

# **Assainissement définitif de la décharge industrielle de Bonfol**

## **Suivi environnemental de réalisation**

### **Rapport intermédiaire 53/2014**

**Domaine :** Nature

**Sujet :** Monitoring des étangs selon la méthode IBEM : rapport 2014

**Date :** 25 novembre 2014



## Table des matières

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>METHODOLOGIE</b> .....	<b>2</b>
2.1	GÉNÉRALITÉS.....	2
2.2	ECHANTILLONNAGE STANDARDISÉ.....	3
2.3	CALCULS.....	4
2.3.1	Richesse réelle ( $S_{true}$ ).....	4
2.3.2	Richesse prédite ( $S_{ref}$ ).....	4
2.3.3	Calcul de l'IBEM.....	4
<b>3</b>	<b>RÉSULTATS</b> .....	<b>5</b>
3.1	ÉTANG FORESTIER.....	5
3.1.1	Végétation aquatique.....	6
3.1.2	Gastéropodes et Coléoptères.....	7
3.1.3	Odonates.....	8
3.1.4	Amphibiens.....	9
3.1.5	Calcul de l'Indice de Biodiversité des étangs et des mares (note IBEM) pour l'étang forestier.....	10
3.2	ÉTANG N°1 DIB.....	11
3.2.1	Végétation aquatique.....	12
3.2.2	Gastéropodes et Coléoptères.....	14
3.2.3	Odonates.....	15
3.2.4	Amphibiens.....	16
3.2.5	Calcul de l'Indice de Biodiversité des étangs et des mares (note IBEM) pour l'étang n°1 DIB.....	17
3.3	SYNTHÈSE.....	18
<b>4</b>	<b>EVOLUTION DE LA BIODIVERSITÉ DE 2008 À 2014</b> .....	<b>19</b>
4.1	ÉTANG FORESTIER.....	19
4.2	ÉTANG N°1 DIB.....	21
<b>5</b>	<b>BILAN ET RECOMMANDATIONS</b> .....	<b>23</b>
5.1	ÉTANG FORESTIER.....	23
5.1.1	Qualité écologique du plan d'eau.....	23
5.1.2	Proposition de mesures.....	23
5.2	ÉTANG N°1 DIB.....	24
5.2.1	Qualité écologique du plan d'eau.....	24
5.2.2	Proposition de mesures.....	24
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONS</b> .....	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>26</b>

## Liste des figures

Figure 1 : Etapes du calcul de l'IBEM.....	2
Figure 2 : Lycope d'Europe <i>Lycopus euopaeus</i> . Source : <a href="http://www.schweizerflora.ch">http://www.schweizerflora.ch</a> .....	6
Figure 3 : Planorbine à crête <i>Gyraulus crista</i> . Source : <a href="http://www.animalbase.uni-goettingen.de">http://www.animalbase.uni-goettingen.de</a> .....	7
Figure 4 : Planorbine des fontaines <i>Hippeutis complanatus</i> . Source : <a href="http://www.animalbase.uni-goettingen.de">http://www.animalbase.uni-goettingen.de</a> .....	7
Figures 5 et 6 : Aesche bleue <i>Aeshna cyanea</i> et Libellule à 4 taches <i>Libellula quadrimaculata</i> . Source : <a href="http://www.insects.ch">http://www.insects.ch</a> .....	8

Figure 7 et 8 : Triton palmé ♂ <i>Lissotriton helveticus</i> . et Triton lobé ♂ <i>Lissotriton vulgaris</i> Source : <a href="http://www.bilderhaus.ch">http://www.bilderhaus.ch</a> .....	9
Figure 9 et 10 : <i>Nymphaea alba</i> et <i>Nuphar lutea</i> . Source : CSD Porrentruy .....	12
Figures 11, 12 et 13 : <i>Noterus</i> , <i>Physa fontinalis</i> et <i>Physella acuta</i> . Source : <a href="http://flickrhivemind.net">http://flickrhivemind.net</a> , <a href="http://www.biolib.cz">www.biolib.cz</a> et Wikipédia. La coquille de <i>Physella acuta</i> est plus pointue que celle de <i>Physa fontinalis</i> [6]......	14
Figures 14 et 15 : Anax empereur <i>Anax imperator</i> et Sympétrum rouge sang <i>Sympetrum sanguineum</i> . Source : <a href="http://www.insects.ch">http://www.insects.ch</a> .....	15
Figure 16 : Grenouille verte <i>Rana esculenta / lessonae</i> et grenouille rousse <i>Rana temporaria</i> . Source : <a href="http://fr.wikipedia.org">http://fr.wikipedia.org</a> .....	16
Figure 17 : Evolution de la biodiversité observée ( $S_{true}$ ) de l'étang forestier.....	19
Figure 18 : Evolution de l'IBEM de l'étang forestier. ....	19
Figure 19 : Evolution de la biodiversité observée ( $S_{true}$ ) de l'étang n°1 DIB. ....	21
Figure 20 : Evolution de l'IBEM de l'étang n°1 DIB.....	21

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Planification des campagnes de terrain 2014, échantillonnage standardisé IBEM ...	3
Tableau 2 : Variables environnementales retenues pour le suivi biologique .....	5
Tableau 3 : Richesse prédite $S_{ref}$ de l'étang forestier .....	5
Tableau 4 : Espèces végétales inventoriées en 2014 .....	6
Tableau 5 : Espèces de gastéropodes et coléoptères recensées en 2014 .....	7
Tableau 6 : Espèces d'odonates recensées en 2014 .....	8
Tableau 7 : Espèces d'amphibiens recensées en 2014 .....	9
Tableau 8 : Calcul de l'IBEM pour l'étang forestier en 2014 .....	10
Tableau 9 : Variables environnementales retenues pour le suivi biologique .....	11
Tableau 10 : Richesse prédite $S_{ref}$ de l'étang n°1 DIB .....	11
Tableau 11 : Espèces végétales inventoriées en 2014 .....	12
Tableau 12 : Espèces de gastéropodes et coléoptères recensées en 2014 .....	14
Tableau 13 : Espèces d'odonates recensées en 2014 .....	15
Tableau 14 : Espèces d'amphibiens recensées en 2014 .....	16
Tableau 15 : Calcul de l'IBEM de l'étang n°1 DIB en 2014.....	17
Tableau 16 : Comparaison des facteurs abiotiques et biotiques des deux étangs étudiés .....	18

## Abréviations utilisées

DCE :	Directive cadre européenne sur l'eau
DIB :	Décharge industrielle de Bonfol
IBEM :	Indice de biodiversité des étangs et des mares
NIE :	Notice d'impact sur l'environnement
RISER :	Rapport intermédiaire du suivi environnemental de la réalisation

**Préambule**

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne sont pas remplies, CSD décline toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.



# 1 Introduction

L'assainissement de la décharge industrielle de Bonfol (DIB) nécessite de grandes emprises au sol. Ces emprises ont un effet direct sur la zone forestière et les milieux attenants à cette décharge, avec un défrichement de 15,3 hectares. La surface forestière est dominée par des chênaies à charme et par un complexe de zones humides établi sur un sol peu perméable de type « pseudogley » [3].

En Suisse, les milieux humides sont considérés comme très rares. Plusieurs espèces menacées comme le nénuphar jaune *Nuphar lutea* et 80 % des espèces d'amphibiens sont inféodées à ces milieux. Etant donné leur rareté et leur richesse, deux plans d'eau situés à moins de 100 mètres du périmètre de la décharge ont été conservés et doivent être protégés de toute atteinte négative durant les diverses phases de l'assainissement de la décharge (localisation : cf. Annexe A1). Il s'agit de :

- l'étang forestier situé au nord de la DIB (hors périmètre du plan spécial), nommé ci-après « étang forestier » ou « étang FOR » ;
- l'étang n°1 de la DIB localisé au nord-est de la décharge et servant de zone refuge pour la faune et la flore (hors périmètre du plan spécial), nommé ci-après « étang n°1 DIB ».

Vu l'ampleur de l'assainissement, le projet a fait l'objet d'une notice d'impact sur l'environnement (NIE), publiée le 6 juin 2007 [1]. Un suivi environnemental de la phase de réalisation (SER) est exigé pour la construction et l'assainissement de la décharge, ainsi que pour la déconstruction des infrastructures. Dans le cadre de ce SER, un suivi biologique des deux étangs est réalisé chaque printemps et été, conformément au point 18.4 de l'autorisation de l'Office de l'environnement du 30 avril 2008 en matière de protection de l'environnement qui accompagne le permis de construire des bâtiments sur le site.

Pour l'évaluation et le suivi de la biodiversité de ces étangs, la méthode utilisée est l'indice de biodiversité des étangs et mares (IBEM) [2][5][13]. Elle permet d'évaluer globalement la diversité biologique d'un plan d'eau et de traduire celle-ci sous forme d'indice (classe de qualité selon la Directive Cadre Européenne sur l'Eau de 2000) [4].

Ce document présente le résultat du monitoring réalisé en 2014 sur les deux plans d'eau considérés et fait suite aux RISER 17/2008, 53/2009, 53/2011, 53/2012 et 54/2013.

## 2 Méthodologie

### 2.1 Généralités

L'IBEM [2][5][13] est une évaluation de la biodiversité qui repose sur l'échantillonnage standardisé de cinq groupes biologiques complémentaires du point de vue écologique. Il s'agit :

- de la végétation aquatique ;
- des gastéropodes aquatiques ;
- des coléoptères aquatiques ;
- des odonates adultes (libellules) ;
- des amphibiens (ponte, têtard, juvénile et adulte).

Cette méthode a pour intérêt :

- de comparer différentes zones humides entre elles (étang forestier et étang n°1 DIB) ;
- de suivre l'évolution d'un même objet dans le temps (monitoring).

L'IBEM donne une vision globale, rapide et économique de la qualité biologique d'une mare ou d'un étang.

L'évaluation biologique comprend les étapes suivantes :

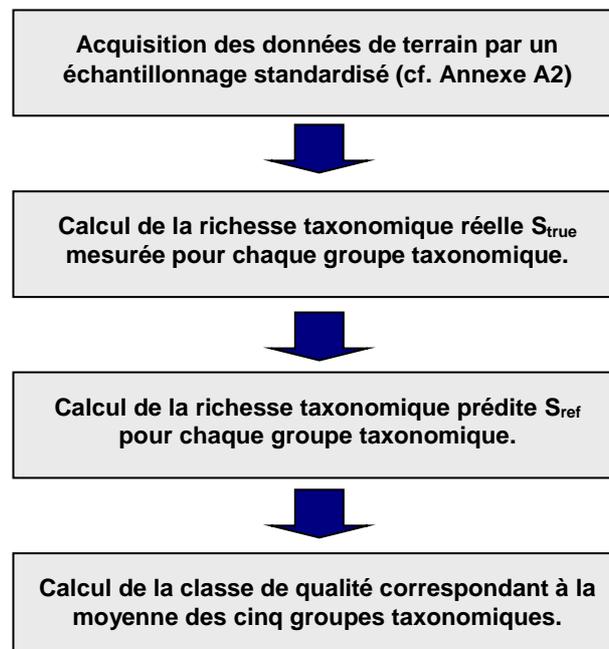


Figure 1 : Etapes du calcul de l'IBEM

## 2.2 Echantillonnage standardisé

Le Tableau 1 présente le calendrier des sorties de terrain effectuées en 2014 pour chaque groupe taxonomique. Le tableau de l'annexe A2 résume la méthode d'échantillonnage standardisée pour les cinq groupes biologiques évalués. Il décrit également le matériel utilisé lors des relevés, le niveau systématique (classification) pour la détermination des groupes taxonomiques choisis, ainsi que les conditions particulières à chaque groupe.

**Tableau 1 : Planification des campagnes de terrain 2014, échantillonnage standardisé IBEM**

ETANG FORESTIER						
Date des relevés Groupe taxonomique	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Végétation aquatique						18
Gastéropodes et Coléoptères						20
Odonates adultes					15	25
Amphibiens	21	24		3	15	

ETANG N°1 DIB						
Date des relevés Groupe Taxonomique	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Végétation aquatique						18
Gastéropodes et Coléoptères						20
Odonates adultes					15	25
Amphibiens	21	24		3	15	

En 2014, les périodes d'échantillonnage de certains groupes taxonomiques ont été repoussées à la fin de l'été à cause d'un mois de juillet exceptionnellement froid et humide. Ce type de temps ne permet pas de réaliser des relevés représentatifs. Il faut un temps sec, non venteux et avec une température minimale de 20 °C pour effectuer le relevé des odonates. Le relevé des gastéropodes et des coléoptères doit se réaliser par beau temps.

## 2.3 Calculs

### 2.3.1 Richesse réelle ( $S_{true}$ )

Une fois les relevés effectués, une liste de genres (ou d'espèces) est établie. Pour les amphibiens, cette liste est considérée comme exhaustive et ne nécessite pas de correction. Pour les autres groupes taxonomiques, la richesse réelle est ensuite calculée au moyen d'une méthode statistique nommée Jackknife (Burnham & Overton, 1979), qui permet d'évaluer la quantité de taxons réellement présents à partir des taxons observés [13]. En effet, les prélèvements effectués ne permettent pas de capturer la totalité des taxons réellement présents dans la mare.

### 2.3.2 Richesse prédite ( $S_{ref}$ )

La richesse prédite est calculée au moyen d'un modèle prédictif basé sur la relation entre les variables environnementales de l'étang (surface, profondeur moyenne, environnement forestier, développement des rives, ombrage et altitude) et la richesse taxonomique maximale de chaque groupe étudié. La note obtenue représente la quantité de taxons que devrait contenir l'étang selon ses caractéristiques abiotiques.

### 2.3.3 Calcul de l'IBEM

Le quotient de la richesse réelle et de la richesse prédite donne une note pour chaque groupe taxonomique ( $note = S_{true}/S_{ref}$ ). Une note basse indique un déficit des taxons observés par rapport à ce que pourrait contenir le milieu et inversement. Cette note est ensuite transformée en classe de qualité selon la méthodologie décrite dans la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE, 2000) [4].

La moyenne des notes des cinq groupes indique ensuite un indice de la qualité globale du plan d'eau (IBEM). Les classes de qualité déterminées sont présentées ci-dessous :

	0 à 0.2 : Mauvais
	> 0.2 à 0.4 : Médiocre
	> 0.4 à 0.6 : Moyen
	> 0.6 à 0.8 : Bon
	> 0.8 : Très bon

### 3 Résultats

#### 3.1 Etang forestier

Réaménagé en 2009 dans le cadre de l'assainissement de la décharge, le plan d'eau est localisé en limite de forêt [12]. L'ombrage moyen porté sur le plan d'eau reste relativement important : il est estimé à environ 25% (cf. Tableau 2).

L'alimentation en eau provient des eaux météoriques, ce qui garantit une bonne qualité des eaux. Par contre, la transparence de l'eau est mauvaise en raison des apports de matière organique liés à la présence d'arbres sur le pourtour du plan d'eau (feuilles).

La morphométrie (forme et profondeur de l'étang) est schématisée dans l'annexe B1.

**Tableau 2 : Variables environnementales retenues pour le suivi biologique**

<b>Nom de l'objet</b>	Etang forestier	<b>Longueur des rives (L)</b>	175 mètres linéaires
<b>Commune</b>	Bonfol	<b>Développement<sup>1</sup> des rives (D)</b>	1.1
<b>Coordonnées géographiques</b>	579 445 / 259 490	<b>Ombrage du plan d'eau</b>	Classe 3 (> 5-25%)
<b>Surface du plan d'eau (S)</b>	2'000 m <sup>2</sup>	<b>Environnement forêt</b>	50%
<b>Profondeur moyenne</b>	80 cm	<b>Altitude</b>	472 m

La richesse prédite  $S_{ref}$  est calculée d'après la morphologie et l'environnement immédiat de l'étang (cf. Chapitre 2.3.2). Les caractéristiques abiotiques de l'étang permettraient les richesses faunistiques et floristiques suivantes :

**Tableau 3 : Richesse prédite  $S_{ref}$  de l'étang forestier**

	 Genre	 Genre	 Genre	 Genre	 Espèce
Prise en compte du groupe (oui/non)	oui	oui	oui	oui	oui
Richesse prédite	20.5	8.8	15.4	9.6	8.3

<sup>1</sup> Le développement des rives indique le degré de sinuosités des rives par rapport à la surface du plan d'eau. Le calcul du développement des rives est effectué selon la formule :

$$D = L / (2 * (\pi * S)^{1/2}) \text{ avec } S = \text{Aire du plan d'eau (m}^2\text{)} \text{ et } L = \text{Longueur des rives (m)}$$

### 3.1.1 Végétation aquatique

Neuf espèces végétales aquatiques appartenant à huit genres ont été recensées (cf. Tableau 4). Deux espèces ont un statut de menace sur la liste rouge [8]. Il s'agit :

- de la laiche des rives *Carex riparia*, vulnérable (VU) en Suisse et en danger (EN) au niveau régional (région biogéographique « Jura ») ;
- du Lycope d'Europe *Lycopus europaeus*, non menacé au niveau suisse, mais potentiellement menacé (NT) au niveau régional (région biogéographique « Jura ») ;



Figure 2 : Lycope d'Europe *Lycopus europaeus*. Source : <http://www.schweizerflora.ch>

Tableau 4 : Espèces végétales inventoriées en 2014

Genre	Quadrat n°																									Liste rouge			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	CH	JU		
<i>Carex riparia</i>	■																										VU	EN	
<i>Carex sp</i>		■					■																						
<i>Galium palustre</i>	■				■																		■				LC	LC	
<i>Iris pseudacorus</i>	■																										LC	LC	
<i>Juncus effusus</i>											■				■					■		■					LC	LC	
<i>Lemna minor</i>	■				■																						LC	LC	
<i>Lycopus europaeus</i>					■																		■				LC	NT	
<i>Phragmites australis</i>																						■			■		LC	LC	
<i>Typha latifolia</i>	■	■	■			■	■				■									■		■	■	■			LC	LC	

Liste rouge : LC : non menacé / NT : potentiellement menacé / VU : vulnérable / EN : en danger / CR : au bord de l'extinction.

La richesse réelle est de **10.9** et la richesse prédite est de **20.5**. La note pour la **végétation aquatique** est de **0.53**, ce qui correspond à la classe de qualité « **moyen** ».

La cartographie de la végétation aquatique de l'étang forestier est présentée en annexe C1.

**3.1.2 Gastéropodes et Coléoptères**

Quatre espèces de gastéropodes ont été recensées, dont une seule est présente sur la liste rouge [11]. Il s'agit :

- de la Planorbine à crêtes *Gyraulus crista*, prélevée dans un seul échantillon (prélèvement n°6). Cette planorbine est très proche de la Planorbine des fontaines *Hippeutis complanatus* prélevée en 2013, mais sa coquille n'est pas carénée [6]. Elle est potentiellement menacée au niveau Suisse.



Figure 3 : Planorbine à crête *Gyraulus crista*. Source : <http://www.animalbase.uni-goettingen.de>



Figure 4 : Planorbine des fontaines *Hippeutis complanatus*. Source : <http://www.animalbase.uni-goettingen.de>

Deux genres de coléoptères ont été identifiés (cf. Tableau 5). Vu qu'ils ont été déterminés uniquement jusqu'au genre, leur statut dans la liste rouge ne peut pas être déterminé [11].

**Tableau 5 : Espèces de gastéropodes et coléoptères recensées en 2014**

GASTEROPODES											
Espèce	Famille	Prélèvement									Liste rouge CH
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Bathyomphalus contorsus</i>	Planorbidae										
<i>Physa fontinalis</i>	Physidae										
<i>Physella acuta</i>	Physidae										
<i>Gyraulus crista</i>	Planorbidae										NT
Liste rouge : LC : non menacé / NT : potentiellement menacé / VU : vulnérable / EN : en danger / CR : au bord de l'extinction.											
COLEOPTERES											
Genre / espèce	Famille	Prélèvement									Liste rouge CH
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Laccophilus</i>	Dytiscidae										-
<i>Halpius</i>	Haliplidae										-
Liste rouge : LC : non menacé / NT : potentiellement menacé / VU : vulnérable / EN : en danger / CR : au bord de l'extinction.											

**Pour les gastéropodes**, la richesse réelle est de **5.8** et la richesse prédite est de **8.8**. La note des gastéropodes est de **0.66**, ce qui correspond à la classe de qualité « **bon** ».

**Pour les coléoptères**, la richesse réelle est de **2** et la richesse prédite est de **15.4**. La note des coléoptères est de **0.13**, ce qui correspond à la classe de qualité « **mauvais** ».

### 3.1.3 Odonates

Six espèces de libellules appartenant à cinq genres différents [7] ont été recensées lors des deux relevés de la saison 2014. La liste des observations est présentée au Tableau 6.

Aucune espèce n'est considérée comme menacée selon la liste rouge [9].



Figures 5 et 6 : Aeschne bleue *Aeshna cyanea* et Libellule à 4 taches *Libellula quadrimaculata*.  
Source : <http://www.insects.ch>

**Tableau 6 : Espèces d'odonates recensées en 2014**

Nom latin	Nom français	Relevé du 15.07.2014			Relevé du 25.08.2014			Liste rouge CH
		1	2	3	1	2	3	
<i>Aeshna cyanea</i>	Aeschne bleue					X	X	LC
<i>Coenagrion puella</i>	Agrion jouvencelle	X		X				LC
<i>Libellula depressa</i>	Libellule déprimée		X	X				LC
<i>Libellula quadrimaculata</i>	Libellule à quatre taches			X				LC
<i>Orthetrum brunneum</i>	Orthétrum brun						X	LC
<i>Sympetrum vulgatum</i>	Sympétrum commun			X				LC

**Statut Liste rouge :** LC : non menacé / NT : potentiellement menacé / VU : vulnérable / EN : en danger / CR : au bord de l'extinction / RE : éteint en Suisse  
X : présence de l'espèce

La richesse réelle est de **5.7** et la richesse prédite est de **9.6**. La note **des odonates** est de **0.59**, ce qui correspond à la classe de qualité « **moyen** ».

### 3.1.4 Amphibiens

Au total, cinq espèces d'amphibiens ont été inventoriées (cf. Tableau 7), dont quatre ont un statut de menace sur la liste rouge [10]. Il s'agit :

- du crapaud commun *Bufo bufo*, espèce vulnérable (VU) sur le plan national ;
- du complexe des grenouilles vertes *Rana esculenta* / *Rana lessonae*, espèce potentiellement menacée (NT) sur le plan national ;
- du triton palmé *Lissotriton helveticus*, espèce vulnérable (VU) sur le plan national ;
- du triton lobé *Lissotriton vulgaris*, espèce en danger d'extinction (EN) au niveau Suisse.



Figure 7 et 8 : Triton palmé ♂ *Lissotriton helveticus*. et Triton lobé ♂ *Lissotriton vulgaris*  
Source : <http://www.bilderhaus.ch>

Une espèce en danger d'extinction a été observée dans la petite mare présente à l'ouest de l'étang forestier. Il s'agit du triton crêté *Triturus cristatus* observé pour la première fois dans les environs de la DIB. Ce taxon n'a pas été pris en considération dans le calcul de l'IBEM étant donné qu'il n'a pas été trouvé dans l'étang FOR, mais à côté.

**Tableau 7 : Espèces d'amphibiens recensées en 2014**

Nom latin	Nom français	Date des relevés				Liste rouge CH
		21.03.2014	24.04.2014	03.06.2014	15.07.2014	
<i>Bufo bufo</i>	Crapaud commun	X				VU
<i>Rana esculenta/lessona</i>	Grenouille verte	X	X	X	X	NT
<i>Mesotriton alpestris</i>	Triton alpestre	X				LC
<i>Lissotriton helveticus</i>	Triton palmé	X				VU
<i>Lissotriton vulgaris</i>	Triton lobé	X				EN

**Statut Liste rouge :** LC : non menacé / NT : potentiellement menacé / VU : vulnérable / EN : en danger / CR : au bord de l'extinction / RE : éteint en Suisse  
X : présence de l'espèce

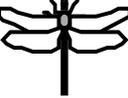
La richesse réelle est de **5** et la richesse prédite est de **8.3**. La note **des amphibiens** est de **0.60**. Vu que la note exacte est de 0.602, donc supérieure à 0.6, ce quotient correspond à la classe de qualité « **bon** », selon la directive cadre européenne sur l'eau [4].

Trois espèces d'amphibiens en danger d'extinction (EN) ont été observées en dehors des étangs retenus pour l'IBEM, soit dans les petites mares réalisées dans le cadre des mesures liées à la préservation du sonneur à ventre jaune *Bombina variegata*. Il s'agit de la rainette verte *Hyla arborea*, du sonneur à ventre jaune *Bombina variegata* et du triton crêté *Triturus cristatus* (observé en périphérie de l'étang forestier).

### 3.1.5 Calcul de l'Indice de Biodiversité des étangs et des mares (note IBEM) pour l'étang forestier

Le Tableau 8 ci-dessous synthétise les résultats des cinq groupes biologiques pris en compte pour le calcul de l'IBEM. Pour l'**étang forestier**, l'IBEM est de **0.50** et correspond à une classe de qualité biologique **moyenne**.

**Tableau 8 : Calcul de l'IBEM pour l'étang forestier en 2014**

	 Genre	 Genre	 Genre	 Genre	 Espèce	
Prise en compte du groupe (oui/non)	oui	oui	oui	oui	oui	
Richesse réelle	10.9	5.8	2	5.7	5	
Richesse prédite	20.5	8.8	15.4	9.6	8.3	<b>Moyenne</b>
Note	0.53	0.66	0.13	0.59	0.60	0.50
Classe de qualité						
	MOYEN	BON	MAUVAIS	MOYEN	BON	MOYEN

L'analyse de ce tableau montre que le groupe des coléoptères influence négativement l'indice. Les relevés effectués à l'épuisette (cf. Annexe A2) comprenaient seulement 4 individus classés dans 2 genres différents (*Laccophilus* et *Halipilus*), ce qui est très faible vu la taille de l'étang (2'000 m<sup>2</sup>).

Le recouvrement du fond des étangs par de la végétation aquatique doit être important pour garantir une richesse spécifique en coléoptères (Oertli et al., 2000) [5]. En 2014, aucune plante submergée n'a été observée contrairement à l'année précédente (*Potamogeton* et *Myriophyllum*). La Massette à grande feuille *Typha latifolia* recouvre la quasi-totalité des berges de l'étang FOR rendant l'échantillonnage de coléoptères difficile.

### 3.2 Etang n°1 DIB

L'étang se situe en zone forestière, au nord-est de la décharge industrielle de Bonfol. Il est alimenté par les eaux météoriques.

Les variables environnementales de l'étang sont présentées dans le Tableau 9 ci-après et sa morphométrie à l'annexe B2.

**Tableau 9 : Variables environnementales retenues pour le suivi biologique**

<b>Nom de l'objet</b>	<b>Etang n°1 DIB</b>	<b>Longueur des rives</b>	105 mètres linéaires
<b>Commune</b>	Bonfol	<b>Développement<sup>2</sup> des rives</b>	1.20
<b>Coordonnées géographiques</b>	579 615 / 259 530	<b>Ombrage du plan d'eau</b>	Classe 3 (>5-25%)
<b>Surface du plan d'eau</b>	605 m <sup>2</sup>	<b>Environnement forêt</b>	50 %
<b>Profondeur moyenne</b>	110 cm	<b>Altitude</b>	469 m

La richesse prédite  $S_{ref}$  est calculée d'après la morphologie et l'environnement immédiat de l'étang (cf. Chapitre 2.3.2). Les caractéristiques abiotiques de l'étang permettraient les richesses faunistiques et floristiques suivantes :

**Tableau 10 : Richesse prédite  $S_{ref}$  de l'étang n°1 DIB**

	 Genre	 Genre	 Genre	 Genre	 Espèce
Prise en compte du groupe (oui/non)	oui	oui	oui	oui	oui
Richesse prédite	17.3	7.5	16.0	8.4	7.0

<sup>2</sup> Le développement des rives indique le degré de sinuosités des rives par rapport à la surface du plan d'eau. Le calcul du développement des rives est effectué selon la formule :

$$D = L / (2 * (\pi * S)^{1/2}) \text{ avec } S = \text{Aire du plan d'eau (m}^2\text{)} \text{ et } L = \text{Longueur des rives (m)}$$

### 3.2.1 Végétation aquatique

Six espèces végétales aquatiques appartenant à cinq genres différents ont été recensées (cf. Tableau 11). Deux espèces ont un statut de menace sur la liste rouge [8]. Il s'agit :

- du nénuphar jaune *Nuphar lutea*, qui recouvre plus de 50% de la surface de l'étang. Le nénuphar jaune est vulnérable (VU) au niveau régional, mais non menacé au niveau suisse (LC).
- du nénuphar blanc *Nymphaea alba* qui se situe dans la partie sud de l'étang n°1 DIB. Le nénuphar blanc est potentiellement menacé au niveau suisse et régional.

La cartographie de la végétation aquatique de l'étang n°1 DIB est présentée en annexe C2.

Selon la méthode IBEM, le nénuphar hybride *Nymphaea x*, espèce végétale originaire d'Amérique, ne doit pas être pris en compte pour l'évaluation de la biodiversité (en rouge dans le Tableau 11 ci-dessous). Les espèces non indigènes ne font en effet pas partie de nos écosystèmes et peuvent être problématiques (risques sanitaires, concurrence aux espèces indigènes, etc...). Par conséquent, la présence de cette espèce contribue plutôt à limiter la biodiversité de l'étang en occupant une niche écologique favorable à d'autres espèces locales.

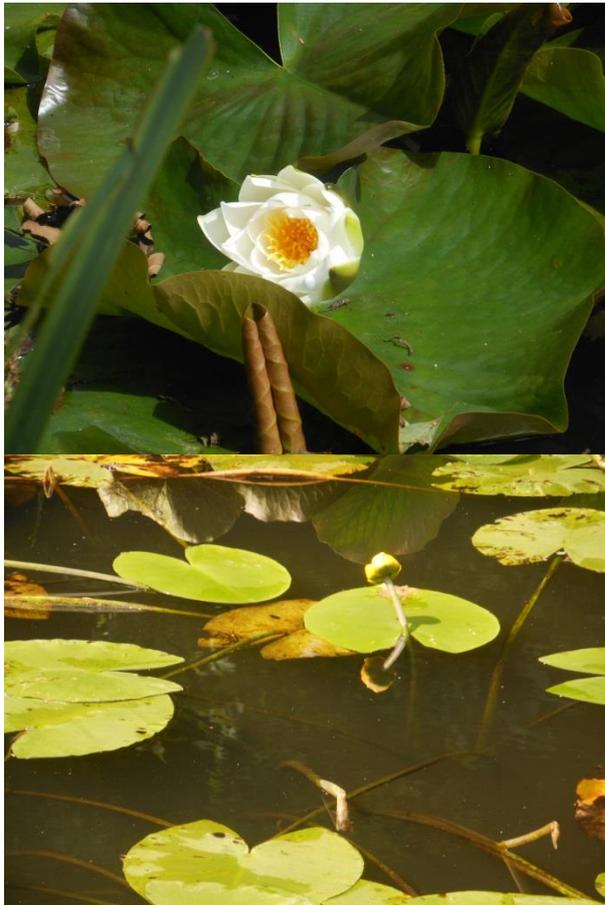


Figure 9 et 10 : *Nymphaea alba* et *Nuphar lutea*. Source : CSD Porrentruy

#### Tableau 11 : Espèces végétales inventoriées en 2014

Genre	Quadrat n°																									Liste rouge		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	CH	JU	
<i>Equisetum palustre</i>																											LC	LC
<i>Hybrides de Nymphaea</i>																												
<i>Iris pseudacorus</i>																											LC	LC
<i>Lysimachia vulgaris</i>																											LC	LC
<i>Nymphaea alba</i>																											NT	NT
<i>Nuphar lutea</i>																											LC	VU

Liste rouge : LC : non menacé / NT : potentiellement menacé / VU : vulnérable / EN : en danger / CR : au bord de l'extinction.

La richesse réelle est de **4.9** et la richesse prédite est de **17.3**. La note de **la végétation** est de **0.28**, ce qui correspond à la classe de qualité « **médiocre** ».

### 3.2.2 Gastéropodes et Coléoptères

Trois espèces de gastéropodes et une seule espèce de coléoptères ont été recensées en 2014 parmi les 7 prélèvements effectués

Quasiment tous les prélèvements ont révélé la présence de gastéropodes aquatiques, non présents dans la liste rouge [11].

Vu que le seul coléoptère échantillonné a été déterminé uniquement jusqu'au genre (*Noterus*) son statut dans la liste rouge n'a pas pu être déterminé [11].



Figures 11, 12 et 13 : *Noterus*, *Physa fontinalis* et *Physella acuta*. Source : <http://flickrhivemind.net>, [www.biolib.cz](http://www.biolib.cz) et Wikipédia. La coquille de *Physella acuta* est plus pointue que celle de *Physa fontinalis* [6].

**Tableau 12 : Espèces de gastéropodes et coléoptères recensées en 2014**

GASTEROPODES									
Espèce	Famille	Prélèvement							Liste rouge CH
		1	2	3	4	5	6	7	
<i>Hippeutis complanatus</i>	Planorbidae								
<i>Physa fontinalis</i>	Physidae								
<i>Physella acuta</i>	Physidae								
Liste rouge : LC : non menacé / NT : potentiellement menacé / VU : vulnérable / EN : en danger / CR : au bord de l'extinction.									
COLEOPTERES									
Genre / espèce	Famille	Prélèvement							Liste rouge CH
		1	2	3	4	5	6	7	
<i>Noterus</i>	Noteridae								-
Liste rouge : LC : non menacé / NT : potentiellement menacé / VU : vulnérable / EN : en danger / CR : au bord de l'extinction.									

**Pour les gastéropodes**, la richesse réelle est de **3.9** et la richesse prédite est de **7.5**. La note des gastéropodes est de **0.52**, ce qui correspond à la classe de qualité « **moyen** ».

**Pour les coléoptères**, la richesse réelle est de **1.9** et la richesse prédite est de **16.0**. La note des coléoptères est de **0.12**, ce qui correspond à la classe de qualité « **mauvais** ».

### 3.2.3 Odonates

Cinq espèces d'odonates appartenant à cinq genres différents ont été recensées lors des deux relevés de la saison 2014 [7]. La liste des observations est présentée au Tableau 13.

Aucune espèce menacée selon la liste rouge [9] n'a été recensée.



Figures 14 et 15 : Anax empereur *Anax imperator* et Sympétrum rouge sang *Sympetrum sanguineum*.  
Source : <http://www.insects.ch>

Tableau 13 : Espèces d'odonates recensées en 2014

Nom latin	Nom français	Relevé du 15.07.2014			Relevé du 25.08.2014			Liste rouge Statut CH
		1	2	3	1	2	3	
<i>Aeshna cyanea</i>	Aeshne bleue				X	X		LC
<i>Anax imperator</i>	Anax empereur	X		X				LC
<i>Ischnura elegans</i>	Agrion élégant		X					LC
<i>Orthetrum brunneum</i>	Orthétrum brun						X	LC
<i>Sympetrum sanguineum</i>	Sympétrum rouge sang			X				LC

**Statut Liste rouge :** LC : non menacé / NT : potentiellement menacé / VU : vulnérable / EN : en danger / CR : au bord de l'extinction / RE : éteint en Suisse  
X : présence de l'espèce

La richesse réelle est de **7.5** et la richesse prédite est de **8.4**. La note **des odonates** est de **0.89**, ce qui correspond à la classe de qualité « **très bon** ».

### 3.2.4 Amphibiens

Les observations visuelles et auditives réalisées cette année n'ont permis d'inventorier que trois espèces d'amphibiens (cf. Tableau 14). Deux de ces espèces sont menacées sur la liste rouge [10]. Il s'agit:

- du crapaud commun *Bufo bufo*, espèce vulnérable (VU) sur le plan national ;
- du complexe des grenouilles vertes *Rana esculenta* / *Rana lessonae*, qui compte comme une espèce potentiellement menacée (NT) sur le plan national.



Figure 16 : Grenouille verte *Rana esculenta* / *lessonae* et grenouille rousse *Rana temporaria*. Source : <http://fr.wikipedia.org>

Tableau 14 : Espèces d'amphibiens recensées en 2014

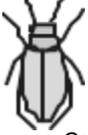
Nom latin	Nom français	Date des relevés				Liste rouge CH
		21.03.2014	24.04.2014	03.06.2014	15.07.2014	
<i>Bufo bufo</i>	Crapaud commun	X				VU
<i>Rana esculenta/lessona</i>	Grenouille verte	X	X	X	X	NT
<i>Rana temporaria</i>	Grenouille rousse	X				LC
<b>Statut Liste rouge :</b> LC : non menacé / NT : potentiellement menacé / VU : vulnérable / EN : en danger / CR : au bord de l'extinction / RE : éteint en Suisse X : présence de l'espèce						

La richesse réelle est de **3.0** et la richesse prédite est de **7.0**. La note des **amphibiens** est de **0.43**, ce qui correspond à la classe de qualité « **moyen** ».

### 3.2.5 Calcul de l'Indice de Biodiversité des étangs et des mares (note IBEM) pour l'étang n°1 DIB

Le Tableau 15 ci-dessous synthétise les résultats des cinq groupes biologiques pris en compte pour le calcul de l'IBEM. Pour l'étang n°1 DIB, l'IBEM est de **0.45** et correspond à une classe de qualité biologique **moyenne**.

**Tableau 15 : Calcul de l'IBEM de l'étang n°1 DIB en 2014**

	 Genre	 Genre	 Genre	 Genre	 Espèce	
Prise en compte du groupe (oui/non)	oui	oui	oui	oui	oui	
Richesse réelle	4.9	3.9	1.9	7.5	3	
Richesse prédite	17.3	7.5	16.0	8.4	7.0	<b>Moyenne</b>
Note	0.28	0.52	0.12	0.89	0.43	0.45
Classe de qualité						
	MEDIOCRE	MOYEN	MAUVAIS	TRES BON	MOYEN	MOYEN

L'analyse du tableau montre que le groupe des odonates possède une classe de qualité supérieure aux autres groupes taxonomiques pris en considération. Le bon résultat des odonates ne serait pas uniquement lié à l'étang n°1 DIB, mais plutôt à la présence de plusieurs plans d'eau dans le secteur, dont l'étang forestier présentant une surface importante (2'000 m<sup>2</sup>). La superficie des plans d'eau est un paramètre essentiel pour le développement des odonates (Oertli et al., 2000) [5].

Le substrat grossier (grosse chaille) et les berges abruptes du bassin n°1 DIB évite la prolifération de végétation à caractère envahissant comme la massette à large feuille *Typha latifolia*, mais rend aussi difficile le développement de plantes immergées nécessaires au développement de coléoptères aquatiques. De plus, ces paramètres rendent le prélèvement de coléoptères et de gastéropodes difficile.

### 3.3 Synthèse

Le Tableau 16 récapitule les principaux facteurs biotiques et abiotiques des deux étangs.

**Tableau 16 : Comparaison des facteurs abiotiques et biotiques des deux étangs étudiés**

		ETANG FORESTIER	ETANG N°1 DIB
FACTEURS ABIOTIQUES	Variables environnementales	Etang de moyenne taille (2'000 m <sup>2</sup> ) Bon ensoleillement (75 %) Moyennement profond (max 2 m, en moyenne 0.8 m) Pentes douces sur la majorité du linéaire Atterrissement en cours	Etang de faible taille (605 m <sup>2</sup> ) Bon ensoleillement (75 %) Moyennement profond (max 1.5 m, en moyenne 1.10 m) Pentes abruptes Pas d'atterrissement
	Paramètres physiques du sol	Sol argileux, neutre ou peu alcalin Sol mésotrophe (moyennement riche en éléments nutritifs)	Sol argileux, neutre à alcalin recouvert de chaille Sol mésotrophe (moyennement riche en éléments nutritifs)
	Paramètres physiques des eaux	pH de l'eau : peu acide Faible conductivité (2009 : 151 µS/cm), eau douce Phénomène d'eutrophisation constaté, lié à l'apport de matières organiques (feuilles des arbres et massettes)	pH de l'eau : neutre Faible conductivité (2009 : 102 µS/cm), eau douce Aucun phénomène d'eutrophisation constaté
FACTEURS BIOTIQUES	Végétation aquatique	<b>Qualité biologique : moyenne</b> Nombre de genres observés : 8 (9 espèces) Avec un statut de menace sur la liste rouge : 2 Taux de recouvrement : 50 % Domination de la massette <i>Typha latifolia</i>	<b>Qualité biologique : médiocre</b> Nombre de genres observés : 5 (6 espèces, dont une exotique, soit 5 espèces prises en compte pour le calcul) Avec un statut de menace sur la liste rouge : 2 Taux de recouvrement : 95 % Présence d'une espèce non indigène ( <i>Nymphaea x</i> )
	Gastéropodes	<b>Qualité biologique : bonne</b> Nombre de genres observés : 4 (4 espèces) Avec un statut de menace sur la liste rouge : 1	<b>Qualité biologique : moyenne</b> Nombre de genres observés : 3 (3 espèces) Avec un statut de menace sur la liste rouge : 0
	Coléoptères	<b>Qualité biologique : mauvaise</b> Nombre de genres observés : 2 (2 espèces)	<b>Qualité biologique : mauvaise</b> Nombre de genres observés : 1 (1 espèce)
	Odonates	<b>Qualité biologique : moyenne</b> Nombre de genres observés : 5 (6 espèces) Avec un statut de menace sur la liste rouge : 0	<b>Qualité biologique : très bonne</b> Nombre de genres observés : 5 (5 espèces) Avec un statut de menace sur la liste rouge : 0
	Amphibiens	<b>Qualité biologique : bonne</b> Nombre d'espèces observées : 5 Avec un statut de menace sur la liste rouge : 4	<b>Qualité biologique : moyenne</b> Nombre d'espèces observées : 3 Avec un statut de menace sur la liste rouge : 2

## 4 Evolution de la biodiversité de 2008 à 2014

### 4.1 Etang forestier

En comparant les résultats de 2014 avec les années précédentes (cf. Figure 17), on remarque une stabilisation du nombre de taxons observés.

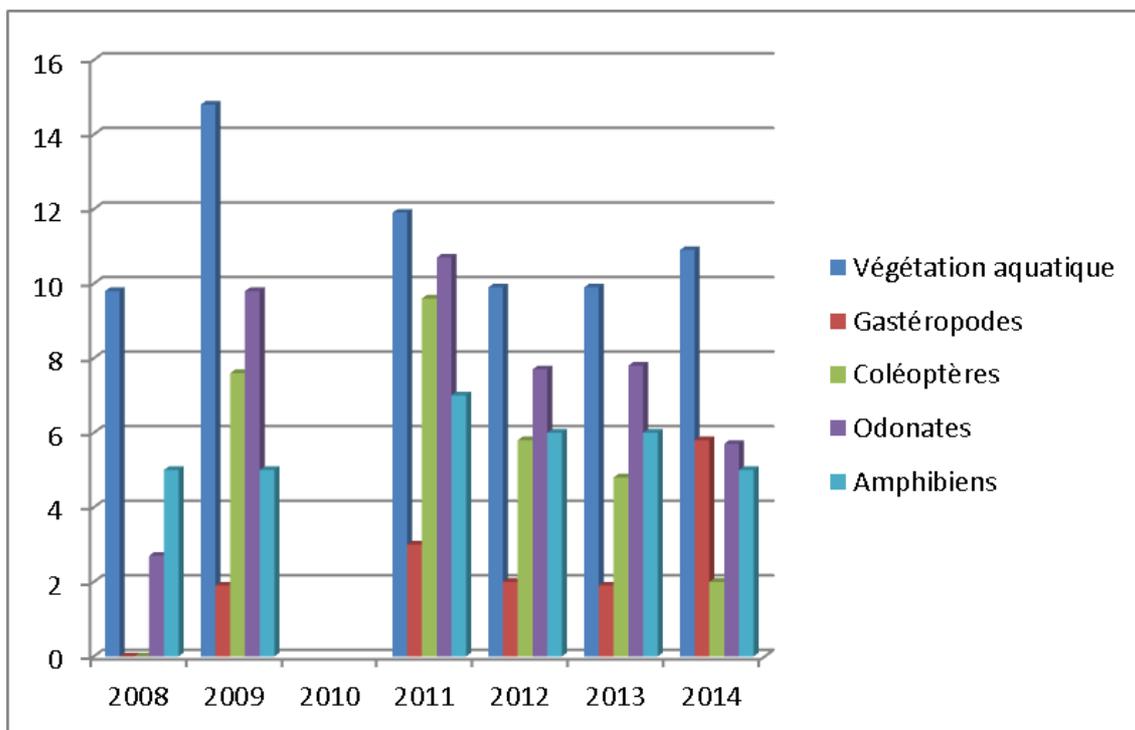


Figure 17 : Evolution de la biodiversité observée ( $S_{true}$ ) de l'étang forestier.

Concernant la note de l'indice biologique pour les étangs et mares (IBEM), une diminution faible, mais régulière est observée (cf. Figure 18).

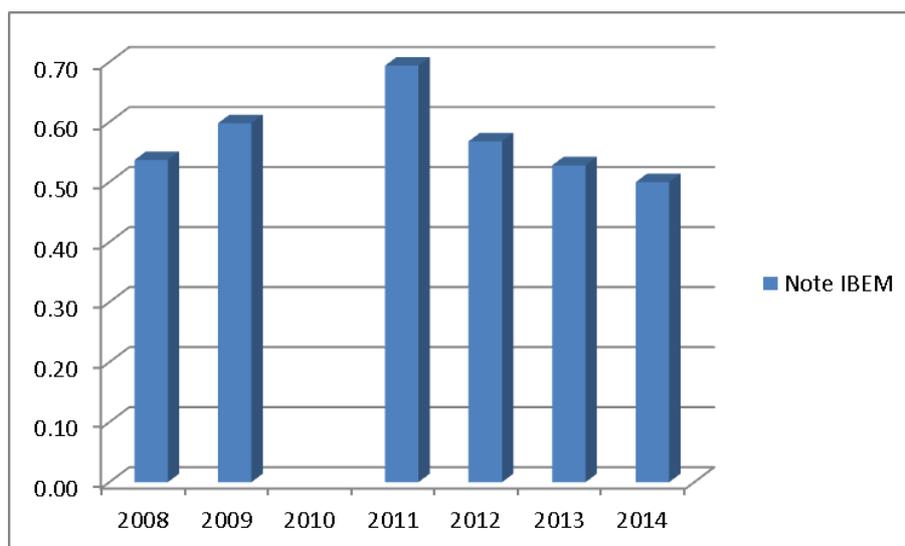


Figure 18 : Evolution de l'IBEM de l'étang forestier.

En 2014, la note IBEM se situe à 0.5 (classe de qualité « Moyen »). L'indice va peut-être encore diminuer ces prochaines années, mais il va sûrement stagner entre 0.4 et 0.5 à ce stade d'évolution du plan d'eau. La colonisation de l'étang forestier par les massettes *Typha latifolia* continue à progresser. Il s'agit d'une évolution normale de ce type de milieux humides : la végétation couvre actuellement la moitié de l'étang réduisant les surfaces d'eau libre. Dans un stade plus avancé, des saules commencent à pousser et transforment l'étang en forêt humide (phénomène d'atterrissement).

En ce qui concerne les animaux (Gastéropodes, Coléoptères, Odonates et Amphibiens), quelques variations sont à expliquer.

La diversité du groupe des gastéropodes est assez exceptionnelle en 2014, mais est liée à la découverte d'un seul individu : *Gyraulus crista*. Ce bon résultat est en contradiction avec le mauvais résultat du groupe des Coléoptères très peu observé dans l'étang forestier. En effet, ces deux groupes sont liés à une végétation du fond de l'étang. La grande différence est la prédation piscicole. La perche soleil *Lepomis gibbosus*, encore présente dans l'étang forestier, semble être responsable du déclin de la population de coléoptères aquatiques.

La diminution des taxons observés dans le groupe des odonates pourrait être due aux mauvaises conditions météorologiques de l'été 2014. Cependant, les relevés effectués à l'étang DIB aux mêmes dates donnent de très bons résultats. Les odonates se déplacent rapidement d'un étang à l'autre. Leur note « moyen » relevée en 2014 tient à peu de chose : une espèce observée en plus aurait augmenté la note à « bon ». Le résultat 2014 est certainement en deçà des espérances, à mettre sur le compte de la malchance (cf. Chapitre 4.2 Etang n°1 DIB).

Une légère diminution du nombre d'espèces d'amphibiens est à constater en 2014. La rainette verte *Hyla arborea* semble avoir abandonné l'étang forestier. Cela fait 2 ans qu'elle n'a pas été observée dans le plan d'eau. Par contre, elle a été observée en avril 2014 dans les mares présentes à l'est de la BCI. Cette année, le groupe des batraciens se situe, in extremis, dans la classe de qualité « bon ». L'observation du triton crêté *Triturus cristatus* dans la mare jouxtant l'étang forestier (taxon non pris en considération) renforce la bonne note de ce groupe.

## 4.2 Etang n°1 DIB

Contrairement à l'étang forestier, l'IBEM de l'étang n°1 DIB a augmenté en 2014 (cf. Figure 20). Il est passé de 0.33 « médiocre » en 2013 à 0.45 « moyen » cette année.

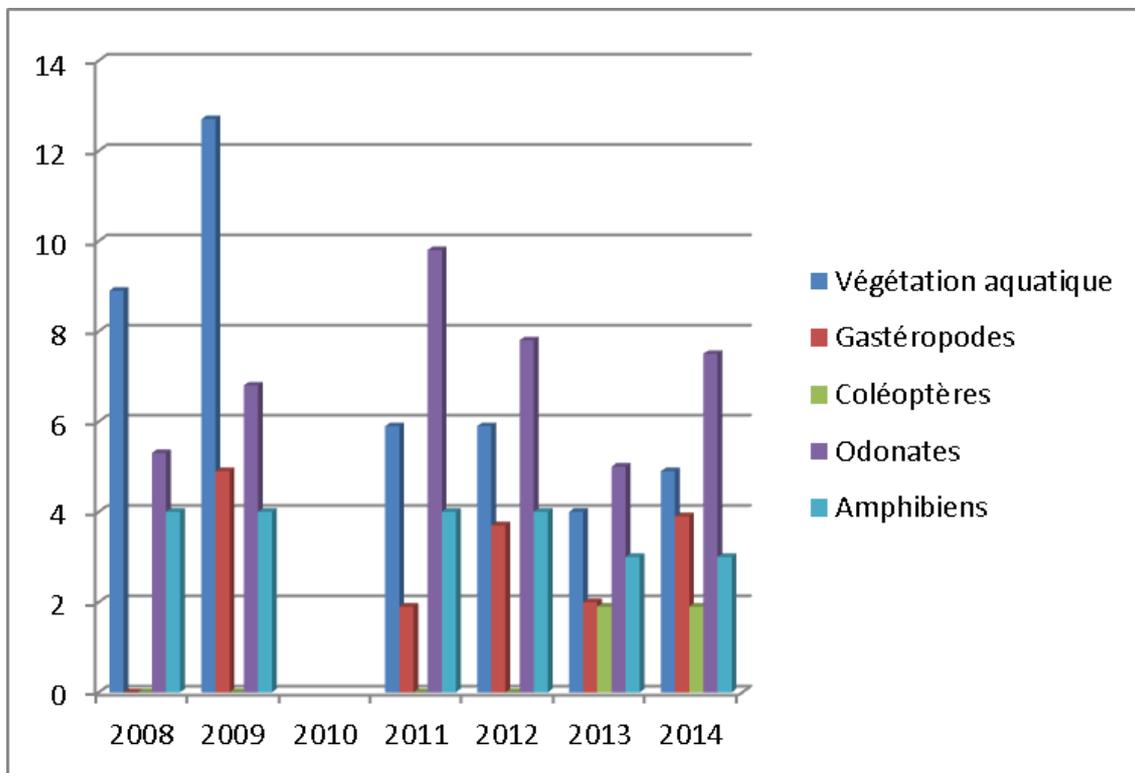


Figure 19 : Evolution de la biodiversité observée (S<sub>true</sub>) de l'étang n°1 DIB.

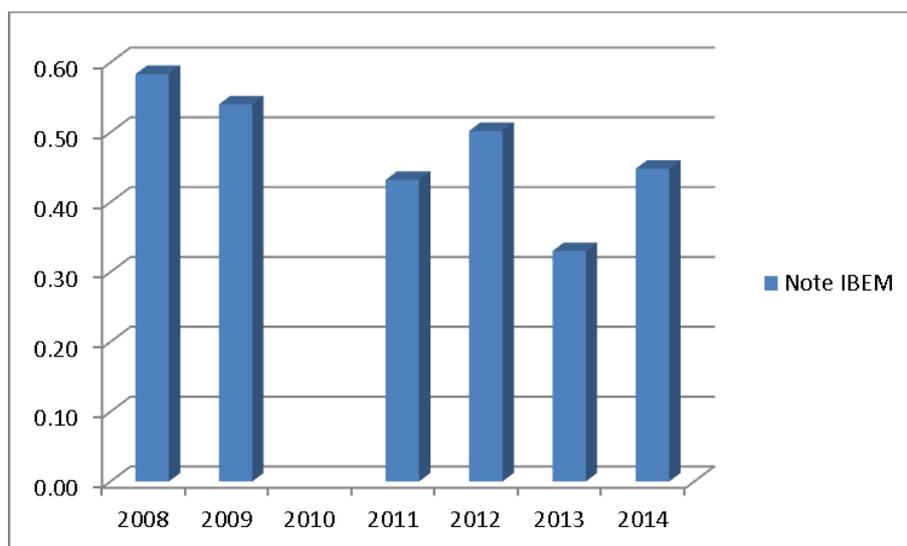


Figure 20 : Evolution de l'IBEM de l'étang n°1 DIB.

L'augmentation de la note IBEM est principalement due au groupe des odonates et des gastéropodes. Les autres groupes sont comparables à l'année passée. Des coléoptères ont été observés dans l'étang n°1 DIB uniquement depuis 2 ans.

En 2014, trois espèces de gastéropodes étaient présentes au lieu de deux en 2013. Sur d'aussi faibles quantités d'échantillonnages, un genre en plus ou en moins suffit pour augmenter la note considérablement. La végétation flottante, très présente dans l'étang n°1 DIB, est favorable au développement des gastéropodes (Oertli et al., 2000) [5]. L'augmentation de la classe de qualité de ce groupe est donc peut-être liée au développement de la végétation flottante.

L'évolution positive du groupe des odonates en 2014 n'est peut-être pas liée à l'étang n°1 DIB. Les alentours de la DIB possèdent plusieurs plans d'eau (étang forestier, étang n°1 DIB, étang Mickey, bassins de la STEP et mares à sonneurs). On peut supposer que les odonates volent d'un site à l'autre. La très bonne note de ce groupe pour l'étang n°1 DIB est sûrement en lien avec l'étang forestier et l'étang Mickey situés à moins de 100 m de distance. Les espèces observées les jours des relevés étaient situées aux alentours de l'étang n°1 DIB plutôt qu'au bord d'un autre étang, peut-être par pur hasard.

Comme pour l'étang forestier, le groupe des coléoptères tend à diminuer l'IBEM. Ce groupe est lié à la présence d'une végétation aquatique bien développée (Oertli et al., 2000) [5]. Avec un substrat grossier (chaille) et des berges abruptes, le développement d'une telle végétation est difficile, d'où une mauvaise note pour les groupes « végétation aquatique » et « coléoptères ».

La quasi-totalité de l'étang DIB est couvert de végétation flottante. Il s'agit du développement du nénuphar jaune *Nuphar lutea* indigène. Le nénuphar hybride *Nymphaea x* (non indigène) ne s'est pas trop développé pour l'instant. Il restera néanmoins problématique pour un réaménagement futur.

## 5 Bilan et recommandations

### 5.1 Etang forestier

#### 5.1.1 Qualité écologique du plan d'eau

L'étang forestier possède une biodiversité moyenne d'après le calcul de la méthode IBEM. Ce plan d'eau est en train de s'atterrir avec la prolifération de la massette à large feuille *Typha latifolia* sur l'ensemble de ses berges. Cette plante peut se développer jusqu'à un maximum d'un mètre de profondeur d'eau. En 2013, elle a colonisé les berges de l'étang qui étaient jusqu'alors recouvertes par d'autres hélophytes (joncs, carex, roseaux, etc.). En 2014, elle s'est encore densifiée. Seule la rive « forestière » de l'étang n'est pas encore colonisée à cause de la pente de ses berges plus abruptes.

#### 5.1.2 Proposition de mesures

La fin de l'assainissement de la décharge industrielle de Bonfol (DIB) est programmée pour 2016. Tout le site sera ensuite réhabilité et un plan de réaménagement des milieux naturels environnants (étang forestier et étang n°1 DIB notamment) sera réalisé. Voici dans les grandes lignes l'entretien proposé pour l'étang forestier :

- Curage de l'étang avec anéantissement de la perche soleil et de tous les autres poissons en laissant l'étang vide durant un hiver.
- Terrassement et évacuation des massettes, y compris dans la mare adjacente.
- Arrachage des rejets de saules et d'aulnes dans les berges de l'étang.
- Recépage de la végétation ligneuse (saule et aulne) sur le pourtour de l'étang.

Vu l'ampleur des travaux prévus dans 2 ans, il n'est pas justifié d'entreprendre des grands travaux de curage cet hiver. Par contre, un entretien minimal de la végétation en hiver 2014-2015 et en hiver 2015-2016 permettra une meilleure efficacité des travaux prévus dans le cadre de la remise en état du site. Il s'agit de :

- Faucher (ou d'arracher à la pelle hydraulique) et d'évacuer les massettes avant la montée en graine (début de l'hiver),
- Faucher (ou d'arracher à la pelle hydraulique) et d'évacuer les rejets d'aulne et de saule (dès le 1<sup>er</sup> octobre).

Ces travaux d'entretien, qui correspondent à l'entretien préconisé dans le projet d'aménagement de 2009 [12], permettront de limiter le développement de la végétation et diminueront ainsi le risque de dissémination de la massette lors des futurs travaux.

**Important : les massettes devront impérativement être fauchées avant la montée en graine et avant le début des travaux de curage.**

## 5.2 Etang n°1 DIB

### 5.2.1 Qualité écologique du plan d'eau

L'étang n°1 DIB a un indice biologique moyen un peu inférieur à celui de l'étang forestier. Contrairement à ce dernier, l'étang n°1 DIB ne possède pas une morphologie intéressante pour la faune et la flore. Ses berges abruptes et son substrat grossier uniforme (chaille) rendent l'écotone (zone de transition écologique entre le plan d'eau et les berges) quasi inexistant. C'est pourtant à cet endroit que se développe la richesse écologique d'un plan d'eau. Cependant, cette morphologie évite la prolifération de la massette à large feuille *Typha latifolia*.

Un réaménagement total des berges est la meilleure solution pour améliorer la morphologie et la qualité biologique de l'étang n°1 DIB.

### 5.2.2 Proposition de mesures

Il est plus raisonnable d'attendre la réhabilitation du site pour effectuer les travaux de réaménagement suivants :

- Curage du bassin avec évacuation des rhizomes de *Nymphaea x* en décharge.
- Evacuation de la chaille en décharge (risque de contamination par *Nymphaea x* en cas de réutilisation).
- Terrassement des berges en pente douce selon un plan de réaménagement.
- Réaménagement du fond du bassin et des berges avec un substrat adapté et varié (groise, chaille, gravier, mais pas de terre végétale)
- Ensemencement des rives avec un mélange adapté pour limiter la venue d'adventices (rumex, chardons, etc ...).

Afin d'assurer la pérennité de l'ouvrage, un plan d'entretien devra être réalisé.

Dans l'immédiat, aucune mesure n'est à prendre.

## 6 Conclusions

Le relevé IBEM 2014 donne un indice de qualité moyen pour l'étang forestier et pour l'étang n°1 DIB. L'étang forestier est passé de bon en 2011 à moyen en 2013 dû à son atterrissement. Cet indice s'est confirmé en 2014. L'étang n°1 DIB a retrouvé son indice de 2011 et de 2012, soit moyen, grâce au très bon résultat du groupe des odonates. La classe de qualité « Très bon » de ce groupe n'est pas forcément liée à l'étang lui-même, mais plutôt à la présence d'autres plans d'eau plus grands dans sa périphérie (étang forestier et étang Mickey).

Aucun impact négatif du chantier de l'assainissement de la décharge de Bonfol n'a pu être démontré par le suivi de la qualité biologique de ces 2 étangs. Leur qualité biologique pourra, au contraire, être améliorée grâce aux mesures de reconstitution prévues dans la notice d'impact sur l'environnement (NIE) du 6 juin 2007 [1].

De plus, l'important potentiel d'amélioration de ces 2 bassins justifie leur réhabilitation lors de la remise en état du site à la fin de l'assainissement de la DIB. La rainette verte *Hyla arborea* et le sonneur à ventre jaune *Bombina variegata* sont actuellement présents sur le site de la DIB dans les mares à sonneurs réalisées dans le cadre de la mesure de remplacement MN7. Cette mesure avait pour objectif de créer des petites mares pour offrir des milieux refuges pour le sonneur à ventre jaune durant la phase de chantier de la DIB. Ces mares ont été réalisées en 2008 et 2009. En 2014, la rainette verte *Hyla arborea* et le sonneur à ventre jaune *Bombina variegata* ont encore été observés dans ces marres d'où la réussite de cette mesure. La découverte du triton crêté *Triturus cristatus* dans la mare jouxtant l'étang forestier montre encore plus la richesse du site au niveau des batraciens.

La remise en état du site de la DIB devra prendre compte de cette grande variété de batraciens. L'entretien de l'étang forestier et le réaménagement des berges de l'étang n°1 DIB devront permettre le bon développement des espèces citées ci-dessus.

Il s'agira de créer, pour la rainette verte, des étendues d'eau de faible profondeur et ensoleillées, ainsi que des surfaces sur terre ferme avec une abondance de hautes herbes.

Pour le sonneur à ventre jaune, il faudra assurer le maintien des petites mares de faible profondeur et ensoleillées.

Ces travaux seront décrits dans le plan de réaménagement des milieux environnants de la DIB en 2016.

## 7 Bibliographie

- [1] CSD, 2007. Notice d'impact sur l'environnement – Assainissement définitif de la décharge de Bonfol. 314 p.
- [2] INDERMUEHLE N., ANGELIBERT S. & OERTLI B., 2008. IBEM : Indice de biodiversité des étangs et mares – Manuel d'utilisation. Ecole d'ingénieurs HES de Lullier, Genève. 33 p.
- [3] DELARZE R., & GONSETH Y. 2008. Guide des milieux naturels de Suisse. Rossolis, Bussigny. 424 p.
- [4] Parlement européen et Conseil, 2000, Directive Européenne 2000/60/CE pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.
- [5] OERTLI B. & al., 2000. Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse. Université de Genève, 334 p.
- [6] HAUSSER J., 2005. Mollusca – Identification. Fauna Helvetica 11, SEG & CSCF, Neuchâtel, 191 p.
- [7] WILDERMUTH H., GONSETH Y. & MAIBACH A. (éds.), 2005. Odonata – Les libellules de Suisse. Fauna Helvetica 11, SEG & CSCF, Neuchâtel, 398 p.
- [8] MOSER D. M. et al. 2002. Liste rouge des fougères et plantes à fleurs menacées de Suisse. OFEFP, CRSF, CJBG, 120 p.
- [9] GONSETH Y. & MONNERAT C., 2002. Liste rouge des Libellules menacées en Suisse. OFEFP et CSCF, 46 p.
- [10] SCHMIDT B. & ZUMBACH S., 2005. Liste rouge des amphibiens menacés en Suisse. OFEFP et KARCH, 46 p.
- [11] DUELLI P. et al., 1994. Liste rouge des espèces animales menacées de Suisse. OFEFP, Coléoptères hydradéphages : pp. 60-63 ; Mollusques : pp.75-79.
- [12] CSD, 2009. Projet d'aménagement de l'étang forestier au nord de la DIB – Assainissement définitif de la décharge de Bonfol. 9 p.
- [13] <http://campus.hesge.ch/ibem>

### CSD INGENIEURS SA

Grégoire Monin

Fabian Lachat

Porrentruy, le 1<sup>er</sup> décembre 2014  
JU5206.414

Collaborateurs :

Fabian Lachat, ingénieur en gestion de la nature dipl. HES

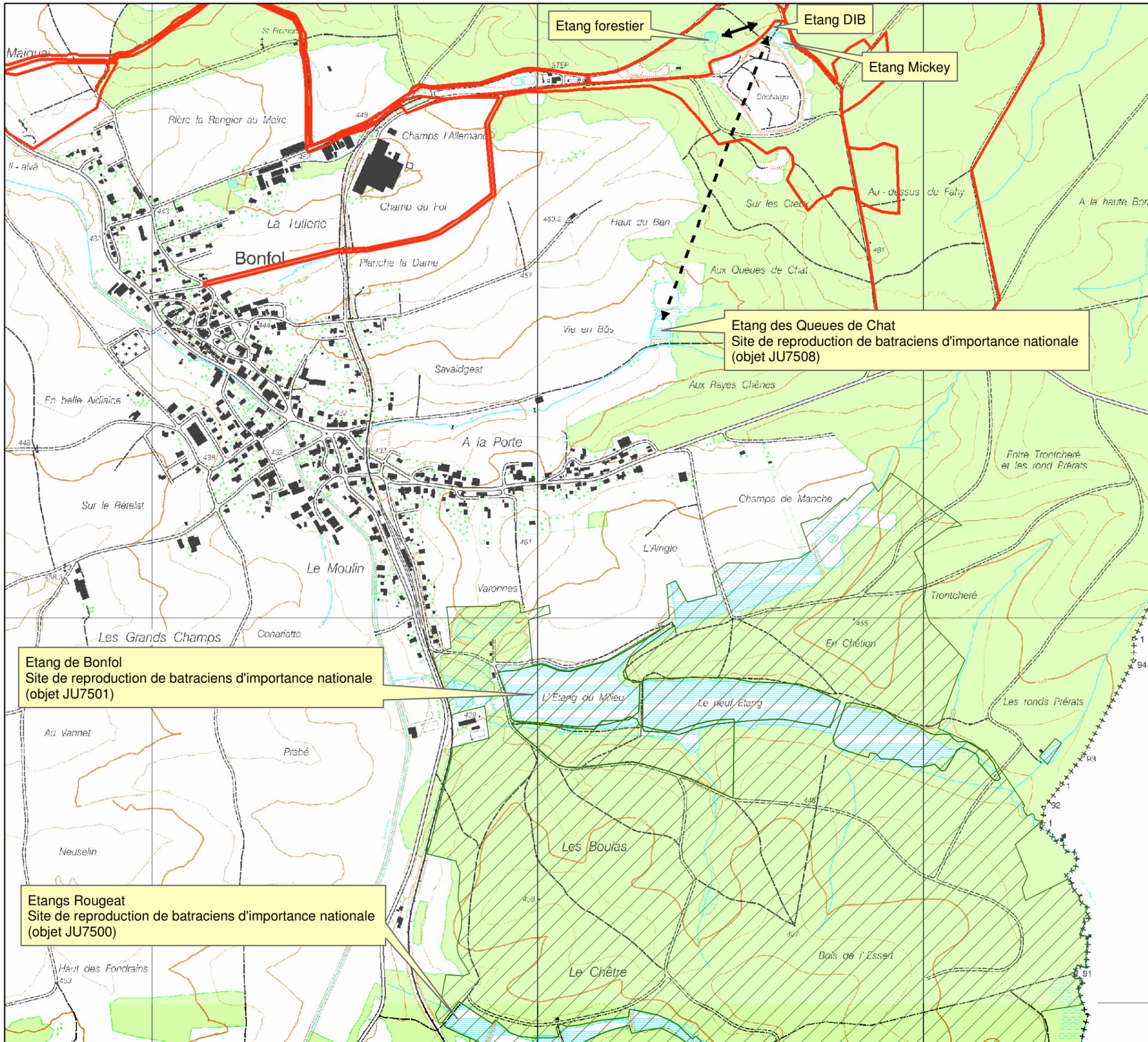
## **ANNEXE A Informations générales**

**A1 – Situation**

**A2 – Méthodologie**



# Situation

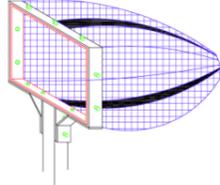


## Légende

- Périmètre du plan spécial
- / / Réserves naturelles
- Evaluation de la connexion entre étangs**
- ↔ Bonne connexion
- - - Connexion partielle

**CSD INGENIEURS SA**  
 Rue de la Chaumont 13  
 Case postale 134  
 CH - 2900 Porrentruy 2  
 t +41 32 465 50 30  
 f +41 32 465 50 31  
 porrentruy@csd.ch | www.csd.ch

**CSD INGENIEURS+**  
 INGÉNIEURS PAR NATURE

<i>Groupe taxonomique</i>	<i>Végétation aquatique</i>	<i>Coléoptères et gastéropodes</i>	<i>Odonates</i>	<i>Amphibiens</i>
<b>Protocole</b>				
<b>Périmètre</b>	Surface en eau. Quadrats de 0.25 m <sup>2</sup> situés en annexes C1 et C2. Les zones dont la profondeur dépasse 3 m ne sont pas considérées. Les quadrats d'interface eau-terre sont placés de manière à recouvrir uniquement le milieu aquatique.	1/3 des échantillons sont collectés dans les différents types d'habitats (hydrophytes, héliophytes, accumulation de feuilles mortes, substrat minéral, etc...) et 2/3 des échantillons sont prélevés au niveau des interfaces entre ces habitats (cf. Annexes C1 et C2).  Le nombre de prélèvements dépend de la surface de l'étang, il est calculé selon la formule suivante : $N = 15.5 - 10.5 * \log_{10}(A) + 2.7 * (\log_{10}(A))^2$ avec A= Aire du plan d'eau (m <sup>2</sup> ).	Surface en eau et ceinture de 3 mètres de large sur le pourtour de l'étang.  Trois secteurs prospectés par étang (dimensions de 30 x 10 m) situés en annexes C1 et C2.	Etang et berges.
<b>Méthode</b>	Quadrats équidistants placés le long de transects parallèles entre eux et à intervalles réguliers, recouvrant toute la surface du plan d'eau.  23 quadrats pour l'étang forestier 15 quadrats pour l'étang n°1 DIB Présence-absence du genre.	Prélèvement à l'aide d'un filet standardisé sur tout le pourtour des étangs.  9 prélèvements pour l'étang forestier. 7 prélèvements pour l'étang n°1 DIB.  Durée : 30 secondes de « pêche » au filet par point de prélèvement.  Présence-absence du genre.	Observation visuelle des secteurs définis.  Présence-absence du genre.	Observation visuelle et/ou auditive de l'espèce.  Présence-absence de l'espèce
<b>Matériel</b>	Grappin, bateau pneumatique, quadrat.  Mire graduée (5 mètres).	Epuisette standardisée :  ouverture rectangulaire de 10 cm sur 14 cm,  maille inférieure ou égale à 0.5 mm, manche de 1.8 m.  	Filet à papillons.  Jumelles.  Loupe (grossissement 10 x).	Lampe frontale.  Epuisette.
<b>Détermination (niveau taxonomique)</b>	Genres selon l'annexe 1 du Manuel IBEM [2].	Détermination des adultes ainsi que des larves pour les coléoptères aquatiques.  Détermination des coquilles pleines pour les gastéropodes aquatiques.  Liste des genres des gastéropodes et coléoptères aquatiques retenus pour la méthode IBEM, selon les annexes 2 et 3 du Manuel IBEM [2].	Genres (uniquement matures et immatures), selon l'annexe 4 du Manuel IBEM [2].	Espèces (adultes, juvéniles, larves et têtards) selon l'annexe 5 du Manuel IBEM [2].
<b>Période</b>	1 relevé au début du mois de juillet.  (Période optimale pour relever la végétation aquatique).	1 prélèvement au début du mois de juillet.  (Période optimale pour collecter le plus de genres possibles de Coléoptères et de Gastéropodes aquatiques).	1 relevé entre mi-mai et mi-juin.  1 relevé entre mi-juillet et mi-août.  (Période permettant de relever la majeure partie de nos espèces indigènes).	1 relevé en mars (durant la nuit).  1 relevé en avril (début de la nuit).  1 relevé en mai (début de la nuit).  1 relevé en juin (début de la nuit).  (Période permettant de prendre en compte la majeure partie de nos espèces indigènes).
<b>Conditions météorologiques</b>	Aucune contrainte	Par beau temps	Ensoleillé et chaud  Température entre 20 et 30 °C  Heure d'observation : entre 11h00 et 16h00	Nuits chaudes, sans vent et sans pluie.  Eviter un temps frais avec du vent ou une période sèche.
<b>Bioindicateur</b>	<b>Bioindicateur de l'eutrophisation</b>  Les plantes aquatiques fournissent une réponse intégrée aux fluctuations de la physico-chimie de l'eau (pH, concentration en nutriments azotés). Un milieu oligotrophe (= pauvre en éléments nutritifs) héberge une plus grande diversité floristique qu'un milieu eutrophe [5].	<b>Bioindicateur de la transparence de l'eau</b>  Une transparence de l'eau supérieure à 25 cm (valeur Snellen) est favorable à la diversité spécifique des coléoptères et des gastéropodes aquatiques.  <b>Bioindicateur de la conductivité</b>  Une forte conductivité (> 500 µS/cm) n'est pas favorable à la diversité spécifique des coléoptères aquatiques. Une conductivité élevée est un facteur limitant pour le développement des macrophytes submergées. Ces végétaux constituent un habitat pour un grand nombre d'espèces de coléoptères.	<b>Bioindicateur de l'acidification</b>  L'acidification des habitats aquatiques a un effet négatif sur les odonates. En dessous d'un pH de 4.3, les populations d'odonates ont tendance à diminuer drastiquement.	<b>Bioindicateur de l'acidification</b>  Le pH a une influence sur la richesse spécifique des amphibiens. L'acidification des habitats aquatiques (pH entre 4 et 5) génère des conséquences plus ou moins graves sur le développement des embryons et des larves des différentes espèces d'amphibiens.

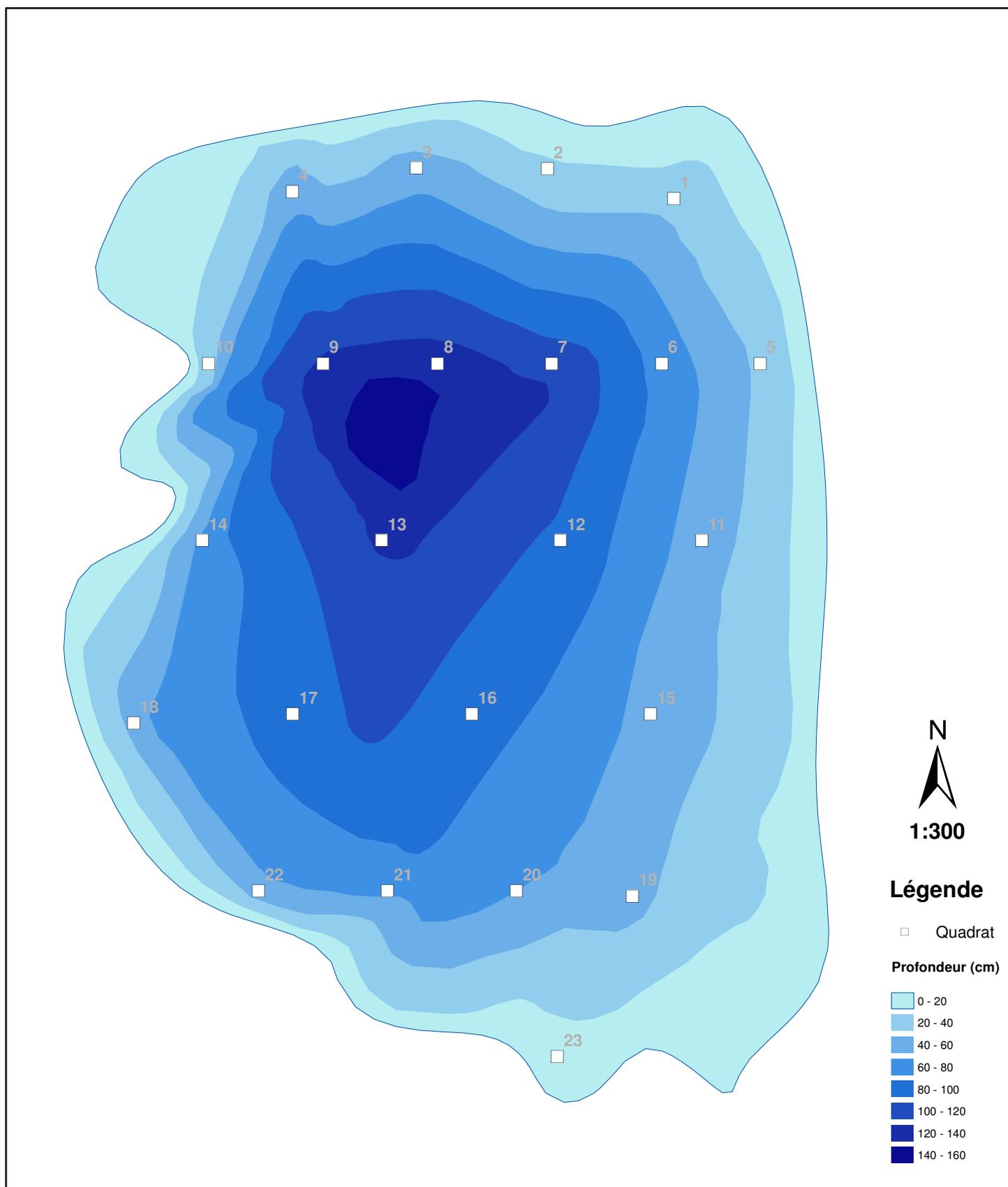
## **ANNEXE B Morphométrie**

**B1 – Morphométrie étang forestier**

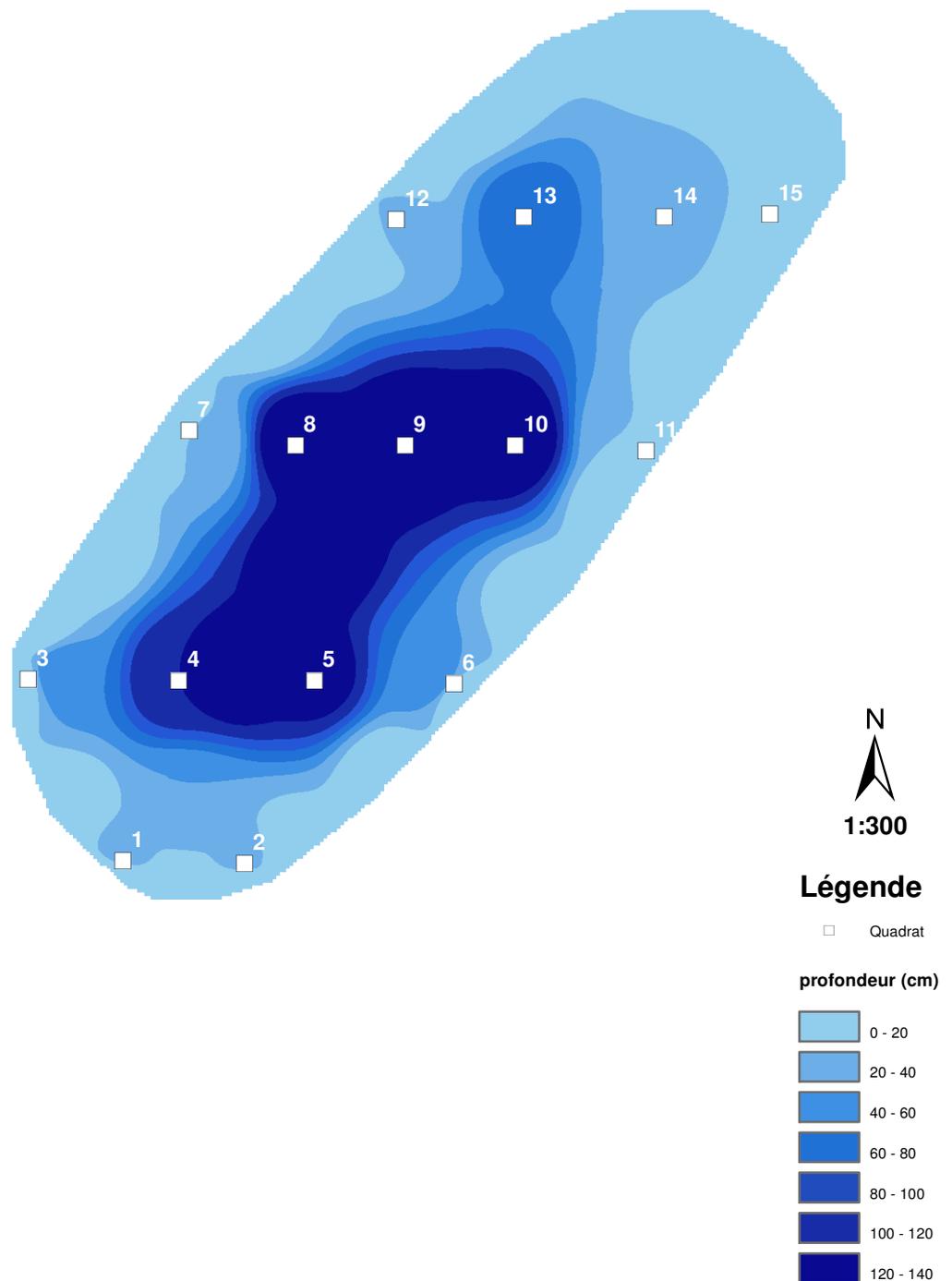
**B2 – Morphométrie étang n°1 DIB**



# Morphométrie de l'étang forestier



# Morphométrie de l'étang n°1 DIB



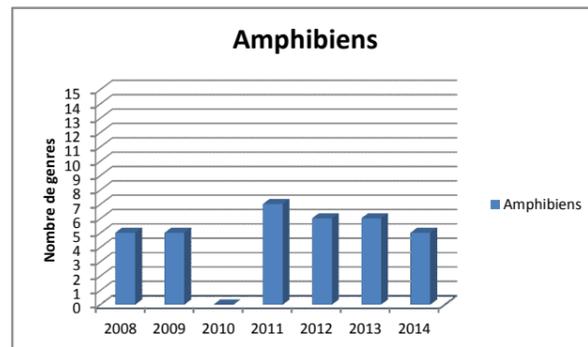
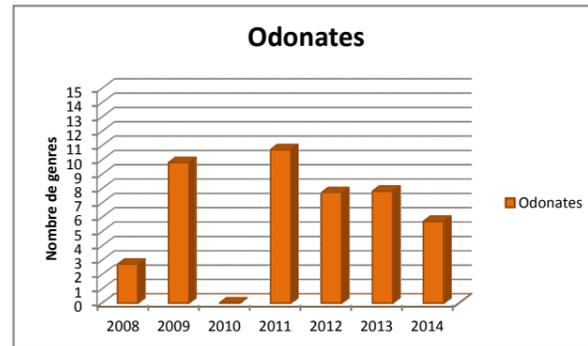
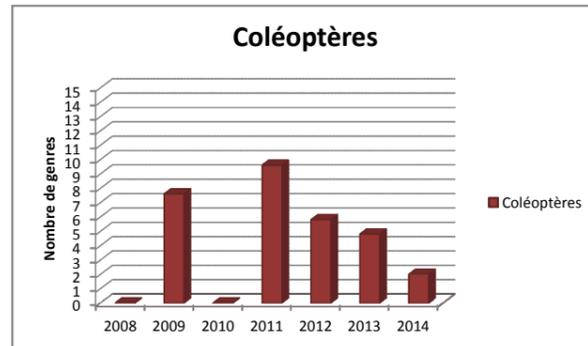
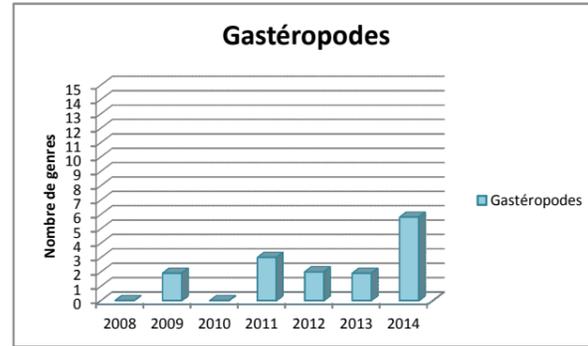
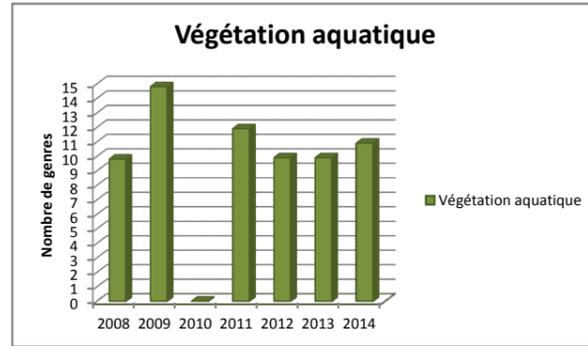
## **ANNEXE C Cartographie de la végétation aquatique**

**C1 – Etang forestier**

**C2 – Etang n°1 DIB**



## Evolution de la biodiversité (Struc: richesse réelle)



- Légende**
- Quadrat (relevé de la végétation et de la bathymétrie)
  - × Echantillon (gastéropodes et coléoptères)
- Zonation végétale**
- Arbre tombé
  - Aulnaie
  - Saulaie
  - Typhaie (*Typha latifolia*)

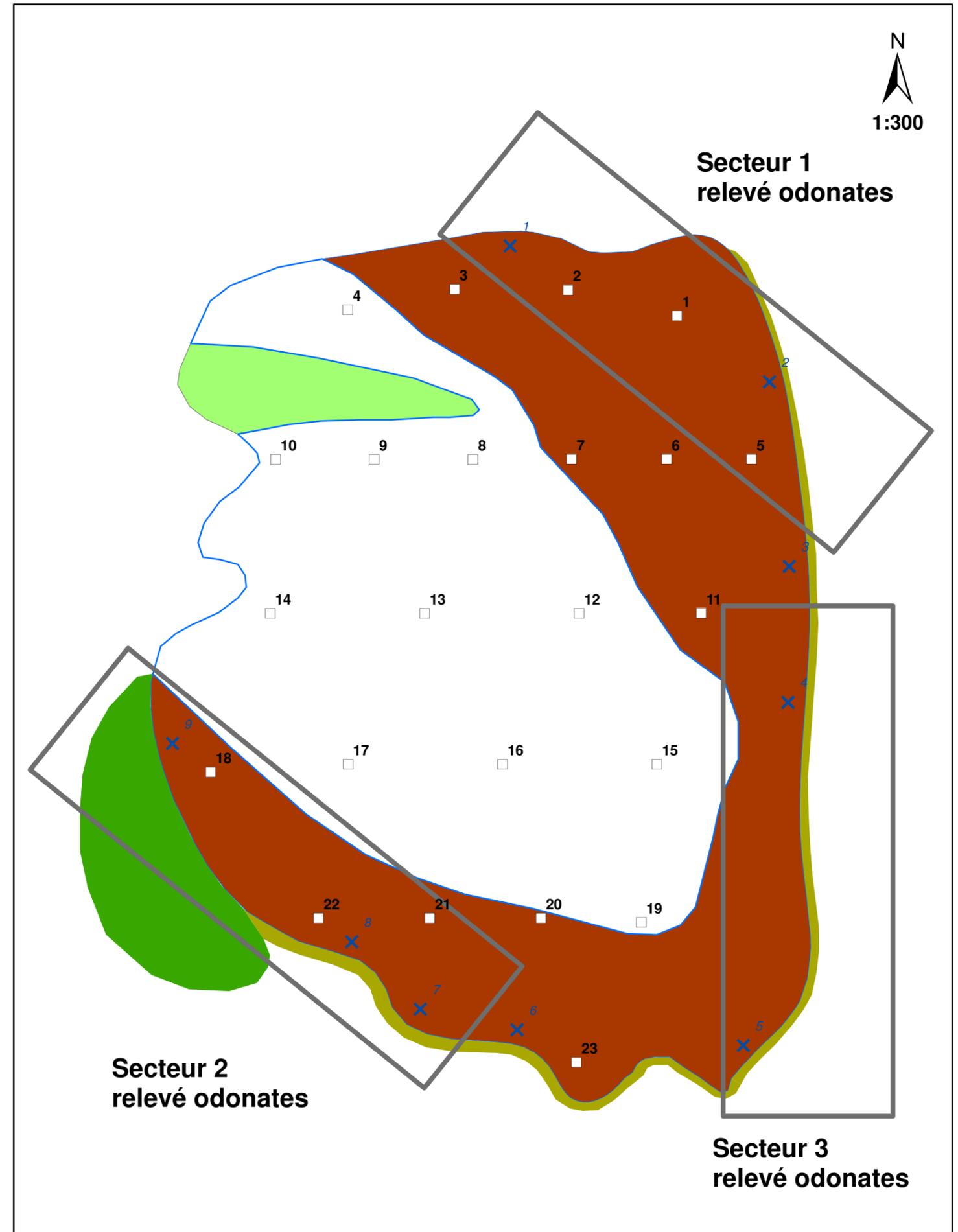


Juin 2011/JUjfe

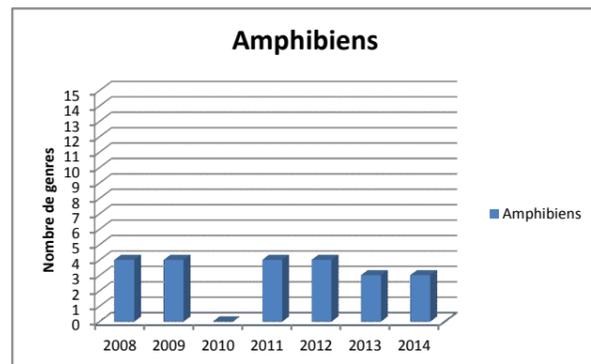
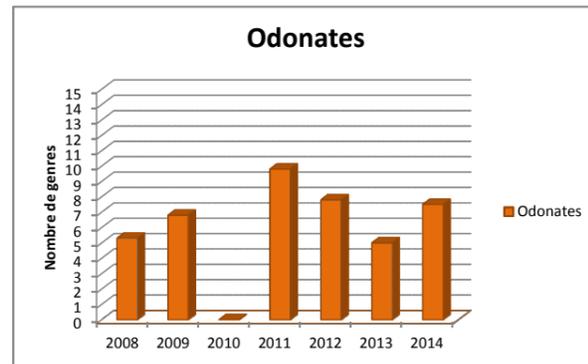
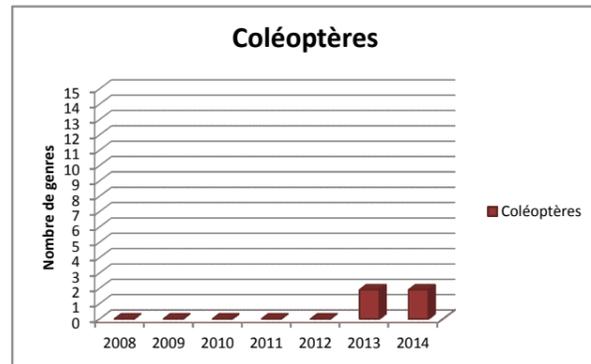
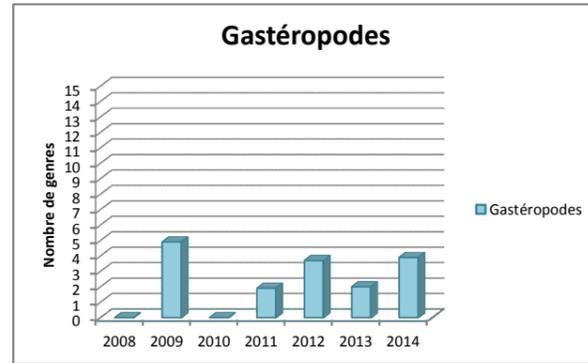
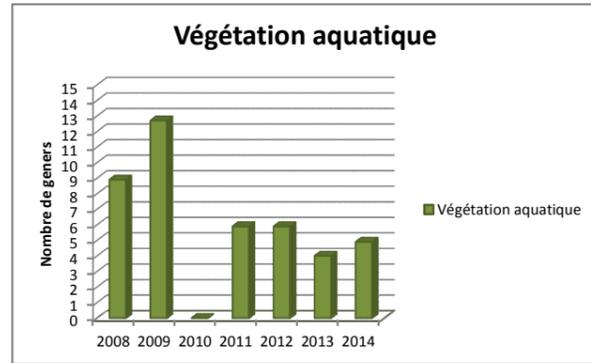


Août 2014/JUfla

**CSD INGENIEURS SA**  
 Rue de la Chaumont 13  
 Case postale 134  
 CH - 2900 Porrentruy 2  
 t +41 32 465 50 30  
 f +41 32 465 50 31  
 porrentruy@csd.ch | www.csd.ch



## Evolution de la biodiversité (Strue: richesse réelle)



### Légende

- Quadrat (relevé de la végétation et de la bathymétrie)
- × Prélèvement d'échantillons (gastéropode et coléoptères)

### Zonation végétale

- Végétation flottante (*Nuphar lutea*)
- Zone à iris (*Iris pseudacorus*)
- ▨ Néophytes (hybrides de *Nymphaea*)



Juillet 2008 / JUfno



Août 2014 / JUfla

