présence de *Urtica dioica* est bien entendu toujours sensible, cette espèce est d'ailleurs présente dans la quasi-totalité des quadrats. Les quadrats 12 et 14, exposés cette fois-ci à la face nord du ruisseau sont eux moins riches en espèces mais présentent les mêmes caractéristiques qui permettent de les classer dans le groupement de la ripisylve. Leur allure

générale est dominée par le tapis du faux lierre (*Glechoma hederacea*) dans lequel croissent quelques plantules de *Quercus petraea*. Nous retrouverons un faciès similaire à ceux des quadrats 12 et 14 sous les sureaux entourant le bassin A0. Nous tiendrons compte de cette différence lors de l'extrapolation des groupements sur la carte.

L'exposition sera donc le facteur limitant pour ce qui est de la richesse floristique des berges du ruisseau. Nous verrons plus tard l'effet d'une trouée ou le changement de composition lorsque le couvert des phanéropytes est absent. Nous analyserons aussi à quel groupement phytosociologique cette forêt ripicole se rapproche le plus ou quel serait son potentiel dans le futur.

Concentrons-nous désormais sur un autre groupe défini par l'ordination qui, à première vue, semble plus difficile à appréhender. Ce groupe est à la fois composé de berges, les unes le long du ruisseau pour les quadrats n°8, 9 et 13 et le long du grand bassin pour le quadrat n°10, et de chemins se situant entre les bassins de décantation.

Nous allons tout de suite séparer les chemins et les berges, du moins pour l'analyse de la végétation. Nous verrons ensuite pourquoi ces quadrats sont finalement classés dans la même catégorie que nous appellerons **Chemins/Berges**. Comme nous l'avons dit, la ripisylve ne s'étend pas sur toute la longueur du ruisseau et des quadrats comme ceux numérotés 8, 9 et 13 se situent justement dans ces zones encore vierges de ligneux. Le quadrat 13 est l'exemple type de ces zones, une végétation toujours dominée par les orties et le fromental mais qui se démarque du groupement « Berges » par ses espèces co-dominantes telles que *Lolium perenne*, l'envahissante *Impatiens glandulifera*, la grande *Phalaris arundinacea* et le tapis de *Glechoma hederacea* qui lui se retrouve généralement sur toute la longueur des berges du ruisseau. Encore une fois les berges du ruisseau gardent le caractère rudéral et riche que présente le site mais de manière moins extrême que rencontré sur les berges des bassins de décantation.

Les trois autres quadrats (8, 9 et 10) ont été analysés pour leur faciès spécifique déterminé par l'espèce dominante l'intégralité du quadrat. Nous avons besoin de ces trois relevés pour pouvoir rendre compte de la réalité du terrain lors de l'extrapolation de groupement de végétaux. Les trois espèces sur-dominantes pour les quadrats 8, 9 et 10 sont respectivement *Rubus sp.*, *Urtica dioica* et *Petasites hybridus* (photos en annexe 11).

La composition générale ne change donc pas significativement mais une espèce ressort particulièrement du lot floristique par son recouvrement quasi-total de la zone considérée. Pour ce qui est des quadrats 4, 5 et 6 qui complètent ce groupement et sont représentatifs d'une partie des chemins qui contournent l'entièreté des bassins de décantation, une autre hypothèse est à émettre concernant leur similitude avec les berges du ruisseau. Ces chemins sont caractérisés par leur proximité avec les berges dont nous avons décrit la végétation dans le groupement « berges ». De ce fait, on retrouve une forte influence de certaines des espèces dominantes

comme l'ortie ou le fromental et dans une moindre mesure, les cirses. Parmi les autres espèces qui vont profiter de l'espace laissé libre entre ces compétitrices, nous retrouverons *Symphytum officinale*, *Phragmites australis*, *Geranium dissectum* ou encore *Dactylis glomerata*. Les raisons sont donc similaires quant au caractère rudéral moins accentué sur ces chemins coincés entre deux berges ou sur les berges du cours d'eau qui permettent à d'autres espèces de proliférer.

Passons maintenant au dernier groupe où nous allons nous affranchir, partiellement voire totalement, d'un paramètre qui jusqu'ici nous avait accompagné tout au long des différents quadrats, c'est-à-dire : l'humidité. Nous avons insisté sur le caractère rudéral et enrichi des différentes zones déjà décrites jusqu'ici mais il va de soi qu'elles partagent cet autre facteur qu'est la proximité de l'eau qui influence tout autant la végétation. Ce dernier groupe qui portera le nom de **Chemin** est caractérisé par un sol constitué principalement de gravas et de gravillons qui ont été vraisemblablement déposés sur ces chemins pour permettre aux engins motorisés de l'usine de parcourir le site.

Ces chemins ne sont donc plus sous l'influence des compétitrices présentes sur les berges et de l'humidité. C'est donc bien ici le facteur édaphique qui influencera les espèces végétales. Nous retrouverons comme espèces dominantes *Lolium perenne*, *Medicago lupulina*, *Plantago major*, *Poa trivialis*, *Trifolium repens* et *T. pratense* et nous retrouverons aussi le dactyle commun (*Dactylis glomerata*) qui est l'espèce commune à tous les chemins présents sur le site. Ces espèces confirment que l'influence de l'eau a pratiquement disparu vu son éloignement et le caractère rocailleux de ces chemins. C'est aussi la seule catégorie de végétation avec la ripisylve où le recouvrement des plantes n'est pas total.

Malgré ces différentes catégories définies au préalable et détaillées par les analyses statistiques, la richesse en éléments nutritifs et le caractère rudéral de cette zone influencent toutes les espèces recensées. Les autres facteurs secondaires comme l'exposition, la présence d'un couvert arborescent ou encore la nature du sol viendront limiter et déterminer les différentes zones que nous venons de décrire. Les trois espèces qui confirment le mieux ce caractère rudéral et enrichi du site sont *Urtica dioica*, compétitrice nitrophile présentes sur la quasi totalité du site, *Arrhenatherum elatius*, caractéristique des bords de chemins et des prairies amendées, et *Artemisia vulgaris* qui se développe aussi sur les sols rudéralisés.

Nous devons préciser qu'un milieu particulier (zones d'atterrissement des bassins n°1 et 2) sera cartographié alors qu'il ne figure pas dans nos résultats. Ceci est dû au fait que ce milieu est très peu représentatif des différents faciès rencontrés et n'a donc pas été analysé à l'aide des quadrats. Cependant, vu son importance au point de vue floristique et écologique, nous lui

accorderons un statut particulier sur la carte. Nous détaillerons ce milieu dans le paragraphe concernant le potentiel du site.

1.2. Représentation cartographique de la végétation

Comme nous l'avons mentionné à plusieurs reprises, la représentation de certains résultats à l'aide d'une carte synthétique se révèle être un outil indispensable pour appréhender la répartition des différents résultats analysés ci-dessous.

1.2.1. Extrapolation des groupements

La carte en annexe 12 synthétise les différents groupements de végétaux analysés sur le site et leur répartition. Cette représentation nous aidera dans nos diverses interprétations et entre autres pour estimer l'importance de chaque groupement sur le site.

1.2.2. Phanérophytes

Les cartes concernant les arbres et arbustes reprises en annexe 13 représentent tous les ligneux de manière individuelle ou groupée (par 10 ou 25) présents sur le site. La plupart de ces espèces sont arrivées de manière naturelle autour du ruisseau et des berges des bassins. Cependant tout le contour du grand bassin et quelques endroits sur le pourtour du site ont fait l'objet de plantations durant la période d'activité de la sucrerie pour offrir un écran naturel au site. Les plantules n'ont pas été cartographiées par souci de clarté.

1.2.3. Plantes aquatiques

La cartographie des plantes aquatiques (annexe 14) nous a semblé un choix judicieux car leur évolution peut refléter de nombreux facteurs physico-chimiques qu'il est coûteux d'analyser directement en laboratoire. Elle exerce aussi d'un point de vue structurel (recouvrement) et fonctionnel (support éventuel) une influence sur la population d'odonates et d'oiseaux aquatiques que l'on peut observer sur le site. L'évolution de leur recouvrement devra, tout comme les espèces envahissantes, faire l'objet d'un suivi annuel, d'autant plus que Gatién Bataille nous confirme qu'il y a quelques années, aucune plante aquatique ne recouvrait les bassins, ce qui prouve la rapidité de colonisation de ces végétaux. Nous intégrons à ces résultats l'algue verte du genre *Monostroma*.

Tableau 1 : Liste des espèces de plantes aquatiques et algues recensées sur les bassins (photos en annexe 15)

<i>Elodea canadensis</i>	eaux stagnantes ou courantes
<i>Lemna minor</i>	eaux stagnantes, douces ou faiblement saumâtres
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	eaux stagnantes, acides ou alcalines
<i>Potamogeton pectinatus</i>	eaux stagnantes, riches en bases, un peu saumâtres à légèrement polluées
<i>Wolffia arrhiza</i>	eaux douces stagnantes, parfois en masse
<i>Monostroma sp.</i>	Algue verte des eaux douces

Le site étant, comme nous l'avons décrit dans les paragraphes précédents, une zone à caractère rudéral enrichi, il représente aussi pour les plantes envahissantes un domaine de prédilection. Les différentes espèces végétales envahissantes qui ont été observées sont répertoriées sur la carte, reprise en annexe 16, qui permettra à l'avenir de contrôler l'expansion de ces plantes non désirées.

Tableau 2 : Liste des espèces envahissantes présentes sur le site

<i>Buddleia davidii</i>	terrains vagues, bord des chemins, fourrés
<i>Coryza canadensis</i>	terrains vagues, bord des chemins, terrils
<i>Elodea canadensis</i>	eaux stagnantes ou courantes
<i>Impatiens glandulifera</i>	berges et graviers des rivières, fossés et talus humides
<i>Senecio inaequidens</i>	dunes rudéralisées, bord des routes, terrains vagues, pelouse

Ces différentes espèces devront dans le futur faire l'objet d'une surveillance, nous y reviendrons dans le paragraphe lié aux menaces qui pèsent sur le site.

1.3. Liste exhaustive des espèces végétales

Nous allons maintenant établir une liste des espèces qui n'ont pas été recensées lors de l'analyse des quadrats. De cette manière, nous pouvons assurer que la quasi-totalité des espèces végétales a été déterminée avec une grande précision. Cette liste servira de repère pour toute

observation future menée sur le site. Nous ne considérerons pas ici les ligneux ni les plantes aquatiques dont la liste figure dans les paragraphes précédents.

Tableau 3: Liste des espèces (non ligneuses ou aquatiques) non recensées au sein d'un quadrat

<i>Agrostis stolonifera</i>	bord des chemins, des eaux, bois clairs
<i>Atriplex patula</i>	bord des chemins, terrains vagues, talus, digues
<i>Bidens tripartita</i>	bord des étangs, berges des rivières, vases et graviers exondés
<i>Bromus hordeaceus subsp hordeaceus</i>	prairies amendées, bord des chemins, digues
<i>Bromus sterilis</i>	bord des chemins, pelouses rudéralisées
<i>Bryonia dioica</i>	lisières des bois, fourrés, espèce nitrophile
<i>Calamagrostis epigejos</i>	berges sablonneuses des pièces d'eau, prairies sèches, friches
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	bord des chemins, talus, friches
<i>Cardamine hirsuta</i>	bord des chemins, talus, friches, espèce nitrophile
<i>Cerastium fontanum subsp vulgare var vulgare</i>	prairies, friches, bord de chemins
<i>Crepis biennis</i>	bord des chemins, prairies à faucher
<i>Crepis capillaris</i>	bord des chemins, friches
<i>Cymbalaria muralis</i>	fentes des vieux murs calcaires, rarement rochers et rocailles calcaires
<i>Daucus carota subsp carota</i>	prairies, friches, bord de chemins
<i>Dipsacus fullonum</i>	talus, prairies négligées, espèce nitrophile
<i>Echinochloa crus-galli</i>	bord des chemins, berges des cours d'eau, terrains vagues
<i>Epilobium palustre</i>	prairies humides, marais
<i>Erodium cicutarium subsp cicutarium</i>	pelouses et chemins secs, cultures sarclées
<i>Erophila verna</i>	talus secs, rochers, pelouses

<i>Euphorbia lathyris</i>	bord des chemins, coupes forestières sur sols calcaires
<i>Galanthus nivalis</i>	frênaies des plaines alluviales, prairies humides
<i>Gallium palustre</i>	marais, bord des eaux acides ou alcalines mais non salées.
<i>Hordeum murinum</i>	bord des chemins, terrains vagues, espèce nitrophile
<i>Hypericum perforatum</i>	bord des chemins, talus, berges des cours d'eau
<i>Juncus articulatus</i>	berges des étangs, graviers des rivières, bord des chemins frais à humide
<i>Lamium album</i>	talus, haies, bords des chemins, espèce nitrophile
<i>Lamium purpureum</i>	cultures sarclées, bord des chemins
<i>Linaria vulgaris</i>	bord des chemins, talus, friches, terrains vagues
<i>Malva sylvestris</i>	bord des chemins, espèce nitrophile
<i>Matricaria discoidea</i>	bord des chemins, endroits piétinés et rudéralisés
<i>Melilotus officinalis</i>	bord des chemins, terrains vagues, dunes rudéralisées
<i>Mycelis muralis</i>	bois frais, sur des sols riches, rochers ou chemins calcaires ombragés
<i>Phyllostachys sp</i>	introduit
<i>Picris hieracioides</i>	pelouses, friches, surtout sur sols calcarifères, bord des chemins
<i>Plantago lanceolata</i>	prairies, bord des chemins, friches, pelouses sèches
<i>Potentilla reptans</i>	prairies fraîches, fossés, bord des chemins
<i>Pulicaria dysenterica</i>	prairies fraîches, friches humides, bord des eaux
<i>Ranunculus acris subsp acris</i>	prairies, chemins herbeux
<i>Ranunculus sceleratus</i>	vases exondées, chemins et friches humides
<i>Ranunculus sp</i>	milieux aquatiques
<i>Rorippa palustris</i>	Champs humides, vases le long des cours d'eau, sites rudéralisés humides

<i>Senecio erucifolius</i>	friches, prairies, bord de chemins
<i>Senecio inaequidens</i>	dunes rudéralisées, bord des routes, terrains vagues
<i>Senecio jacobaea</i>	bord des chemins, pelouses et prairies pâturées, dunes rudéralisées
<i>Senecio vulgaris</i>	terrains vagues, sites rudéralisés
<i>Silene dioica</i>	bois frais ou humides, haies, coupes forestières, sur des sols frais
<i>Solanum nigrum</i>	sites rudéralisés, espèce nitrophiles
<i>Stellaria holostea</i>	bois, sur sols siliceux, lisières forestières
<i>Stellaria media subsp media</i>	cultures, sites rudéralisés
<i>Torilis japonica</i>	bord des chemins, talus, haies, lisières et coupes forestières
<i>Tussilago farfara</i>	sols dénudés, bord des chemins, sites rudéralisés
<i>Typha latifolia</i>	zone d'atterrissement des mares, étangs, gén. dans des eaux eutrophes
<i>Verbascum thapsus</i>	terrains vagues, bord des chemins, souvent sur sols secs
<i>Veronica anagallis-veronica</i>	fossés, bord des eaux, berges des étangs, chemins humides
<i>Veronica persica</i>	cultures, friches, talus
<i>Vicia sativa subsp segetalis</i>	talus, pelouse, bord de chemins
<i>Vicia hirsuta</i>	pelouses ouvertes sèches, bord des chemins

Voici donc la liste des 57 autres plantes qui n'ont pas été répertoriées par la technique des quadrats ou qui étaient déjà disparues lors des relevés mais qui ont été déterminées sur le site dans le courant de l'année. Nous pouvons constater que parmi celles-ci, nous retrouverons bien les différentes caractéristiques du milieu avec des plantes liées aux milieux frais et humides telles que *Agrostis stolonifera*, *Atriplex patula*, *Bidens tripartita*, *Epilobium palustre* et *Gallium palustre* ou encore *Ranunculus sceleratus* accompagné de *Typha latifolia*. Nous retrouverons aussi les plantes caractéristiques des milieux rudéraux plus secs que l'on rencontre sur les

chemins qui contournent les bassins : *Bromus sterilis*, *Crepis capillaris*, *Erodium cicutarium subsp cicutarium*, *Malva sylvestris* ou encore *Matricaria discoidea* et *Mycelis muralis*. Pour ce qui est des plantes caractéristiques de la ripisylve et qui n'ont pas été recensées dans les quadrats citons *Silene dioica* et *Stellaria holostea*. Si nous résumons le nombre d'espèces de plantes supérieures sur le site, nous arrivons donc à un total de 126 espèces hormis les ligneux et plantes aquatiques.

2. Avifaune

Les observations obtenues durant les 8 semaines de prospection du site sont décrites dans le paragraphe suivant. Nous avons complété cette partie avec les autres observations qui ont pu être réalisées durant le mois d'été, lors des visites effectuées en vue de l'analyse des autres taxons indicateurs.

2.1. Session du « territory mapping »

Le tableau ci-dessous reprend les différentes dates des huit visites recommandées par la méthode du « territory mapping ». Nous y avons ajouté les heures de début et de fin des observations, ainsi que les conditions climatiques et températures observées au début des sessions de recensement. Il est important de rappeler ici que les observations se limitent au cadre strict de la zone des bassins, les oiseaux observés en dehors du site n'étaient pas recensés.

Tableau 4 : Visites recommandées par la méthode du "territory mapping"

Dates des visites	Heures de début et fin des observations	Températures (en °C)	Conditions climatiques
5/03/07	7h34 / 10h00	8	Couvert mais sec
12/03/07	7h35 / 10h00	12	Ensoleillé
17/03/07	7h00 / 9h45	11	Couvert
26/03/07	7h45 / 9h51	12	Ensoleillé
03/04/07	16h30 / 18h45	17	Ensoleillé
10/04/07	7h50 / 9h39	9	Couvert
14/04/07	7h46 / 9h58	13	Ensoleillé
01/05/07	7h38 / 10h00	11	Ensoleillé

2.1.1. Représentations graphiques

Trois espèces ont été choisies pour illustrer les résultats complets fournis par la méthode utilisée (voir annexe 17). La représentation graphique de tous les résultats obtenus pour l'avifaune engendrerait une multitude de cartes dont nous n'avons pas besoin pour les objectifs poursuivis.

L'accenteur mouchet (*Prunella modularis*) : cet oiseau a été observé sur le site à chacune des 8 visites et a adopté un comportement territorial assez poussé, ce qui a rendu son observation aisée. Celui-ci se posait souvent en haut des sureaux pour chanter et délimiter son territoire. Trois territoires différents ont pu être ainsi délimités le long de la Rhosnes. Le premier se situe à l'entrée principale du site (Ouest), le second se situe dans la ripisylve au niveau de la deuxième digue intérieure du bassin S1 et enfin le troisième territoire prend place à l'extrémité des limites du site, toujours centré dans les arbres entourant le cours d'eau. La construction du nid pour ce qui est du premier territoire a pu être observée et celui-ci était situé dans le premier sureau de la berge Nord de la Rhosnes.

La mésange charbonnière (*Parus major*) : Cette espèce a été observée aussi à toutes les visites. Il est plus difficile de définir son territoire précisément comme pour l'accenteur car, non seulement cette espèce se nourrit en bande en dehors de la période nuptiale, mais durant cette même période, elle montre un caractère très agressif vis-à-vis de ses semblables (nombreuses escarmouches mobiles à différents endroits du site). J'ai pu remarquer que j'introduisais de par ma présence un biais dans les observations, en effet les mésanges étaient souvent intriguées lors de mes visites et me suivaient dans mon parcours en poussant leur cri d'alerte. Nous pouvons néanmoins affirmer que les différents territoires (7 ou 8) se situent aussi le long de la Rhosnes mais aussi, pour l'un ou l'autre, dans les sureaux qui entourent le bassin A0.

Le pouillot véloce (*Phylloscopus collybita*) : cet oiseau n'a pas été observé à chaque visite (5/8) mais a montré un comportement assez territorial pour déduire le nombre de couples présents sur le site. La facilité d'observation et de détection de son chant ont certainement contribué à la détermination des différentes zones. Quatre territoires ont pu être ainsi détectés le long de la Rhosnes. Ceux-ci se situent là où les saules et peupliers atteignent une hauteur raisonnable et dépassent la strate arbustive des sureaux. Ces trois cartes des territoires concernant les exemples considérés pour illustrer la méthode se trouvent en annexe.

2.1.2. Observations

Nous allons résumer les autres observations effectuées sur le terrain.

Le pinson des arbres (*Fringilla coelebs*) n'a été recensé que lors de trois visites et nous estimons à partir de ces observations qu'il occupe deux territoires se situant dans la ripisylve au niveau des deuxième et quatrième digues intérieures du grand bassin.

La mésange bleue (*Parus caeruleus*) a été plus discrète et moins curieuse que sa soeur charbonnière mais nous pouvons déduire quand même 5 ou 6 territoires répartis dans les mêmes zones que *Parus major*.

Les différents territoires du troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*) ne sont pas faciles non plus à discerner malgré les nombreuses observations de terrain, ces dernières ne se superposent que dans quelques cas et cette espèce assez nerveuse était souvent observée volant le long des berges de la Rhosnes ou entre les différents sureaux du site (berge des bassins 7-8-9-10-11-12). Les doubles observations (même individus recensés plusieurs fois) étaient difficiles à éviter. Nous pouvons donc difficilement déduire le nombre de territoires pour cette espèce d'autant plus que le mâle construit généralement plusieurs nids dont un sera choisi par la femelle.

Le merle (*Turdus merula*) possède sans doute 6 territoires répartis sur tout le site, 3 le long de la Rhosnes et les 3 derniers vraisemblablement dans la végétation entourant les bassins n°12, 8 et A0. Les observations de cette espèce indiquaient souvent des déplacements mais ceux-ci correspondaient assez bien lors du recouvrement des différents recensements.

Les pigeons colombin et ramier (*Columba oenas* et *C. palumbus*) ainsi que **la tourterelle turque** (*Streptopelia decaocto*) étaient généralement observés sur les limites du site, là où des arbres ont été plantés (autour de S1) ou près des peupliers situés à côté du bassin n°9. Ces observations ne nous permettent pas de déduire le nombre de territoires pour ces espèces qui nichent vraisemblablement sur le pourtour de la zone. La corneille noire (*Corvus corone corone*) semble suivre la même répartition, sa présence à l'intérieur du site ne plaisant que très peu aux mouettes qui s'empresaient d'harcéler toute corneille qui essayait de traverser le site.

Poursuivons avec les oiseaux liés aux milieux aquatiques qui ont déjà dans le passé niché sur le site. Parmi ces oiseaux, nombreux sont ceux qui vivent en groupe et sont assimilés à des espèces grégaires et non territoriales. Pour ce type d'oiseau, on désignera plutôt une zone de nidification potentielle. Dans ces zones, on définira le nombre de couples potentiels en comptant le nombre de mâles et en ignorant le recensement maximum. Si les mâles ne peuvent être distingués des femelles alors on considère leurs nombres égaux et on considère la moitié du deuxième plus grand dénombrement comme égal au nombre de couples (Bidy *et al.* 2000).

Les colverts (*Anas platyrhynchos*) ont été observés à chaque visite de terrain. Le deuxième plus grand dénombrement approche la vingtaine d'individus mâles observés. En général, la majorité des individus se trouvait sur le bassin S1, cependant 4 à 5 couples étaient souvent aperçus sur les autres bassins. Les premières couvées qui ont observées lors de la dernière visite se situaient sur le bassins n°6 et 7. N'ayant plus eu l'occasion d'aller sur le site par après, nous ne pouvons nous

prononcer sur le nombre de couples ayant niché mais une douzaine de couples semblent raisonnable vu les observations.

Les foulques macroules (*Fulica atra*) sont eux estimés à 7 ou 8 couples qui se répartissent entre les différents bassins, 2 ou 3 couples sur le bassin S1 et les autres répartis dans les bassins n°7-8-9-10-11-12 où la végétation des berges (branchages de sureaux) leur a permis pour deux d'entre eux de construire un nid.

De même que pour les colverts, ces nids n'ont été constatés que dans les dernières semaines d'observation et nous ne pouvons pas nous avancer sur le nombre de couples qui ont réellement niché sur le site.

La gallinule poule d'eau (*Gallinula chloropus*) a été aussi observée à chaque visite. Nous dénombrons plus de 12 couples répartis sur le grand bassin et sur tous les bassins secondaires (presque systématiquement un bassin sur deux). Nous devons cependant émettre une remarque: les nombres de couples potentiels de foulques et de poules d'eau peuvent s'avérer sous estimés car ces deux espèces étaient souvent camouflées dans la végétation haute et n'étaient recensées que lorsque nous les levions en passant à côté d'elles. Le tour du grand bassin S1 et le fait de marcher sur une des digues intérieures lors d'une des visites nous a quasiment fait doubler le nombre d'observations.

Les tadornes de Belon (*Tadorna tadorna*) qui ont niché vraisemblablement sur le bassin n°2 (1 couple observé en juillet) étaient aussi présentes sur le site tout le long de la session des visites. Nous en avons dénombré plus de 8 couples présents, faisant généralement des allers-retours entre le bassin S1 et les champs avoisinants.

Passons au **fuligule morillon** (*Aythya fuligula*) qui a déjà été observé en tant que nicheur durant les années qui ont suivi la fermeture de l'usine. Pour ma part, j'ai pu observer quatre couples systématiquement en groupe sur le bassin S1 (durant 4 visites sur les 8 au total).

Un couple de **cygne tuberculé** (*Cygnus olor*) a été aussi observé durant trois semaines d'affilée sur le bassin n°1 jusqu'à la quatrième semaine où il a construit son imposant nid au bout de la deuxième digue pointant vers le Nord. Nous n'avons pas d'informations quant au nombre de jeunes de la couvée.

Il nous reste encore à analyser la répartition et le nombre de couples de **grèbes à cou noir** (*Podiceps nigricollis*) et de **grèbes castagneux** (*Tachybaptus ruficollis*), ainsi que ceux de la **mouette rieuse** (*Larus ridibundus*). Cette dernière a été observée à chaque visite et on estime que cette colonie atteint la quarantaine d'individus. La plupart du temps, elles survolaient les bassins en criant, ou alors posées en groupe sur le bassin S1 dont elles devaient convoiter les digues intérieures pour leur future nidification. Nous avons observé souvent des sentinelles postées à chaque coin du site et posées sur les mats en bois plantés dans l'eau qui supportaient les différentes conduites d'eau entre les bassins. Des observations par la suite confirmeront que 4 ou 5 couples de mouettes ont bien niché sur les digues du grand bassin.

Podiceps nigricollis, lui, faisant partie des migrateurs mais présent sur le site dès le début des observations a été recensé au nombre de cinq couples. Présents à chaque visite, ils se répartissaient sur le grand bassin et avec une fidélité étrange sur le bassin n°5. Cette espèce avait l'air d'affectionner particulièrement ce bassin, a priori sans raisons évidentes. Nous retrouverons ces cinq couples sur le grand bassin quelques mois plus tard en train d'y nicher sur la partie la plus à l'Ouest (avant la première digue).

Le castagneux a aussi été observé de nombreuses fois mais, par sa discrétion, il est possible que le nombre d'individus soit sous estimé. En général six individus étaient observés, répartis entre le bassins S1, A0 ou n°1. Un couple a niché quelques semaines plus tard sur le bassin A0.

Nous allons maintenant signaler les autres observations qui concernent quelques migrateurs, espèces égarées ou envahissantes. Les deux espèces de fuligules présentes sur le site sont le **fuligule morillon** (*Aythia fuligula*) et **milouin** (*Aythia ferina*). Ces deux espèces ont été observées la plupart du temps sur le bassins S1. Leur nombre n'excédait jamais la dizaine et ils n'ont été recensés que dans la moitié des visites. **Les canards souchets** (*Anas clypeata*) ont souvent été aussi aperçus sur le grand bassin au nombre de 5 ou 6 par visite. Cependant le 10 avril, lors de la sixième visite, 12 couples de souchets ont été aperçus survolant le site. Durant cette visite, un couple de **canards pilet** (*Anas acuta*) a aussi été observé, et une semaine auparavant, un couple de **canards chipeau** (*Anas strepera*).

Huit **bécassines des marais** (*Gallinago gallinago*) nous ont aussi donné rendez-vous quasiment toutes les semaines dans le coin Nord-Ouest du grand bassin (S1).

Une observation un peu moins réjouissante concerne la quarantaine de **bernaches du Canada** (*Branta canadensis*) présentes en groupe généralement sur le bassin S1 ou éparpillées sur les autres bassins. Force est de constater que cette espèce férale, même si les nuisances vis-à-vis des espèces indigènes ne sont pas exactement déterminées, constitue une menace et il est préférable d'éradiquer cette espèce tant que les populations sont encore, dans certaines régions, maîtrisables. Parmi ce groupe de bernaches du Canada, **une bernache nonnette** (*Branta leucopsis*), sans doute égarée ou échappée d'un parc prenait place régulièrement. Parmi les observations plus ponctuelles, **deux grèbes huppés** (*Podiceps cristatus*) sur le bassin S1 à la troisième semaine, **un héron cendré** (*Ardea cinerea*) survolant le site le 26 mars ainsi que 4 **sarcelles d'été** (*Anas querquedula*) sur le bassin n°3.

Deux semaines plus tard 5 **sarcelles d'hiver** (*Anas crecca*) ont pu être observées sur le bassin A0 ainsi qu'une vingtaine de **choucas des tours** (*Corvus monedula*) en groupe sur les digues intérieures du grand bassin. **Le chevalier culblanc** (*Tringa ochropus*) par petits groupes de trois a été observé du côté de la zone asséchée au-delà du bassin n°12.

Une **érismature rousse** (*Oxyura jamaicensis*) femelle a souvent été observée sur le bassin A0 cachée dans la végétation des sureaux au bord de l'eau. Celle-ci est sans doute aussi échappée d'un quelconque parc ou étang privé.

Enfin, la dernière observation concerne le **gorgebleue à miroir blanc** (*Luscinia svecica*) que j'ai eu la chance d'observer (1 mâle) lors de la cinquième semaine de recensement. Le gorgebleue a été observé à la pointe Sud du long bassin n°1, dans la zone près de la grille de sortie dominée par l'armoise et quelques sureaux.

2.2. Observations d'été

Comme nous l'avons déjà expliqué dans le chapitre présentant la méthode utilisée pour le recensement de l'avifaune du site, nous n'avons pas eu le temps de réitérer les huit semaines d'observations pour les migrateurs. Nous allons cependant décrire quelques observations effectuées de manière aléatoire lors des nombreuses visites sur le site qui ont eu lieu fin juin, durant le mois de juillet et début août.

Les bernaches du Canada confirment leur bonne santé et leur intérêt pour la zone. Elles continuent à se rassembler tous les jours sur les digues du grand bassin et plus particulièrement sur celle modifiée récemment en bandes de terre pour attirer les limicoles migrateurs. La nidification potentielle de ces oiseaux doit être suivie de près. Un important regroupement post-nuptial de **vanneaux huppés** (*Vanellus vanellus*) atteignant les 200 individus a été observé depuis fin juillet, toujours sur le grand bassin et plus précisément sur cette même digue modifiée et sur la berge consolidée par de gros blocs de pierre.

Les **chevaliers guignettes** (*Actitis hypoleucos*) et culblancs (*Tringa ochropus*) sont désormais bien représentés (10 individus au minimum) sur le site et volent entre les différents bassins intermédiaires (1-2-3-4-5-6-A0-A1-A2-A3) et apprécient plus particulièrement le bassin A3 dont le niveau s'est vu abaissé lors des modifications de la berge qui sépare celui-ci de A0. La zone en bordure de ce bassin qui n'est pas encore envahie par le cortège des plantes compétitrices qui l'entourent et peut être assimilée à une vasière qui convient tout particulièrement à ces deux espèces de limicoles. Comme nous l'avons déjà dit le grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis*) a niché sur le grand bassin et nous avons pu dénombrer cinq couples. Nous rencontrons donc couramment les parents et les jeunes grèbes sur le grand bassin ainsi que sur les bassins intermédiaires.

D'après les observations d'autres ornithologues, 4 ou 5 couples de mouettes rieuses (*Larus ridibundus*) ont aussi niché sur les digues intérieures du grand bassin.

Une observation intéressante qui se confirme depuis fin juillet est la présence du **martin pêcheur** (*Alcedo atthis*) sur le site, ce dernier n'avait pas encore été vu dans les années antérieures et nous avons pu observer très distinctement 2 individus, peut-être un couple, allant et venant entre les

bassins A0, 6, 9 et 12. La berge modifiée entre les bassins A0 et A3 pourrait éventuellement être responsable de sa présence si d'aventure la confirmation de la nidification de cette espèce est observée. Une famille de **mésanges à longue queue** (*Aegithalos caudatus*) a été observée le long de la Rhosnes durant la deuxième semaine de juillet.

3. Odonates

3.1. Espèces recensées et abondance relative

Nous allons dans un premier temps évoquer les espèces rencontrées durant les différentes visites avec leur abondance relative. Puis nous additionnerons toutes les données dans un tableau récapitulatif qui nous servira pour la description de l'écologie de ces espèces et leurs caractères indicateurs. Il est à noter qu'à partir de la troisième visite, le site avait été fauché par la commune ce qui a pu influencer le comptage et la présence des différentes espèces. Les libellules n'ont été répertoriées et recensées que lorsque nous étions certains de la détermination de l'espèce. N'ayant pas une grande expérience dans la détermination des odonates (ni en vol et ni aux jumelles) il est possible que leur nombre ait été sous estimé. Le temps a eu aussi une influence flagrante sur la présence et la visibilité des odonates, un temps couvert accompagné de vents forts limitait fortement leur présences.

Tableau 5 : Espèces d'odonates recensées lors des visites

Dates :	1 juillet 2007	13 juillet 2007	19 juillet 2007	02 août 2007
Espèces :				
<i>Enallagma cyathigerum</i>	3 mâles	12 mâles + 2 femelles	6 mâles	15 mâles
<i>Ishnura elegans</i>	1 mâle	1 femelle	2 mâles	14 mâles
<i>Ishnura pumilio</i>			1 mâle	
<i>Erythromma viridulum</i>		1 mâle		
<i>Coenagrion scitulum</i>	1 mâle	2 mâles		
<i>Anax imperator</i>			5 mâles	2 mâles
<i>Sympetrum sanguineum</i>	1 mâle	3 mâles	10 mâles	2 mâles + 1 femelle
<i>Orthetrum cancellatum</i>			3 mâles	2 mâles

3.2. Ecologie des espèces

L'espèce la plus abondante au vu des différentes visites effectuées sur le site est *Enallagma cyathigerum* ; cette espèce de demoiselle, qui présente une très large répartition en

Europe, se plaît sur toutes sortes de plans d'eau stagnante pour autant que ceux-ci ne soient pas recouverts complètement de plantes aquatiques. *Ischnura elegans* se rencontre aussi sur les plans d'eau stagnante possédant une végétation aquatique limitée. Ces deux premières espèces observées sont qualifiées de très communes. *Ischnura pumilio* est une espèce pionnière, colonisant pratiquement tous type de plans d'eau nouvellement créés. On la rencontre aussi souvent au-dessus des mares créées par des remblais industriels. Il est à noter que cette espèce est considérée comme assez rare en Belgique (25 localités en Wallonie). La dernière des espèces de zygoptère recensée, est *Coenagrion scitulum*, une espèce classée dans la catégorie des extrêmement rares! L'aire de répartition de cette espèce s'étend de la péninsule ibérique et l'Afrique du Nord à l'Asie Mineure. Son foyer situé autour de la méditerranée présente une importante fragmentation où elle semble partout peu fréquente. Les milieux visités par l'agrion mignon en Belgique sont d'une part divers types d'étang et d'autre part des ruisseaux et des fossés. Ces divers habitats sont caractérisés par le développement important des végétations aquatiques.



Figure 4: Agrion mignon (*Coenagrion scitulum*)

photo :B. Bataille. 2007

Pour ce qui est des espèces d'anisoptères observées, c'est le *Sympetrum sanguineum* qui a été le plus recensé. Cette espèce commune se rencontre surtout dans les zones atterries ouvertes et ensoleillées. Les eaux qu'elle fréquente sont généralement mésotrophes et plus rarement oligotrophes. *Anax imperator* et *Orthetrum cancellatum* sont, elles, des espèces très communes et considérées comme colonisatrices. L'*Anax* empereur colonise tout type d'eau stagnante comme l'*Orthetrum* réticulé qui se rencontre le plus souvent à proximité d'eaux eutrophes (Goffart *et al.* 2006).

4. Macroinvertébrés

Le paragraphe suivant présente les résultats obtenus à partir de l'analyse des macroinvertébrés de la Rhosnes.

4.1. Taxons recensés

Les résultats obtenus par l'analyse des macroinvertébrés sont à la hauteur de la réputation de la qualité de la Rhosnes, c'est-à-dire, très médiocres.

La Rhosnes n'offre pas, pour plusieurs raisons, un milieu propice à la diversité des macroinvertébrés : seulement 3 substrats ont pu être détectés et deux vitesses d'écoulement déduites. Les trois substrats sont : 1) Éléments organiques grossiers (litières, branchages, racines), 2) Sédiments fins plus ou moins organiques (vase) et 3) Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois). Les recouvrements de ces trois substrats sont respectivement de 20%, 50% et de 30%. La seule vitesse déduite est la même pour ces trois substrats et est comprise entre 25 cm et 75 cm/sec. Nous avons donc trois couples de substrat/vitesse sur les 8 demandés par la méthode. Nous avons donc effectué des répétitions d'échantillonnage comme le conseille la méthode si ces couples de substrat/vitesse ne sont pas trouvés en suffisance.

La famille suffit à déterminer dans la plupart des taxons l'IBGN, voici donc les différentes familles que nous avons récoltées dans le cours d'eau de la Rhosnes.

Oligochètes :

Tubificidae : 30

Achètes :

Glossophoniidae : 7 (*Helobdella stagnalis*)

Diptères :

Chironomidae : 60 (2 espèces présentes)

4.2. Calcul de l'indice

Ces quelques macroinvertébrés vont nous permettre d'atteindre le malheureux score de 1/20 (1+1-1), ce qui est sans doute le plus mauvais score que peut atteindre un ruisseau qui se verra donc attribué le qualitatif d'extrêmement médiocre. Les analyses physico-chimiques nous permettront de cibler plus précisément les causes d'une telle austérité pour la diversité

biologique. Tous ces taxons sont tous très polluo-résistants et la qualité de cette eau ne permet donc pas à une faune plus diversifiée de s'y développer.

Il est à noter que le haveneau utilisé possédait des mailles de 1 mm ce qui est donc deux fois plus grand que celles préconisées de 500 μm , il est donc possible que les plus petits des macroinvertébrés n'ait pas pu être échantillonnés, cependant force est de constater que le score n'aurait de toute façon pas excédé le 2/20, ce qui correspond toujours à la couleur rouge attribuée aux rivières les plus polluées.

5. Diatomées

De même que pour les macroinvertébrés, nous allons maintenant présenter les différentes espèces recensées et le calcul correspondant de l'IPS.

5.1. Espèces recensées

Les espèces recensées sont synthétisées dans les mêmes tableaux qui nous serviront pour le calcul de l'IPS dans le paragraphe suivant. Ces tableaux concernant les recensements en amont et aval de la Rhosnes effectués sur le site sont repris en annexe 18.

5.2. Calcul de l'indice

Les diatomées vont aussi à leur tour révéler la très mauvaise qualité de la Rhosnes. Les tableaux reprennent les différentes espèces de diatomées qui ont été observées et leur abondance relative. On retrouvera en haut de la page les différents indices que le programme calcule automatiquement pour chaque échantillon. Comme nous l'avons expliqué dans un précédent paragraphe, nous nous baserons sur l'IPS et plus particulièrement sur l'interprétation de la région wallonne (tableau 6) pour ce qui est de la correspondance à la qualité de l'eau.

Comme nous pouvons le constater sur les résultats obtenus par l'analyse des diatomées, les scores atteints par les deux échantillons sur l'échelle de l'IPS sont respectivement de 5,1 et de 4,5, ce qui correspond dans l'interprétation de la Région wallonne à des eaux mauvaises ou tout juste médiocres. Les deux indices IPS S et IPS V sont les deux facteurs qui entrent en compte avec l'abondance relative de l'espèce dans la formule générale qui permet de calculer les différents indices. IPS S pour la valence saprobique et IPS V pour la valeur indicatrice.

Tableau 6 : Qualité de l'eau et valeur de l'IPS

Qualité de l'eau	Couleur	Valeur IPS
Très bonne	Bleu	17 - 20
Bonne	Vert	13 - 16,9
Moyenne	Jaune	9 - 12,9
Médiocre	Orange	5 - 8,9
Mauvaise	Rouge	1 - 4,9

6. Analyses physico-chimiques

Les différents résultats obtenus selon les paramètres analysés sont résumés dans le tableau 7. L'oxygène dissous n'a malheureusement pas pu être analysé car l'appareil de mesure utilisé indiquait un message d'erreur lors de la prise de mesure sans doute dû à un manque d'autonomie de la batterie ou à une mauvaise calibration des électrodes.

Nous rappelons aussi que les valeurs obtenues pour l'azote organique ont été déduites des résultats obtenus pour l'azote total, l'azote ammoniacal et les nitrates, les valeurs négatives révèlent donc une imprécision ou une erreur dans la mesure des composés azotés correspondant et ne pourra être prise en compte.

Nous avons aussi ajouté dans ce même tableau les normes qui nous serviront de repères pour la qualité des eaux et sur lesquelles nous nous baserons dans la discussion et l'interprétation de ces résultats.

Ces normes sont d'une part l'arrêté royal du 4 novembre 1987 fixant les normes de qualité de base pour les eaux du réseau hydrographique public et d'autre part l'arrêté du Gouvernement wallon fixant les normes générales d'immission des eaux piscicoles cyprinicoles (Région Wallonne. 2007).

Tableau 7 : Résultats des analyses physico-chimiques

Bassins	Température (°C)	pH	Conductivité (µS/cm)	DCO (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	N total (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	Nitrates (mg/l)	N org. (mg/l)	Matière en suspension (mg/l)
1	14.7	8.70	708	172	0.4	6.3	3.24	2.3	0.76	11.81
2	14.5	8.11	738	145	1.1	5.2	2.5	2.4	0.3	11.44
3	14.3	9.10	1095	237	7.7	4.6	0.3	2.9	1.4	44.51
4	13.2	8.20	675	216	3.8	9.9	2.75	1	6.15	70.65
5	15.1	8.90	692	130	0.9	3.4	0.26	3.9	-0.76	19.01
6	14.2	9.75	705	141	1.3	3	0.17	1.5	1.33	51.30
7	13.8	8.76	1047	217	4	3.8	1.83	0.9	1.07	20.61
8	13.5	8.62	774	176	0.7	3.1	0.24	1.7	1.16	21.04
9	14.0	8.50	788	129	0.9	2.2	0.73	3.4	-1.93	13.05
10	14.2	8.61	1424	144	6.4	2.6	0.07	1	1.53	18.02
11	15.0	8.71	954	152	1.9	4.6	0.58	2.1	1.92	29.00
12	13.8	9.07	812	136	2.9	2.8	0.33	2.3	0.17	9.05
A0	14.5	9.27	1471	170	6.9	1	0.3	2	-1.3	22.66
A1	14.3	8.25	1427	152	5.6	8.2	4.89	1.7	1.61	16.33
A2	14.3	8.75	1279	161	5.8	2.9	0.16	2.2	0.54	29.33
A3	14.8	8.53	1372	186	3.5	7.4	3.04	3.2	1.16	22.66
S1	13.8	10.21	846	122	1.7	10.7	1.48	8	1.22	40.66
Rhosnes										
	9.6	7.6	926	140	3.7	5.1	0.2	3.5	1.4	13.66
Norme A.R. 04/11/87	25	6-9	-	-	1	6	2	-	-	-
Norme A.G.W. 15/12/94 guide	-	-	-	-	≤0,13	-	≤0,2	-	-	≤25
Norme A.R. 04/11/87 impérative	10/28	6-9	-	-	≤0,5	-	≤1	-	-	≤50

Partie 4 : Discussions

1. Potentiel biologique du site

Nous allons maintenant tenter d'évaluer le potentiel du site pour les taxons étudiés durant ce travail. Nous essaierons d'aborder ce potentiel sous plusieurs angles pour appréhender au mieux son importance. Nous poursuivrons en évoquant les diverses menaces qui pèsent sur le site et qui mettent en danger son intégrité écologique.

1.1. Espèces protégées ou menacées

Nous aimerions commencer cette évaluation par l'inventaire des espèces protégées en région wallonne. Les espèces protégées quelles qu'elles soient reflètent le potentiel biologique du site d'un point de vue législatif. La recherche des différents statuts légaux des espèces s'est effectuée à partir du site Internet SIBW: Système d'Information sur la Biodiversité en Wallonie. Les différents habitats présents sur le site feront aussi l'objet d'une recherche quant à la législation concernant leur protection.

1.1.1. Espèces protégées d'oiseaux

Pour décrire au mieux le statut légal des oiseaux, qui s'avère être assez complexe vu la multitude des décrets et directives que ce soit aux niveaux régional, national ou européen, nous avons pris la décision de nous baser sur trois documents. Ceux-ci sont : la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Berne, 1979), la directive européenne « Oiseaux » (79/409/CEE) et enfin, le décret régional du 6/12/2001 de la Conservation de la Nature (Materne & De Wolf 2003). Nous avons repris la liste de toutes les espèces d'oiseaux qui ont été observées au cours de ces 3 dernières années accompagnée de leur statut et de leur appartenance à l'un ou l'autre texte légal cité ci-dessus (tableau en annexe 19).

Nous allons nous concentrer sur le décret du 6/12/2001 qui fait référence à la conservation des sites Natura 2000 ainsi que de la faune et de la flore sauvages. Celui-ci reprend et résume les différents statuts de protection : l'annexe 1 de ce décret reprend « les oiseaux protégés en vertu de l'annexe 1 de la directive 79/409/CEE et/ou de l'annexe 2 de la convention de Berne » (Materne & De Wolf 2002) tandis que l'annexe 11 comprend « la liste des espèces visées à l'annexe 1 de la directive 79/409/CEE que l'on retrouve sur le territoire de la région wallonne ainsi que les espèces migratrices dont la venue est régulière en région wallonne » (Materne & De Wolf 2002).

La directive européenne (79/409/CEE) comprend d'autres listes comme l'annexe 2.1 qui reprend les espèces pouvant être chassées dans l'ensemble des États membres (annexe 2.2 si elles ne peuvent être chassées que dans certains États membres), l'annexe 3.1 qui, elle, concerne les espèces pouvant faire l'objet de vente, de transport ou de détention (annexe 3.2 si des conditions propres à chaque État membre viennent s'ajouter). Pour les espèces faisant partie de l'article 5, il est interdit de : les tuer ou les capturer, de détruire ou d'endommager leurs nids, de ramasser les œufs dans la nature, de les perturber intentionnellement ou de les détenir. Pour ce qui est de l'annexe 1, ces espèces « font l'objet de mesures de conservation spéciale concernant leur habitat, afin d'assurer leur reproduction et survie dans leur aire de distribution » (Materne & De Wolf 2002).

Les espèces d'oiseaux nicheurs sur le site qui font partie de l'annexe 11 du décret du 06/12/2001 sont : le gorgebleu à miroir blanc (*Luscinia svecica*), l'avocette élégante (*Recurvirostra avocetta*) et, si le fait qu'il niche est confirmé, le martin pêcheur (*Alcedo atthis*). Ces trois espèces sont donc des références pour la définition de site Natura 2000. Cependant, nous devons préciser que le gorgebleu à miroir et l'avocette élégante n'ont été observés qu'une fois en tant que nicheur. Le martin pêcheur, lui, devient un sérieux candidat ayant été observé à de nombreuses reprises en couple cette année. Des confirmations de son statut de nicheur devraient prendre place dans les mois à venir.

1.1.2. Espèces protégées d'odonates

Nous nous sommes basés sur la liste rouge des odonates de Wallonie (Goffart *et al.* 2006) pour décrire le statut des différentes espèces que nous avons observées sur le site. L'objectif de d'une telle liste est d'évaluer le risque d'extinction des espèces à différentes échelles : mondiale, nationale ou régionale et ainsi cibler les mesures de conservation urgentes vis-à-vis d'espèces en danger. Nous allons donc reprendre les différentes espèces d'odonates présentes sur le site avec leur catégorie U.I.C.N. (Union mondiale pour la Conservation de la Nature) définie en 2003. Ces informations sont reprises dans le tableau 8 ci-dessous.

Tableau 8 : Liste des odonates et leur statut U.I.C.N.

Espèces	Catégorie UICN (2003)
Zygoptères :	
<i>Enallagma cyathigerum</i>	Non menacé
<i>Ischnura elegans</i>	Non menacé
<i>Ischnura pumilio</i>	Vulnérable
<i>Erythromma viridulum</i>	Non menacé
<i>Coenagrion scitulum</i>	Non évalué
Anisoptères :	
<i>Anax imperator</i>	Non menacé
<i>Orthetrum cancellatum</i>	Non menacé
<i>Sympetrum sanguineum</i>	Non menacé

La quasi totalité des espèces d'odonates du site se porte donc très bien en Wallonie et ne sont donc nullement prioritaires pour d'éventuelles mesures de protection. *Ischnura pumilio* est la seule espèce dont le statut est défini comme vulnérable. *Coenagrion scitulum* est une espèce d'origine méridionale dont quelques observations remontent au XIX, puis de manière ponctuelle en 1949 et 1973. Ces observations sporadiques suggèrent des conditions climatiques favorables pour cette espèce. Cependant depuis 1998, après 25 années sans aucune observation recensée, cette espèce effectue un retour dans nos contrées et la présence de quelques populations locales dans le sud de la Belgique sont plus que vraisemblables (Goffart *et al.* 2006).

Aucune espèce recensée sur le site ne fait donc l'objet d'une quelconque législation (Dufrêne 2004).

1.1.3. Espèces végétales protégées

Comme nous l'avons déjà mentionné à plusieurs reprises, le cortège floristique présent sur le site est des plus banals car caractéristique des milieux rudéraux et eutrophes, ce qui aujourd'hui est peut être, avec l'intervention omniprésente de l'homme, le milieu le plus représenté le long de nos routes, dans nos villes ou nos campagnes. Si nous reprenons la liste des plantes protégées et menacées de Wallonie, nous remarquons que parmi les espèces présentes sur le site, deux seulement sont recensées dans cette liste.

Il s'agit de *Potamogeton berchtoldii* et de *Potamogeton pectinatus*, tous deux considérés comme vulnérables.

Cependant, aucune législation concernant la protection des espèces ne reprend ces deux plantes aquatiques (Dufrêne 2004).

1.1.4. Habitats protégés

Pour pouvoir déterminer si un habitat particulier présent sur le site possède un statut légal, nous avons d'abord divisé le site grâce à la clé de détermination des habitats CORINE (Devillers & Devillers-Terschuren 1998). Nous allons donc présenter les différents habitats accompagnés de leur code respectif, de leur statut de protection et éventuellement d'autres remarques.

Parmi les catégories répertoriant les plans d'eau, nous avons trouvé 3 codes pouvant s'appliquer aux eaux des bassins. Le premier est le code 89.24 correspondant aux *bassins de décantation et stations d'épuration*, le second est celui concernant les *eaux eutrophes* (code 22.13) qui jouit du statut de protection 92/43/CEE I non prioritaire qui fait référence à l'annexe 1 de la directive 97/62/CE qui est l'adaptation de la directive 92/43/CEE « Faune-Flore-Habitat ». Cette annexe 1 reprend les types d'habitats naturels d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation. Le dernier code pouvant s'appliquer aux bassins même est le code 22.411 qui représente les *tapis de lentilles d'eau* et dont le statut de protection n'existe pas.

Parmi les catégories que nous avons pu dresser, toujours à l'aide de la clé de détermination des habitats CORINE identifiés en Wallonie, nous allons retrouver les formes de végétation présentes sur le site comme : les *communautés rivulaires à pétasite* (code 37.714) possédant le statut de protection 92/43/CEE I non prioritaire. Nous retrouvons aussi les codes 37.715 et 37.72 reliés respectivement aux *écrans rivulaires mixtes* et aux *ourlets ombragés*, tous deux sous le statut de protection 92/43/CEE I non prioritaire. Parmi les autres habitats non protégés du site, nous retrouverons : la *communauté à bident* (22.33), la *typhaie à grande massette* (53.131), la *phragmitaie sèche d'eau douce* (53.1121) et enfin, la *saulaie blanche ouest-européenne* (44.131), les *bancs de graviers fluviaux sans végétation* (24.21) ou encore les *ilots lacustres* (22.6).

Le seul statut légal est donc l'annexe 1 non prioritaire de la directive 92/43/CEE qui désigne, comme évoqué ci-dessus, les types d'habitats naturels d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (Dufrêne 2004). Nous avons cependant évoqué dans le paragraphe concernant les oiseaux que l'habitat d'un oiseau

protégé par exemple, sera lui aussi protégé en tant qu'élément du paysage supportant l'espèce considérée.

1.2. Évaluation du potentiel du site

Nous allons ici résumer quelles potentialités offrent le site d'un point de vue sauvegarde de la biodiversité.

1.2.1. Le potentiel floristique

Il est certain que la végétation du site est des plus banales et n'offre pour ainsi dire aucune potentialité quant à la protection de la biodiversité si ce n'est pour quelques espèces aquatiques comme les *Potamogeton* ou peut-être *Ranunculus sp* qui n'a pas pu être identifiée jusqu'à l'espèce (absence d'organes floraux). Le cortège floristique peut être caractérisé par un seul qualificatif : « rudéral », c'est-à-dire des espèces qui se sont adaptées à l'homme et trouvent leur optimum de croissance dans des zones transformées et aménagées par celui-ci. Le caractère riche des terres présentes sur le site offrent en plus, comme c'est souvent le cas dans les zones soumises ou ayant été soumises à la main de l'homme, tous les éléments dont les plantes rudérales et compétitrices ont besoin pour coloniser ces sites.

Nitrophile et rudérale sont donc, avec la tolérance à l'humidité dans certaines parties du site, les meilleures caractéristiques reflétant la nature de la végétation de cette zone.

Les zones les plus « intéressantes », dont nous avons évoqué l'existence dans le paragraphe concernant l'extrapolation des groupements, qui se distinguent des autres faciès, caractérisés par leurs quelques espèces hautement compétitrices, sont celles situées à l'extrémité sud des bassins n° 1 et 2. A ces endroits uniquement, on trouve les espèces caractéristiques des zones d'atterrissement de plan d'eau. Parmi ces espèces, nous retrouvons *Ranunculus sceleratus* et *Bidens tripartita* qui s'étendent en bordure des vases exondés, ou encore *Lycopus europaus* et *Typha latifolia*. La présence d'une zone de faible profondeur à l'extrémité sud du bassin n°2 permet aussi à *Rorippa palustris* et à *Ranunculus sp* de croître (voir photos en annexe 20). Ces espèces nous prouvent que les orties, cirses et armoises ne sont pas exclusivement les espèces qui dominent toute la partie sud du site (au-delà de la Rhosnes) et que ces deux zones caractérisées par un gradient de profondeur d'eau décroissant peuvent s'avérer très utiles pour augmenter la diversité floristique du site et contrer quelque peu l'invasion des espèces hautement compétitrices. Ces deux zones n'ont pas été recensées dans les quadrats vu leur surface limitée

mais elles sont néanmoins importantes car elles démontrent qu'il est possible par quelques aménagements d'éviter les espèces compétitrices tout en augmentant la diversité du site et de proposer un biotope moins tranché que celui du passage direct de l'eau aux berges que l'on rencontre partout ailleurs.

Cependant, si la composition de la végétation ne présente pas une priorité pour la protection de la biodiversité, sa structure, en tant que telle, supporte de nombreuses populations d'autres taxons qui eux, peuvent représenter ce potentiel à évaluer. La végétation des berges s'assimilant à une mégaphorbiaie sert de support aux larves d'odonates pour leur émergence et très certainement aussi aux chenilles de papillons qui ont été observées en grand nombre également sur le site. Les ligneux de la ripisylve abritent eux, la majorité des nids des espèces d'oiseaux non aquatiques allant de l'accenteur mouchet à la fauvette à tête noire en passant par la guilde des mésanges comme nous avons pu le vérifier durant les huit semaines d'observations. Un autre exemple sont les grèbes à cou noir qui nichent sur le grand bassin qui se servent des deux espèces de potamogeton qui croissent sur celui-ci pour construire leur nid.

Nous pouvons essayer néanmoins d'estimer ou de prévoir l'évolution de la végétation future grâce à nos différentes analyses. L'association phytosociologique qui se rapproche le plus de la liste des espèces présentes sur le site est le *Rumici obtusifolii – Arrhenatherenion eliatoris* B.Foucault 1989. La classe correspondant à cette association est l'*Arrhenatheretea eliatoris* Braun-Blanquet 1949. Cette classe reprend les végétations prairiales, plus rarement de pelouses, mésophiles ou mésohygrophiles, mésotrophes à eutrophes. L'association du *Rumici obtusifolii – Arrhenatherenion eliatoris* B.Foucault 1989 nous confirme, elle, le caractère eutrophe du terrain (Bardat *et al.* 2007). Cette formation n'est nullement menacée sur le site, sauf peut-être à moyen terme, par la colonisation des ligneux (*Salix sp*, *Populus sp*, *Sambucus nigra*,...) et à long terme par l'appauvrissement du sol vu qu'à priori le site ne doit plus recevoir d'apports extérieurs d'éléments nutritifs ou de matières organiques.

Pour ce qui est de la ripisylve, si les saules et les peupliers sur le site continuent de coloniser les berges de la Rhosnes, il est probable que dans plusieurs années, on retrouve le faciès d'un *Salicion albae aegopodium* (Devillez *et al.* 2006) avec le cortège floristique des herbacées que nous avons recensées dans le quadrat n°11.

1.2.2. Potentiel faunistique

Il y a trois ans, c'est déjà sur son intérêt ornithologique que le site des bassins de décantation s'était construit une solide réputation. La preuve en fut donnée quelque temps plus

tard quand on remarqua que des espèces telles que le grèbe à cou noir et castagneux, la mouette rieuse ou encore le gorgebleu à miroir avaient bel et bien niché sur le site. Notre étude a confirmé le potentiel du site à accueillir des espèces d'oiseaux rares, voire menacés. Nous avons aussi découvert que les odonates étaient aussi largement présentes et qu'en prenant en compte leur population dans les propositions d'aménagement, on devrait pouvoir espérer voir le nombre d'espèces augmenter d'ici quelques années et ne plus se limiter aux espèces ubiquistes ou colonisatrices de nouveaux milieux aquatiques. Nous n'allons pas revenir sur les macroinvertébrés benthiques qui ne présentent aucun intérêt pour la biodiversité et qui reflètent uniquement la qualité très médiocre de la Rhosnes.

1.3. Menaces

Nous allons dans ce paragraphe passer en revue les différentes menaces qui pèsent sur le site de manière directe ou indirecte et qui peuvent à court ou à long terme mettre en péril l'intégrité écologique actuelle du site. Tous ces éléments négatifs devront faire l'objet d'une attention particulière.

1.3.1. Espèces exotiques envahissantes

Pour cette partie, nous nous sommes entre autres basés sur « le dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du rapport analytique 2006/2007 sur l'état de l'environnement wallon » (Vanderhoeven *et al.* 2006) dans lequel nous retrouvons la liste des espèces envahissantes en Wallonie et leur statut (listes noire et grise).

Les listes noire (A) et grise (B) auxquelles nous faisons référence, sont les listes qui répertorient toutes les espèces envahissantes en Belgique et les classent selon leur degré de menace pour l'environnement (les plus menaçantes étant classées dans la liste noire). Une deuxième différenciation dans ces deux listes portera sur le degré de naturalisation de l'espèce considérée. Le chiffre 2 ajouté à l'une des deux listes signifiera que l'espèce est déjà naturalisée en Belgique. Le chiffre 1 faisant référence à des populations encore isolées mais dont la surveillance est indispensable. Les espèces les plus menaçantes et contre qui des moyens de luttés sont à mettre en place sont celles classées en A2 (Vanderhoeven *et al.* 2006).

A l'heure actuelle, malgré la présence de nombreuses envahissantes sur le site, nous n'avons pas remarqué de réelles invasions. Cependant, ces espèces nécessitent une attention

particulière. *Senecio inaequidens* est la plus grande menace pour la végétation qui croît sur les chemins caillouteux et secs que nous avons décrits auparavant. Sa présence doit être contrôlée par des campagnes d'arrachage, d'autant plus que ses alcaloïdes toxiques le rendent immangeable par les animaux (par exemple, le mouton en cas de pâturage extensif).

Les berges de la Rhosnes sont elles sous l'emprise de *Impatiens glandulifera*, cette espèce profite du moindre espace ensoleillé de la berge exposée au sud pour se développer. Si les ligneux continuent de coloniser la Rhosnes sur tout le long de son trajet, cette espèce devrait disparaître avec la fermeture du couvert arborescent. Néanmoins, l'arrachage des pieds de balsamine avant la floraison peut limiter sa croissance dans ces zones ouvertes des berges du cours d'eau.

L'élodée du Canada (*Elodea canadensis*) fait aussi partie, au même titre que la balsamine et le séneçon, de la liste noire des espèces envahissantes naturalisées en Wallonie (A1). Cette espèce, bien que recensée uniquement sur le bassin n°12 doit aussi faire l'objet d'une attention particulière et devrait faire l'objet d'un arrachage délicat et méticuleux pour l'éliminer sans aggraver la situation en la dispersant involontairement.

Avant de poursuivre avec les espèces végétales envahissantes, nous préférons revenir quelques instants sur la liste noire qui comprend des espèces animales cette fois-ci, présentes sur le site. Il s'agit de la bernache du Canada (*Branta canadensis*) et du rat musqué (*Ondatra zibethicus*) classés tous deux en A2. Nous avons déjà évoqué auparavant la colonie de bernaches du Canada présente sur le site dont nous devrions au plus vite nous débarrasser tant que leur effectif se limite à une quarantaine d'individus. Cette espèce présente des comportements antagonistes fréquents et représente une compétition pour les sites de reproduction (Jacob 2002). Le rat musqué, comme toutes les espèces de la liste noire, devrait connaître le même sort, bien que son éradication semble beaucoup plus délicate à mettre en œuvre vu l'écologie et l'habitat de ce rongeur qui a déjà causé des dégâts importants aux berges des bassins par le creusement de ses galeries. Cet animal doit être combattu à l'aide de pièges sélectifs mis au point par les piégeurs de la division de l'eau ou par des appâts empoisonnés (agréés) judicieusement placés. L'ouette d'Egypte (*Alopochen aegytiacus*) qui a été ponctuellement observée sur le site, qui est classée en catégorie A2, devra faire l'objet d'une surveillance si d'aventure, elle s'implantait de manière définitive sur les bassins.

Buddleia davidii fait partie de la liste grise des espèces envahissantes naturalisées (B2). Il est l'espèce la moins présente sur le site et se limite à l'extrémité sud du bassin n°2 et ne nécessite pas d'action immédiate. Une simple surveillance permettra d'estimer s'il représente réellement une menace. La vergerette du Canada (*Conyza canadensis*) ne fait pas partie de ces deux listes mais est bien représentée sur le site à divers endroits, la même surveillance que celle accordée au buddleia devrait suffire à estimer la menace qu'elle représente pour la zone (voir photos en annexe 21).

Un dernier mot concernera les caractères eutrophe et perturbé de la zone qui sont les deux facteurs facilitant l’envahissement des espèces exotiques (Meerts *et al.* 2004). Ces deux paramètres sont révélateurs de la zone, comme nous avons pu en discuter auparavant, et il faudra donc redoubler de vigilance face à ces espèces exotiques. Il est important dès aujourd’hui de mettre en œuvre des moyens de lutte efficace à l’encontre des espèces végétales citées ci-dessus.

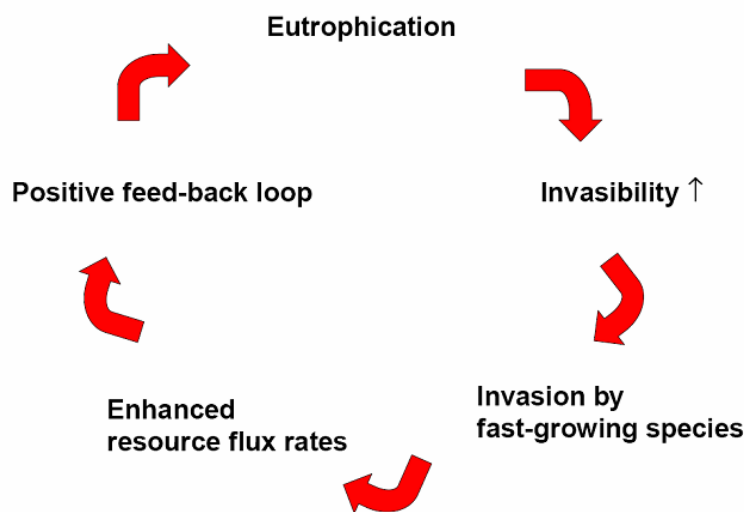


Figure 5: Modèle du vortex d'eutrophisation (Meerts *et al.* 2006)

La figure 5 illustre le lien reliant les écosystèmes sensibles (eutrophes et rudéraux) aux espèces envahissantes et au feed-back positif qu’elles engendrent sur le phénomène d’eutrophisation.

1.3.2. Eutrophisation

Ce phénomène naturel touchent les écosystèmes aquatiques et est caractérisé par l’accumulation de nutriments comme l’azote (sous forme d’ammonium, de nitrates ou de nitrites) ou le phosphore (sous forme de phosphates). Ces éléments favorisent à leur tour la croissance en surface des algues et autres plantes aquatiques qui progressivement vont occulter les autres organismes photosynthétiques vivant plus en profondeur. Ces algues et organismes photosynthétiques lorsqu’ils vont se dégrader, augmentent la teneur en matière organique qui pourra ensuite être assimilée et transformée par les bactéries en aérobie. Ces bactéries consomment l’oxygène en dégradant la matière organique et vont donc proliférer pour atteindre finalement un niveau seuil de consommation d’oxygène. Une fois ce seuil atteint, la dégradation des matières organiques ne peut plus s’effectuer et celles-ci vont s’accumuler au fond du plan

d'eau. Ce processus extrêmement lent qui transforme les lacs peu profonds en marais, prairies, mégaphorbiaies et finalement en forêt est donc naturel (Laugier 2001).

A l'heure actuelle, le terme d'eutrophisation désigne toujours ce même processus naturel mais porte aussi en lui le déséquilibre que subissent de nombreux plans d'eau quant à l'apport excessif de nutriments provenant en grande majorité des rejets industriels, urbains ou agricoles ; ces derniers étant constitués d'engrais riches en azote et phosphore. Cet apport d'origine anthropique accélérant le phénomène, le processus d'eutrophisation peut très vite s'emballer et mener à une chute radicale de la biodiversité (animale et végétale) (Lund 1972).

Il est donc normal, connaissant le passé de ces bassins industriels, de se poser la question du risque d'eutrophisation de ceux-ci. Les analyses physico-chimiques nous révèlent effectivement des concentrations élevées d'azote et de phosphore. Les plus grandes concentrations d'azote sont observées dans les bassins S1 (10.7mg/l), n°4 (9.9mg/l), A1 (8.2mg/l) et A3 (7.4 mg/l). Pour ce qui est du phosphore, ce sont les bassins n°3 (7.7 mg/l), A0 (6.9mg/l), n°10 (6.4mg/l) et A2 (5.8 mg/l) qui montrent la plus forte concentration. Nous pouvons remarquer que les concentrations de ces deux nutriments ne se cumulent pas entre bassins. En comparant les analyses physico-chimiques des différents bassins avec celles qui ont été réalisées par deux autres étudiants (Charvet 2007), nous remarquons de grandes différences dans les concentrations analysées et nous préférons donc nous baser sur d'autres indicateurs d'eutrophisation, d'autant plus que ces analyses sont assez coûteuses et que leur répétition dans le temps n'est pas envisageable.

Les autres indices d'eutrophisation sont, comme nous l'avons expliqué ci-dessus, la croissance d'algues et de plantes aquatiques en abondance. En particulier, la présence de *Potamogeton pectinatus* indique une lente eutrophisation des bassins et entre autres du grand bassin S1 (Kufel 1997).

Nous pouvons donc conclure que le risque d'eutrophisation est bel et bien présent mais il est difficile d'estimer son importance sans analyses plus précises des bassins. Un accord avec les gestionnaires de la station d'épuration de l'intercommunale IPALLE, qui sera fonctionnelle dans le courant du mois de septembre, prévoit, lorsque tous les raccords seront effectués, d'alimenter le bassin A0 avec les eaux traitées de la station. A partir de ce bassin, il sera donc possible par le jeu de pompes expliqué dans l'introduction de ce mémoire d'alimenter tous les autres bassins du site et de créer donc un léger courant amenant oxygène et eaux traitées de la station. Il sera donc important dans les années futures d'examiner les conséquences de ce flux d'eau à travers les sites et d'analyser le phénomène d'eutrophisation car les normes de rejet des eaux auxquelles est

soumise cette station sont pour les nitrates de 15mg/l, ce qui est supérieur à toutes les concentrations analysées sur le terrain. De même, la station n'est pas équipée à l'heure actuelle pour pouvoir traiter le phosphore qui est l'élément considéré comme limitant dans le phénomène d'eutrophisation, il est d'autant plus important de suivre l'évolution des bassins dans les années à venir.

1.3.3. Non gestion

Bien que la non gestion du milieu soit une menace pour les bassins, il ne faut pas oublier que c'est aussi l'une des deux attitudes qu'il est possible d'adopter face au déclin de la biodiversité. Cette optique implique que l'on considère que la nature est capable seule de restaurer ce qu'on lui a enlevé si on lui laisse d'assez grands espaces pour s'exprimer. L'autre attitude possible est au contraire de restaurer, gérer ou recréer des habitats pour la faune et la flore. Cette attitude prévaut largement en Europe occidentale où la totalité des milieux ont été profondément perturbés par l'homme (Goffart *et al* 2006).

Dans le cas du site abritant les bassins de décantation, la non gestion du site amènerait inévitablement à une colonisation du milieu par les espèces pionnières d'arbres (*Sambucus nigra*, *Salix sp*, *Populus sp*,...) et potentiellement par les espèces exotiques envahissantes.

La persistance du niveau d'eau dans les bassins ne serait plus assurée en cas de non gestion, ce qui pourrait donner finalement un champ recouvert d'orties, d'armoises, et de rumex, peu réjouissant dans le cadre de la protection de la biodiversité. A l'est des bassins n°10, 11 et 12 se situent actuellement encore deux petites mares dont l'existence n'est pas mentionnée dans les documents de la sucrerie. A côté de celles-ci, une dépression asséchée et recouverte des espèces compétitrices évoquées ci-dessus confirme donc le faciès auquel nous aurions à faire dans le futur si les bassins venaient à s'assécher.

Nous allons maintenant analyser quel mode de gestion, quels aménagements et mesures d'entretien nous permettraient d'éviter une détérioration de la diversité actuellement observée sur le site, voire même de promouvoir l'arrivée de nouvelles espèces liées aux milieux aquatiques.

2. Entretien et aménagements spécifiques

Nous allons dans cette partie passer en revue les différentes actions qu'il serait nécessaire d'effectuer sur le site dans un premier temps pour assurer l'intégrité écologique de ses hôtes, et ensuite lesquelles pourraient éventuellement attirer de nouvelles espèces et ainsi augmenter la biodiversité. Nous terminerons cette partie en évoquant la suite du monitoring qui pourrait être mis en place dans les années qui viennent et qui est directement lié aux mesures qui vont prendre place sur le terrain.

2.1. Entretien minimal

Comme nous venons de le dire, l'intérêt du site et de son potentiel au point de vue de la diversité biologique est très clairement lié à sa nature aquatique. L'entretien minimal du site serait donc de le maintenir dans un état similaire à celui observé lors de la fermeture de la sucrerie c'est à dire maintenir le niveau des eaux dans les différents bassins et pratiquer un pâturage extensif pour limiter la croissance des végétaux sur les différents chemins comme le faisaient, avec toutefois moins de poésie, les engins de l'usine qui roulaient sur ceux-ci. Éventuellement, il faudrait aussi prévenir une végétalisation excessive des berges par les ligneux. Les cartes réalisées dans ce travail permettent de maintenir cet état initial.

Ce serait cependant un manque cruel d'ambition que de vouloir se limiter à conserver le site dans l'état où nous l'avons trouvé. Étant d'origine entièrement anthropique, nous ne voyons pas de raisons philosophiques contraires à un aménagement plus spécifique, si ce n'est la conservation de l'intégrité écologique actuelle présente sur le site.

Le niveau des eaux sera normalement assuré dans les années futures par l'accord avec l'I.C. IPALLE qui devrait alimenter le bassin A0 à partir de sa station d'épuration, un mémoire concernant le pâturage extensif a été réalisé cette année pour déterminer quel animal serait à même d'éviter une colonisation des chemins par les ligneux. Si, à cela, nous ajoutons des campagnes de lutttes contre les espèces exotiques, animales ou végétales, et si un suivi de la santé des bassins au niveau du risque d'eutrophisation est établi, le site devrait se maintenir et continuer d'abriter les différentes populations qui ont été analysées dans ce travail.

2.2. Mesures supplémentaires

Nous allons maintenant essayer de proposer des mesures d'entretien et des actions concrètes pour conserver et promouvoir la diversité du site en créant volontairement de nouveaux types d'habitats. Ces propositions se basent sur les différents taxons étudiés lors de ce mémoire, c'est-à-dire, les oiseaux, les libellules et la végétation. Les conséquences sur la végétation étant directement liées aux propositions d'aménagement, nous indiquerons lesquelles sont susceptibles d'être positives pour la diversité floristique.

La faisabilité des aménagements d'un point de vue budgétaire ne sera pas évoquée dans ce travail. L'objectif est de proposer plusieurs pistes aux décideurs en vue de promouvoir la diversité du site. Nous devons cependant préciser que l'emplacement de ces entretiens et aménagements nécessite une autre étude approfondie pour optimiser ces mesures.

L'état de la Rhosnes étant à ce point désastreux d'un point de vue écologique, la moindre action en vue d'une amélioration de sa qualité s'avérera salvatrice pour la diversité qu'un tel cours d'eau pourrait abriter. Les engagements de la Région Wallonne et de notre État vis-à-vis de la qualité des cours d'eau devraient à moyen terme, et notamment grâce aux contrats de rivières, permettre à la Rhosnes de retrouver une certaine qualité.

2.2.1. Entretiens et aménagements concernant les odonates.

Il est important de noter que la population des odonates étant considérée comme indicatrice des milieux aquatiques et pouvant être considérée comme groupe parapluie, ces aménagements vont avoir un impact positif sur le reste de la communauté des arthropodes liés aux milieux aquatiques et plus généralement sur la qualité des eaux des bassins.

Les aménagements les plus usuels concernant les odonates liées aux eaux stagnantes sont (Goffart *et al* 2006) :

L'abattage ou l'arrachage des arbres le long des rives permettra de conserver des zones ensoleillées sur les berges, de limiter l'ombrage sur les plans d'eau et de ralentir le phénomène d'eutrophisation et d'atterrissement dû à l'accumulation des feuilles mortes. Certaines essences feuillues peuvent néanmoins être épargnées car elles offrent aussi un substrat de ponte pour certaines espèces de libellules et même de papillons.

Le faucardage des végétations rivulaires émergentes est, dans le cas du site des bassins de décantation, une mesure qui permettrait dans un premier temps de limiter le phénomène d'eutrophisation par export de la matière organique du site et dans un second temps de diversifier la végétation des berges. Il est conseillé de réaliser cette mesure sur un tiers de la longueur des berges en été (juillet - août) pour ne pas endommager le reste des berges nécessaires au développement des invertébrés liés à cette même végétation. Ce faucardage prend donc place dans un cycle de trois ans minimum.

La limitation de la végétation aquatique n'est valable que si un développement excessif de plantes aquatiques et d'algues se fait ressentir sur les bassins et pourrait entraîner une asphyxie du milieu. On utilisera des moyens mécaniques ou manuels pour éviter l'utilisation d'herbicides nocifs pour la faune aquatique. On n'enlèvera que partiellement ces espèces de végétaux aquatiques pour ne pas décimer les populations des différents insectes liés à un stade ou l'autre de leur développement à ce type de végétaux. Pour ce qui est de l'élodée du Canada (*Eloдея canadensis*), une élimination totale de cette espèce prévaut sur la remarque précédente.

Peu d'informations concernant les poissons sont disponibles sur les bassins, il serait éventuellement utile de vidanger l'un ou l'autre bassin pour **évaluer et contrôler**, si le besoin en est, **les populations de poissons**. Le contrôle de cette population est importante car elle exerce une pression de prédation sur les différentes larves et contribue aussi à l'apport de matières organiques et donc, de nutriments dans le cas d'une potentielle eutrophisation. Il est important que ces vidanges soient de courte durée et seront préférentiellement effectuées en automne pour éviter le risque de gel pour les larves qui passent l'hiver dans la vase.

La gestion saisonnière du niveau de l'eau peut permettre une minéralisation plus complète des vases organiques si l'on abaisse progressivement le niveau des eaux au cours de la bonne saison tout en évitant un assèchement complet du bassin.

Le curage des bassins pour contrôler la quantité de vase pouvant s'accumuler au fil des saisons est aussi indispensable si d'aventure, les bassins montraient des signes d'eutrophisation avancée. Cette mesure est nécessaire pour éviter un atterrissement accéléré des différents plans d'eau. Cette opération prend aussi généralement place en automne et sur un tiers de la surface pour limiter les dommages infligés à la faune benthique.

Il faudra éventuellement surveiller **le comportement des moutons**, si à l'avenir on estime opportun de pratiquer ce type de pâturage extensif, pour estimer si la pose de clôtures entourant certaines berges est nécessaire.

Un aménagement fort intéressant, dans le cadre de la zone étudiée, serait le **reprofilage des berges** qui à l'heure actuelle montrent une transition assez abrupte entre les milieux aquatique et terrestre. Un profil en pente douce permet d'augmenter la capacité d'accueil du milieu pour les odonates. Ce gradient entre les deux milieux permettra aussi à une végétation stratifiée de prendre place et donc, de favoriser aussi la diversité floristique.

La création de mares temporaires, s'asséchant durant l'été et attirant une faune spécifique (dont certaines espèces d'odonates) caractérisée par un développement rapide, peut être envisagée sur les bassins n° 7, 8, 9, 10, 11 et 12 et sur les deux plans d'eau de faible profondeur se situant au-delà des bassins n° 10 et 11.

Si nous anticipons l'implantation d'une future roselière, il serait judicieux de laisser des **chenaux** à l'intérieur de celle-ci, ce qui permettrait d'augmenter la diversité physionomique et floristique du milieu et donc, d'attirer plus d'odonates, mais aussi d'oiseaux.

2.2.2. Entretiens et aménagements concernant l'avifaune

De même que pour les odonates, les entretiens et aménagements visant à développer la diversité de ce groupe devraient rencontrer l'intérêt d'autres groupes taxonomiques en qualité d'espèces parapluies. Certaines guildes d'oiseaux indicatrices de milieux aquatiques spécifiques absentes partiellement ou totalement du site peuvent donc servir de base pour les aménagements futurs. De plus, certains de ces habitats (vasières, phragmitaies, typhaies, eaux stagnantes eutrophes) font partie « des zones de protection spéciale en application de la directive 79/409/CEE concernant la conservation des oiseaux sauvages » (Materne & De Wolf 2002).

Nous allons passer en revue certains aménagements spécifiques et décrire les espèces susceptibles d'être attirées par ce genre d'habitat. Ces aménagements concernent les oiseaux liés directement ou indirectement aux milieux aquatiques.

Les roselières : ces habitats particuliers peuvent s'assimiler à différentes dénominations selon l'espèce principale qui la compose : typhaies, phragmitaies, phalaridaies, cariçaies, jonchaies...

Cet habitat peut servir de lieux de gagnage, de reproduction ou encore de haltes migratoires pour de nombreuses espèces d'oiseaux. De plus, ce milieu attire des espèces aussi bien insectivore, piscivore ou phytophage (L.P.O. 2003). *Phragmites australis*, *Typha latifolia* et *Phalaris arundinacea* étant déjà présentes sur le site, il serait judicieux d'analyser les possibilités d'aménagement pour que ces espèces puissent s'étendre et donc, créer une zone propice pour la diversité ornithologique du site. Ce milieu serait susceptible d'attirer, de favoriser ou de renforcer la présence des espèces telles que : le grand butor (*Botaurus stellaris*), le blongios nain (*Ixobrychus minutus*), le busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), le gorgebleu à miroir (*Luscinia svecica*), le bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*), la phragmite des jones (*Acrocephalus schoenobaenus*) ou encore, la rousserolle effarvate (*Acrocephalus scirpaceus*). Le suivi de ces espèces liées au milieu de la roselière pourrait fournir un bon indicateur de la réussite de ces aménagements. Une première proposition d'aménagement d'une roselière a été évoquée sur le bassin A0 qui devrait recevoir, dans un futur proche, les eaux de la station d'épuration voisine ; ceci permettrait un premier stockage des nutriments en excès contenus dans ces eaux avant qu'elles ne poursuivent leur parcours dans les autres bassins. L'implantation d'une roselière nécessite cependant encore plusieurs études pour lui assurer un emplacement optimal. Il est nécessaire aussi de pouvoir assurer sa pérennité contre le boisement spontané de ces zones par les saules ou aulnes. L'étrépage est la gestion la plus courante pour offrir à la roselière une cure de jouvence en enlevant le surplus de matières organiques qui contribuent à l'atterrissement de la zone et permettant aux graines enfouies dans le sol de germer. Cette technique, bien que lourde à mettre en œuvre, ne doit se renouveler que sur des périodes allant de 10 à 20 ans (Bottin 2002).

Les vasières : ces milieux peuvent être définis comme une berge en pente douce en bordure de plans d'eau exondés temporairement par les fluctuations artificielles ou naturelles du niveau d'eau. Ces zones sont généralement dépourvues de plantes vasculaires (voir photos annexe 22). Ce milieu est souvent important en tant que lieu de gagnage pour les limicoles migrateurs (Devillers & Devillers-Terschuren 1998). Les chevaliers culblanc (*Tringa ochropus*) et guignette (*Actitis hypoleucos*) nous ont confirmé l'importance de telles zones exondées lors de l'abaissement du niveau d'eau sur le bassin A3. Parmi les autres limicoles migrateurs observés sur le site qui devraient confirmer leur présence si cet habitat est aménagé autour de bassins, nous retrouvons les bécasseaux (*Calidris sp*), la bécassine des marais (*Gallinago gallinago*), le

chevalier arlequin (*Tringa erythropus*), chevalier aboyeur (*T. nebularia*) et chevalier gambette (*T. totanus*), l'avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) ou encore la barge rousse (*Limosa limosa*) qui hiverne sur les vasières ou rivages sableux (Jonsson 1993).

Les gravières : Ce milieu caractérisé par une étendue de graviers, pierres ou galets peut s'avérer un milieu propice pour la nidification de certains oiseaux tels que le petit gravelot (*Charadrius dubius*) qui a déjà niché sur le site ou la sterne pierregarin (*Sterna hirundo*) qui affectionne aussi ce type de milieu pour y déposer ses œufs. Un aménagement particulier à cet effet est de construire un radeau flottant dont la surface est constituée de gravier, sable ou galet. Cet aménagement possède de multiples avantages pour l'espèce nicheuse : la ponte est à l'abri des coups d'eau grâce aux flotteurs, les prédateurs terrestres n'ont pas accès au site de ponte et enfin, on peut agrémenter ce radeau de divers aménagements tels que des filets anti-noyade ou des planches de repos (voir annexe 23). Cet aménagement réalisé sur les étangs de Virelles a vu le premier couple de sterne pierregarin (*S. hirundo*) nicheur en Wallonie cet été (Aquascope Virelles 2007).

Autres aménagements : La menace des prédateurs vis-à-vis des nicheurs terrestres peut s'éviter partiellement si les berges aménagées ne communiquent pas avec la terre ferme. Certaines digues entre bassins ainsi aplanies et coupées des berges peuvent aussi s'avérer un lieu propice pour les nidifications de limicoles ou encore de la guifette noire (*Chlidonias niger*) qui niche à terre en bordure de lacs ou d'étangs (Jonsson 1993). Ces aménagements devraient aussi augmenter le nombre de nicheurs parmi la colonie de mouettes rieuses (*Larus ridibundus*). Ce milieu peut aussi être mis sur radeau en confectionnant une surface terreuse où une végétation basse s'implantera d'elle-même.

Les berges peuvent aussi être reprofilées de manière abrupte pour offrir une paroi susceptible d'accueillir le martin-pêcheur (*Alcedo atthis*) ou l'hirondelle des rivages (*Riparia riparia*). La berge, qui sépare les bassins A0 et A3 nouvellement travaillée présente ces caractéristiques et les futures observations devraient confirmer si le couple de martins-pêcheurs (*A. atthis*) s'y installe (voir annexe 22).

Tous ces aménagements doivent être étudiés de près pour éviter les travaux et dépenses inutiles. Il est important de se baser sur des exemples concrets de gestions menées dans d'autres réserves naturelles qui ont aménagé ces mêmes genres d'habitats. Cependant, il est important de noter que le fait de pouvoir prochainement gérer le niveau des eaux à l'aide des pompes et des différents circuits à travers les bassins doit se révéler être un atout majeur pour la gestion du site.

2.3. Monitoring

Le monitoring, ou programme de surveillance, dont nous allons essayer de définir les grandes lignes est indispensable pour ce milieu qui évolue chaque année depuis la fermeture de l'usine et qui subit déjà des aménagements spécifiques.

Nous avons à travers ce mémoire parcouru les différentes étapes que constitue l'élaboration d'un monitoring. Nous pouvons dès lors émettre quelques critiques face aux méthodes utilisées et à leur faisabilité à long terme.

Pour ce qui est de la végétation, l'utilisation des quadrats devrait faciliter les prochains relevés et la comparaison avec l'état initial (saison 2007). Une comparaison de composition entre quadrats d'année en année nous semble judicieuse pour suivre au mieux l'évolution du site. Il est d'autant plus important de suivre l'évolution de la composition floristique car celle-ci comprend le suivi des espèces aquatiques qui peuvent se révéler être un indicateur d'eutrophisation, la surveillance des espèces exotiques envahissantes présentes sur le site et enfin, l'effet d'aménagements spécifiques sur la diversité totale de la flore. Ce suivi annuel de l'évolution de la végétation et de la composition floristique est donc tout à fait justifié vu les différentes problématiques qu'il soulève. Il serait judicieux d'analyser la végétation qui prend place au début du printemps, notre analyse s'étant déroulée en juillet 2007, un nombre d'espèces non négligeable, ayant fini leur cycle de développement, n'ont pas été recensées. Cependant ces mêmes espèces se retrouvent dans notre liste exhaustive qui s'est constituée tout au long de l'année.

Une dernière remarque serait l'ajout d'un ou deux quadrats sur les berges du grand bassin S1 qui présente une végétation plus diversifiée que celle des berges des autres bassins et qui méritent sans doute une analyse plus approfondie.

Les odonates devraient aussi faire l'objet d'un suivi annuel. La méthode d'observation et de recensement n'étant pas compliquée à mettre en place, tout bénévole ou personne sensible à

ces espèces pourrait contribuer à l'élaboration d'un relevé annuel des libellules. Certaines espèces étant quantitativement peu présentes (*Coenagrion scitulum*, *Ichnura pumilio*), la formation d'un petit groupe de personnes observant ces espèces de mi-mai à septembre à travers une dizaine de balades au maximum devrait suffire à relever toutes les espèces présentes sur le site et à estimer leur abondance relative. La clé utilisée pour la détermination des libellules pourrait être fournie par Jeunes et Nature, aux gens désireux de mieux connaître ces insectes passionnants et d'apporter leur contribution à l'étude de ce site.

Le « territory mapping » utilisé dans ce travail est assez lourd à supporter pour une seule personne. Le fait de partager les visites entre différents observateurs induirait inévitablement un biais supplémentaire mais cette solution nous paraît la plus envisageable. Le suivi des nicheurs ayant un statut légal particulier pourrait aussi faire l'objet d'une attention plus grande. Il serait donc nécessaire pour que ces informations ne se limitent pas à une liste exhaustive des oiseaux présents sur le site, d'accompagner les observations de quelques descriptions (n° du bassin, nombre d'individus, emplacement du nid, présence d'un couple, de jeunes,...). Le suivi des oiseaux est donc lourd si l'on veut appliquer à la lettre la méthode. Ceci dit les objectifs principaux étant de suivre l'évolution des espèces nicheuses et migratrices du site, les visites hebdomadaires de passionnés d'ornithologie et les sessions de bagage annuelles devraient permettre de créer un suivi suffisant pour comparer les résultats d'année en année.

Les analyses physico-chimiques des eaux des différents bassins étant assez coûteuses, il serait plus judicieux de s'en remettre aux indicateurs écologiques pouvant indiquer un dysfonctionnement des bassins (eutrophisation). De même, l'analyse de la Rhosnes, qu'elle soit de nature physico-chimique ou biologique (diatomées, macroinvertébrés) ne devrait pas être répétée avant quelques années ou en tout cas avant que des mesures concrètes ne soient prises pour l'amélioration de sa qualité.

Le suivi des différents indicateurs choisis dans ce mémoire nécessiterait donc, pour estimer et analyser au mieux l'évolution et les conséquences des aménagements spécifiques à venir, des relevés et observations annuels.

Il est important de rappeler que nous nous situons au cœur du projet pilote et que de ce fait, de nombreuses modifications dans les méthodes ou indicateurs utilisés doivent encore prendre place dans les années futures. Par exemple, les batraciens mériteraient certainement aussi de faire l'objet d'un suivi annuel.

Une dernière remarque est le fait que toutes les données, de quelque nature qu'elles soient, doivent impérativement être répertoriées et rassemblées méticuleusement pour éviter une

perte de résultat. L'implication des travaux de fin d'étude ou de mémoire d'étudiant doit constituer une réelle aubaine pour la réalisation de ce monitoring. Ces travaux sont non seulement bénéfiques pour les résultats qu'ils apportent mais aussi pour le plan de surveillance qui peut continuer d'évoluer d'année en année.

3. Perspectives

Ce travail a permis d'évaluer le potentiel de la zone considérée pour quelques taxons indicateurs des zones humides. Beaucoup d'autres taxons pourraient aussi être étudiés en leur qualité d'indicateur, mais aussi, pour compléter les connaissances, d'un point de vue biologique, de ce site. Nous pensons aux batraciens, mammifères, orthoptères ou lepidoptères qui pourraient faire l'objet d'autres études sur le site. Un diagnostic plus approfondi sur le phénomène d'eutrophisation des bassins serait aussi un sujet pertinent pour cerner au mieux la menace que peut représenter celui-ci et essayer de prédire l'évolution du phénomène pour, le cas échéant, entreprendre des actions pouvant contrer l'eutrophisation. Les plantes exotiques envahissantes présentes sur le site peuvent aussi représenter une expérience grandeur nature pour tester certaines hypothèses que nous avons évoquées dans le paragraphe destiné aux plantes exotiques.

Les aménagements proposés dans un précédent paragraphe doivent encore faire l'objet d'étude de faisabilité et d'entretien. L'emplacement de ceux-ci et la surface qu'ils occuperont sont deux paramètres à fixer et qui découlent directement des objectifs principaux concernant le projet.

Le monitoring de la zone est un travail assez complexe qui nécessitera chaque année de nombreuses contributions pour surveiller l'évolution des populations des indicateurs choisis. Un travail pourrait, à moyen terme, reprendre les différents résultats obtenus au cours de ce programme de surveillance pour analyser les effets des aménagements sur les différentes populations considérées. C'est pour cette raison qu'il est indispensable que les données émanant des multiples observations effectuées sur le site soient rassemblées par une même personne qui pourra synthétiser et présenter ces résultats de manière homogène et normalisée. Ce n'est que dans cette optique qu'un futur travail pourrait analyser cette évolution. Le comité de pilotage de ce projet prend donc toute son importance dans la récolte des données et la mobilisation des personnes sensibles à cette problématique environnementale.

Ce site offre donc encore beaucoup de possibilités quant à l'étude des populations faunistiques ou floristiques qu'il abrite et à l'analyse de certains facteurs abiotiques influençant la qualité de ces habitats.

Conclusion

Nous aimerions revenir dans ce dernier paragraphe sur l'importance des zones humides et des habitats qui leur sont associés. Comme nous l'avons évoqué dans l'introduction, les zones humides font partie des habitats qui ont le plus souffert ces derniers siècles par les multiples actions anthropogènes qui ont abouti dans la majeure partie des cas à leur destruction totale. Il est plaisant, vu ce constat plutôt alarmant, d'observer que parmi ces actions dommageables pour l'environnement, certaines peuvent de manière indirecte recréer un milieu de substitution d'une qualité biologique insoupçonnée.

Nous avons donc réussi, à travers plusieurs indicateurs caractéristiques de ces zones en danger, à prouver l'importance de celles-ci pour la conservation de la biodiversité mais aussi toute la pertinence d'un programme de surveillance annuelle. Il ne fait pour nous aucun doute que des aménagements spécifiques doivent être entrepris pour tenter de donner à ce site tout le potentiel qu'une telle zone pourrait avoir à l'état naturel. Ce site étant purement d'origine anthropique, il est de notre devoir d'analyser et de concrétiser les meilleures interventions qu'il est en notre pouvoir de réaliser pour rendre à la nature ces habitats si menacés.

Il est pour nous indispensable que le comité de pilotage de ce projet constitué de scientifiques mais aussi des acteurs représentatifs des différents secteurs de la commune continue de suivre l'évolution de ce site et encourage la découverte de celui-ci au public le plus large possible.

Ce n'est qu'en faisant découvrir la beauté de la nature et de tels écosystèmes et en impliquant l'homme dans ce défi qui se dresse devant nous pour la sauvegarde de la biodiversité que nous arriverons peut-être à limiter les pertes, déjà nombreuses, des pièces de ce mikado géant constitué de tous les organismes vivant et dont nous ne sommes que la tige supérieure chancelante...

Bibliographie

Abraham B. 2002. *La Réhabilitation des bassins d'épuration de sucreries désaffectées en Picardie et en Champagne-Ardenne: aspects et enjeux naturels et sociaux*. Université de Paris et Vincennes-Saint-Denis. 216p.

AFNOR. 1992. *Détermination de l'indice globale généralisé*. Association Française de Normalisation : NF T 90-350, 9p. Révisé en Mars 2004.

Anonyme. 1999. *Historique de la sucrerie de Frasnes*.

Aquascope Virelles. 2007. *Un couple de Sterne pierregarin profite de l'aménagement d'un radeau pour nicher*. :
<http://aquascope.be/etang/protection.html>

Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.M., Haury A., Lacoste J.C., Rameau J.C., Royer J.M., Roux G., Touffet J. 2007. *Prodrome des végétation de France*. :
http://habitats-naturels.fr/prodrome/prod_sousall.htm

Bastin B., De Sloover J.R., Evrard C., Moens P. 1993. *Flore de la Belgique*. Quatrième édition. Artel, Namur. 359p.

Blamey M., Grey-Wilson C. 1989. *La Flore d'Europe Occidentale*, Flammarion, Paris. 544p.

Biddy C.J., Burgess N.D., Hill D.A., Mustoe S.H. 2000. *Bird Census Techniques*. second edition. Academic Press, Elsevier Ltd, San Diego, London. 302p.

Born C.H. 2004. *Guide juridique des zones protégées en Wallonie*. C. Delbeuck, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement. 378p.

Bossus A., Charron F. 2003. *Guide des chants d'oiseaux d'Europe occidentale*. Delachaux et Niestlé, Paris. 240p.

Bottin G. 2002. *Un projet life-nature dans la vallée de la Haine.*

Dans L'échos des marais : spécial life. N°39. Mars 2002. 9p.

Bourrelly P. 1966. *Les Algues d'eau douce : algues vertes.* N. Boubée & Cie. Paris. 569p.

Brunner R.D. & Clark T.W. 1997. *A practice-based approach to ecosystem management.* Conserv. Biol. 11 :48-58.

Bux H. 2004. *Un morceau de vie qui s'en va...* DH du mercredi 7 janvier 2004. Tournai-Ath-Mouscron.

Carignan V. & Villard M.A. 2001. *Selecting Indicator species to monitor ecological integrity: A review.* Environmental Monitoring and Assessment. 78: 45-61.

Charvet F. 2007. *Étude de la population des batraciens dans le cadre du plan de gestion pour la réhabilitation des bassins de décantation de l'ancienne sucrerie de Frasnes-lez-Anvaing.* Travail de fin d'études. Haute école provinciale de Charleroi. 80p.

Chinery M. 1973. *Les insectes d'Europe.* Elsevier Séquoia, Bruxelles. 380p.

Chinery M. 1986. *Insectes de France et d'Europe Occidentale.* Flammarion, Paris. 320p.

Christensen N.L., Bartuska A.M., Brown J.H., Carpenter S., D'Antonio C., Francis R., Franklin J.f., MacMahon J.A., Noss R.F., Parsons D.J. Peterson, C.H., Turner M.G. and Woodmansee R.G. 1996. *The report of the Ecological Society of America committee on the scientific basis for ecosystem management.* Ecol. Appl. 6 :665-691.

Deliry C. 1996. *Etude des libellules pour la gestion des milieux humides et aménagements spécifiques.* Conférence FRAPNA-38. groupe sympetrum (GRPLS).

Devillers P. & Devillers-Terschuren J. 1998. Clé d'identification provisoire des habitats de la Région wallonne. :

<http://biodiversite.wallonie.be/habitats/clef/home.html>

Devillers C. & Bertrand S. 2007 *Clés de détermination des Libellules de Belgique* Jeunes et Nature asbl, Wavre. 33p.

Devillez F., Jacquemart A-L., Lhoir P., Vervoort A. 2006. *Excursions de Phytosociologie*. Unité des Eaux et Forêts. Louvain-la-Neuve, 64p.

Dixon PM, Olsen AR, Kahn BM. 1998. *Measuring trends in ecological resources*. Ecol. Appl. 8 :225-227.

Dufrêne M. 2002. *Base de données des statuts de protection des espèces en Wallonie*. : <http://biodiversite.wallonie.be/cgi/sibw.esp.leg.wal.pl>

Dufrêne M. 2004. *Informations sur les habitats*. : <http://biodiversite.wallonie.be/habitats/home.html>

Duhamel G. 1994. *Flore des Carex de France*. Boubée, Paris. 176p.

Duvigneau J. 2001. *Essai de réalisation d'un Synopsis des groupements végétaux de wallonie*. Adoxa Hors Série n°1, Bruxelles. 23p.

Fitter R., Fitter A. 1984 *Guide des fleurs sauvages*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel - Paris. 336p.

Fitter R., Fitter A. Farrer A. 1991 *Guide des graminées, carex, joncs et fougères*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel - Paris. 256p.

Finasucre. 2007. *Groupe sucrier S.A.* : <http://finasuvre.com/fr/dc/dca/dcab/index.htm>

Goffart P. 2004. *Méthodes de recensement des papillons de jour et des libellules*. : http://biodiversite.wallonie.be/especes/ecologie/libellules/ISB_SURWAL/recensements.htm

Goffart, Ph., De Knijf, G., Anselin, A. & Tailly M. (eds), 2006. *Les libellules (Odonata) de Belgique : répartition, tendances et habitats*". Publication du Groupe de Travail Libellules Gomphus et du Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois (MRW/DGRNE), série "Faune-Flore-Habitats" n°1, Gembloux, 398 pp.

Grumbine R.E. 1994. *What is ecosystem management ?* Conserv. Biol. 8 :27-38.

Harwell MA, Myers V, Young T, Bartuska A, Gassman N, *et al.* 1999. *A framework for an ecosystem integrity report card.* Bioscience 49: 543-56.

Jacob J.P. 2002. *Les exotiques en Wallonie.* :

<http://biodiversite.wallonie.be/especes/exotiques/oiseaux.html>

Jacob J.P. 1999. *Inventaire et Surveillance de la Biodiversité : Oiseaux.* :

<http://biodiversite.wallonie.be/organisations/OFFH/progISB/oiseaux/larides.html>

Jonsson L. 1993. *Les oiseaux d'Europe.* Nathan, Paris. 560p.

Karr J.R. and Dudley D.R. 1981. *Ecological perspective on water quality goals.* Env. Manage. 5, 55-68.

Kent M. & Coker P. 1994. *Vegetation description and analysis. A practical approach.* John Wiley & Sons, 363p.

Kufel L., Prejs A. & Rybak J.I. 1997. *Eutrophication processes in a shallow, macrophyte-dominated lake –species differentiation, biomass and the distribution of submerged macrophytes in Lake Łuknajno (Poland).* Hydrobiologia 342/343, 411–416.

Lambeck R.J. 1997. *Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation.* Conserv. Biol. 11, 849-856.

Lambinon J., Delvosalle L., Duvigneaud J. 1973. *Nouvelle flore de la Belgique du G.-D. De Luxembourg du Nord de la France et des régions voisines* Cinquième édition. Jardin Botanique National de Belgique, Meise. 1168p.

Landres P.B., Verner J., Ward T.J. 1988. *Ecological Uses of Vertebrate Indicator Species: A critique.* Conservation Biology Vol 2 n°4

Laugier T. 2001. *Définition opérationnelle de l'eutrophisation.*

Dans : *L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France.* Rapport Ifremer pour la Commission européenne. 64p.

Lemoine G. 2006. *La gestion des Espaces Naturels: Une méthodologie et des outils adaptés*. Département du nord (Service Espaces Naturels Sensibles), Lille. 38p.

Nicolai J. 1991. *Les oiseaux chanteurs*. Nathan, Paris. 158p.

L.P.O. (Ligue pour la protection des oiseaux). 2003. *Séminaires : Activités humaines et conservation des roselières pour l'avifaune*. Corderie Royale. Rochefort. 50p.

Lund J.W.G. 1972. *Eutrophication*. Series B, Biological Sciences. Vol. 180, No. 1061, 371-382.

MacDonald L.H. 1994. *Developing a monitoring project*. Journal of Soil and Water Conservation. VOL: 221-227

Materne F. & De Wolf P. 2002. Décret 06/12/01 – Natura 2000. :
<http://biodiversite.wallonie.be/legislations/consnat/N011206annexe01.html>

Materne F. & De Wolf P. 2003. Informations sur la législation concernant la biodiversité. :
<http://biodiversite.wallonie.be/legislations/home.html>

Materne F. & De Wolf P. 2002. *Désignation des ZPS*. :
<http://biodiversite.wallonie.be/legislations/consnat/ZPS3.html>

McCune B. & Grace J.B. 2002 *Analys of Ecological Communities*. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA. 300p.

Meerts P., Dassonville N., Vanderhoeven S., Chapuis-Lardy L., Koutika L.S., Jacquemart A.L. 2004. *Les plantes exotiques et envahissantes et leurs impacts*.

Dans Diversité : État, enjeux et perspectives, De Boek Université. Bruxelles. 238p.

Meerts P., Dassonville N., Vanderhoeven S. 2006. Alien Invasive species: impact on ecosystems.

Dans Branquart E., Baus E., Piere N., Vanderhoeven S. & Desmet P. 2006. Eds. SOS Invasions, Conference 09-10 March 2006, Brussels. Abstract Book. 76p.

Mulhauser B., Monnier G. 1995. *Guide de la faune et de la Flore des Lacs et des Etangs d'Europe*. Delachaux et Niestlé, Lausanne – Paris. 336p.

Murphy D.D., Freas K.E. and Weiss S.B. 1990. *An environmental-metapopulation approach viability analysis for a threatened invertebrate*. *Conserv. Biol.* 4 :41-51.

National Research Council. 2000. *Ecological Indicators for the Nation*. Washington, DC. Natl. Acad.

Niemeijer D. 2002. *Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by example*. *Environ. Sci. Pol.* 5: 91-103.

Niemi G. J. & McDonald M. E., 2004. *Application of Ecological Indicators*. *Annual review of Ecology, Evolution, and Systematics.* 35: 89-111.

Niemi G.J., Wardrop D.H., Brooks R.P., Anderson S., Brady V.J., et al. 2004. *Rationale for a new generation of ecological indicators for coastal waters*. *Environ. Health Perspect.* Vol. 112, No. 9: 979-986.

Noss R.F. 1999. *Assessing and monitoring forest biodiversity : A suggested framework and indicators*. *For. Ecol. Manage.* 115: 135-146.

Noss R.F., O'Connell M.A. and Murphy D.D. 1997. *The science of conservation planning: Habitat conservation under the Endangered Species Act*. World Wildlife Fund et Island Press, Washington.

O'Connell T.J., Jackson L.E., Brooks R.P. 2000. *Bird guilds as indicators of ecological condition in the Central Appalachians*. *Ecol. Appl.* 10:1706-1721

Ostrom E., Burger J., Field C.B., Norgaard R.B., Policansky D. 1999. *Revisiting the commons: local lessons, global challenges*. *Science* 284: 278-282

Peterson R. 1954. *Oiseaux de France et d'Europe*. Douzième édition. Delachaux et Niestlé, Lausanne – Paris, 534p.

Rameau J.C., Mansion D., Dumé G. 1989. *Flore Forestière Française : Plaines et Collines*. Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, Paris. 1786p.

Région Wallonne. 2007. *Wallex : la base de données juridiques de la Région wallonne*. : <http://wallex.wallonie.be/indexMain.html>

RNDE (Réseau National des Données sur l'Eau). *La qualité biologique des cours d'eau en France*. Edition 2000 : <http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/0041-3.pdf>

Rodier J. 2005. L'analyse de l'eau. Ed. Dunod, Paris. 8^{ème} édition. 1381p.

Sauvage A. 2000. *Les limicoles sur les bassins de décantation de la sucrerie d'Attigny, dans les vallées de l'Aisnes et de la Chiers (Ardennes): Phénologie de la migration, reproduction et hivernage*. L'Orfraie n° spécial -Mars 2000, Vitry-le-François. 220p.

Schiller A., Hunsaker C.T., Kane M.A., Wolfe A.K., Dale V.H., et al. 2001. *Communicating ecological indicators to decision makers and the public*. Conserv. Ecol. 5(1): 19.

Smeets E. & Weterings R. 1999. *Environmental indicators : typology and overview*. Tech. Rep. 25, Eur. Environ. Agency, Copenhagen, Den.

Temple S.A. & Wiens J.A. 1989. *Bird populations and environmental changes : can birds be bio-indicators ?* Am. Birds 43:260-270.

US EPA. 2002b. A SAB report: *a framework for assessing and reporting on ecological condition*. EPA-SAB-EPEC-02-009, Washington, DC. 142p.

Vanderhoeven S., Branquart E., Grégoire J.C., Mahy G. 2006. *Les espèces exotiques envahissantes*. État de l'environnement wallon. Études-Expertises. 42p.

Wilcove D.S. and Blair R.B. 1995. *The ecosystem management bandwagon*. Trends Ecol. Evol. 10: 345.

Yoccoz N.G., Nichols J.D., Boulinier T. 2001. *Monitoring of biological diversity in space and time*. Trends Ecol. Evol. 16 :446-453.

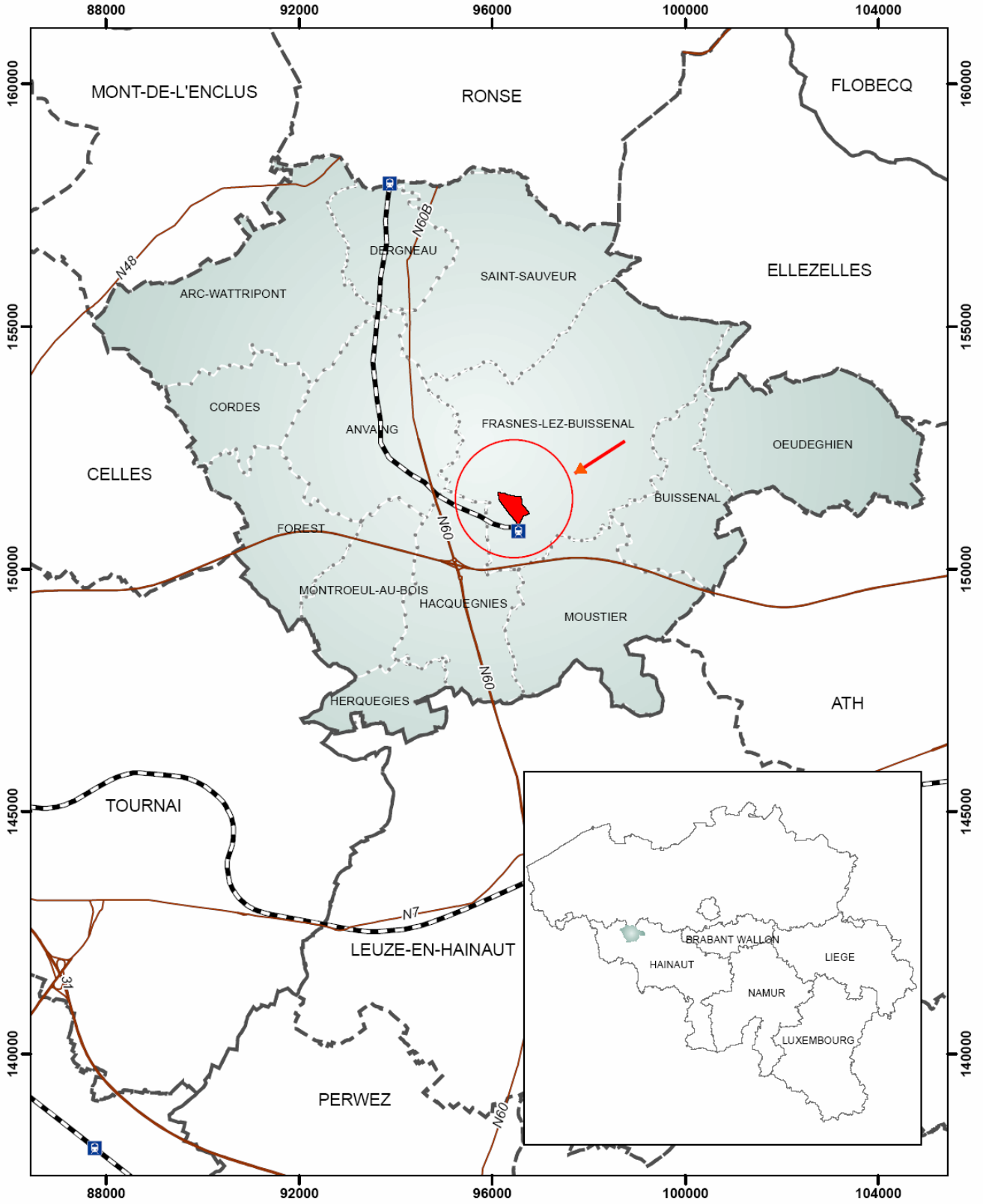
Table des annexes

Annexe 1 : Carte 1 : Localisation de la zone d'étude	Page 100
Annexe 2 : Carte 2 : Représentation des différents circuits du traitement des eaux de lavage	Page 101
Annexe 3 : Photos de pompes et tuyaux reliant les bassins	Page 102
Annexe 4 : Photos de quadrats pour l'analyse de la végétation	Page 103
Annexe 5 : Photos des supports utilisés pour l'analyse des oiseaux	Page 104
Annexe 6 : Symbologie utilisé pour la prise de note durant le « territory mapping »	Page 105
Annexe 7 : Tableau des différents supports définis par leur couple Substrat/Vitesse utilisé dans la méthode de l'I.B.G.N.	Page 107
Annexe 8 : Tableau des scores définis par l'I.B.G.N.	Page 108
Annexe 9 : Photos illustrant la récolte des diatomées et le kits de mesure	Page 109
Annexe 10 : Photos illustrant la végétation des berges des bassins secondaires et du bassin S1	Page 110
Annexe 11 : Photos illustrant les trois faciès à dominance monospécifique	Page 111
Annexe 12 : Carte 3 : Localisation des quadrats et extrapolation des groupements végétaux	Page 112
Annexe 13 : Carte 4 : Localisation des ligneux	Page 113
Annexe 14 : Carte 5 : Localisation des plantes aquatiques et des algues	Page 115
Annexe 15 : Photos de plantes aquatiques et algues présentent sur le site	Page 116
Annexe 16 : Carte 6 : Localisation des espèces exotiques envahissantes	Page 118
Annexe 17 : Carte des trois territoires choisis	Page 119
Annexe 18 : Résultats des analyses concernant les diatomées (échantillon 1 et 2)	Page 120
Annexe 19 : Tableau récapitulatif des oiseaux observés sur le site associés à leur statut légal	Page 122

Annexe 20 : Photos de la zone d'atterrissage au sud des bassins n° 1 et 2	Page 126
Annexe 21 : Photos d'espèces exotiques envahissantes présentes sur le site	Page 127
Annexe 22 : Photos des vasières et de la berge abrupte nouvellement créées sur le site	Page 129
Annexe 23 : Exemple de plateforme flottante pour la nidification de certains oiseaux	Page 130
Annexe 24 : Tableau des analyses phytosociologiques	Page 131

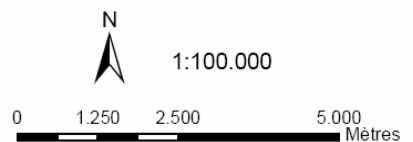
Bassins de décantation de la sucrerie de Frasnes-lez-Buissenal

Carte1 : Localisation de la zone d'étude



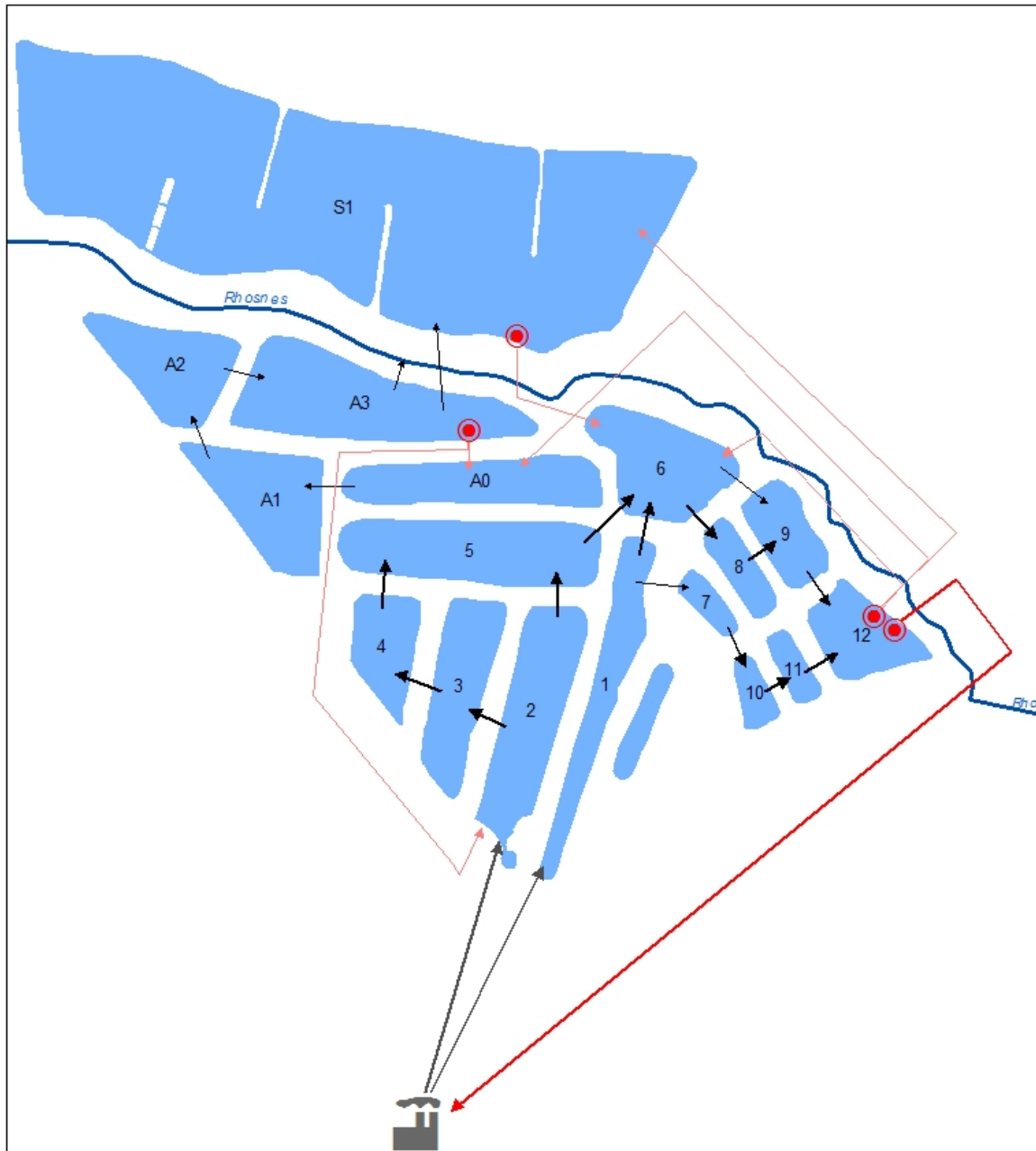
Légende

- Zone d'étude
- Voirie principale
- Limite communale
- Gare
- Limite ancienne commune
- Chemin de fer



Bassins de décantation de la sucrerie de Frasnes-lez-Buissenal

Carte 2 : Représentation des différents circuits du traitement des eaux de lavage



Légende

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| Sucrierie | Conduits |
| Bassin de décantation | → +/- 200 m³/h |
| Cours d'eau | → +/- 500 m³/h |
| Pompes | → Pompe +/- 200 m³/h |
| | → Pompe +/- 500 m³/h |
| | → Eau venant de l'usine |

Données sources: PPNC: Résolution 40 cm - 2000



0 50 100 200 Mètres

Système de coordonnées Lambert-Beige 72

Réalisation: Benoit Host (UCL), 2007.

Annexe 3 : Photos de pompes et tuyaux reliant les bassins



Photo 1 : Tuyaux arrivant dans le bassin n°7

Photo : Host B. 2007.



Photo 2 : Pompes du bassin n°12

Photo : Host B. 2007.

Annexe 4 : Photos de quadrats pour l'analyse de la végétation**Photo 3 et 4** : Quadrat situé entre les bassins A1 et A3 Photo : Host C. 2007.

Annexe 5 : Support utilisé pour l'analyse des oiseaux



Photo 5 : Observation des oiseaux durant le territory mapping

Photo : Host C. 2007.



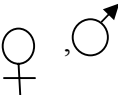
Photo 6 : Utilisation des chemises transparentes pour les notes

Photos : Host C. 2007.

Annexe 6 : Symbologie utilisé pour la prise de note durant le « territory mapping »

Les symboles sont donc ajoutés aux abréviations des espèces d'oiseaux lors des visites pour permettre un bonne interprétation des cartes et une meilleur détermination des territoires.


Comportement et identité :

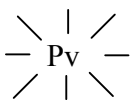
Am  : Accenteur mouchet mâle ou femelle.


3Am juvs : 3 accenteurs mouchets juvéniles.

Pm : Mésange charbonnière, simple cris.

Pm : Mésange charbonnière répétant son cris d'alarme et montrant un fort comportement de territorialité.

 : Rouge-gorge en train de chanter.

 : Rencontre agressive entre deux pouillots véloces.

*  : Nid occupé de pinson des arbres.

- si * entouré : alors nid artificiel.
- si « on » après sigle : adulte en train de couvrir.
- si « mat » après sigle : adulte en train d'apporter du matériel pour la construction du nid.
- si « food » après le sigle : adulte apportant de la nourriture.

Déplacements :

—Am → : Accenteur mouchet vu en vol (uniquement en vol).

Am →→ : Accenteur mouchet perché puis en vol (sans savoir la destination).

→→ Am : Accenteur mouchet vu en vol puis posé (sans connaître l'origine).

On indiquera l'abréviation de l'individus au début et à la fin du trait si il s'agit définitivement du même individus.

Double observations :

Les doubles observations reposent sur l'utilisation d'une ligne en pointillés qui indique que l'on est sûr de voir deux individus de la même espèce au même moment. La ligne pleine est utilisée lorsqu'on est sûr que l'observation porte sur le même individu. Une ligne interrompue par un point d'interrogation indique que l'observateur hésite entre le fait que ce soit le même individu ou deux différents.

Les symboles de déplacements et de doubles observations sont cumulables à ceux de comportement et d'identité.

Ex :

Ⓜ———Ⓜ : Une Mésange charbonnière observée à deux reprises en train de chanter.

Ⓜ-----Ⓜ : Double observation de Mésanges définitivement différentes.

Annexe 7 : Tableau des différents supports définis par leur couple Substrat/Vitesse utilisé dans la méthode de l'IBGN

Source : <http://perso.orange.fr/erb/ibgn.htm>

Supports\Vitesses (en cm/s)	V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	5 > V
(9) Bryophytes					
(8) Spermaphytes immergées					
(7) Eléments organiques grossiers (litières, branchages, racines)					
(6) Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) de diamètre compris entre 250 mm et 25 mm					
(5) Granulats grossiers de diamètre compris entre 25 mm et 2,5 mm					
(4) Spermaphytes émergeant de la strate basse					
(3) Sédiments fins organiques, vases, de diamètre inférieur à 0,1 mm					
(2) Sables et limons de diamètre inférieur à 2,5 mm					
(1) Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois), blocs de diamètre supérieur à 250 mm					
(0) Algues ou à défaut marnes et argiles					

Annexe 8 : Tableau des scores définis par l'IBGNSource : <http://inrp.fr/Acces/Biogeo/cooper/eau/html/tabdet.htm>

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons indicateurs	Σt Gi	> 50	49 45	44 41	40 37	36 33	32 29	28 25	24 21	20 17	16 13	12 10	9 7	6 4	3 1
Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Capniidae Brachycentridae Odontocéridae Philopotamidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Leuctridae Glossosomatidae Beraeidae Goeridae Leptophlébiidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Epheméridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	10	9	8	7	6	5
Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Limnephilidae (1) Ephemérellidae (1) Hydropsychidae Aphelocheiridae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Baetidae (1) Caenidae (1) Elmidae (1) Gammaridae (1) Mollusques	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Chironomidae (1) Asellidae (1) Achètes Oligochètes (1)	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Annexe 9 : Photos illustrant la récolte des diatomées et le kit de mesure**Photo 7** : Récolte des diatomées dans la Rhosnes Photo : Host C. 2007.**Photo 8** : Kit d'analyse physico-chimique portable Photo : Host B. 2007.

Annexe 10 : Photos illustrant la végétation des berges des bassins secondaires et du bassin S1



Photo 9 : Végétation typique des berges des bassins secondaires
Photos : Host B. 2007.



Photo 10 : Berge plus diversifiée du bassin S1
Photo : Host B. 2007.

Annexe 11 : Photos illustrant les trois faciès à dominance monospécifique.



Photo 11 : Faciès à *Petasites hybridus*
Photo : Host B. 2007.

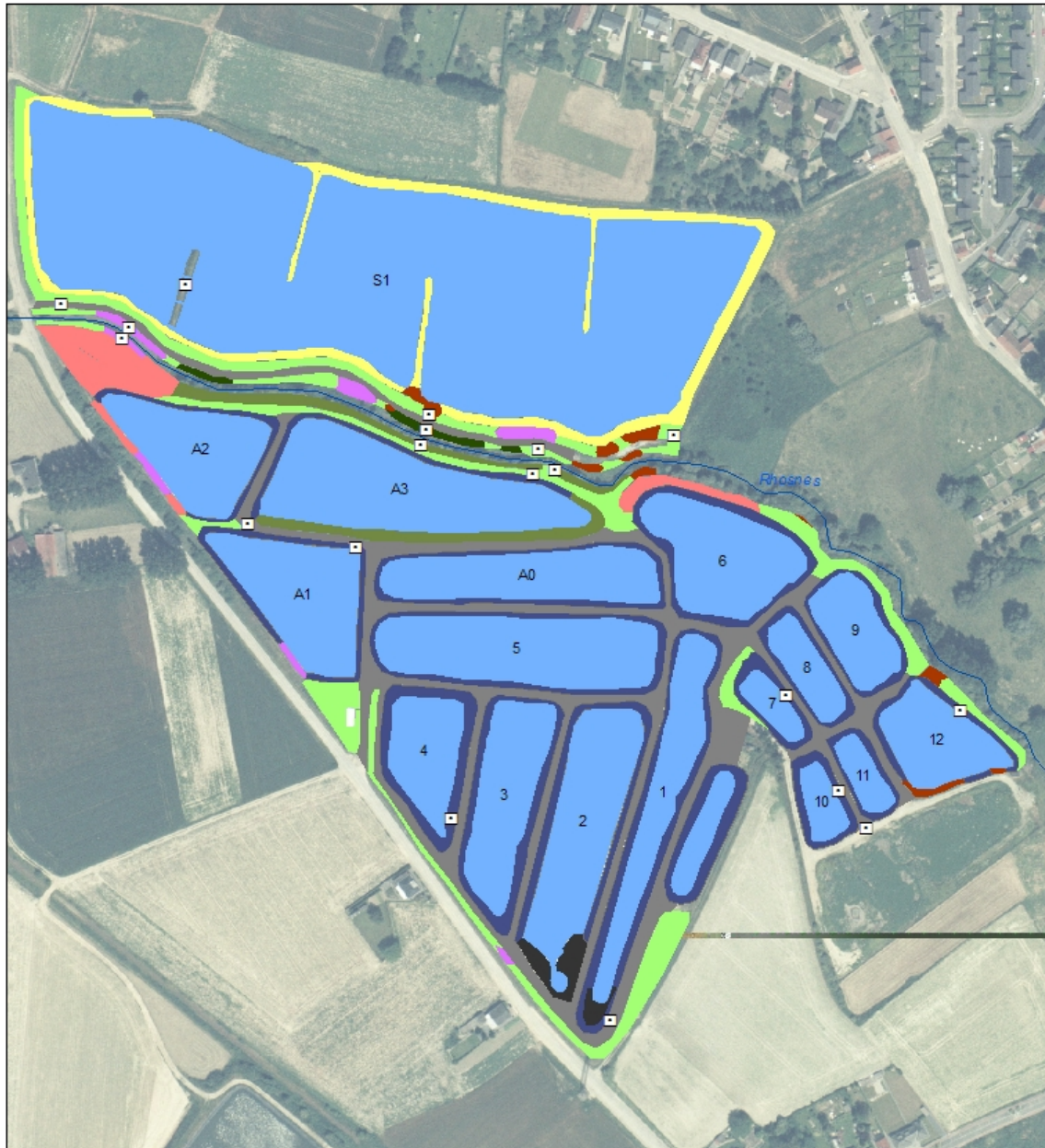
Photo 12 : Faciès à *Rubus sp*
Photo : Host B. 2007.



Photo 13 : Faciès à *Urtica dioica* Photo : Host B. 2007.

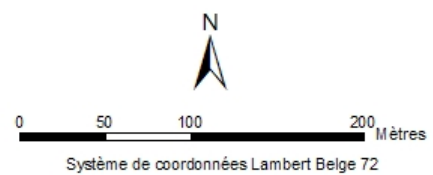
Bassins de décantation de la sucrerie de Frasnes-lez-Buissenal

Carte 3 : Localisation des quadrats et extrapolation des groupements végétaux



Légende

	Cours d'eau	Extrapolation		Ronces
	Bassin			Zones d'atterrissement
	Quadrat			Berges
				Chemins-Berges
				Ripisylve Sud
				Ripisylve Nord



Données sources: IGN Vectorielle 1995-1996 / Observations terrain
Fond de plan: PPNC - résolution 40 cm - 2000

Réalisation: Benoit Host (UCL), 2007.

Bassins de décantation de la sucrerie de Frasnes-lez-Buissenal

Carte 4 : Localisation des ligneux



Légende

~ Cours d'eau

■ Bassin

Ligneux

● Acer campestre

● 25 Acer campestre

● Acer pseudoplatanus

● 25 Acer pseudoplatanus

■ Alnus glutinosa

▲ Betula pendula

● Buddleia davidii

■ Carpinus betulus

● Coryllus avellana

● Crataegus monogyna

● Fraxinus exelcior

■ Juglans regia

● Picea abies

▲ Populus canadensis

○ Prunus sp

○ 5 Prunus sp

■ Prunus avium

■ Quercus petraea

● Salix alba

● 10 Salix alba

▲ Salix caprea

■ Salix cineraria

● Sambucus nigra

▲ Syringa vulgaris

■ Tilia cordata



0 25 50 100 150 Mètres

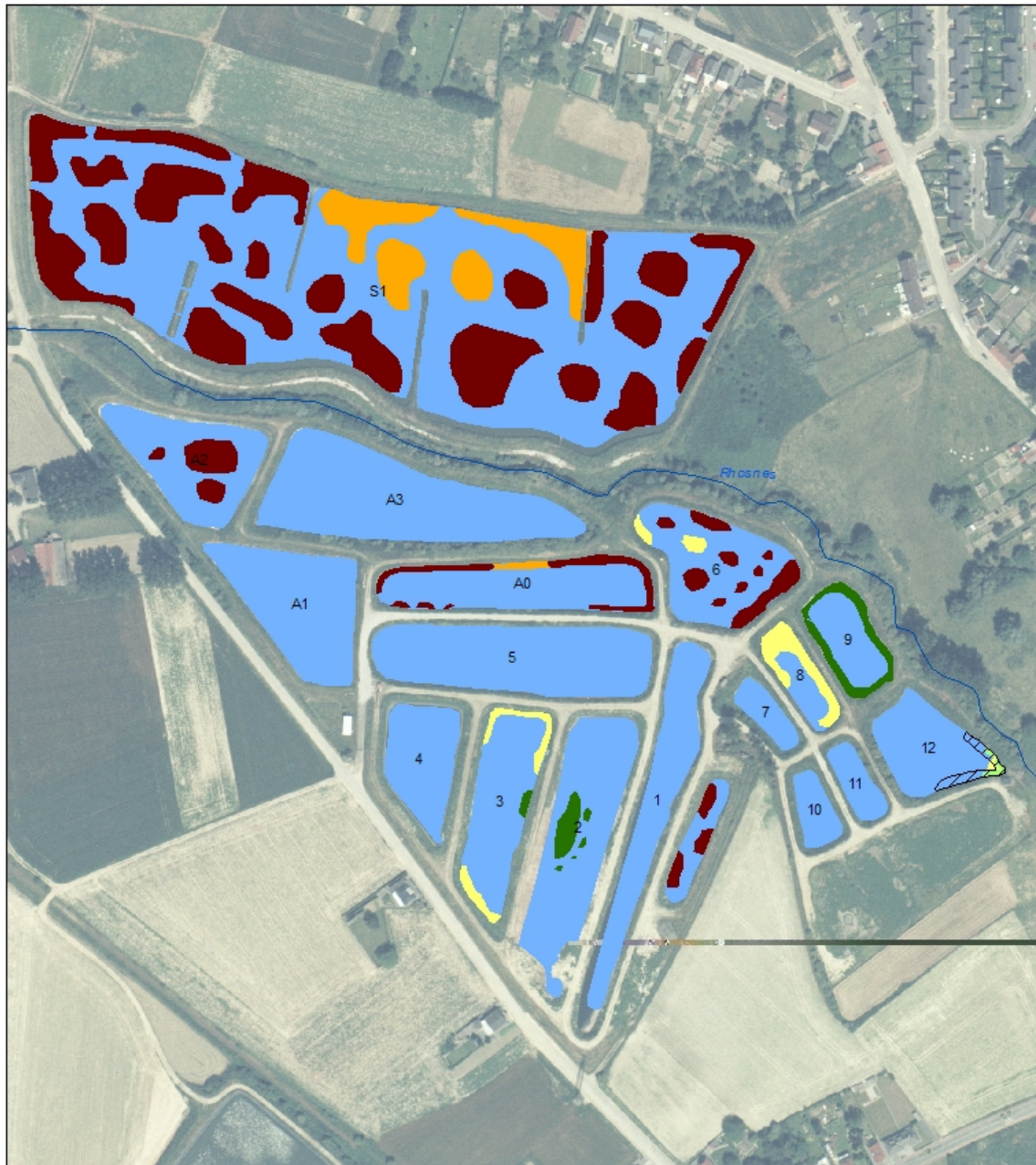
Système de coordonnées Lambert Belge 72

Bassins de décantation de la sucrerie de Frasnes-lez-Buissenal
 Carte 4a : Zoom ripisylve



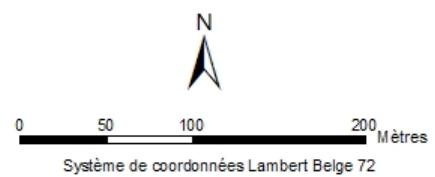
Bassins de décantation de la sucrerie de Frasnes-lez-Buissenal

Carte 5 : Localisation des plantes aquatiques et des algues



Légende

	Cours d'eau		Potamogeton berchtoldii
	Bassin		Wolffia arrizha
			Potamogeton pectinatus
			Lemna minor
			Monostroma sp
			Elodea canadensis



Données sources: IGN Vectorielle 1995-1996 / Observations terrain
Fond de plan: PPNC - résolution 40 cm - 2000

Réalisation: Benoit Host (UCL), 2007.

Annexe 15 : Photos de plantes aquatiques et algues présentent sur le site.



Photo 14 : Recouvrement dense de *Potamogeton berchtoldii* sur le bassins S1

Photo : Host B. 2007.

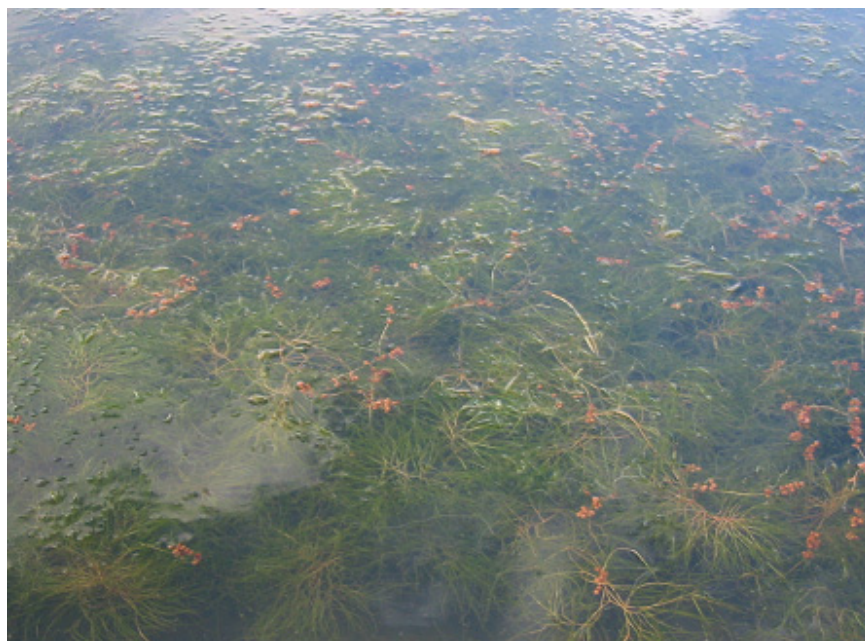


Photo 15 : *Potamogeton pectinatus* en fruit sur le bassin S1 **Photo** : Host B. 2007.



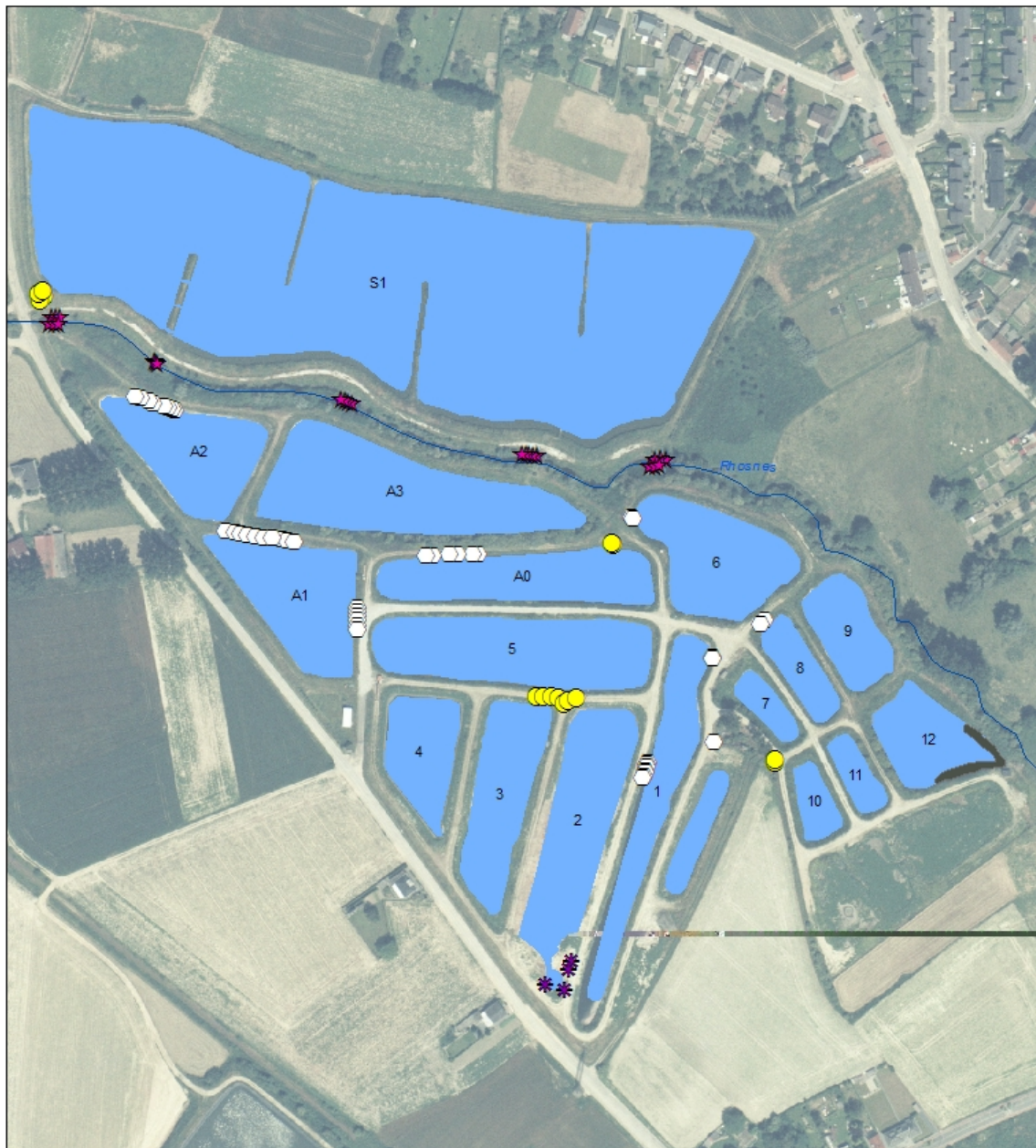
Photo 16 : *Wolffia arrizha* et *Lemna minor* sur le bassin n°12 Photo : Host B. 2007.










Photo 17 : L'algue *Monostroma sp* sur le bassin n°2 Photo : Host B. 2007.

Bassins de décantation de la sucrerie de Frasnes-lez-Buissenal

Carte 6 : Localisation des espèces exotiques envahissantes



Légende

- | | | | |
|---|-------------|---|--|
|  | Cours d'eau |  | Plante exotique envahissante <i>Elodea canadensis</i> |
|  | bassin |  | <i>Buddleia davidii</i> |
| | |  | <i>Conyza canadensis</i> |
| | |  | <i>Impatiens glandulifera</i> |
| | |  | <i>Senecio inaequidens</i> |

Données sources: IGN Vectorielle 1995-1996 / Observations terrain
Fond de plan: PPNC - résolution 40 cm - 2000



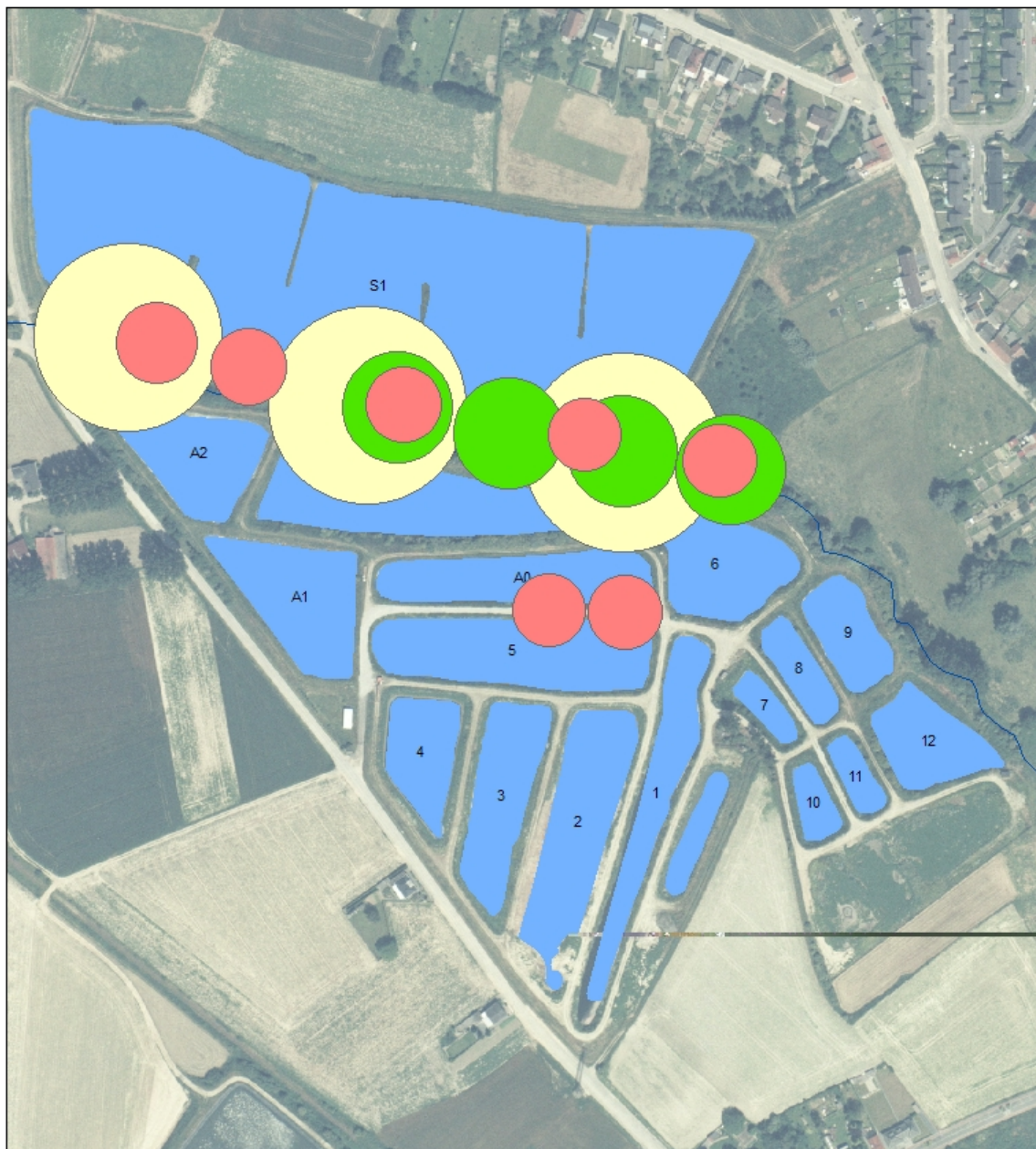
0 50 100 200 Mètres

Système de coordonnées Lambert Belge 72






Réalisation: Benoit Host (UCL), 2007.

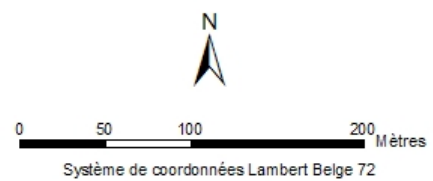
Bassins de décantation de la sucrerie de Frasnes-lez-Buissenal

Carte 7 : Illustration du "territory mapping" à travers 3 espèces d'oiseaux choisies



Légende

-  Cours d'eau
-  Bassin
-  Accenteur mouchet *Prunella modularis*
-  Mésange charbonnière *Parus major*
-  Pouillot véloce *Phylloscopus collybita*



Données source: IGN Vectorielle 1995-1996 / Observations terrain
Fond de plan: PPNC - résolution 40 cm - 2000

Réalisation: Benoit Host (UCL), 2007.

Annexe 18 : Résultats des analyses concernant les diatomées (échantillon 1 et 2)

U.C.L. - ISERENTANT Robert

1

N° PREP 9002	DATE 01/07/2007	BASSIN RIVIERE/SITE	ESCAUT RHOSNES/FRASNES-LEZ-ANVAING (SUCRERIE-AVAL)
-----------------	--------------------	------------------------	---

CODE HYDROLOGIQUE
CODE PRELEVEMENT
PARTICULARITES
Mémoire Benoît HOST

PK
TEMPERATURE

Ech. n° 1



NOTES DE QUALITE / 20

IPS	SLA	DESCY	LMA	GENRE	CEE	SHE	WAT	IDAP	TDI	IBD	DI-C	EPI-D
5,1	7,9	8,4	7,5	10,2	5,4	4,7	8,9	5,0	90,4	6,5	3,8	5,8
NB d'espèces		51		Diversité		4,15		IDP	LOBO	SID	TID	
Effectif		414		Equitabilité		0,73		5,7	12,3	6,6	3,2	
Nombre de genres		16		* : TAXON IBD								

Nombre	%o	Abrév.	ou	Désignation	IPS S	IPS V
93	224,64	GPAP	*	Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing var. parvulum f. parvulum	2,0	1,0
83	200,48	NVEN	*	Navicula veneta Kützing	1,0	2,0
25	60,39	NPAL	*	Nitzschia palea (Kützing) W.Smith	1,0	3,0
23	55,56	NGRE	*	Navicula gregaria Donkin	3,4	1,0
21	50,72	NCPL	*	Nitzschia capitellata Hustedt in A.Schmidt & al.	1,0	3,0
21	50,72	NMIN	EOMI	Navicula minima Grunow	2,2	1,0
18	43,48	SBRE	*	Surirella brebissonii Krammer & Lange-Bertalot var. brebissonii	3,0	2,0
12	28,99	NTRV	*	Navicula trivialis Lange-Bertalot var. trivialis	2,0	3,0
11	26,57	NIHU	THUN	Nitzschia hungarica Grunow	2,2	2,0
8	19,32	CINV	*	Cyclostephanos invisitatus(Hohn & Helleman)Theriot Stoermer & Hakansson	2,6	1,0
7	16,91	NSEM	NVDS	Navicula seminulum Grunow	1,5	2,0
6	14,49	NSBM	ESBM	Navicula subminuscula Manguin	2,0	1,0
6	14,49	NLAN	*	Navicula lanceolata (Agardh) Ehrenberg	3,8	1,0
6	14,49	NCRY	*	Navicula cryptocephala Kützing	3,5	2,0
5	12,08	NCOT	TAPI	Nitzschia constricta (Kützing) Ralfs	2,4	2,0
5	12,08	NIPU	*	Nitzschia pusilla(Kützing)Grunow	2,0	3,0
4	9,66	NCIN	*	Navicula cincta (Ehr.) Ralfs in Pritchard	3,0	1,0
4	9,66	CRCU	*	Craticula cuspidata (Kützing) Mann	2,6	3,0
3	7,25	TPSN	*	Thalassiosira pseudonana Hasle et Heimdal	2,0	2,0
3	7,25	ALFR	PLFR	Achnanthes lanceolata (Breb.) Grun. ssp. frequentissima Lange-Bertalot	3,4	1,0
3	7,25	ALAN	PTLA	Achnanthes lanceolata(Breb.)Grunow var. lanceolata Grunow	4,6	1,0
3	7,25	NLIN	*	Nitzschia linearis(Agardh) W.M.Smith var.linearis	3,0	2,0
3	7,25	NTEN	*	Navicula tenelloides Hustedt	3,0	2,0
3	7,25	CPST	DPST	Cyclotella pseudostelligera Hustedt	4,0	1,0
3	7,25	CMEN	*	Cyclotella meneghiniana Kützing	2,0	1,0
3	7,25	LGOE	*	Luticola goeppertiana (Bleisch in Rabenhorst) D.G. Mann	2,0	2,0
2	4,83	APED	*	Amphora pediculus (Kützing) Grunow	4,0	1,0
2	4,83	CSOL	*	Cymatopleura solea (Brebissson) W.Smith var.solea	4,0	2,0
2	4,83	NAMP	*	Nitzschia amphibia Grunow f.amphibia	2,0	2,0
2	4,83	SANG	*	Surirella angusta Kützing	4,0	1,0
2	4,83	AMIN	ADMI	Achnanthes minutissima Kützing v.minutissima Kützing (Achnanthidium)	5,0	1,0
2	4,83	NINC	*	Nitzschia inconspicua Grunow	2,8	1,0
2	4,83	NMLF	CMLF	Navicula molestiformis Hustedt	2,0	1,0
1	2,42	NMOC	FMOC	Navicula monoculata Hustedt	3,0	2,0
1	2,42	NACO	CRAC	Navicula accomoda Hustedt	1,0	3,0
1	2,42	NLEV	TLEV	Nitzschia levidensis (W.Smith) Grunow in Van Heurck	2,0	2,0
1	2,42	FCON	SCON	Fragilaria construens (Ehr.) Grunow f.construens (Staurosira)	4,0	1,0
1	2,42	MCIR	*	Meridion circulare (Greville) C.A.Agardh var. circulare	5,0	2,0
1	2,42	SUMI	*	Surirella minuta Brebissson	3,0	1,0
1	2,42	SBRI	*	Surirella brightwellii W.Smith var.brightwellii	2,0	3,0
1	2,42	NATO	MAAT	Navicula atomus (Kutz.) Grunow var. atomus	2,2	1,0
1	2,42	NAPE	MAPE	Navicula atomus (Kutz.) Grunow var.permitis (Hustedt) Lange-Bertalot	2,3	1,0
1	2,42	NTPT	*	Navicula tripunctata (O.F.Müller) Bory	4,4	2,0

U.C.L. - ISERENTANT Robert

2

N° PREP 9002	DATE 01/07/2007	BASSIN RIVIERE/SITE	ESCAUT RHOSNES/FRANES-LEZ-ANVAING (SUCRERIE-AVAL)				
1	2,42	NINS	FINS	*	Navicula insociabilis Krasske	3,0	2,0
1	2,42	LMUT		*	Luticola mutica (Kützing) D.G. Mann	2,0	2,0
1	2,42	LNIV			Luticola nivalis (Ehrenberg) D.G. Mann	5,0	3,0
1	2,42	NSMO	CSBM	*	Navicula submolesta Hustedt	2,0	2,0
1	2,42	SSMI		*	Stauroneis smithii Grunow	5,0	2,0
1	2,42	SHTE		*	Stephanodiscus hantzschii fo.tenuis(Hustedt)Hakansson et Stoermer	3,0	1,0
1	2,42	NSOC		*	Nitzschia sociabilis Hustedt	3,0	3,0
1	2,42	SHAN		*	Stephanodiscus hantzschii Grunow in Cl. & Grun. 1880	1,8	1,0

U.C.L. - ISERENTANT Robert

1

N° PREP 9001	DATE 01/07/2007	BASSIN RIVIERE/SITE	ESCAUT RHOSNES/FRANES-LEZ-ANVAING (SUCRERIE-AMONT)
-----------------	--------------------	------------------------	---

CODE HYDROLOGIQUE
CODE PRELEVEMENT
PARTICULARITES
Mémoire Benoît HOST

PK
TEMPERATURE

Ech. n° 2



NOTES DE QUALITE / 20

IPS	SLA	DESCY	LMA	GENRE	CEE	SHE	WAT	IDAP	TDI	IBD	DI-C	EPI-D
4,5	8,4	9,2	8,4	11,8	5,6	4,5	4,1	4,6	95,4	8,8	3,3	4,8

NB d'espèces	27	Diversité	2,95	IDP	LOBO	SID	TID
Effectif	426	Equitabilité	0,62	4,1	12,4	5,4	4,0

Nombre de genres	10	* : TAXON IBD
------------------	----	---------------

Nombre	%	Abrév.	ou	Désignation	IPS S	IPS V
131	307,51	NMIN	EOMI	* Navicula minima Grunow	2,2	1,0
95	223,00	NSEM	NVDS	* Navicula seminulum Grunow	1,5	2,0
60	140,85	NSBM	ESBM	* Navicula subminuscula Manguin	2,0	1,0
59	138,50	NVEN		* Navicula veneta Kützing	1,0	2,0
20	46,95	NGRE		* Navicula gregaria Donkin	3,4	1,0
12	28,17	NCPL		* Nitzschia capitellata Hustedt in A.Schmidt & al.	1,0	3,0
11	25,82	GPAP		* Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing var. parvulum f. parvulum	2,0	1,0
6	14,08	NAMP		* Nitzschia amphibia Grunow f.amphibia	2,0	2,0
6	14,08	NLAN		* Navicula lanceolata (Agardh) Ehrenberg	3,8	1,0
5	11,74	ALFR	PLFR	* Achnanthes lanceolata (Breb.) Grun. ssp. frequentissima Lange-Bertalot	3,4	1,0
3	7,04	SBRE		* Surirella brebissonii Krammer & Lange-Bertalot var.brebissonii	3,0	2,0
2	4,69	NAPE	MAPE	* Navicula atomus (Kutz.) Grunow var.permitis (Hustedt) Lange-Bertalot	2,3	1,0
2	4,69	NPAL		* Nitzschia palea (Kützing) W.Smith	1,0	3,0
1	2,35	SBRI		Surirella brightwellii W.Smith var.brightwellii	2,0	3,0
1	2,35	NDIS		* Nitzschia dissipata(Kützing)Grunow var.dissipata	4,5	3,0
1	2,35	NLEV	TLEV	* Nitzschia levidensis (W.Smith) Grunow in Van Heurck	2,0	2,0
1	2,35	GNOD		* Gyrosigma nodiferum (Grunow) Reimer	4,0	3,0
1	2,35	CINV		* Cyclostephanos invisitatus(Hohn & Helleman)Theriot Stoermer & Hakansson	2,6	1,0
1	2,35	SHAN		* Stephanodiscus hantzschii Grunow in Cl. & Grun. 1880	1,8	1,0
1	2,35	NTPT		* Navicula tripunctata (O.F.Müller) Bory	4,4	2,0
1	2,35	NUMB		* Nitzschia umbonata(Ehrenberg)Lange-Bertalot	1,0	3,0
1	2,35	NIHU	THUN	* Nitzschia hungarica Grunow	2,2	2,0
1	2,35	NMLF	CMLF	* Navicula molestiformis Hustedt	2,0	1,0
1	2,35	LGOE		* Luticola goeppertiana (Bleisch in Rabenhorst) D.G. Mann	2,0	2,0
1	2,35	NMOC	FMOC	* Navicula monoculata Hustedt	3,0	2,0
1	2,35	NACO	CRAC	* Navicula accomoda Hustedt	1,0	3,0
1	2,35	NTRV		* Navicula trivialis Lange-Bertalot var. trivialis	2,0	3,0

Annexe 19 : Tableau récapitulatif des oiseaux observés sur le site associés à leur statut légal.**Tableau** : N = nicheur, M = migrateur, F = feral, E = échappé, A = Annexe, Art. = Article

Espèces					
Nom français	Nom scientifique	Statut	Berne	CEE/79/409	06/12/2001
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	N	A 3	A 2,1/3,1	/
Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i>	N	A 3	A 2,1/3,2	/
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	N	A 3	A 2,2	/
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	N	/	A 2,1/3,1	/
Corneille noire	<i>Corvus corone corone</i>	N	/	A 2,2	/
Cygne tuberculé	<i>Cygnus olor</i>	N	A 3	A 2,2	/
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	N	A 3	Art. 5	/
Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	N	A 3	A 2,1/3,2	/
Gallinule poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>	N	A 3	A 2,2	/
Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>	N	A 3	A 2,2	/
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	N	/	Art. 5	/
Moinneau friquet	<i>Passer montanus</i>	N	A 3	Art. 5	/
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	N	A 3	A 2,1/3,1	/
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	N	/	A 2,2	/
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	N	A 3	A 2,2	/
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	N	/	A 2,2	/
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	N	A 3	A 2,2	/
Grive musicienne	<i>Turdus philomenos</i>	N	A 3	A 2,2	/
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	N	A 3	A 2,2	/
Rousserolle verderolle	<i>Acrocephalus palustris</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Chouette chevêche	<i>Athene noctua</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Petit Gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Hypolaïs icterine	<i>Hippolais icterina</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Grèbe à cou noir	<i>Podiceps nigricollis</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	N	A 2	Art. 5	A 1

Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Grèbe castagneux	<i>Tachibaptus ruficollis</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	N	A 2	Art. 5	A 1
Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>	N?	A 2	A 1	A 11
Gorgebleu à miroir blanc	<i>Luscinia svecica</i>	N	A 2	A 1	A 11
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avocetta</i>	N	A 2	A 1	A 11
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	M	A 3	Art. 5	/
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	M	A 3	A 2,2	/
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	M	A 3	A 2,1/3,2	/
Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>	M	A 3	A 2,1/3,2	/
Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>	M	A 3	A 2,1/3,2	/
Canard chipeau	<i>Anas strepera</i>	M	A 3	A 2,1	/
Oie cendrée	<i>Anser anser</i>	M	A 3	A 2,1/3,2	/
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	M	A 3	Art. 5	/
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	M	A 3	Art. 5	/
Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i>	M	A 3	A 2,1/3,2	/
Garrot sonneur	<i>Bucephala clangula</i>	M	A 3	A 2,2	/
Corbeaux freux	<i>Corvus frugilegus</i>	M	/	A 2,2	/
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	M	/	A 2,2	/
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	M	A 3	Art. 5	/
Pinson du nord	<i>Fringilla montifringilla</i>	M	A 3	Art. 5	/
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	M	/	A 2,2	/
Huitrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i>	M	A 3	A 2,2	/
Goéland argenté	<i>Larus argentus</i>	M	/	A 2,2	/
Goéland leucophée	<i>Larus cachinnans</i>	M	A 3	A 2,2	/
Goéland cendré	<i>Larus canus</i>	M	A 3	A 2,2	/
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	M	/	A 2,2	/
Barge rousse	<i>Limosa lapponica</i>	M	A 3	A 2,2	/
Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i>	M	A 3	A 2,2	/
Bécassine sourde	<i>Lymnocyptes minimus</i>	M	A 3	A 2,1/3,2	/
Macreuse noire	<i>Melanitta nigra</i>	M	A 3	A 2,2/3,2	/
Harle huppé	<i>Mergus serrator</i>	M	A 3	A 2,2	/
Nette rousse	<i>Netta ruffina</i>	M	A 3	A 2,2	/
Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>	M	A 3	A 2,2	/
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	M	A 3	A 2,2	/
Chevalier arlequin	<i>Tringa erythropus</i>	M	A 3	A 2,2	/
Chevalier aboyeur	<i>Tringa nebularia</i>	M	A 3	A 2,2	/
Chevalier guambette	<i>Tringa totanus</i>	M	A 3	A 2,2	/
Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>	M	A 3	A 2,2	/
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	M	A 3	A 2,2	/
Vanneaux huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	M	A 3	A 2,2	/
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	M	A 3	Art. 5	/
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nissus</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Rousserolle effarvatte	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	M	A 2	Art. 5	A 1

Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Pipit Spioncelle	<i>Anthus spinoletta</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Tourneepierre à collier	<i>Arenaria interpres</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Bécasseau cocorli	<i>Calidris ferruginea</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Bécasseau minute	<i>Calidris minuta</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Bécasseau de Temminck	<i>Calidris temminckii</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Tarin des aules	<i>Carduelis spinus</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Grand gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Grosbec casse-noyaux	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbica</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Mouette pygmée	<i>Larus minutus</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Locustelle tachetée	<i>Locustella naevia</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Mésange huppée	<i>Parus cristatus</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Mésange boréale	<i>Parus montanus</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	M	A 3	Art. 5	A 1
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Roitelet triple-bandeaux	<i>Regulus ignicapillus</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Fauvette babillarde	<i>Sylvia curruca</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Chevalier cul blanc	<i>Tringa ochropus</i>	M	A 2	Art. 5	A 1
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>	M	A 3	A 2,1/3,2	A 11
Sarcelle d'été	<i>Anas querquedula</i>	M	A 3	A 2,1	A 11
Guifette moustac	<i>Chlidonias hybridus</i>	M	A 2	A 1	A 11
Guifette noire	<i>Chlidonias niger</i>	M	A 2	A 1	A 11
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>	M	A 2	A 1	A 11
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	M	A 2	A 1	A 11
Busard Saint Martin	<i>Circus cyaneus</i>	M	A 2	A 1	A 11
Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	M	A 3	A 2,1/3,2	A 11
Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	M	A 2	A 1	A 11
Torcol fourmilier	<i>Jynx torquilla</i>	M	A 2	Art. 5	A 11
Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i>	M	A 2	A 1	A 11
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	M	A 2	A 1	A 11
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	M	A 2	Art. 5	A 11
Balbusard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>	M	A 2	A 1	A 11
Combattant varié	<i>Philomachus pugnax</i>	M	A 3	A 2,2	A 11

Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	M	A 3	A 2,2/3,2	A 11
Tarier des prés	<i>Saxicola rubetra</i>	M	A 2	Art. 5	A 11
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	M	A 2	A 1	A 11
Chevalier sylvain	<i>Tringa glareola</i>	M	A 2	A 1	A 11
Ouette d'Egypte	<i>Alopochen aegyptiacus</i>	F	/	Art. 5	/
Bernache du canada	<i>Branta canadensis</i>	F	A 3	A 2,1	/
Pillet des bahamas	<i>Anas bahamensis</i>	E	/	/	/
Bernache néné	<i>Branta sandvicensis</i>	E	/	/	/
Sarcelle à collier	<i>Callonetta leucophrys</i>	E	/	/	/
Bernache de magellan	<i>Chloepaga picta</i>	E	/	/	/
Dendrocygne veuf	<i>Dendrocygna arborera</i>	E	/	/	/
Erismature rousse	<i>Oxyura jamaicensis</i>	E	/	Art. 5	/
Tadorne casarca	<i>Tadorna ferruginea</i>	E	/	/	/
Bernache nonette	<i>Branta leucopsis</i>	E	A 2	A 1	A 1
Cygogne noire	<i>Ciconia nigra</i>	E	A 2	A 1	A 11

Annexe 20 : Photos de la zone d'atterrissement au sud des bassins n° 1 et 2

Photo 18 : *Typha latifolia* dans la zone d'atterrissement sud du bassin n°1

Photo : Host B. 2007.



Photo 19 :
Ranunculus sp et
Rorripa palustris
dans la dépression
du bassin n°2

Photo : Host B. 2007.

Annexe 21 : Photos d'espèces exotiques envahissantes présentes sur le site.



Photo 21 : *Impatiens glandulifera* le long de la Rhosnes

Photo : Host B. 2007.

Photo 20 : *Elodea canadensis* ou peste d'eau sur le bassin n°12

Photo : Host B. 2007.





Photo 21 : *Branta canadensis* sur la digue modifiée du bassin S1

Photo : Host B. 2007.



Photo 22 : *Buddleia davidii* présent à la pointe sud du bassin n°1

Photo : Host B. 2007.

Annexe 22 : Photos des vasières et de la berge abrupte nouvellement créées sur le site.



Photo 23 : Berge modifiée abrupte du bassin A3 et vasière
Photo : Host B. 2007.

Photo 24 : Vasière le long de la berge modifiée entre les bassins A2 et A3

Photo : Host B. 2007.

Annexe 23 : Exemple de plateforme flottante pour la nidification de certains oiseaux.

Source : LPO Alsace. 2006. *La sterne pierregarin*. Le SAG.

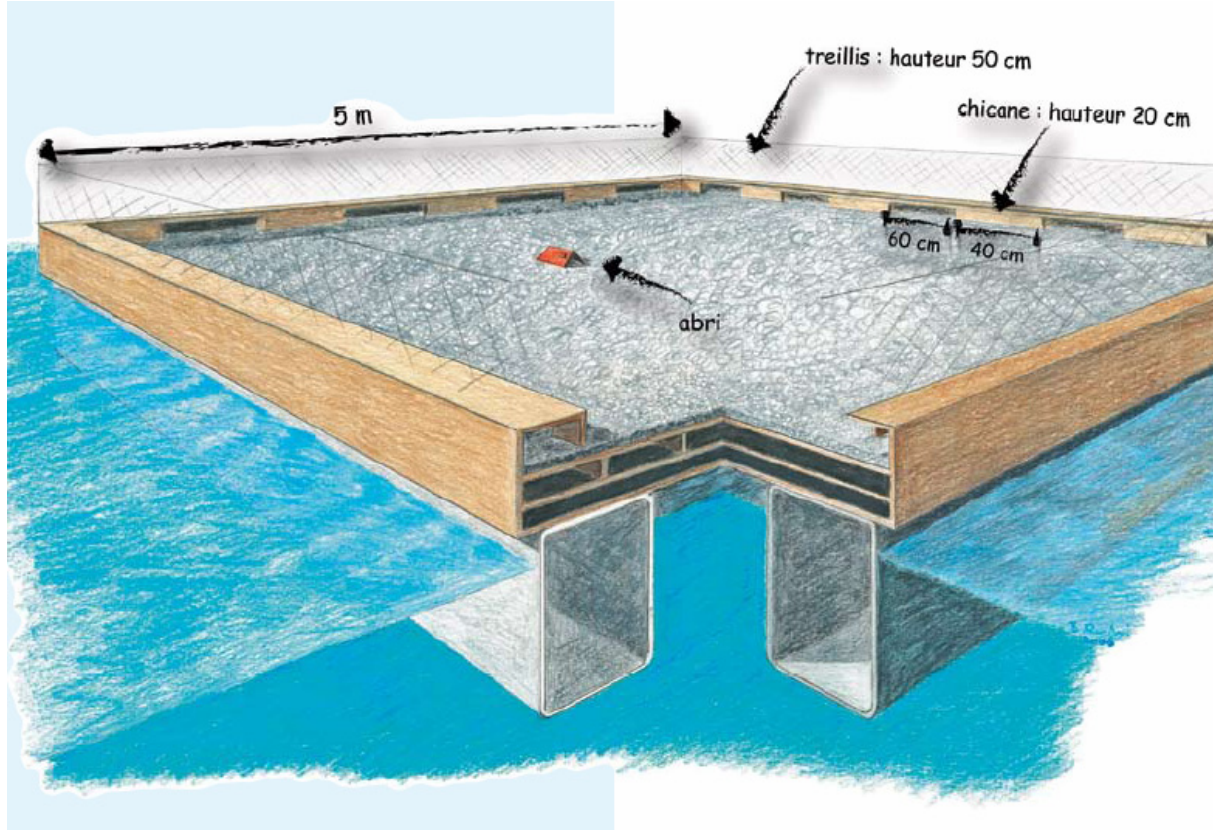


Photo 25 : Radeau à sterne de Vesoul-Vaivre
Photo : Lecornu D. 2006.

Source : LPO Franche-Comté : <http://franche-comte.lpo.fr>

