Prestataires

Office National des Forêts

Groupe Ornithologique Normand - GONm

ELISOL Environnement

ECODIV

Commanditaire

Projet Grand Stade

CODAH Communauté de l'Agglomération Havraise

Suivis naturalistes des mesures de compensation du chantier du Stade Océane du Havre

Rapport annuel 2013

Photographie de couverture : une noue humide au sud-ouest du parc paysager qui entoure le stade Océane. Auteur : R. Blanchard pour l'ONF.

Sommaire

I. Préambule ... 1
I.1 Contexte ... 1
I.2 Objectifs de l'étude ... 1
I.3 Le projet de la Codah ... 3
II. Suivi de la flore et des habitats ... 7
II.1 Protocole ... 7
Stratégie d'échantillonnage ... 7
Méthode des relevés ... 8
Espèces patrimoniales et notion de patrimonialité ... 9
Importance de la notion d'indigénat ... 9
Analyse des données ... 10
Calculs : reconstitution des recouvrements spécifiques à partir des relevés ... 10
Correction rétroactive ... 10
Structure des fiches ... 11
Stratégies de pollinisation et de fécondation ... 11
Stratégies de dissémination ... 12
Types biologiques ... 13
Valences écologiques ... 15
II.2 Résultats ... 16
Ensemble du parc ... 16
Corridor écologique ... 19
Ambiances forestières ... 22
Gazons ... 25
Noues sèches ... 28
Noues humides ... 31
Noue nord ... 34
Bassins ... 37
III.3 Conclusion ... 42
III. Inventaire et suivi des amphibiens ... 43
III.1 Protocole ... 43
Méthodologie ... 43
Stratégie d'échantillonnage ... 44
Dates de prospection et conditions météorologiques ... 45
III.2 Résultats ... 46
Prospections 2012 et données antérieures ... 46
Prospections 2013 ... 47
Evolution des populations depuis 2012 ... 48
III.3 Conclusion ... 50
Synthèse ... 50
Préconisations de gestion ... 50
IV. Inventaire et suivi des reptiles ... 51
IV.1 Protocole ... 51
Méthodologie ... 51
Stratégie d'échantillonnage ... 52
A propos des absences ... 52
Dates de prospection et conditions météorologiques ... 53
IV.2 Résultats ... 54
Lézard des murailles ... 54
Orvet fragile ... 56
Autres espèces ... 58
IV.3 Conclusion ... 58
V. Inventaire et suivi de l'avifaune ... 59
V.1 Protocole ... 59
Zone d'étude ... 59
Méthode ... 61

Patrimonialité 61
V.2 Résultats 62
Ensemble des espèces contactées en 2013 62
Périodes d'observation des espèces contactées sur le parc paysager 64
Localisation au sein du parc 65
Espèces patrimoniales et statuts 68
V.3 Conclusion 71
VI. Analyse de la nématofaune du sol 72
VI.1 Résumé 72
VI.2 Prestation 72
VI.3 Nématodes et fonctionnement des sols 73
Les nématodes 73
L'utilisation des nématodes comme bio-indicateurs de l'état biologique du sol 74
VI.4 Méthodes d'étude et zones étudiées 75
Zones de prélèvements 75
Procédures d'échantillonnage 77
Analyses de laboratoire 77
VI.5 Résultats 80
1 - Les abondances de nématodes sont très différentes en fonction des modalités de gestion des espaces verts 80
2 - La composition de la nématofaune discrimine les différentes zones du site 82
3 - Les communautés de nématodes présentent une diversité taxonomique assez différente selon les zones étudiées 84
4 - Le diagnostic du réseau trophique indique que les communautés ont une très faible diversité fonctionnelle dans les différents types d'espaces verts aménagés récemment 86
VI.6 Bilan par date de mesure 87
Octobre 2012 87
Avril 2013 88
VII. Inventaires des vers de terre et des collemboles 89
VII.1 Introduction 89
Les vers de terre 89
Les collemboles 89
VII.2 Matériel et méthodes 90
Site d'étude 90
Echantillonnage de la faune 91
Traitement des données 91
VII.3 Résultats et discussion 92
Vers de terre 92
Collemboles 94
VII.4 Bilan 95
VIII. Synthèse 96
Zone témoin 96
Ensemble du parc paysager 96
Corridor écologique 97
Ambiances forestières 98
Gazons 98
Noues sèches 99
Cas des zones sous écorces 99
Noues humides 99
Noue nord 100
Bassins et abords 100
Conclusion 101
Bibliographie générale 103
Ouvrages 103
Réglementations 103
Autres 103
Annexe 1 : statuts des espèces végétales 104
Annexe 2 : espèces exogènes et invasives 110
Ensemble du parc paysager 110
Corridor écologique 110

Ambiances forestières 111
Gazons 111
Noues sèches 112
Noues humides 112
Noue nord 113
Bassins (centre et abords) 113
Annexe 3 : suivi photographique des mesures compensatoires 114
Site n°1 : bassin nord 115
Site n°2 : noue nord 116
Site n°3 : bassin ouest 117
Site n°4 : bassin sud-ouest 118
Site n°5 : flanc nord du corridor écologique et bassin sud (rarement en eau) 119
Site n°6 : corridor écologique, merlon sud 120
Site n°7 : bassin est 121
Site n°8 : noue et corridor écologique ouest 122
Site n°9 : noue et corridor écologique est 123
Annexe 4 : compléments sur la faune du sol 124
Annexe 5 : liste des figures et des tableaux 126
Liste des figures 126
Liste des tableaux 130

I. Préambule

I.1 Contexte

Le stade Océane du Havre se veut être un exemple de construction écologique de nouvelle génération. Sa réalisation a eu un faible impact énergétique et son fonctionnement en fait le premier stade à énergie positive par la mise en place de panneaux photovoltaïques sur son toit. Son impact paysager est raisonné à l'échelle de la plaine de Soquence et de la vallée de la Seine.

Un parc paysager écologique a été créé sur un périmètre de 20 ha autour du stade. Il a été pensé et aménagé en fonction des résultats de l'étude d'impact réalisée sur la base d'inventaires écologiques menés en 2009-2010-2011 (Bouchardeau 2009 ; Rosset 2010; Egis aménagement Normandie 2011). Ils ont porté sur quatre groupes : la flore, les amphibiens, les reptiles et les insectes (papillons de jour et orthoptères). Ils ont permis de constater que la construction du stade aboutissait à la destruction de deux espèces protégées au niveau national : le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*) et l'Orvet fragile (*Anguis fragilis*). Par ailleurs, il a été démontré que le stade Océane se situait près d'une zone de reproduction d'amphibiens protégés. Une dérogation pour destruction d'espèces protégées a été donc due être obtenue. En contrepartie, la CODAH a dû intégrer des mesures de compensations lors de l'aménagement du parc. Les objectifs écologiques se sont donc articulés ainsi :

- un réseau de zones humides (noues et bassins) a été aménagé pour fournir un habitat aux amphibiens ainsi qu'une zone de production de nourriture pour les espèces insectivores ;
- des zones arborées ont été créées pour fournir un refuge et un lieu de nidification aux oiseaux ;
- un corridor écologique a été mis en place pour favoriser le déplacement des reptiles autour du parc ;
- les noues sèches des parkings ont été aménagées de manière à fournir des zones de thermorégulation au Lézard des murailles.

Enfin, un important travail a été réalisé sur l'ensemble de la végétation : des trames de haies diversifiées ont été mises en place afin de fournir un refuge et de la nourriture aux oiseaux et aux insectes. La structure du parc paysager et écologique qui entoure le stade est visible en Carte 1 (Codah 2010).

I.2 Objectifs de l'étude

L'Office national des forêts, le Groupement ornithologique normand, Elisol environnement et le laboratoire Ecodiv ont été choisis pour effectuer le suivi de l'efficacité des mesures compensatoires. **Les inventaires et les suivis portent sur les habitats naturels, les oiseaux, les reptiles, les amphibiens et la faune du sol.** Ils doivent permettre d'appréhender la dynamique de recolonisation pour détecter au plus tôt d'éventuels dysfonctionnements et y pallier au mieux. Les objectifs sont les suivants :

- **caractériser le site** par les espèces et les habitats en présence, l'état des populations, leur état de conservation, leur localisation et leur dynamique ;
- **identifier les menaces** éventuelles qui pèsent sur le bon état de conservation ;

- **proposer des mesures de gestion** pour le maintien et si possible le développement de la biodiversité sur le site.

Cette étude se déroule sur quatre ans, de 2012 à 2016.

L'année 2012 a été un peu particulière. En effet, en plus des premiers passages pour le suivi des mesures de compensation sur le parc paysager (périmètre en turquoise sur la Carte 2), des inventaires ont été conduits sur un périmètre plus large (en rouge sur la Carte 2) dans le but d'identifier les habitats et les espèces qui pourraient coloniser le site. Qui plus est, le parc paysager était encore en cours de création au mois de mai, ce qui a considérablement limité la recolonisation par la faune et la flore. L'année 2012 doit donc être considérée avant tout comme une année d'inventaire.

2013 a constitué un tournant pour cette étude qui s'est recentrée sur les suivis. Les analyses ont donc été modifiées et la pression de prospection a pu être redistribuée sur le parc. **Ce rapport présente l'état des suivis sur le parc paysager fin 2013**, après deux années de suivi. Il ne reprend pas les données des environs du parc. Aussi, pour de plus amples informations sur le périmètre étendu (gare de Soquence), on se réfèrera au rapport 2012.

Les suivis sont réalisés par des structures différentes au sein de notre groupement :

- les suivis flore et habitat floristiques sont réalisés par l'ONF ;
- les suivis amphibiens et reptiles sont réalisés par l'ONF ;
- les suivis avifaune sont réalisés par le GONm ;
- les suivis nématofaune sont réalisés par Elisol Environnement ;
- les suivis collemboles et vers de terre sont réalisés par le laboratoire Ecodiv.

Ces suivis et leurs protocoles respectifs sont présentés indépendamment, afin de respecter l'intégrité travail de chacun des partenaires.

Sur cette base, **une courte synthèse de l'état écologique par milieu est proposée**. Des propositions d'action pour préserver ou favoriser les richesses écologiques locales y sont formulées.

I.3 Le projet de la Codah

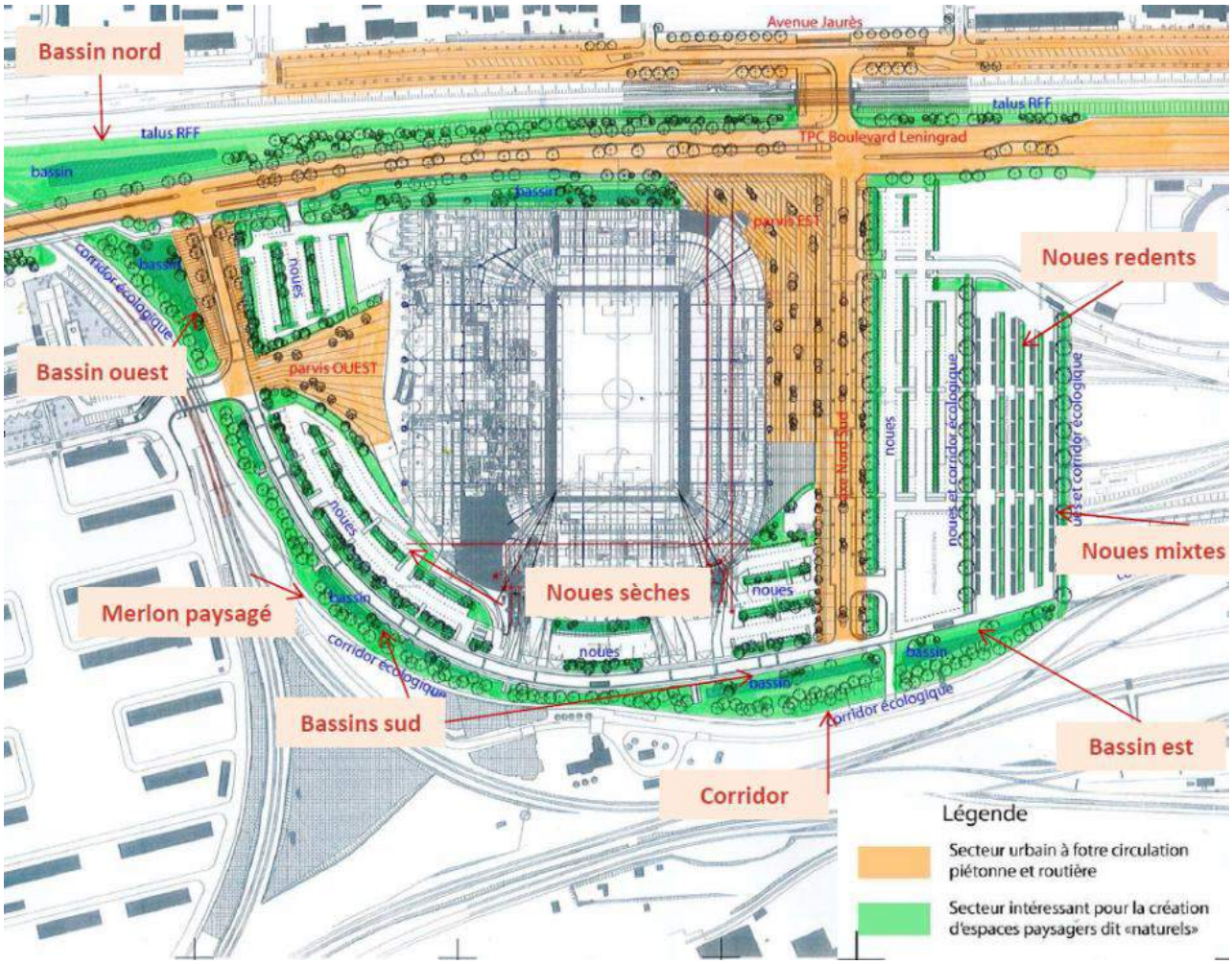


Figure 1 : noms des principales formations créées, d'après le cahier de suivi écologique (&cotone, 2012. Document interne).

La Figure 1 présente la structure du parc paysager du stade Océane. Les noms de référence y sont mentionnés. La partie sud, à vocation écologique, est différenciée de la partie nord, à vocation paysagère. Le terme « merlon sud » est souvent utilisé pour définir le corridor écologique. Ce dernier correspond en réalité aux flancs sud et ouest du merlon, tandis que les flancs nord ont une vocation plus paysagère (d'où le terme «merlon paysagé »). La Figure 2 présente les différentes végétations mises en place après les travaux. Elle sert de base à la localisation des placettes de suivis faune-flore.

En 2012, les travaux sur les noues, notamment les travaux de végétalisation, ont continué jusqu'en juin. Tous les relevés effectués sur le périmètre restreint ont été perturbés jusqu'à cette date.

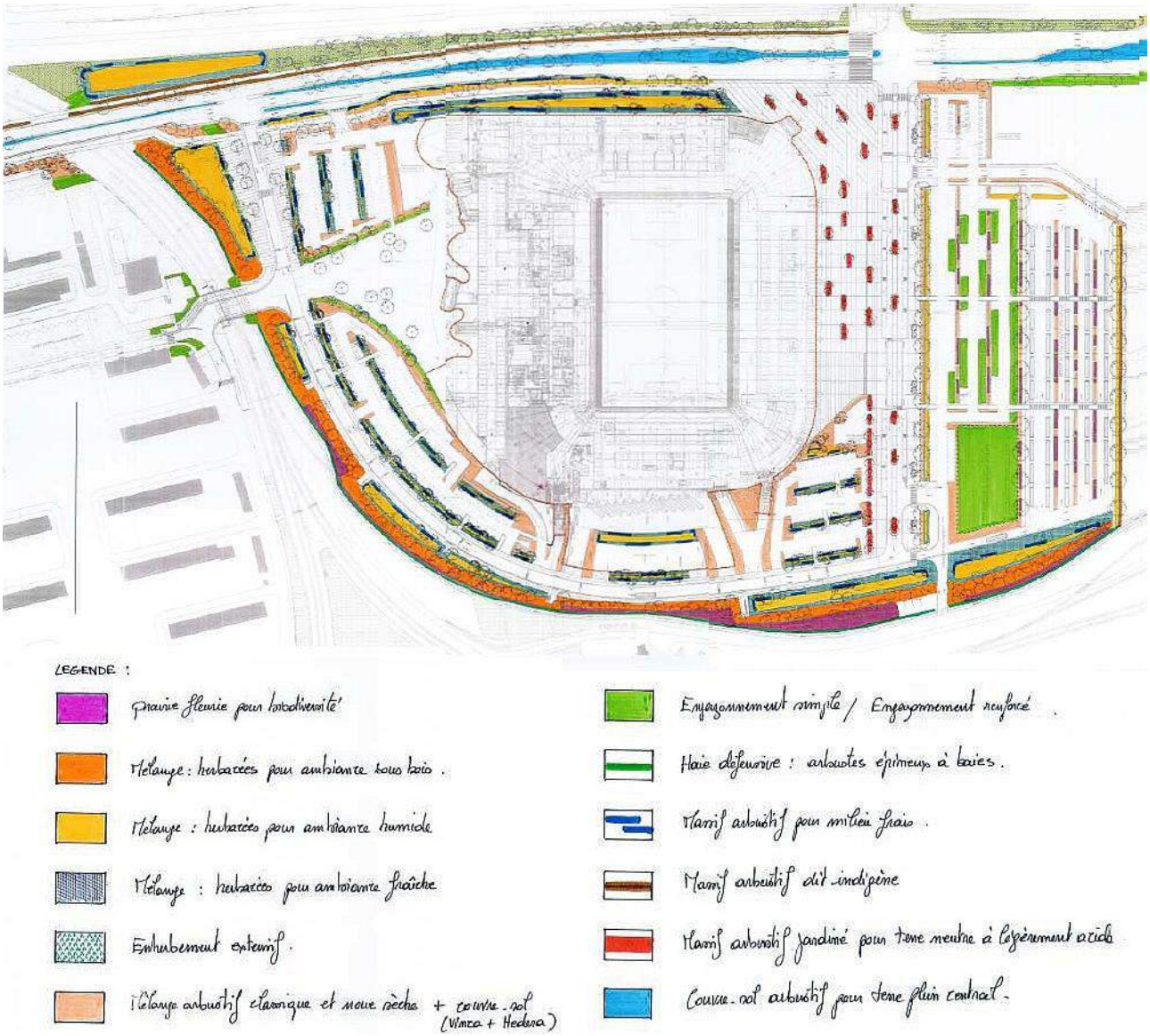
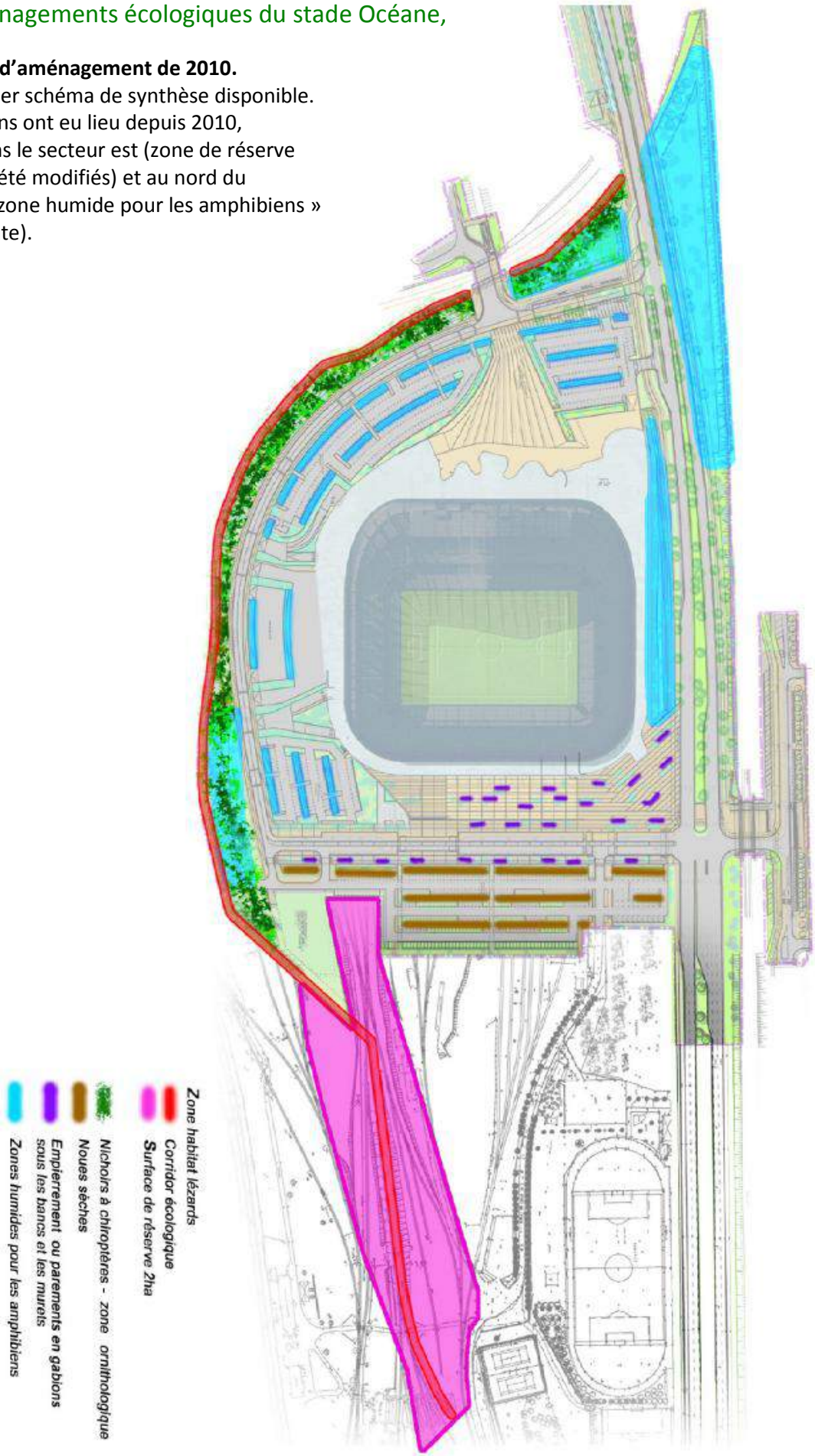


Figure 2 : projet pour les végétations, d'après les données fournies par R. Fournerie en 2012 (document interne).

Carte 1 : aménagements écologiques du stade Océane,

d'après la note d'aménagement de 2010.
Il s'agit du dernier schéma de synthèse disponible. Des modifications ont eu lieu depuis 2010, notamment dans le secteur est (zone de réserve et parkings ont été modifiés) et au nord du boulevard (la « zone humide pour les amphibiens » est plus restreinte).



Carte 2 : périmètres d'étude
Légende
Parc paysager ; suivi en 2012, 2013, 2014 et 2015
Gare de Soquence = périmètre étendu ; inventorié en 2012
0
50
100 m
N
Source : IGN, BDortho 2012. Auteur : R. Blanchard.

II. Suivi de la flore et des habitats

Ils sont réalisés par Romain Blanchard, ONF.

II.1 Protocole

Stratégie d'échantillonnage

Afin de fournir un suivi rigoureux qui rende compte de la diversité des formations végétales créées, **un échantillonnage stratifié** a été mis en place.

19 points sont suivis. Ils ont été choisis en avril 2012, sur la base du plan des végétations à mettre en place (Figure 2) de façon à disposer de deux points de suivi minimum par formation végétale. Voici leur répartition (Tableau 1) :

Tableau 1 : points de suivi de la végétation, par milieu. Certains points ont changés de catégorie depuis 2012. Ainsi, la noue nord a été scindée en deux (8 devient 81 et 82), son centre étant devenu un milieu très différent de ses abords. Le point 12 devait correspondre à un bassin. Plus sec que prévu, l'endroit a finalement été classé parmi les noues humides.

Milieu	Point	Nombre de passage	Années de suivi	Dates
Ambiances forestières	**3**	3	2012; 2013	09/06/2012; 10/05/2013; 07/08/2013
	11	3	2012; 2013	09/06/2012; 13/05/2013; 12/08/2013
Bassins, abords (dont abords de la noue nord)	**6**	3	2012; 2013	09/06/2012; 13/05/2013; 07/08/2013
	9	3	2012; 2013	09/06/2012; 10/05/2013; 07/08/2013
	81	3	2012; 2013	09/06/2012; 10/05/2013; 08/08/2013
Bassins, centres	**7**	3	2012; 2013	09/06/2012; 13/05/2013; 07/08/2013
	10	3	2012; 2013	09/06/2012; 10/05/2013; 07/08/2013
Corridor	**1**	4	2012; 2013	27/04/2012; 09/06/2012; 05/05/2013; 07/08/2013
	2	3	2012; 2013	09/06/2012; 10/05/2013; 07/08/2013
Gazons	**4**	3	2012; 2013	09/06/2012; 13/05/2013; 07/08/2013
	5	3	2012; 2013	10/06/2012; 13/05/2013(*2); 07/08/2013
	15	3	2012; 2013	09/06/2012; 13/05/2013; 08/08/2013
Noue nord, centre	**82**	2	2013	10/05/2013; 08/08/2013
Noues humides	**12**	3	2012; 2013	09/06/2012; 13/05/2013; 12/08/2013
	16	3	2012; 2013	09/06/2012; 13/05/2013; 08/08/2013
	17	3	2012; 2013	10/06/2012; 10/05/2013; 12/08/2013
Noues sèches	**13**	3	2012; 2013	10/06/2012; 13/05/2013; 12/08/2013
	14	4	2012; 2013	27/04/2012; 09/06/2012; 13/05/2013; 08/08/2013

Dans la mesure du possible, **chaque point de suivi fait l'objet de deux relevés de végétation par an** : un au printemps et un en été. Le tableau montre les limites de ce protocole pour l'année 2012. En effet, lors du premier passage (avril), la plupart des points ne présentaient aucune végétation et n'ont donc pas pu être suivis. Qui plus est, certains milieux ne se sont individualisés qu'en 2013. Enfin, sur la base de l'expérience de 2012, les dates de suivi 2013 ont été adaptées à la phénologie locale (mai et août en 2013 au lieu d'avril et juin en 2012).

La réparation spatiale des relevés est indiquée en Figure 3.

Figure 3 : localisation des points de suivi de la végétation.

Méthode des relevés

Les relevés sont effectués suivant la **méthode phytosociologique sigmatiste de l'école zuricho-montpelliéraine de Braun-Blanquet** (Braun-Blanquet 1932). Cette méthode est adaptée aux cartographies d'habitats, comme demandé en 2012. Elle peut cependant être utilisée aussi pour des suivis pluriannuels à condition d'en adapter l'analyse.

Les végétaux vasculaires présents sur la placette sont identifiés à l'aide de flores de référence (Jager 2007; Lambinon et al. 2009; Provost 1998) . Les mousses ne sont identifiées que lorsqu'elles semblent caractéristiques de l'habitat à l'aide de la flore forestière (Rameau et al. 2003). Les végétaux ont été regroupés en quatre strates : arborée, arbustive, herbacée et muscinale. Les coefficients d'abondance-dominance traditionnels leurs ont été attribués : 5, 4, 3, 2, 1, +, r, auquel i (individu seul) a été ajouté. Pour les besoins de l'analyse, les abondances-dominances peuvent être traduites en pourcentage de recouvrements suivant le Tableau 2.

Tableau 2 : coefficients d'abondance-dominance.

Coefficient d'abondance dominance	Définition ; r = recouvrement	Pourcentage attribué dans l'analyse
5	r de 76 à 100%	88
4	r de 51 à 75%	63
3	r de 26 à 50%	38
2	r de 5 à 25 %	15
1	r<5 %	4.5
+	Individus dispersés	2.5
r	Quelques individus	0.5
i	1 individu	0.1

Sur chaque point de suivi, les données de bases sont renseignées : identifiant, auteur, date et superficie du relevé (S, en m^2). Des données concernant la végétation sont ensuite renseignées : recouvrement total (R, en %), hauteur approximative et recouvrement par strates (en cm et en %). Un intitulé synthétique est généralement donné sur le terrain. Les conditions édaphiques de chaque placette sont décrites à l'aide de variables simples et rapides à évaluer en l'absence d'étude pédologique (Tableau 3) :

Tableau 3 : données écologiques notées dans le cadre du relevé phytosociologique.

Humidité du sol	Hauteur d'eau (approximative)	Turbidité	Microtopographie	Ensoleillement (de la strate herbacée)	Pente (approximatif)	Exposition
• Sec • Frais • Humide • Engorgé • Eau libre • Indéterminée	• en cm	• Claire • Trouble • Opaque	• Plateau • Haut de versant • Bas de versant • Terrasse • Berges • Plan d'eau • Fossé • Versant • Fond de vallon • Variable	• Ensoleillé • Mi - ombre • ombragé	• En %	• 0 • E • N • NE • NW • S • SE • SW • W

Enfin, des commentaires peuvent être ajoutés sur le relevé ou les espèces. Ces données sont enregistrées dans une base de données Microsoft Access® 2002. Elles servent à trier les relevés.

Espèces patrimoniales et notion de patrimonialité

Une espèce est patrimoniale en Haute-Normandie si :

- elle est **indigène**, ou
- elle possède un **statut de protection** régional, national ou européen, ou
- elle est **déterminante de Znieff**, ou
- elle est **quasi menacée ou pire** selon l'UICN dans la région, ou
- elle est **rare ou plus que rare** dans la région.

La notion patrimonialité a l'avantage d'être synthétique, c'est pourquoi elle est choisie comme approche principale de l'intérêt des taxons. Les statuts (rareté, indigénat, déterminantes de Znieff, niveaux de protection et de réglementation) sont intégrés en Annexe 1.

Importance de la notion d'indigénat

Une espèce est liée de façon plus ou moins directe aux autres espèces de son écosystème. Ceci est particulièrement vrai pour les espèces de la base de la chaîne alimentaire. Ainsi, une plante est liée à des pollinisateurs, des pathogènes, des champignons symbiotiques et bien d'autres espèces (par exemple, les orchidées locales ne peuvent germer sans un cortège de champignons eux-mêmes liés à d'autres plantes herbacées). **La perte d'une espèce peut induire l'affaiblissement de tout le cortège d'espèces qui lui est lié.**

Or, **les espèces indigènes sont le fruit d'une longue coévolution au sein d'un même écosystème**. Elles sont plus intimement liées entre elles qu'elles ne le sont aux espèces introduites récemment. Il faut du temps pour que les espèces d'un écosystème s'adaptent à une nouvelle arrivante. Tout comme il faut du temps pour que la nouvelle arrivante d'adapte à son écosystème d'accueil. C'est pourquoi l'on considère que les espèces indigènes sont liées à plus d'espèces au sein de leur écosystème que les exogènes. Les relations qu'elles entretiennent avec l'écosystème local sont en tout cas plus étroites et plus complexes.

Ce raisonnement est aussi valable pour les sous-espèces ou les variétés locales. C'est pourquoi semer une espèce rare à partir de graines non locales, génétiquement différentes, ne suffit pas pour reconstituer un écosystème. Une différence est donc faite dans l'analyse entre les espèces patrimoniales spontanées et les espèces patrimoniales ornementales, c'est-à-dire plantées ou semées par l'Homme.

Enfin, on considère en général que plus l'écosystème est complexe (et/ou mâture), plus il est résistant aux perturbations humaines (notion de résilience). Ce phénomène est reconnu dans différents compartiments, que ce soit au niveau de la flore ou de la faune du sol. Ainsi, la conservation des espèces indigènes les plus rares est non seulement intéressante pour les espèces en elles-mêmes mais aussi d'un point de vue fonctionnel.

Analyse des données

Afin de répondre aux demandes du comité de suivi, l'analyse des relevés est axée sur l'autoécologie des espèces. L'analyse fonctionnelle de l'écosystème reconstitué se fait au travers d'un **spectre écologique**. Elle permet de **discuter la proximité du milieu créé avec le milieu cible** en terme de composition fonctionnelle et non de composition spécifique.

Les données écologiques sont issues la base CATMINAT de Philipe Julve, dans sa version de mars 2012. Cette base est déclinée à la sous-espèce. L'autoécologie de la sous-espèce éponyme a été rapportée à l'espèce dans tous les cas où la sous-espèce n'a pas été notée sur le terrain. Lorsque les espèces n'étaient pas présentes dans la base, l'autoécologie de l'espèce la plus proche leur a été attribuée, assortie d'une continentalité plus ou moins élevée en fonction du climat d'origine (alpin, tibétain, chinois, nord-américain…). Enfin, si un seul des parents d'un hybride est présent dans la base de données, son autoécologie a été attribuée à l'espèce hybride.

Le spectre écologique est représenté par une série de graphiques à thèmes : fécondation, dissémination, type biologique et valence écologique globale. Les graphiques représentent le spectre moyen des relevés effectués par milieu, décliné par passage ou par année.

Calculs : reconstitution des recouvrements spécifiques à partir des relevés

Les recouvrements spécifiques sont **inférés directement à partir des coefficients d'abondance-dominance** sur la base du Tableau 2. Plusieurs problèmes se posent alors, tout d'abord, les petits coefficients ne sont pas réellement additifs (ce sont des dominances, pas des abondances), ensuite, même pour les grands coefficients théoriquement additifs, la répartition verticale des espèces rend l'appréciation à l'œil difficile. L'additivité n'est donc pas assurée au sein d'une même strate. Qui plus est, afin de simplifier la représentation, les quatre strates étudiées sont fusionnées en une seule. Pour cela, le coefficient d'abondance le plus élevé des quatre strates est retenu. En additionnant les recouvrements spécifiques, on arrive presque systématiquement à des recouvrements supérieurs à 100%, ce qui signifie que les végétaux se recouvrent les uns-les autres, comme dans la réalité. Afin corriger cela dans les représentations en histogramme, les recouvrements ainsi calculés sont rapportés au recouvrement global de la végétation, qui est l'une des appréciations les plus robustes effectuées sur le terrain.

Correction rétroactive

Lorsqu'une identification incertaine la première année est suivie d'une identification certaine la seconde année, l'identification de la première année est confirmée et réintégrée au suivi, à posteriori. Ceci est particulièrement vrai pour les espèces ornementales vivaces peu développées en 2012 qui ont dues être identifiées uniquement sur la base de feuilles atypiques et/ou sur la base de listes d'ornementales qui n'étaient pas à jour au moment du relevé.

De même, si, lors des années à venir, il s'avère que des erreurs ou des omissions ont été commises dans les analyses, les auteurs se réservent le droit de les corriger. L'objectif étant que le rapport final de 2015 soit le plus exact possible.

Structure des fiches

La présentation est déclinée par milieu. Elle est articulée en trois parties implicitement distinctes :

L'évolution de l'aspect et de la structure du milieu sont représentés, autant que possible, par une série de photographies.

La richesse et l'intérêt de la végétation sont ensuite discutés : combien le milieu abrite-t-il d'espèces végétales ? Sont-elles ornementales ? Sont-elles patrimoniales ? Quelle est leur contribution au recouvrement total? Toutes ces questions trouvent leurs réponses, exhaustives, dans les deux graphiques « spontanéité-patrimonialité », l'un en nombre d'espèce, l'autre en recouvrement relatif. Les espèces patrimoniales sont ensuite illustrées et leur valeur est discutée. Les espèces invasives remarquables sont simplement mentionnées tandis qu'un commentaire plus exhaustif est disponible en Annexe 2.

Enfin, le spectre écologique du milieu est abordé. Les traits de vie étudiés sont définis dans les paragraphes suivants. Malgré une terminologie spécialisée, les notions discutées sont intuitives : comment le pollen est-il transporté? Comment les graines sont-elles dispersées? Comment les plantes passent-elles la mauvaise saison? Quel sont leurs conditions de croissance optimales? Les réponses à ces questions sont données au travers de quatre graphiques qui sont plus exhaustifs qu'un long commentaire. Les affinités du spectre qui se dessinent sont ensuite discutées.

Stratégies de pollinisation et de fécondation

Les modes de fécondation sont classés en fonction la façon dont les cellules reproductrices (gamètes) sont amenées à se rencontrer. Dans le cas des plantes à graines, on s'intéresse simplement à la façon dont les grains de pollens sont transportés d'une plante à l'autre. Voici les trois principales catégories :

- **Anémogamie** : les grains de pollens sont transportés par le vent. La dispersion du pollen est donc limitée dans l'espace. Ce mode de pollinisation est optimal pour les espèces qui forment des populations denses dans la strate haute de la végétation (au moment de la floraison). Les graminées, les laîches et les grands arbres sont pour la plupart anémogames.

- **Entomogamie** : les grains de pollens sont transportés par l'intermédiaire d'insectes, attirés par l'odeur, la couleur ou la forme de la fleur, ainsi que par la présence de nectar. Les espèces entomogames sont presque toutes **mellifères** et attirent une grande diversité d'insectes. Les croisements sont donc possibles à longue distance en l'absence de vent, ce qui présente un avantage dans certains milieux (sous-bois, isolats). Les espèces entomogames peuvent former des populations très dispersées et produire assez peu de pollen.

- **Hydrogamie** : les grains de pollens ou les gamètes sont transportées par l'eau. C'est le cas des plantes subaquatiques (certains potamots). Les fougères sont intégrées à ce groupe pour des raisons particulières. Leurs gamètes mâles ne sont pas transportés par un grain de pollen. Ils se déplacent librement dans l'eau.

Les deux dernières catégories correspondent à des cas particuliers qui sont souvent combinés aux stratégies de pollinisation précédentes :

- **Autogamie** : les fleurs de l'individu sont fécondées par leurs propres grains de pollens. L'autogamie est rarement totale, des possibilités de croisement entre individus persistent dans la plupart des cas. L'autogamie facilite la sélection artificielle. Les variétés ornementales sont souvent autogames.

- **Apogamie** : la production de graine se fait sans reproduction sexuée. Un embryon génétiquement identique à la plante mère est développé à la place des organes reproducteurs femelles. Il s'agit de cas rares car l'absence de variation entre individus est contre-sélectionnée sur le long terme. Cependant, la plupart des pissenlits et des ronces sont naturellement apogames.

Stratégies de dissémination

Que ce soit avec ou sans fécondation, la plante produit des organes de dispersion (diaspores). Dans l'immense majorité des cas, il s'agit de graines ou de spores. Celles-ci peuvent être transportées par différents vecteurs. Ces vecteurs servent de base à la classification des stratégies de dissémination. Voici les catégories utilisées :

- **Anémochore** : les graines ou les spores sont dispersées par le vent. Cela implique de petites graines produites en grande quantité qui possèdent des parfois des organes spécifiques (comme l'aigrette de la graine de Pissenlit). La dispersion peut alors se faire sur de longues distances. Ces plantes sont en général des pionnières généralistes.

- **Barochore** : les graines tombent à proximité de la plante mère. Les plantes barochores pérennes sont en général des espèces adaptées à leur milieu qui possèdent des graines assez lourdes. Elles indiquent un milieu mâture. A l'inverse, les espèces barochores annuelles sont des espèces pionnières qui possède des graines légères. Elles indiquent une végétation très jeune.

- **Hydrochore :** les graines sont dispersées à surface de l'eau. Elles germent sur les rives ou les zones momentanément exondés. Leurs diaspores contiennent une bulle d'air qui les maintient à la surface. Les scirpes et les laîches sont typiquement hydrochores.

- **Zoochore :** les graines sont dispersées par les animaux. Ce mode dispersion à permet une dissémination sur de longues distances. Il est subdivisé ainsi :

    - **Epizoochore** : les graines sont disséminées « par la surface » des animaux. Elles peuvent par exemple être accrochées à leurs poils. Ce type de graine présente souvent de petits crochets (comme sur les fruits de la Bardane ou du Gratteron).

    - **Endozoochore** : les graines sont ingérées sans être digérées par les animaux. Elles sont intégrées à des baies ou des fruits qui sont mangés et digérés. Ce sont les graines que nous appelons « pépins » ou « noyaux ». Elles peuvent germer à l'endroit des déjections. Le Gui se répand ainsi d'arbre en arbre, grâce aux grives qui dispersent ses graines.

    - **Dyszoochore** : les graines sont nutritives pour les animaux. Elles sont en grande partie mangées et digérées (typiquement par les sangliers). Une petite partie d'entre elles survit cependant et peut parcourir de très longues distances transporté par l'animal. Dans certains cas, les graines ne sont même pas ingérées mais simplement perdues ou oubliées par l'animal qui les transporte (l'Ecureuil a la réputation de répandre ainsi les faînes et les glands).

    - **Myrmecochore :** les graines présentent une un petit appendice nutritif qui attire les fourmis. Celles-ci les déplacent vers la fourmilière. Les graines peuvent alors germer près de la fourmilière ou le long du chemin lorsqu'elles ont été perdues. Il s'agit d'un mode de dissémination fréquent chez les petites herbacées de sous-bois.

Types biologiques

La classification des types biologiques est basée sur la classification de Raunkiaer (1904), revue par P. Julve dans la base CATMINAT et à nouveau simplifiée pour ce travail. Les espèces y sont classées selon l'emplacement du bourgeon latent par rapport au sol. Il s'agit d'une classification des stratégies utilisées pour passer les moments difficiles (souvent l'hiver, parfois l'été ou l'étiage). Les catégories sont les suivantes :

- **Phanérophytes** : ces plantes ont des bourgeons latents situés à plus de 50 centimètres du sol, sur des tiges ligneuses assez hautes. Ils sont protégés du froid par une enveloppe écailleuse. Ce sont des arbres ou des arbustes, ce qui correspond aux subdivisions retenues ici :
    - Grands (macro-)phanérophytes : la taille optimale de l'espèce est supérieure à 8 m (arbre).
    - Petits (micro-)phanérophytes : la taille optimale de l'espèce est inférieure à 8 m (arbuste).
- **Chaméphytes** : les bourgeons latents sont situés à moins de 50 cm du sol. Selon Raunkiaer, ils peuvent être recouverts par la neige en hiver et sont donc moins exposés au froid que les bourgeons latents des phanérophytes.
    - Chaméphytes frutescents : l'espèce est entièrement ligneuse. Elle a l'aspect d'un petit arbuste (exemple : le Thym).
    - Chaméphytes suffrutescents : seule la base ligneuse survit à l'hiver (exemple : le Séneçon du Cap).
- **Hémicryptophytes** : les bourgeons latents sont au ras du sol. Ils passent l'hiver partiellement couverts de litière. Ce groupe est subdivisé ainsi :
    - Hémicryptophytes bisannuels : l'espèce passe la première année à accumuler des réserves et passe ensuite l'hiver sous forme d'une rosette avant de monter en graine l'année suivante puis de mourir. Seule différence avec les annuelles : le cycle est réparti sur deux ans (exemple : la Sauge sclarée).
    - Hémicryptophytes cespiteux : les bourgeons latents sont situés au niveau du sol et très rapprochés les uns des autres. Une fois en feuilles, la plante forme des touffes denses (c'est le cas de plusieurs herbacées. Par exemple : les canches).
    - Hémicryptophytes érigés : l'espèce présente quelques bourgeons latents au niveau du sol en hiver sans former de rosette. Les bourgeons produisent de grandes tiges feuillées souvent creuses au printemps, qui meurent en hiver (exemple : les épilobes).
    - Hémicryptophytes à rosette : le bourgeon latent est entouré d'une rosette de feuilles qui passe l'hiver au ras du sol (exemple : la Pâquerette).
    - Hémicryptophytes à stolons : les bourgeons latents sont situés le long de stolons souvent feuillés qui survivent à l'hiver. Les organes estivaux peuvent être partiellement érigés (exemple : le Lamier jaune).
    - Hémicryptophytes ruboïdes : les bourgeons latents sont situés à proximité du sol, à l'extrémité d'axes en arceaux qui peuvent monter assez haut avant de retomber vers le sol. Il s'agit du type biologique de la ronce (Rubus).

- **Géophytes** : les bourgeons latents sont situés dans le sol, au niveau de structures de réserves. La plante passe l'hiver sous le sol, sans partie végétative visible. Ces plantes sont souvent des vernales. Ce sont plutôt des marqueurs de milieux stables et mâtures.
    - Géophytes à bulbe (exemple : les tulipes).
    - Géophytes à rhizome (exemple : le Sceau de Salomon).
- **Thérophytes** : la plante passe l'hiver sous forme de graines (espèce annuelle). Ce sont tous des espèces pionnières, marqueurs de perturbations récentes. Ils sont subdivisés ainsi :
    - Vernaux : l'espèce germe et fleuri au printemps, parfois même à la fin de l'hiver. Ce sont de très petites espèces qui meurent avant la fin de l'été (exemple : le Saxifrage tricuspide).
    - Estivaux : l'espèce peut germer au printemps mais ne fleuri pas avant l'été. Les espèces messicoles appartiennent à ce groupe (exemple : les coquelicots).

Dans le cadre de ce travail, afin de faciliter l'interprétation écologique des diagrammes, les espèces aquatiques et amphibies sont distinguées des espèces terrestres selon les catégories suivantes :

- **Hémicryptophytes amphibies cespiteux** (= hélophytes p.p.) : ces plantes passent la saison difficile (hiver) sous forme de touffes de bourgeons latents au fond de l'eau. Le Plantain d'eau est un bon exemple.
- **Hémicryptophytes amphibies à stolons** (= hélophytes p.p.) : les bourgeons latents sont répartis le long d'un stolon qui flotte en partie. Les renoncules aquatiques sont un bon exemple.
- **Géophytes amphibies à rhizome** (= hélophytes, pour l'essentiel) : les bourgeons sont répartis le long d'un rhizome situé sous la vase. Les massettes sont un bon exemple.
- **Thérophytes aquatiques** (= hydrophytes) : ces plantes passent la saison difficile sous forme de graines ou de diaspores enterrées dans la vase. Pour elles, la saison difficile est souvent la fin de l'été. C'est le cas de certains potamots mais aussi des characées.

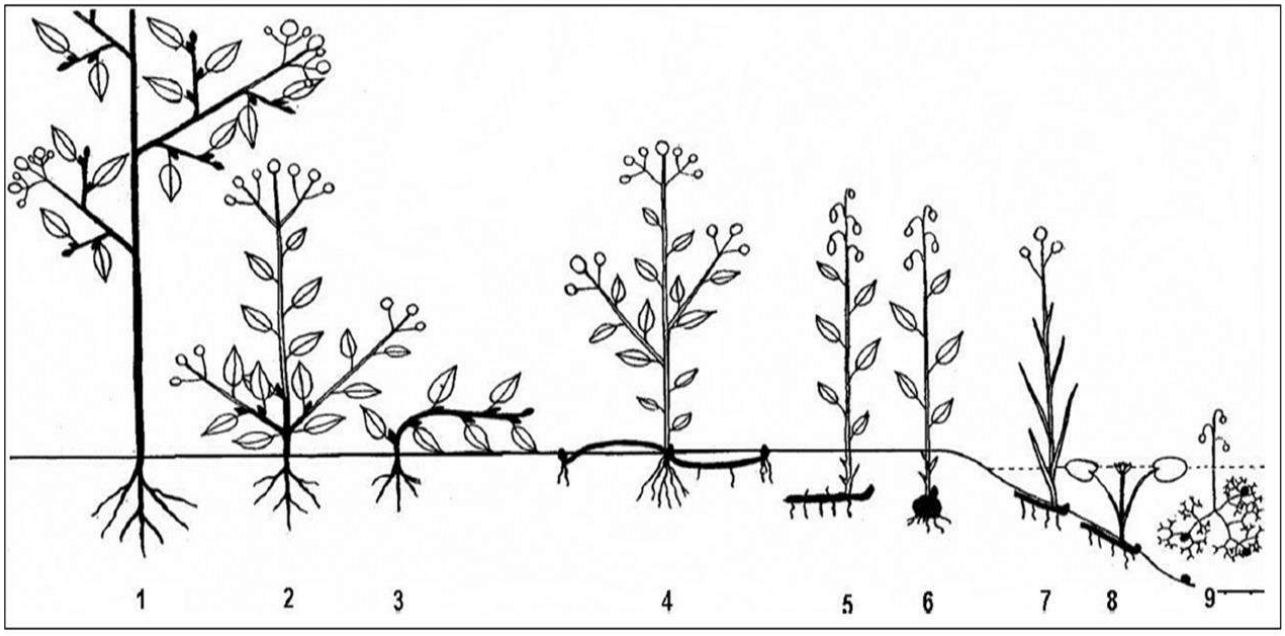


Figure 4 : les types biologiques selon Raunkiaer (in Raunkiaer, 1934) et équivalence. Les parties pérennes des plantes sont en gras. 1 : phanérophyte ; 2 et 3 : chaméphytes, le 2 est suffrutescent ; 4 : hémicryptophyte (stolonifère) ; 5 : géophyte à rhizome ; 6 : géophyte à bulbe, 7 et 8 : géophytes amphibies à rhizome = hélophytes ; 9 thérophyte aquatique = hydrophyte.

Valences écologiques

Les valences écologiques sont une série d'indices représentant les **conditions optimales de croissance** d'une plante. 10 facteurs sont distingués. Chacun d'entre eux est noté de 1 à 9 (parfois 12) :

- **Luminosité** (0 : espèce d'ombre ; 5 : moyenne ; 9 : espèce ne supportant pas l'ombre).
- **Température** (0 : espèce supportant le froid ; 5 : moyenne ; 9 : espèce ne supportant pas le froid).
- **Continentalité** (0 : espèce continentale ; 5 : moyenne = subatlantique ; 9 : espèce hyperatlantique).
- **Humidité atmosphérique** (0 : espèce ne supportant pas l'humidité ; 5 : moyenne ; 9 : espèce ne tolérant pas les atmosphères sèches).
- **Humidité édaphique** (0 : espèce xérophile ; 5 à 6 : moyenne ; 9 : espèce hygrophile ; 12 : espèce aquatique).
- **Réactivité du sol à HCl** (0 : espèce acidiphile ; 5 : espèce neutrophile ; 9 : espèce calcicole).
- **Nutriments** (0 : espèce de sols pauvres ; 5 : moyenne ; 9 : espèce nitrophile).
- **Salinité** (0 : espèce ne tolérant pas le sel ; 9 : espèce de milieu extrêmement salé).
- **Texture** (0 : argile ; 2 : limons ; 5 : sables ; 9 : rocailles).

Les valences écologiques utilisées ici sont celles de P. Julve, elles-mêmes inspirées des valences écologiques d'Ellenberg, recalibrées pour l'ensemble du territoire français.

II.2 Résultats

Ensemble du parc

Photo 1 : le stade Océane à la fin de l'été 2013, vu depuis le cimetière de Graville. L'essentiel du parc paysager apparaît de part et d'autre du stade. A cette distance, il est difficile de décrire les milieux mis en place. On se contentera de noter le faible développement de la strate arborée, naturel au regard de l'âge des arbres. Auteur : R. Blanchard.

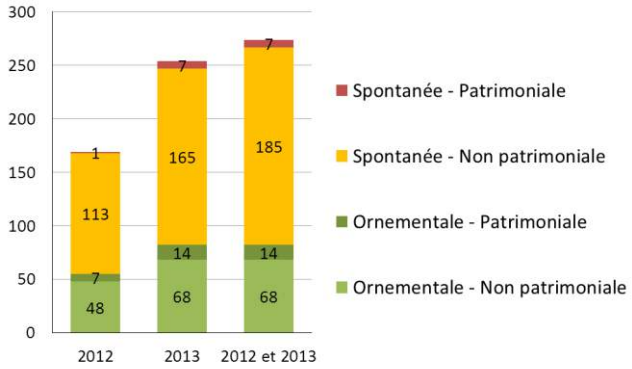


Figure 5 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales de l'ensemble du parc. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

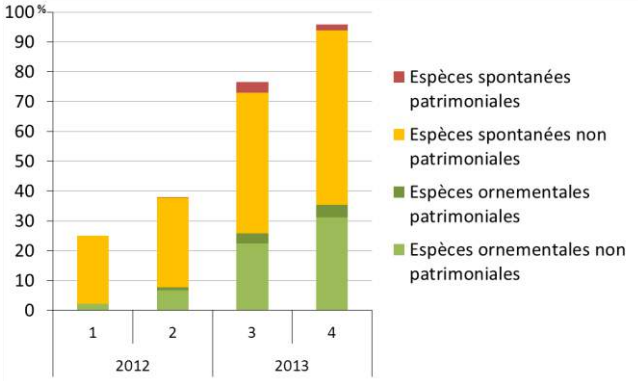


Figure 6 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale de l'ensemble du parc. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Sur l'ensemble des points de suivi, le nombre d'espèce passe de **169 en 2012** à **254 en 2013** (Figure 5 et Figure 6). Le nombre d'espèces ornementales augmente moins que le nombre d'espèces spontanées (environ 20 espèces contre 58), ce qui indique une recolonisation spontanée. L'augmentation modérée du nombre d'espèces d'ornementales s'explique principalement par la mise en place d'un nouveau milieu : la noue nord.

Du point de vue qualitatif, l'essentiel de la flore de 2012 est encore présente en 2013. Nous verrons cependant que l'abondance des espèces de 2012 diminue fortement. Le nombre d'espèces patrimoniales spontanées passe de un à sept, en raison de la colonisation du site par six des espèces pionnières faiblement patrimoniales déjà présentes aux abords de la voie ferrée. La liste est donnée en Tableau 4.

Les cinq premières espèces de ce tableau ne sont pas menacées en Haute-Normandie et sont presque toutes abondantes au bord des voies ferrées. Seules les deux dernières espèces présentent un intérêt, en raison de la menace qui pèse sur leurs populations. Ce sont des espèces de zones humides qu'il serait intéressant de préserver.

L'année 2013 est donc marquée par **le développement de deux espèces très patrimoniales** dans les zones humides : le Potamot fluet et la Renoncule peltée.

Tableau 4 : liste des espèces végétales patrimoniales (spontanées) du parc paysager. - : absence ; **HN** : Haute-Normandie ; **AC** : assez commun ; **AR** : assez rare ; **R** : rare ; **RR** : très rare ; **RRR** : extrêmement rare ; **RE** : éteint en région ; **LC** : non menacé ; **NT** : quasi-menacé. Les espèces méritant d'être préservées sont mises en valeurs.

Taxon	Nom vernaculaire	Rareté HN	Menace HN	Localisation et abondance en 2012	Localisation en 2013
Blackstonia perfoliata (L.) Huds., 1762	Chlore perfoliée	AC	LC	Abondant sur les pelouses sablo-calcaires RFF.	Hauteurs du bassin nord, sur dépôt de marnes.
Bromus tectorum L., 1753	Brome des toits	AR	LC	Fréquent en bord de voie ferrée.	Ambiances forestières.
Cochlearia danica L., 1753	Cranson du Danemark	AR	LC	Quelques individus sur le corridor écologique.	Corridor écologique et ambiances forestières.
Cynodon dactylon (L.) Pers., 1805	Chiendent pied-de-poule	R	LC	Quelques individus sur les ballasts de voies ferrées.	Corridor écologique (ballasts en contrebas).
Medicago minima (L.) L., 1754	Luzerne naine	R	LC	Non observé (présent hors périmètre sur les ballasts de voies ferrées).	Gazon (centre du parking).
Potamogeton pusillus L., 1753	Potamot fluet	RR	NT	Non observé, probablement déjà présent au fond du bassin nord.	Bassins nord et ouest.
Ranunculus peltatus Schrank, 1789	Renoncule peltée	AR	NT	Arrivée tardive dans la noue nord (après les relevés 2012, en juillet-août).	Petites colonies dans la noue nord.

15 autres espèces pourraient être considérées comme patrimoniales si elles n'étaient pas d'origine ornementale, donc génétiquement différentes des populations locales (Tableau 5).

Tableau 5 : liste des espèces végétales ornementales qui correspondraient à des espèces patrimoniales si elles étaient locales, sur l'ensemble du parc paysager. - : absence ; **HN** : Haute-Normandie ; **AC** : assez commun ; **AR** : assez rare ; **R** : rare ; **RR** : très rare ; **RRR** : extrêmement rare ; **RE** : éteint en région ; **D** : disparu ; **LC** : non menacé ; **NT** : quasi-menacé ; **VU** : vulnérable ; **RE** : éteint dans la région.

Taxon	Nom commun	Rareté HN	Menace HN	Localisation 2012	Localisation 2013	Mode d'introduction
Agrostemma githago L., 1753	Nielle des blés	D	RE	-	Noues sèches	Semi
Alisma lanceolatum With., 1796	Plantain d'eau lancéolé	AR	LC	-	Noue nord	Plantation
Berberis vulgaris L., 1753	Épine-vinette	RR	EN	Corridor écologique	Corridor écologique	Plantation
Butomus umbellatus L., 1753	Jonc fleuri	R	NT	-	Noue nord	Plantation
Cyperus cf. longus L., 1753	Souchet	RR	VU	-	Noues humides et abords de bassins	Plantation
Euphorbia palustris L., 1753	Euphorbe des marais	R	NT	-	Noues humides	Plantation
Fraxinus angustifolia Vahl, 1804	Frêne à feuilles étroites	RR	NT	Ambiances forestières	Ambiances forestières	Plantation
Hippophae rhamnoides L., 1753	Argousier	RR	NT	Abords de bassins	Abords de bassins	Plantation
Leymus arenarius (L.) Hochst., 1848	Seigle de mer	E	EN	Abords de bassins, ambiances forestières et noues humides	Abords de bassins, ambiance forestière et noues humides	Plantation
Polystichum aculeatum (L.) Roth, 1799	Polystic à aiguillons	AC	LC	Ambiances forestières	Ambiances forestières	Plantation
Sagittaria sagittifolia L., 1753	Flèche d'eau	R	VU	-	Noue nord	Plantation
Salix purpurea L., 1753	Osier rouge	RR	VU	Ambiances forestières, abords de bassins, noues	Ambiances forestières, abords de bassins, noues	Plantation
Salix triandra L., 1753	Saule à trois étamines	R	LC	Abords de bassins	Abords de bassins	Plantation
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla, 1888	Jonc des chaisiers	R	NT	-	Noue nord	Plantation

Enfin, le site présente **huit espèces invasives** (Tableau 6) :

Tableau 6 : liste des espèces végétales invasives du parc paysager. - : absence ; **HN** : Haute-Normandie ; **AC** : assez commun ; **AR** : assez rare ; **R** : rare ; **RR** : très rare ; **RRR** : extrêmement rare ; **RE** : éteint en région ; **D** : disparu.

Taxon	Nom commun	Mode d' implantation	Statut invasif	Combattue?	Rareté HN	Localisation et abondance en 2012	Localisation et abondance en 2013
Buddleja davidii Franch., 1887	Arbre à papillon	Retour spontané	Avéré	Oui, par arrachage	C	Très abondant aux alentours.	Quelques pieds dans le corridor écologique, les ambiances forestières et les abords de bassins.
Mimulus guttatus Fisch. ex DC., 1813	Mimule tacheté	Plantation	Probable	Non	E	-	Dispersé dans les noues humides (et le bassin est).
Parthenocissus inserta (A.Kern.) Fritsch, 1922	Vigne-vierge commune	Retour spontané	Probable	Non	PC	Fréquent dans les jardins ouvriers et en bords de voies ferrées en zones fraîches.	Abords en friche du bassin nord.
Reynoutria japonica Houtt., 1777	Renouée du Japon	Retour spontané	Avéré	Oui, par arrachage	C	Très abondant aux alentours, dispersés sur le stade.	Dispersé, quelques pieds vigoureux sur le corridor écologique et en limite de site.
Rosa rugosa Thunb., 1784	Rosier du Japon	Plantation	Probable	Non	E	Corridor écologique. Abondant dans la friche RFF.	Bonne croissance au pied du corridor écologique.
Sagittaria latifolia Willd., 1805	Sagittaire à larges feuilles	Plantation	Avéré	Non	E	-	Bonne croissance dans la noue nord.
Senecio inaequidens DC., 1838	Séneçon sud-africain	Retour spontané	Avéré	Oui, par plantation d'autres espèces	PC	Abondant aux alentours.	Diffus un peu partout sur les sols nus (presque absent du corridor écologique).
Solidago gigantea Aiton, 1789	Tête d'or	Retour spontané	Avéré	Oui, par plantation d'autres espèces	AR	Abondant en bord de voie.	Rare dans le corridor écologique.

Les plus importantes d'entre elles ont été efficacement combattues : l'Arbre à papillons et la Renouée du Japon sont désormais rares et dispersées alors qu'elles auraient pu être abondantes si d'importants travaux de désherbage n'avaient pas été menés. Malheureusement, dans le cadre de l'aménagement paysager, parmi les nombreuses exogènes introduites, deux sont classées « probablement invasives » - le Mimule tacheté et le Rosier du Japon - et une est classée « invasive avérée » : la Sagittaire à larges feuilles.

Enfin, d'un point de vue global, les valences écologiques (Figure 7) indiquent que la végétation est adaptée à un milieu assez lumineux, une température moyenne, une continentalité moyenne, une humidité atmosphérique et édaphique assez élevée, un sol riche, non salé, limoneux, et pauvre en matières organiques.

Ainsi, la végétation est **bien adaptée aux riches limons des plateaux** qui ont été apportés lors de la construction du stade. L'adaptation à la luminosité et au climat sont correctes dans l'ensemble, malgré une continentalité un peu plus élevée qu'attendue.

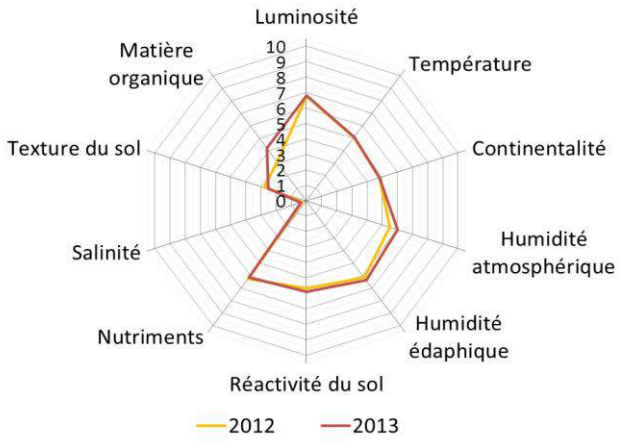


Figure 7 : diagramme des valences écologiques de la végétation de l'ensemble du parc.

Corridor écologique

Le corridor écologique fait l'interface entre la gare de Soquence et le parc paysager. Il fournit une zone d'accueil pour les lézards des murailles qui recolonisent le parc depuis les voies. La végétation a été spécialement adaptée à cet effet : une prairie fleurie subnaturelle a été semée en alternance avec des zones non semées, naturelles. Les semis ont eu lieu au printemps 2013.

Photo 2 : le corridor écologique en juin 2012. La végétation est dominée des espèces issues de la banque de graine du sol : les messicoles. Des plages de sols nus persistent par endroits (hors cadre). Au premier plan : un Rosier du Japon. Auteur : R. Blanchard.

Photo 3 : le corridor écologique en août 2013. La végétation est plus haute et plus dense que la première année. Les plages de sol nu ont disparues. Au premier plan : un Onagre à grandes fleurs. Auteur : R. Blanchard.

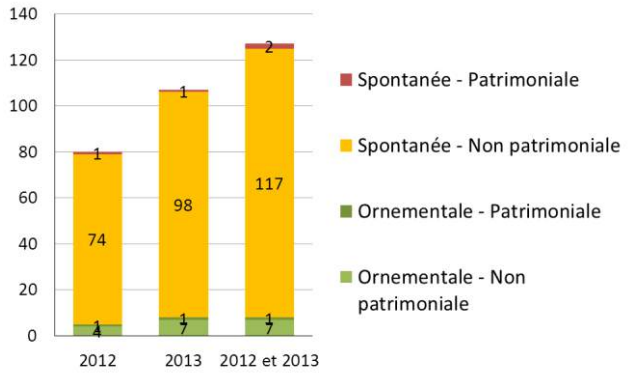


Figure 8 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales sur le corridor écologique. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

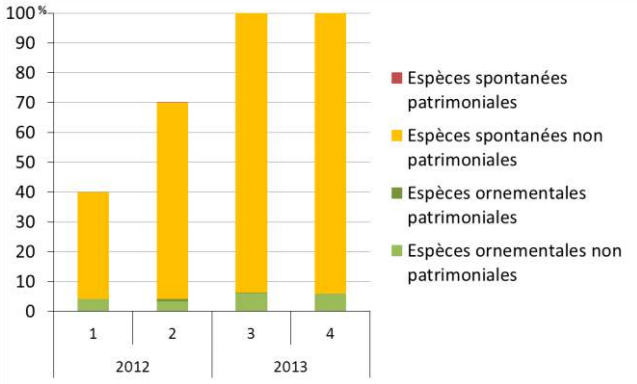


Figure 9 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale du corridor écologique. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Avec **80 espèces en 2012**, la végétation était déjà étonnamment diversifiée. Grâce aux semis et à l'évolution naturelle, la végétation compte **107 espèces en 2013** (Figure 8). La proportion d'espèces ornementales reste faible (Figure 9), ce qui est en accord avec l'objectif écologique. Deux espèces patrimoniales ont été observées, tout à fait anecdotiques dans les deux cas : le Cranson du Danemark en 2012 et le Chiendent pied-de-poule en 2013 (Photo 4). La première est une annuelle d'été qui colonise les sols nus (messicole). Il est naturel qu'elle ait disparue la seconde année. La seconde est une espèce pérenne (géophyte) thermophile. Elle pousse sur les ballasts. Quoique rare en Normandie, elle est assez fréquente en bord de voie ferrée. Elle pourrait s'implanter durablement sur le site.

Photo 4 : inflorescence de Chiendent Pied-de-Poule, sur le corridor écologique. Auteur : R. Blanchard.

Les exogènes restent assez présentes (Annexe 2). Ainsi, l'Onagre à grandes fleurs (Photo 3) est abondant dans la prairie fleurie et le Rosier du japon (Photo 2) a été délibérément implanté dans la haie défensive au pied du merlon. Cette espèce est classée « invasive probable » par le Conservatoire botanique.

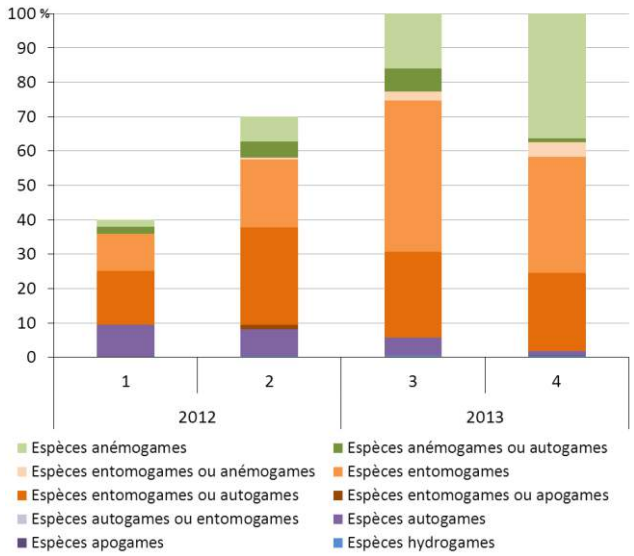


Figure 10 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation du corridor écologique. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

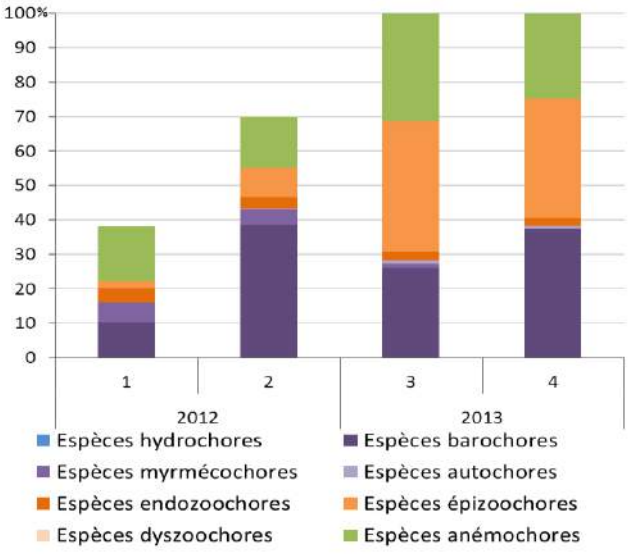


Figure 11 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation du corridor écologique. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Le spectre de stratégies de pollinisation (Figure 10) montre une régression des espèces entomogames et autogames au profit d'espèces anémogames. Le spectre des stratégies de dissémination (Figure 11) montre une forte diminution de la proportion d'espèces barochores et anémochores au profit d'espèces zoochores.

Enfin, le spectre des types biologiques (Figure 12), montre une nette tendance à la **diversification**. Les messicoles (thérophytes estivales, annuelles) qui recouvraient 80% des zones végétalisées en 2012 ne représentent plus que 13% du couvert fin 2013. Elles sont remplacées par des hémicryptophytes (pérennes) aux stratégies de plus en plus variées.

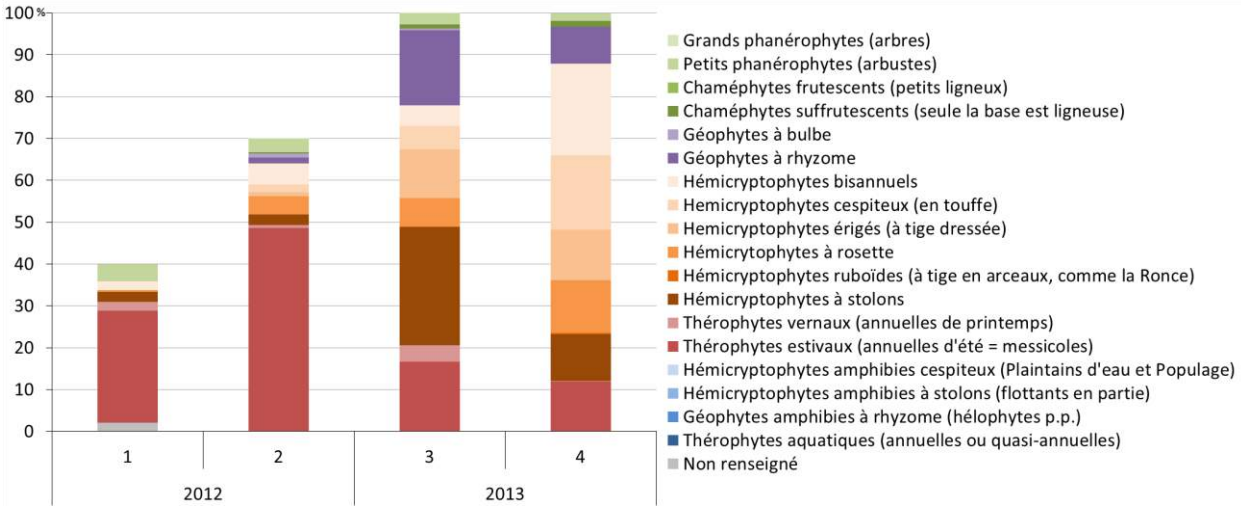


Figure 12 : spectre des types biologiques de la végétation du corridor écologique.
1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Ces trois spectres illustrent parfaitement la **maturation naturelle de végétation**. Après la mise à nu du sol, la première année est marquée par une explosion d'espèces opportunistes. Ces espèces ne sont pas très compétitives, mais elles peuvent coloniser rapidement les milieux perturbés grâce à l'importante banque de graines qu'elles ont formée dans le sol. Dès qu'elles germent, leur stratégie est axée sur la production d'un maximum de graines, et ce, même si elles sont isolées. Ce sont donc des espèces plutôt entomogames (la reproduction sexuée est favorisée, même à distance) et plutôt barochores et anémochores (la

dispersion se fait par de petites graines, sans le recours aux animaux qui fréquentent peu les sols nus). Ce sont des espèces **annuelles** et estivales. Cet ensemble de stratégie est caractéristique des **messicoles**.

La seconde année (2013), des espèces **pérennes** se mettent en place tandis que la plupart des annuelles restent en dormance dans le sol. L'augmentation de la diversité des types biologiques (en particulier chez les hémicryptophytes) indique un milieu plus complexe, où la végétation est organisée dans le temps et dans l'espace : en espèces vernales et estivales, bisannuelles ou pérennes, de la strate haute ou de la strate basse. Chaque strate à ses propres contraintes écologiques. Ainsi, les petites espèces sont souvent entomogames et zoochores, ce qui leur permet de disperser leur pollen et leurs graines à grande distance malgré l'absence de vent (comme le Lotier ou les trèfles) tandis que les espèces de la strate haute sont plutôt anémogames, profitant ainsi de l'accès au vent pour se reproduire. A terme, ce seront principalement des graminées. Pour le moment, il s'agit surtout de rumex et d'armoises. Ainsi, la végétation correspond à une **friche de deuxième année** (Photo 5), au sein de laquelle des **graminées prairiales** commencent à être visibles. Leur recouvrement devrait augmenter les deux prochaines années.

Photo 5 : secteur sud-ouest du corridor écologique en 2013. La dominance des armoises est typique des friches de seconde année. Un pied isolé de Renouée du Japon est visible sur les graves. Auteur : R. Blanchard.

Enfin, le spectre de valences écologiques (Figure 13) indique des espèces aux exigences moyennes quant à la plupart des facteurs. Elles demandent un milieu lumineux et sol limoneux neutre à légèrement calcaire. L'ensemble est remarquablement stable d'une année sur l'autre, ce qui indique une végétation **adaptée au sol et au climat**. Deux détails intéressants : le sol semble riche en nutriments et la végétation semble répondre à la formation progressive d'humus (matière organique dans le sol).

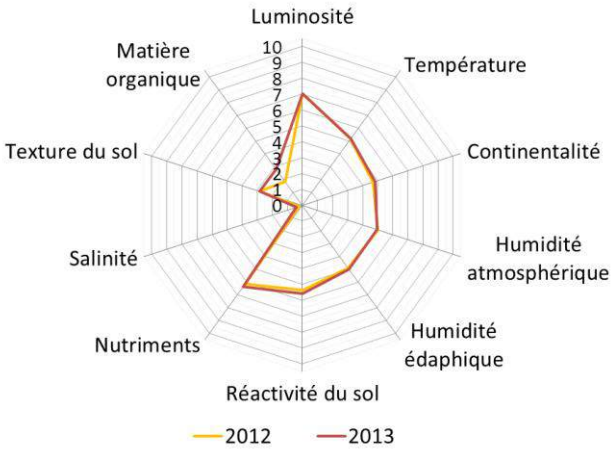


Figure 13 : diagramme des valences écologiques de la végétation du corridor écologique.

Du point de vue botanique, **le corridor écologique atteint ses objectifs**. L'alternance de bandes semées et de zones de végétation spontanée a permis d'augmenter l'hétérogénéité du milieu. Les semis ont permis d'accélérer la recolonisation par des espèces pérennes tout en limitant fortement le recouvrement des invasives. L'ensemble attire les insectes, les mammifères et les reptiles.

A l'avenir, l'entretien extensif par fauche annuelle tardive, avec exportation puis compostage, devrait favoriser la maturation naturelle de la végétation herbacée. La proportion de graminées devrait augmenter de façon notable. Le problème des invasives peut être en partie réglé par l'arrachage manuel des pieds d'Arbre à papillons (Photo 6) et de Renouée du Japon. Le Solidage du Canada et le Séneçon du Cap sont assez peu fréquents pour ne pas poser problème.

Photo 6 : une jeune Arbre à papillons sur le corridor écologique. Auteur : R. Blanchard.

Ambiances forestières

La végétation des « ambiances forestières » a été mise en place dans l'objectif de fournir des zones arborées et arbustives qui puissent servir de refuge à la faune tout gardant un aspect esthétique. L'ensemble se veut plus proche d'une zone de lisière, voire d'un fourré piqueté d'arbres, que d'une véritable zone forestière.

Photo 7 : ambiance forestière au bord du bassin est en juin 2012. Les arbres et les espèces ornementales viennent d'être plantés. La présence de toile au sol limite le développement des espèces spontanées et notamment des invasives. Auteur : R. Blanchard.

Photo 8 : ambiance forestière au bord du bassin ouest en août 2013. La végétation est essentiellement ornementale. Les ligneux bas se sont développés, le Lierre est efficace comme couvre sol. **Certains arbres montrent des difficultés à s'adapter**. Auteur : R. Blanchard.

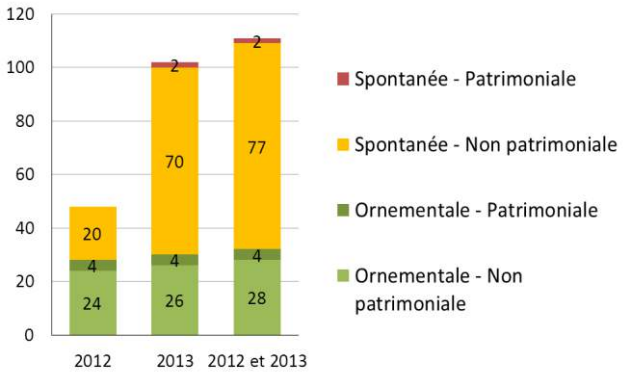


Figure 14 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales dans les ambiances forestières. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

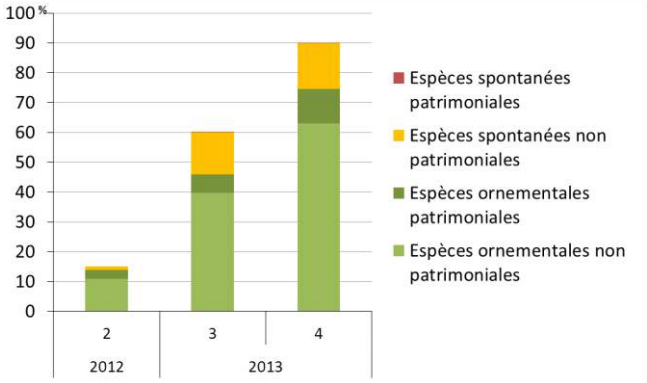


Figure 15 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale des ambiances forestières. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

La diversité du milieu a considérablement augmenté entre 2012 et 2013, passant **48 à 102 espèces** (Figure 14 et Figure 15). Cette augmentation est expliquée par la colonisation des sols nus par des espèces spontanées. Ces dernières, quoique nombreuses, sont toujours peu abondantes. Parmi elles, deux espèces patrimoniales sont présentes : le Cranson du Danemark et le Brome des toits (Photo 9). Le premier a déjà été présenté (une espèce annuelle estivale). Le second est une espèce fréquente en bord de voie ferrée qui profite des perturbations du milieu pour s'implanter. Ces espèces sont plutôt des espèces de friche de première et deuxième année. Elles indiquent un milieu encore jeune.

L'abondance des exogènes témoigne de la vocation paysagère du milieu créé. Malgré l'entretien, quelques invasives sont présentes : le Séneçon du Cap, la Vergerette du Canada ou encore la Renouée du Japon.

Photo 9 : Brome des toits et Géranium pourpre en 2013. Auteur : R. Blanchard.

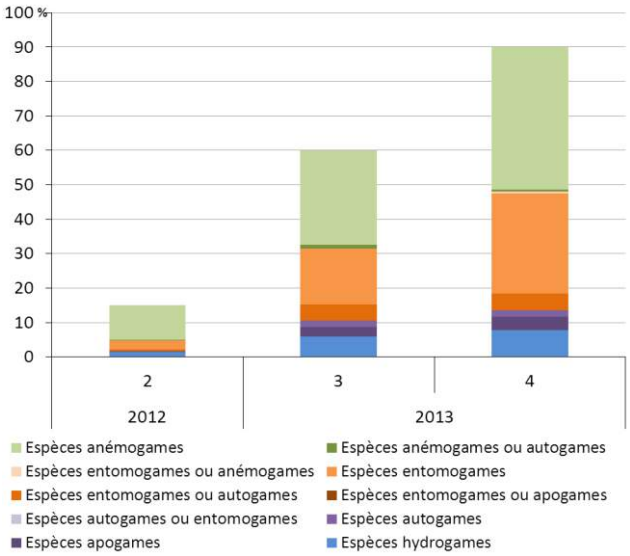


Figure 16 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation des ambiances forestières. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

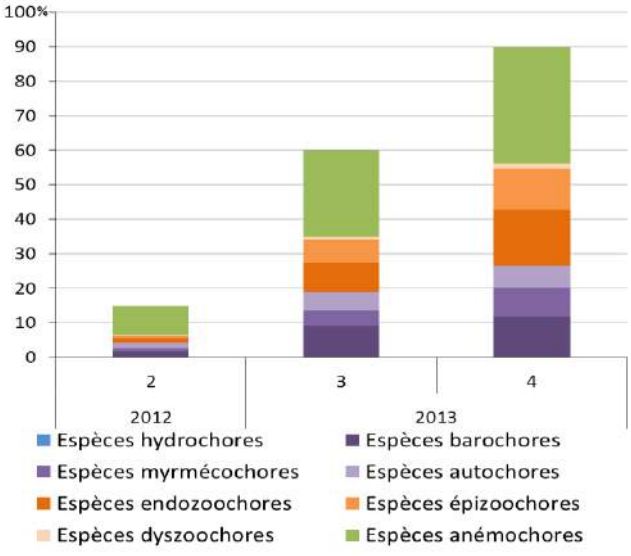


Figure 17 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation des ambiances forestières. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Le spectre des stratégies de fécondation-pollinisation (Figure 16) indique une diminution de la proportion d'espèces anémogames au profit d'espèces entomogames, autogames et hydrogames, qui correspond au développement relatif des petits ligneux et des herbacées.

Le spectre des stratégies de dissémination (Figure 17) indique une augmentation de la proportion d'espèces zoochores et barochores, qui correspond elle aussi au développement des petits ligneux.

Enfin, le spectre des types biologiques (Figure 18) corrobore les diagrammes précédents. Il montre une faible augmentation du recouvrement arboré (phanérophytes) par rapport à l'augmentation du recouvrement de tous les autres types biologiques, y compris arbustes et chaméphytes, mais aussi hémicryptophytes et thérophytes.

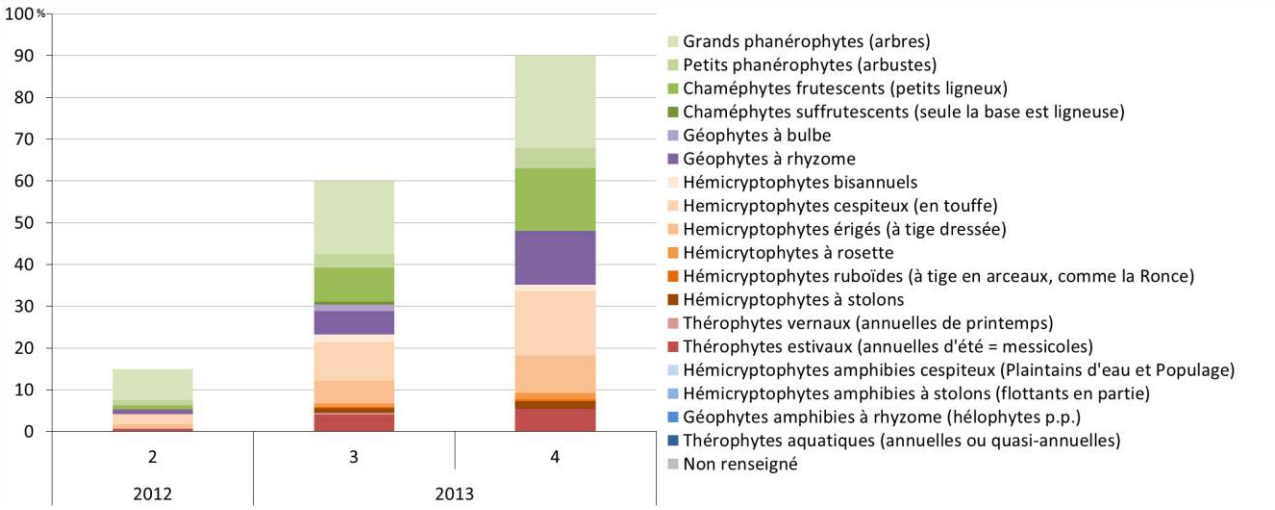


Figure 18 : spectre des types biologiques de la végétation des ambiances forestières.
1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

L'ensemble est hétérogène et typiquement artificiel, alternant des zones de sols nus avec des fruticées (fourrés bas) ornementales. La végétation en place n'est pas encore forestière. Ce n'est pas non plus un fourré mais plutôt une fruticée piquetée d'arbre. Les espèces strictement forestières (géophytes ou hydrogames : fougères, jacinthes et anémones) ont des difficultés à se développer en raison de l'absence d'ombre. Elles survivent mais entrent en compétition avec presque toutes les autres espèces à part les arbres, que ce soit les chaméphytes ornementaux, les hémicryptophytes ou les thérophytes spontanés.

Photo 10 : trois fougères (scolopendres) en état de chlorose avancée, fin 2013. Auteur : R. Blanchard.

Ainsi, la faible croissance des arbres pose la **question de la survie à moyen terme de la végétation ornementale forestière**. Tant que les arbres ne fourniront pas un couvert proche de 90%, ces espèces seront désavantagées. De plus, les espèces forestières peuvent être directement mises à mal par une trop forte lumière. Les feuilles ont alors tendance à jaunir dès le début de la saison (chlorose). Ce phénomène touche déjà les fougères (Photo 10), les laîches et les luzules du site.

Un bref regard aux valences écologiques (Figure 19) permet de confirmer ce diagnostic. Malgré un petit écart concernant les besoins en lumière et en humidité atmosphérique, le spectre indique une végétation adaptée à un milieu ouvert ou semi-ouvert encore très proche du reste du stade. Elle ne correspond pas à la végétation qui accompagne habituellement les espèces forestières.

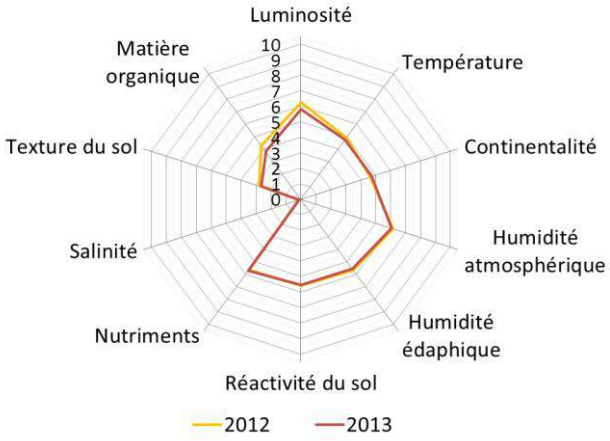


Figure 19 : diagramme des valences écologiques de la végétation des ambiances forestières.

Quant aux arbres, les plus en difficulté sont les frênes oxyphylles et les aulnes. Il s'agit d'essences de sols humides. L'implantation en zone sèche (partie supérieure du merlon) ne semble pas convenir. Dans le cas du Frêne oxyphylle le climat local pourrait aussi poser problème.

L'arrosage des individus en difficulté est une mesure de bon sens qui devrait permettre d'atteindre les objectifs paysagers. Cependant, cette méthode induit un développement superficiel du système racinaire, ce qui n'est pas souhaitable pour des arbres qui devront, à terme, chercher leur eau en profondeur (parfois à plus d'1,5 m). Aussi, d'un point de vue écologique, il serait souhaitable de remplacer les individus morts ou moribonds par des essences locales mieux adaptées : Chêne sessile (en haut), Chêne pédonculé (en contrebas), Frêne commun (partout), Charme, Noisetier, Erable champêtre ou même tilleuls (en haut). Cela permettrait par la même occasion de favoriser la flore forestière ornementale.

Gazons

Les gazons ont été créés dans un but principalement fonctionnel et ornemental. Ils font office de zone de parking et de simple espace vert. Les relevés incluent les bordures en friche du bassin nord.

Photo 11 : les gazons des alentours du bassin nord (côté ouest) en juin 2012. La Matricaire fausse Camomille forme une véritable prairie après la mise à nu du sol. Auteur : R. Blanchard.

Photo 12 : gazons des alentours du bassin nord (côté est) en mai 2013. Le mélange de graine commence tout juste à recouvrir le sol, des rosettes d'espèces spontanées persistent. Auteur : R. Blanchard.

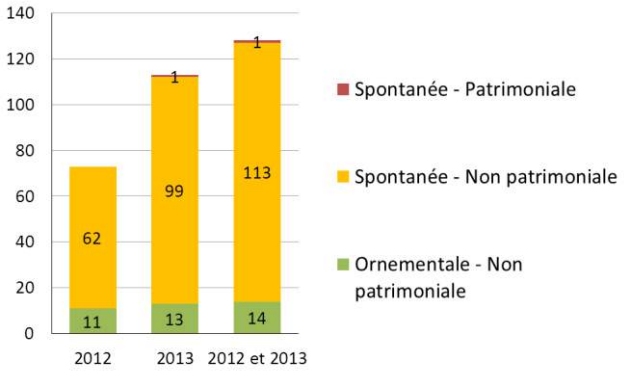


Figure 20 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales des gazons. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

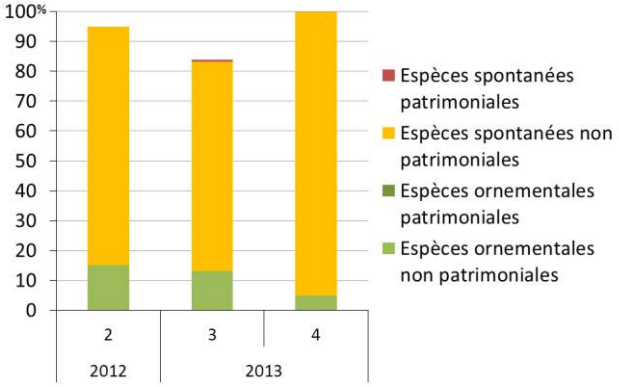


Figure 21 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale des gazons. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Le nombre d'espèce passe de **73 à 113 entre 2012 et 2013**, ce qui représente l'une des plus faibles augmentations du site (Figure 20 et Figure 21). La présence d'une riche végétation de messicoles et de friches anciennes autour du bassin nord y est pour beaucoup dans la richesse observée en 2012. Le nombre d'espèces ornementales varie peu. Elles restent toujours anecdotiques. Elles sont principalement représentées par les arbres situés autour du bassin nord. La proportion d'ornementales est plus élevée qu'indiqué puisque les gazons ont été semés. Malheureusement, les espèces semées sont pour la plupart indifférenciables des espèces spontanées. Elles n'ont donc pas pu être prises en compte en tant qu'ornementales. Par ailleurs, les abords du bassin nord ont été retournés et semés début 2013, ce qui explique le faible de recouvrement observé au printemps. La seule espèce patrimoniale présente est la Luzerne naine (Photo 13), sur les zones mélangées de graviers du parking, en 2013. Cette espèce de milieux secs et perturbés est fréquente en bord de voie ferrée. Par ailleurs, de nombreux rejets

Photo 13 : la Luzerne naine, en 2013. Auteur : R. Blanchard.

de Renouée du Japon et de Vigne vierge sont visibles aux abords des clôtures du bassin nord. Ces deux espèces invasives semblent vouées à s'étendre rapidement depuis les clôtures.

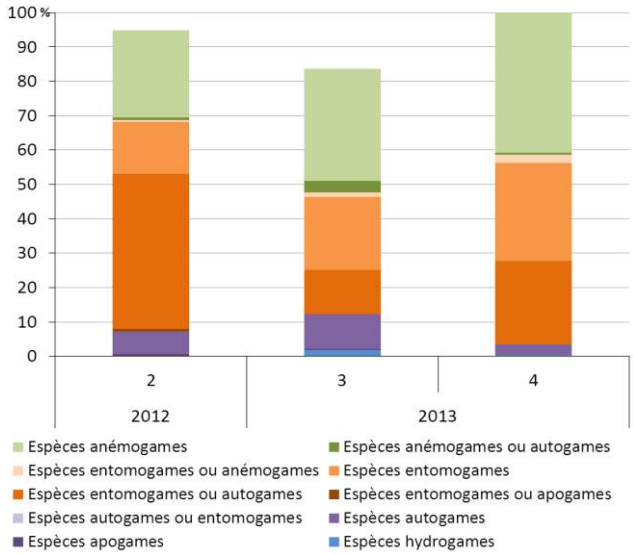


Figure 22 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation des gazons. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

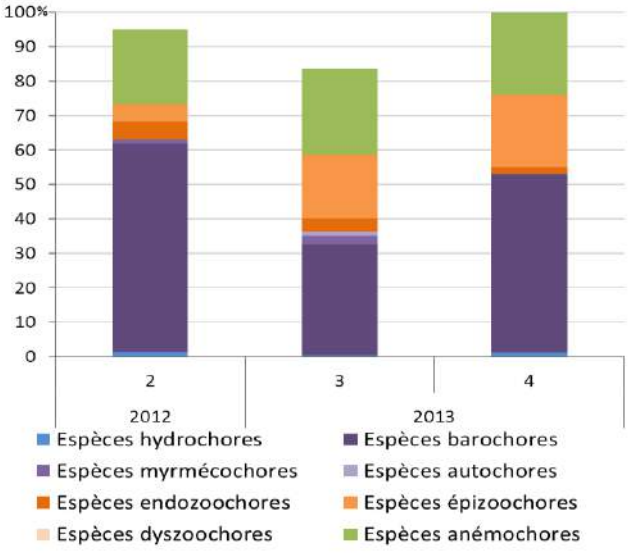


Figure 23 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation des gazons. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Les spectres de stratégies de fécondation et de dissémination (Figure 22 et Figure 23) sont assez stables, bien que la proportion d'espèces anémochores augmente quelque peu tandis que la proportion d'espèces barochores diminue légèrement. Cela correspond en partie à la diminution de la contribution des thérophytes au recouvrement, peu visible en raison de la proximité de stratégie qui existe entre les thérophytes et les hémicrytophytes adaptés au piétinement. En effet, **l'augmentation de la proportion d'hémicryptophytes cespiteux est impressionnante** (Figure 24). Ces derniers sont adaptés au piétinement et résistent à la tonte grâce à leur phénotype rampant. Les mélanges semés contiennent donc une grande majorité d'hémicryptophytes, et notamment d'Ivraie vivace, une espèce cespiteuse largement utilisée. La petite proportion de géophytes s'explique essentiellement par la plantation d'espèces forestières peu adaptées au milieu : Anémone sylvie et de Jacinthe de bois (Photo 14).

Photo 14 : un gazon planté de jacinthes des bois. Auteur : R. Blanchard.

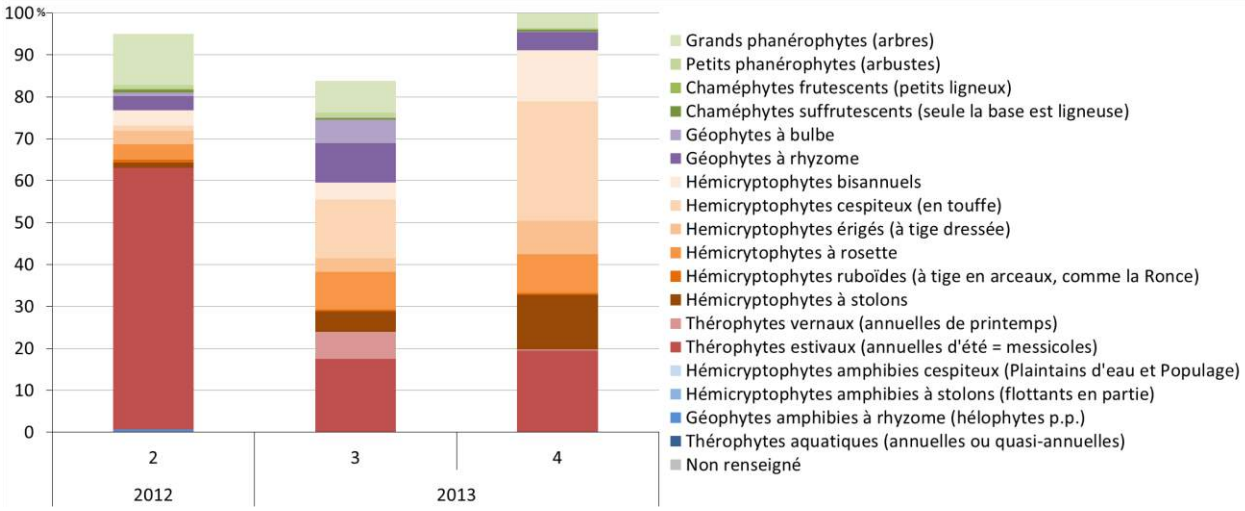


Figure 24 : spectre des types biologiques de la végétation des gazons.
1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Enfin, le diagramme des valences écologiques (Figure 25) indique des plantes adaptées au sol limoneux mis en place, quoique préférant apparemment un sol légèrement plus riche en nutriments et en cations (engraissé).

Nous avons donc une bonne illustration des valences et des stratégies écologiques des espèces de gazons urbains. Ces milieux **remplissent tout à fait leurs objectifs fonctionnels et paysagers** mais présentent peu d'intérêt écologique (ils attirent cependant les lapins - Photo 15). Néanmoins, leur faible diversité intrinsèque est compensée par le développement d'espèces spontanées, notamment sur les pourtours.

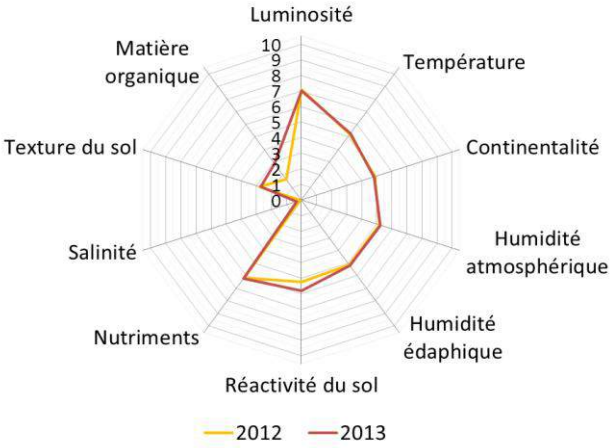


Figure 25 : diagramme des valences écologiques de la végétation des gazons.

L'invasion par la Renouée du Japon à partir des lisières pourrait d'ailleurs poser problème à moyen terme. Ce problème pourrait être résolu par l'implantation de fourrés denses entre les pieds de Renouée et les gazons. Dans le cas des abords du bassin nord, il semble même possible de laisser évoluer certaines portions périphériques de la végétation vers un fourré de façon naturelle.

Photo 15 : les gazons nord sont très fréquentés par les lapins. Ces derniers limitent fortement la croissance végétale. Auteur : R. Blanchard.

Noues sèches

Les noues sèches ont été mises en place dans un double objectif fonctionnel et écologique. Elles doivent drainer les eaux du parking tout en fournissant à la fois des zones empierrées et des zones végétalisées pour le Lézard des murailles. La végétation mise en place consiste en une alternance de zones plantées d'ornementales et de zones semées de prairies fleuries à vocation écologique.

Photo 16 : noue sèche en juin 2012. La végétation spontanée est déjà bien développée à cet endroit. Elle est composée de messicoles à large amplitude. Auteur : R. Blanchard.

Photo 17 : noue sèche en juin 2013. La végétation spontanée a été remplacée par des ornementales (second plan) et des semis de prairies fleuries (mauves au premier plan). Auteur : R. Blanchard.

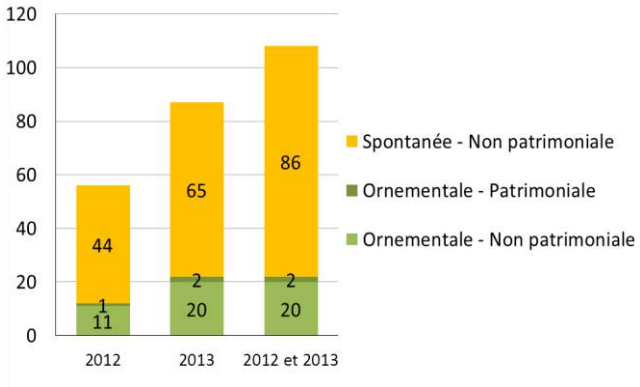


Figure 26 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales des noues sèches. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

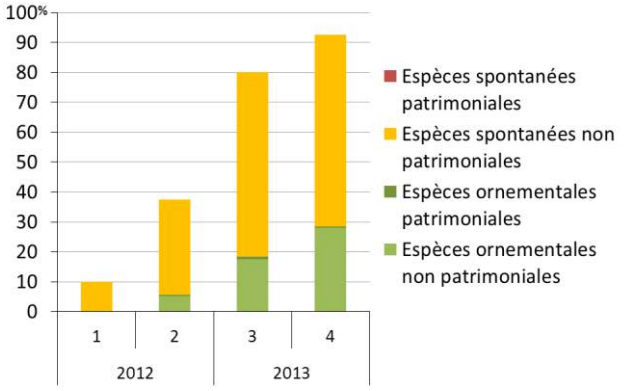


Figure 27 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale des noues sèches. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Le nombre d'espèce passe de **56 à 87 entre 2012 et 2013** (Figure 26). L'augmentation de la diversité est, dans ce cas, largement expliquée par les nouvelles plantations et les semis. Les espèces de prairies fleuries qui ne sont pas présentes aux alentours ont tout de même été intégrées aux ornementales. C'est le cas d'une espèce normalement très patrimoniale : la Nielle des blés (Photo 18). Le milieu ne présente aucune espèce patrimoniale spontanée. En termes de recouvrement, les espèces spontanées sont cependant largement majoritaires, de même que les espèces indigènes (Figure 27 et Annexe 2).

Photo 18 : infructescence de Nielle des blés. Auteur : R. Blanchard.

Photo 19 : le Rosier du Japon, une invasive probable. Auteur : R. Blanchard.

Parmi les espèces exogènes, une invasive potentielle mérite d'être mentionnée : le Rosier du Japon (Photo 19). Cette espèce a été plantée, probablement dans un double objectif paysager et écologique, en raison de ses nombreuses fleurs roses qui attirent les insectes.

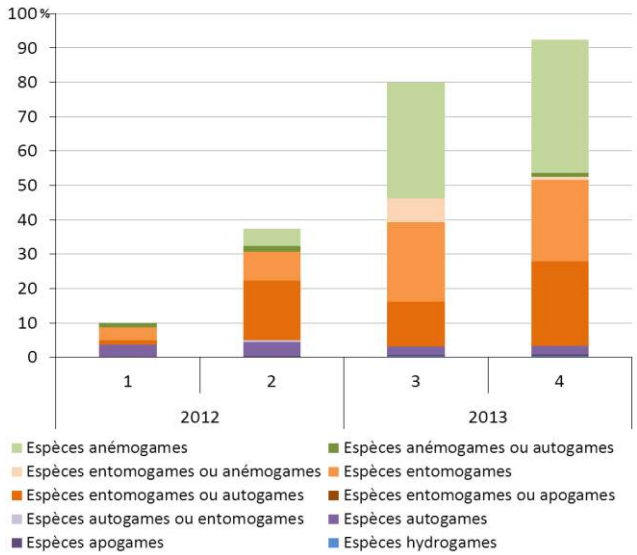


Figure 28 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation des noues sèches. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

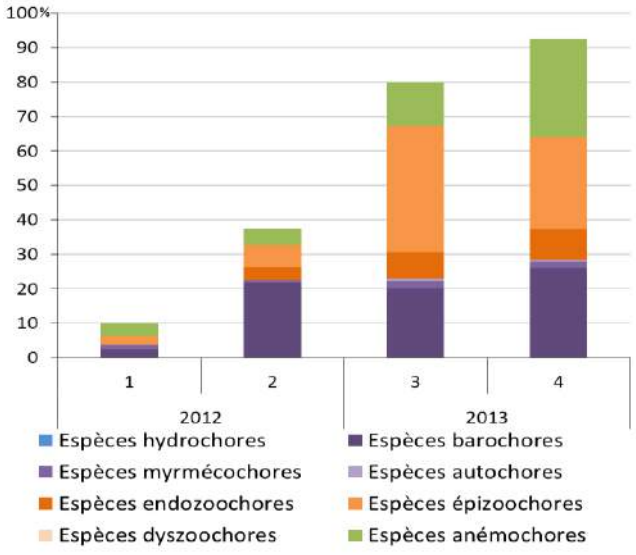


Figure 29 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation des noues sèches. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

La contribution au recouvrement des espèces anémogames augmente sensiblement avec le temps (Figure 28). Cela correspond principalement à la croissance des graminées. La contribution des espèces zoochores augmente elle-aussi de façon spectaculaire (Figure 29). Cela correspond pour l'essentiel à la croissance des arbustes « de haies » (fruitiers) et des hémicryptophytes des prairies fleuries.

Du point de vue des stratégies biologiques, on observe, comme partout, une dominance des thérophytes estivaux la première année (Figure 30). Les semis ont permis une **diversification remarquable** en 2013. Les hémicrytophytes dominent désormais. On retrouve donc ici, de façon artificielle, le fonctionnement en partie naturel du corridor écologique.

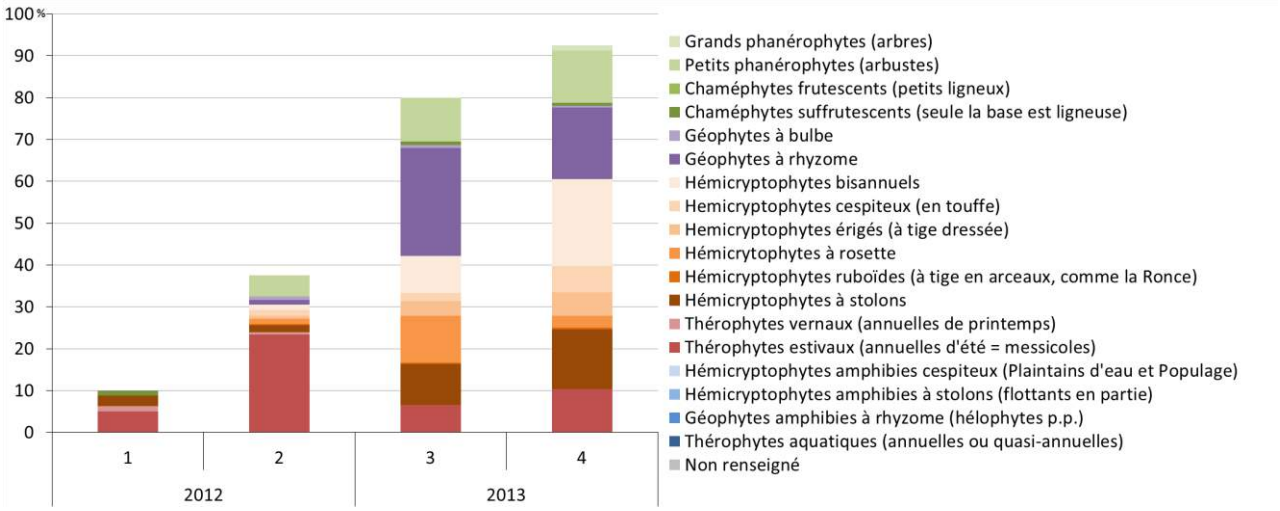


Figure 30 : spectre des types biologiques de la végétation des noues sèches.
1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Enfin, le diagramme des valences écologique indique un milieu « moyen » auxquelles les espèces ornementales semblent adaptées (Figure 31). La composition spécifique de 2013 semble même mieux adaptée qu'en 2012, car elle marque des sols plus pauvres, un milieu plus mature et un peu moins continental. Cela pourrait provenir d'un réajustement naturel.

L'ensemble montre donc une végétation assez **adaptée** au milieu, **diversifiée** du point de vue fonctionnel et spécifique (Photo 20), qui **assure ses fonctions écologiques**, notamment en attirant des proies (insectes, Photo 21) et fournissant des abris potentiels (chaméphytes) au Lézard des murailles.

Les objectifs sont dans l'ensemble atteints. L'entretien par fauche tardive annuelle, avec exportation, semble adapté aux prairies mises en place. Quelques introductions pourraient toutefois s'avérer maladroites. Ainsi, les espèces forestières (jacinthes et anémones) et les messicoles (Nielle des blés) risquent de régresser rapidement sous l'effet de la concurrence des espèces de friches et de prairies.

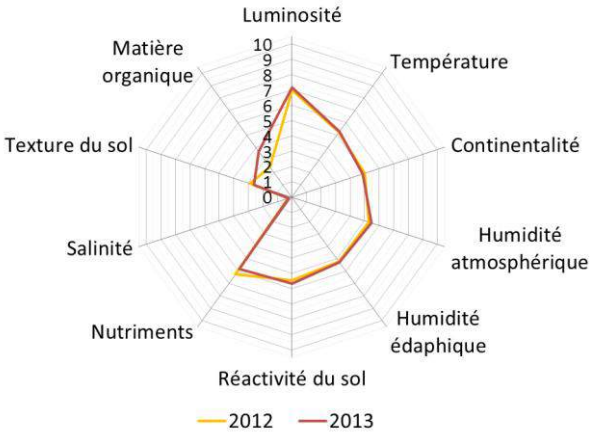


Figure 31 : diagramme des valences écologiques de la végétation des noues sèches.

Photo 20 : une cardère à foulons devant un tapis de graminée dans une noue sèche. Illustration d'une prairie fleurie diversifiée. Auteur : R. Blanchard.

Photo 21 : un Azuré commun dans une noue sèche en 2013. Auteur : R. Blanchard.

Noues humides

Les noues humides ont été créées dans un objectif à la fois fonctionnel et paysager. Elles doivent permettre aux eaux du parking de s'écouler dans le sol et vers les bassins. Leur végétation est essentiellement ornementale. Leur vocation écologique est secondaire. Le bassin ouest, relativement peu humide, a été intégré à ce groupe.

Photo 22 : noue humides en juin 2012. Cette noue illustre le faible recouvrement de la végétation. Auteur : R. Blanchard.

Photo 23 : noue humide en juin 2013. La même noue, en 2013. Auteur : R. Blanchard.

La richesse spécifique des noues humides a fortement augmenté, passant **de 34 espèces en 2012 à 86 espèces en 2013** (Figure 32). Les espèces spontanées contribuent à la majorité de cette augmentation mais, cas exceptionnel, les espèces ornementales semblent plus nombreuses en 2013. Cela est dû aux plantations tardives (le bassin est a été planté après juin 2012, cf. Photo 7), ainsi qu'à la meilleure détection d'espèces peu développées en 2012. Le faible recouvrement de 2012 (Figure 33) est expliqué par le relevé dans le bassin est, alors sans végétation, ainsi que par l'utilisation généralisée d'une toile en fibre de noix de Coco, interdisant la croissance des espèces spontanées. C'est aussi la raison du plafonnement du recouvrement à 90 % fin 2013.

Photo 24 : fleur de Mimule tacheté, dans le bassin est, en 2013. Auteur : R. Blanchard.

Le retour de la Renouée du Japon a été considérablement ralenti, voir enrayé, par cette toile. Il est donc regrettable qu'une nouvelle invasive potentielle, le Mimule tacheté, ait été introduite parmi les ornementales (Photo 24).

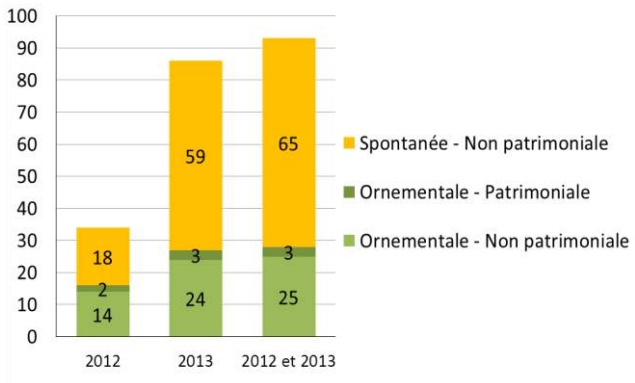


Figure 32 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales des noues humides. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

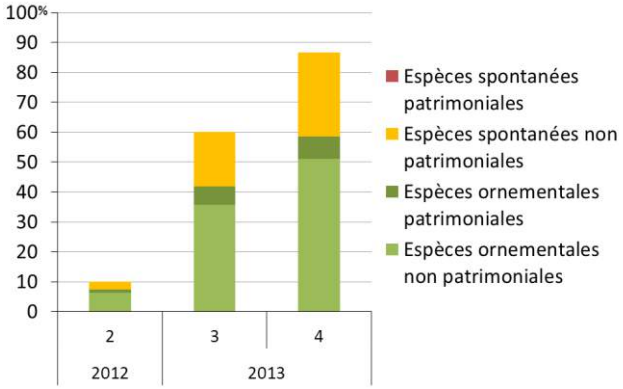


Figure 33 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale des noues humides. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

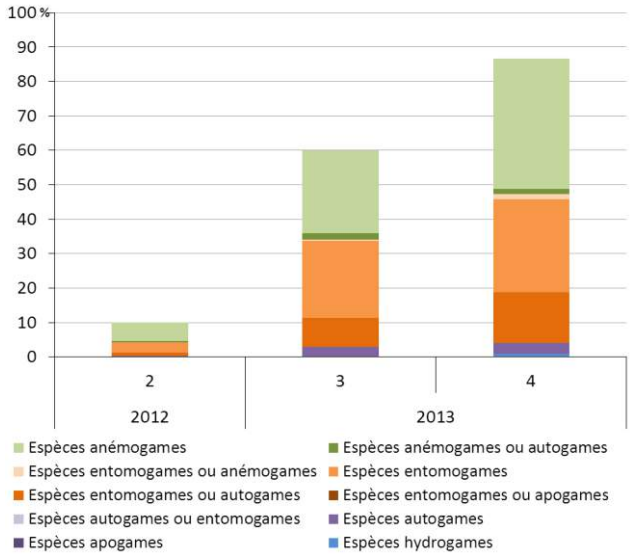


Figure 34 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation des noues humides. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

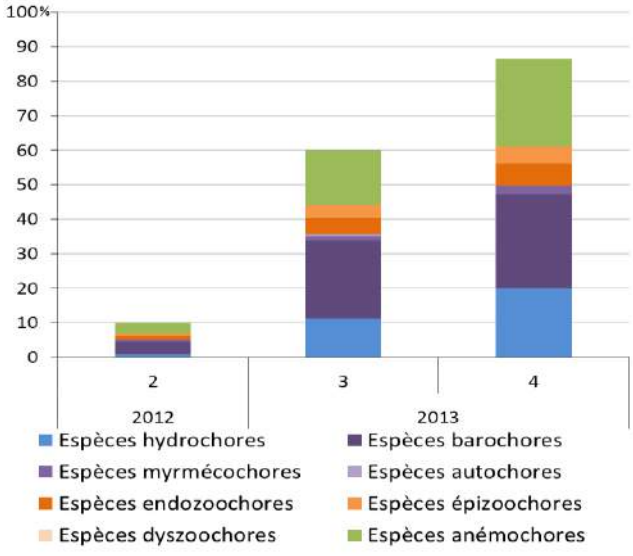


Figure 35 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation des noues humides. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

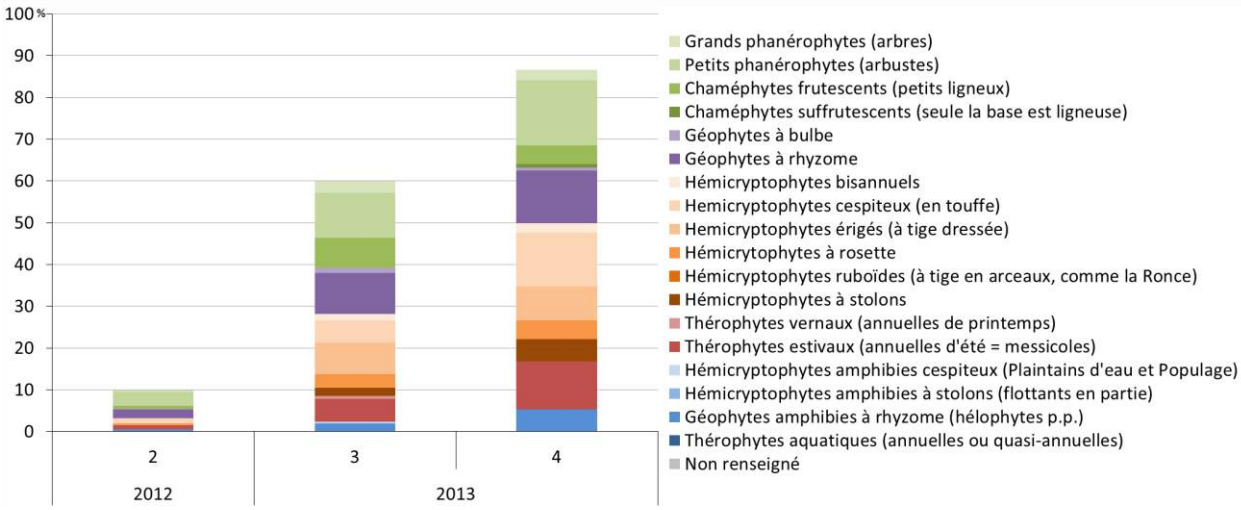


Figure 36 : spectre des types biologiques de la végétation des noues humides.
1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Les spectres des stratégies de fécondation (Figure 34) et de dissémination (Figure 35) ainsi que le spectre des types biologiques (Figure 36) ne montrent pas de tendances évolutives particulières en dehors de la croissance des espèces présentes, en grande partie plantées. Cependant, **ces spectres sont très différents de ceux observés jusqu'ici**. En effet, la contribution des espèces barochores et hydrochores est remarquablement élevée tandis que des espèces hydrogames apparaissent. L'ensemble indique une forte proportion d'espèces adaptées à la présence d'eau, qui est corroborée par l'apparition d'espèces véritablement amphibies dans le spectre des types écologiques. Les autres aspects des spectres écologiques montrent une forte diversité. Les phanérophytes (arbres, saules) sont bien représentés compte-tenu de leur absence sur l'un des trois points de relevés.

Enfin, le diagramme des valences écologiques (Figure 37) indique que la végétation mise en place demande un milieu légèrement plus humide que le reste du site. La demande en matière organique dans le sol est notoirement élevée, ce qui indique des espèces de milieux tourbeux alors que le site ne l'est pas encore. Par ailleurs, les espèces semblent adaptées à des milieux peu lumineux.

L'ensemble montre donc une végétation de zone légèrement humide qui se distingue surtout par le bon développement de la strate arbustive et arborée. La végétation de la strate herbacée est d'ailleurs adaptée à l'ombre, ce qui lui permet de se développer, elle-aussi, correctement. Quoique n'ayant pas un objectif particulièrement écologique, les noues humides montrent **une végétation relativement diversifiée du point de vue fonctionnel qui se trouve être bien adaptée au milieu**. Ces milieux montrent une importante proportion d'espèces entomogames qui attirent des insectes (Photo 25) dont certains sont inféodés à des espèces de milieux humides (Photo 26).

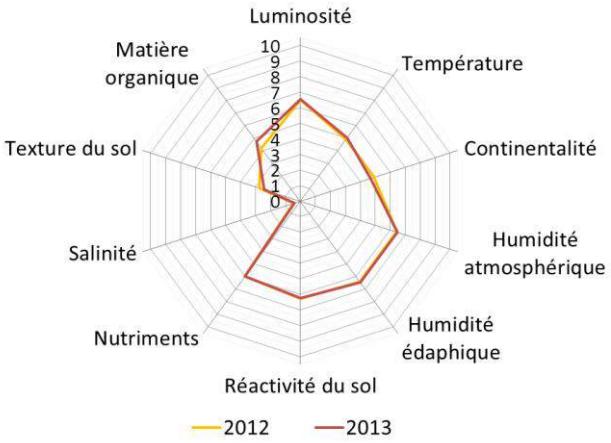


Figure 37 : diagramme des valences écologiques de la végétation des noues humides.

Ces milieux ne devraient donc pas poser problème à l'avenir. Leur gestion se résume à l'entretien courant qui passe essentiellement par le désherbage manuel.

Photo 25 : une Belle-dame sur une Eupatoire chanvrine, espèce abondamment plantée dans les noues humides. Cette espèce est banale. Auteur : R. Blanchard.

Photo 26 : une chenille de Sphinx de l'Epilobe près d'une noue humide. Une espèce inféodée à la présence d'épilobes. Cette espèce assez banale est tout de même protégée à l'échelle nationale et inscrite à l'Annexe IV de la directive habitat. Auteur : Laurent Demar.

Noue nord

La noue nord est une noue humide particulièrement large qui s'est avérée être en eau toute l'année. Elle canalise les eaux d'arrosage du stade vers le bassin ouest. Ces eaux sont enrichies par les engrais de la pelouse, ce qui induit l'eutrophisation du bassin et de la noue. Ainsi, à la fonction d'écoulement prévue à l'origine s'ajoute une fonction de filtration qu'il serait souhaitable de développer. Enfin, la fonction paysagère est essentielle, en raison de l'emplacement de la noue en vitrine du parc.

Photo 27 : noue nord en juin 2012, côté ouest. La végétation est remarquablement peu développée. Auteur : R. Blanchard.

Photo 28 : noue nord en mai 2013, côté est. Une riche végétation de gazon amphibie s'est mise en place. Auteur : R. Blanchard.

Photo 29 : noue nord en août 2013, côté ouest. Une roselière s'est formée en moins de quatre mois. Auteur : R. Blanchard

Photo 30 : zoom sur la Renoncule peltée. Auteur : R. Blanchard.

Les relevés au fond de la noue n'ont pu commencer qu'en 2013, le milieu n'étant pas encore individualisé en juin 2012. La végétation comporte **45 espèces** dont 13 ornementales (Figure 38 et Figure 39) et une espèce très patrimoniale d'origine spontanée : la **Renoncule peltée** (Photo 30), typique des faibles lames d'eau.

La plupart des espèces présentes au centre de la noue nord ne sont présentes nulle part ailleurs sur le parc.

Les espèces ornementales comportent plusieurs espèces qui pourraient être considérées comme patrimoniales, si elles étaient d'origine locale : le Jonc fleuri, le Plantain d'eau lancéolé, la Flèche d'eau et le Jonc des chaisiers.

Elles comportent aussi une espèce invasive avérée : la Sagittaire à larges feuilles. De par son emplacement et la concurrence des massettes, cette espèce présente cependant un risque d'extension limité.

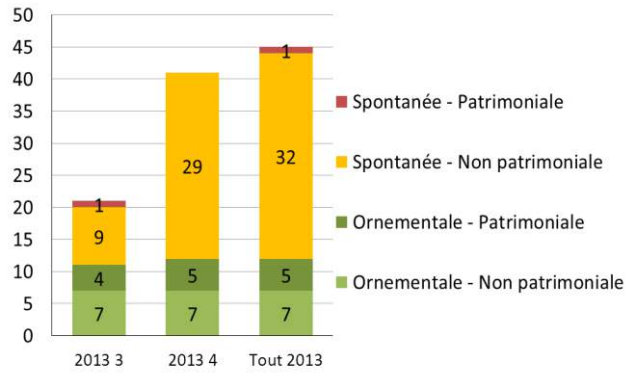


Figure 38 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales de la noue nord. Pas de relevé en 2012. 2013 3 : printemps 2013 ; 2013 4 : été 2013.

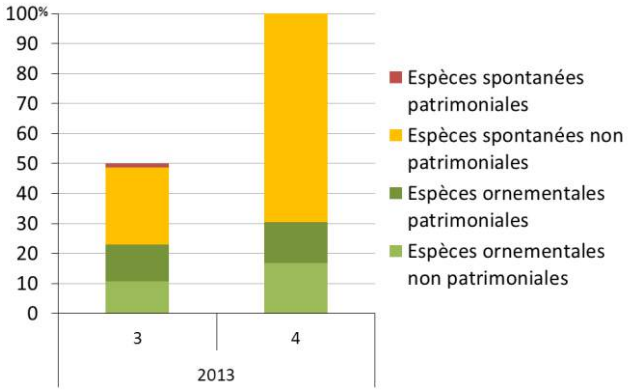


Figure 39 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale de la noue nord. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

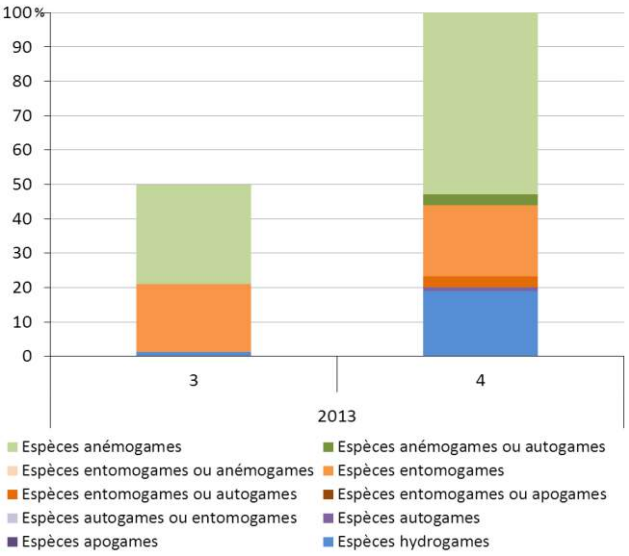


Figure 40 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation de la noue nord.
1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

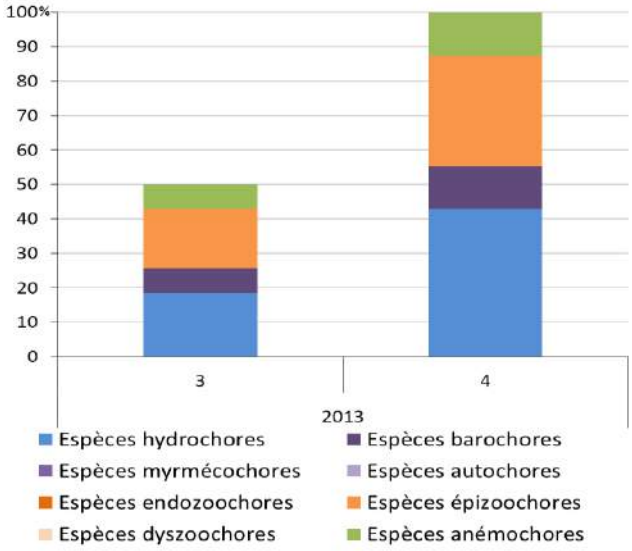


Figure 41 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation de la noue nord.
1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

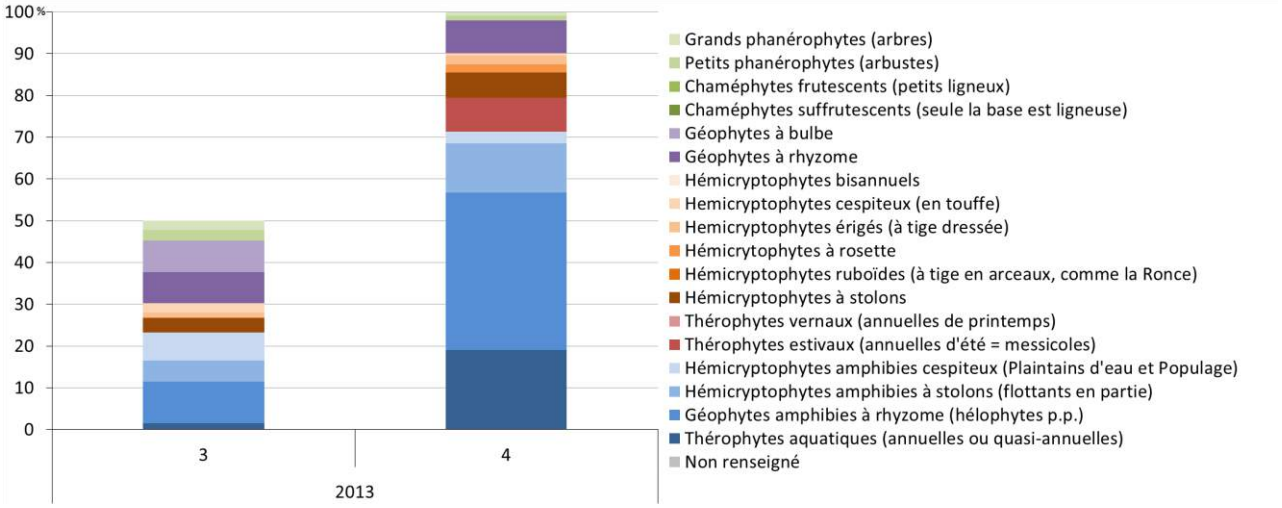


Figure 42 : spectre des types biologiques de la végétation de la noue nord.
1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Le spectre des stratégies de fécondation (Figure 40) indique une forte proportion d'hydrogames et d'anémogames tandis que le spectre des stratégies de dissémination (Figure 41) indique une forte

proportion d'espèces hydrochores. L'ensemble est tout à fait caractéristique d'une végétation adaptée aux milieux humides, voir aquatiques, ce qui est corroboré par le spectre des types biologiques (Figure 42) qui montre plus de 70% d'espèces aquatiques ou amphibies, et notamment d'hémicryptophytes stolonifères comme la Renoncule peltée ou le Vulpin genouillé.

Sans surprise, les valences écologiques (Figure 43) indiquent une végétation adaptée à un milieu extrêmement humide.

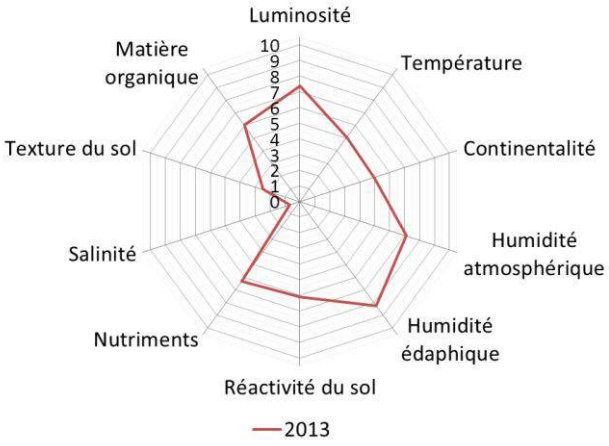


Figure 43 : diagramme des valences écologiques de la végétation de la noue nord.

Le milieu mis en place dans la noue nord est montre donc **un mélange d'espèces de gazons amphibies et d'hélophytes**. Une distinction est-ouest peut être faite : les gazons amphibies dominent à l'est tandis que l'ouest est plus marqué par les roselières. L'ensemble est à la fois hétérogène et original, tant du point de vue fonctionnel que de la composition spécifique. En 2013, la noue nord constitue sans aucun doute le milieu le plus intéressant du parc paysager. Il attire d'ailleurs bon nombre d'insectes et notamment d'odonates (Photo 31).

Néanmoins, **sa gestion promet d'être problématique**.

D'une part, si l'on souhaite laisser évoluer la végétation de façon subnaturelle, il semble difficile de maintenir une telle richesse spécifique sur un si petit espace. En effet, les végétaux implantés appartiennent à des groupes écologiques très différents. Par exemple, les espèces de gazons amphibies et de cressonnières devraient disparaître relativement rapidement en raison de leur caractère pionnier. La croissance extrêmement rapide des grands hélophytes a tendance à corroborer cette prévision.

D'autre part, les eaux qui circulent dans la noue sont eutrophes. Elles causent un fort développement algaire qui induit un dégagement d'odeurs nauséabondes. Ces eaux s'écoulent ensuite vers le bassin ouest, lui-même atteint par l'eutrophisation. Face à des eaux aussi polluées, il paraît illusoire de vouloir maintenir des espèces de gazons amphibies car elles seront concurrencées par les algues filamenteuses. Elles le sont d'ailleurs déjà.

Photo 31 : un Ischnure élégant sur une massette dans la noue nord en août 2013. Pour le moment, l'eau et la végétation sont encore assez claires pour attirer les odonates. Cela risque de ne pas durer. Le fond d'algues filamenteuses illuste bien le problème d'eutrophisation de la noue. Auteur : R. Blanchard.

Ainsi, faute de pouvoir améliorer la qualité des eaux en amont, il est suggéré de **laisser les grands hélophytes se développer pour profiter de leur fonction de filtre**, qui, espérons-le, permettra de limiter l'eutrophisation du bassin ouest. Une fois le filtre mis en place (d'ici un à trois ans) la noue pourra être entretenue par fauche annuelle.

Bassins

Deux bassins sont en eau en permanence : le bassin ouest et le bassin nord.

Le **bassin nord** (Photo 32 et Photo 33) recueille les eaux du boulevard Leningrad. Il doit pouvoir recueillir les eaux lors des pluies centennales. Il a donc été façonné avec un profil typique de bassin de rétention : des pentes très fortes (supérieures à 100%) et une profondeur probablement élevée (supérieure à un mètre). Les fonctions écologiques potentielles n'ont pas été prises en compte au moment de sa création. Il a fait l'objet d'un réaménagement paysager en 2012.

Le **bassin ouest** (Photo 34 et Photo 35) recueille les eaux du stade et du parc paysager (ruissellement et arrosage). Son profil comporte des pentes plus douces (30% à certains endroits) et une profondeur certainement moindre (inférieure au mètre). Il possède aussi une fonction de rétention, moins prédominante. Elle est associée à une contrainte paysagère forte liée à son emplacement à l'entrée du stade. Les objectifs écologiques n'ont pas été spécifiquement définis. Il semble cependant que la fonction de zone de reproduction pour les amphibiens et d'accueil des oiseaux d'eau ait été envisagée, quoique non prioritaire.

Photo 32 : bassin nord en juillet 2012. Le bassin nord est recouvert de lentilles d'eau sur près 70 % de sa surface ce qui indique une eau riche en nutriments. Auteur : S. Birckel.

Photo 33 : bassin nord en août 2013. La qualité de l'eau semble s'être améliorée, le bassin montre peu de traces d'eutrophisation. Auteur : S. Birckel.

Photo 34 : bassin ouest en août 2012. Un début d'eutrophisation est visible près de cette arrivée d'eau mais le fond du bassin ne montre pas de lentilles d'eau. Auteur : S. Birckel.

Photo 35 : bassin ouest en août 2013. Le bassin est désormais couvert de lentilles d'eau, ce qui indique des eaux eutrophes. Auteur : R. Blanchard.

Deux types de végétation ont été différenciés dans l'analyse : **les abords et le centre des bassins**

Centre des bassins

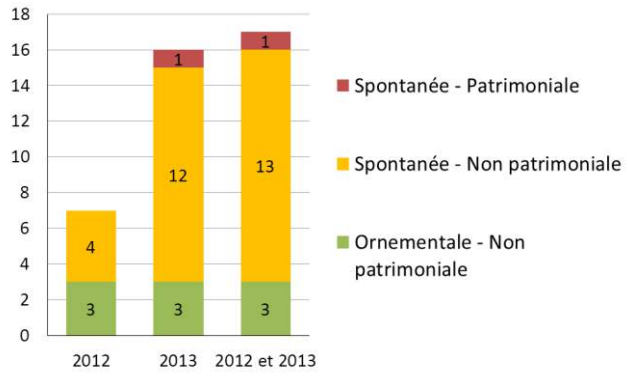


Figure 44 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales du centre des bassins. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

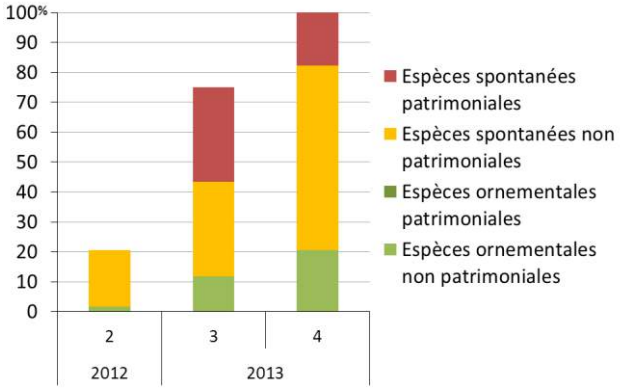


Figure 45 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale du centre des bassins. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

La **richesse spécifique est faible**, ce qui est **naturel en milieu aquatique**. Elle augmente sensiblement, passant **de 7 espèces en 2012 à 16 en 2013** (Figure 44). Le mesures de recouvrement (Figure 45) doivent être regardées avec précaution, tant il est difficile d'évaluer le recouvrement au fond d'un étang alors que celui-ci n'est pas visible (bassin nord). Qui plus est, la structure en strates des végétations aquatiques doit être interprétée de façon radicalement différente de celle des végétations terrestres. On retiendra simplement que la végétation est désormais répandue sur la totalité du fond des bassins, que les lentilles d'eau se sont répandues sur la totalité du bassin ouest alors qu'elles étaient quasi-absentes en 2012 et que les hélophytes ont connus une croissance remarquable mi-2013.

Une espèce patrimoniale est omniprésente : le Potamot fluet (Photo 36). Ce potamot est une espèce rare qui recouvre désormais la totalité du fond des bassins. Elle indique un milieu relativement jeune et s'est certainement répandue à la faveur du réaménagement du bassin nord.

On pourrait y ajouter *Chara vulgaris* (Photo 37), une espèce d'algue de milieu pionnier et d'eau assez calcaire. Cette espèce fugace n'a été observée qu'en mai 2013, avant de disparaître sous les algues filamenteuses et les potamots en août 2013.

Photo 36 : le Potamot fluet dans le bassin ouest en août 2013.
Auteur : R. Blanchard.

Photo 37 : *Chara vulgaris* début 2013 dans le bassin ouest.
Auteur : R. Blanchard.

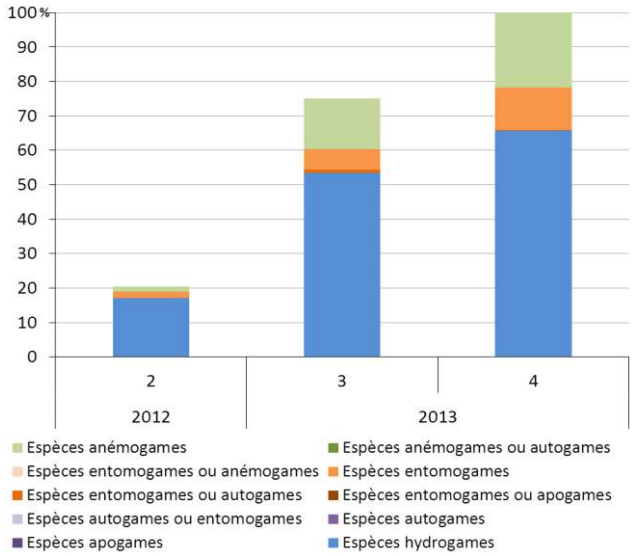


Figure 46 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation du centre des bassins.

1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

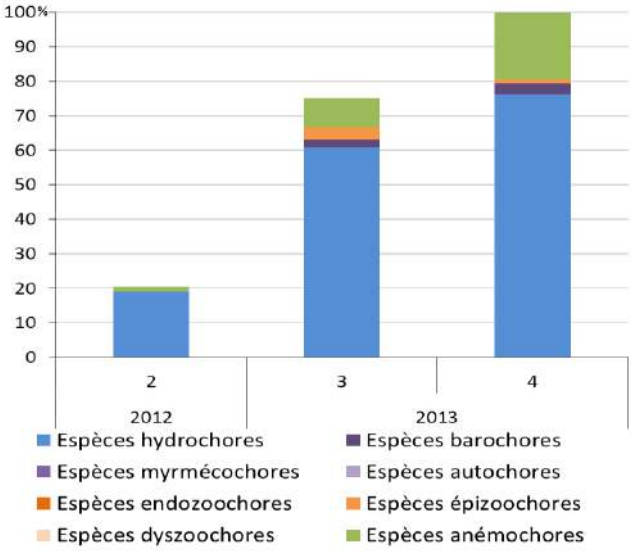


Figure 47 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation du centre des bassins.

1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Les spectres de fécondation (Figure 46) et de dissémination (Figure 47) montrent l'omniprésence d'espèces hydrogames et hydrochores (Potamot), ce qui est corroboré par le spectre des types biologiques (Figure 49) : les thérophytes aquatiques contribuent à près de 65% du recouvrement, tandis que les hélophytes (géophytes amphibies) contribuent à environ 20 % du recouvrement fin 2013.

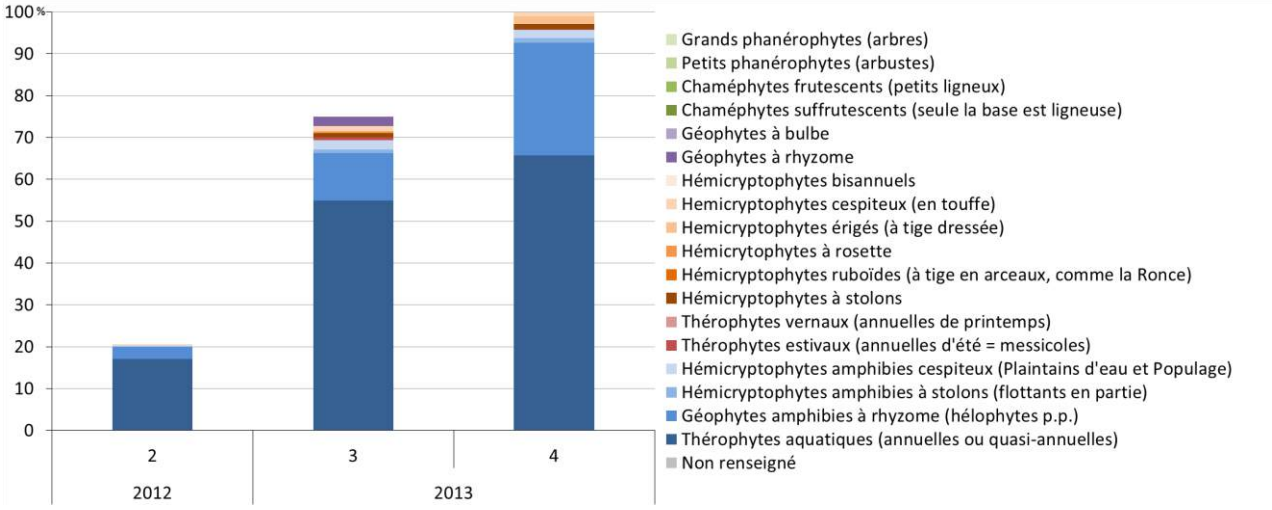


Figure 49 : spectre des types biologiques de la végétation du centre des bassins.

1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Sans surprise, le diagramme des valences écologiques (Figure 48) indique une végétation de milieu aquatique, adaptée à une eau riche en nutriments, sans pour autant qu'elle soit eutrophe.

La végétation des bassins suit donc une dynamique tout à fait naturelle avec la succession d'espèces de moins en moins pionnières au fond de l'eau, couplée à la croissance rapide des massettes.

Les massettes devraient d'ailleurs poser un problème d'envahissement d'ici environ trois ans. Il faudra alors prévoir l'extraction ou la fauche d'une partie de la roselière.

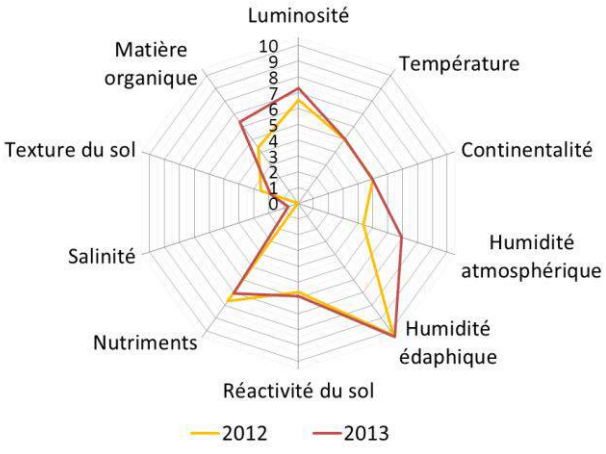


Figure 48 : diagramme des valences écologiques de la végétation du centre des bassins.

Par ailleurs, l'abondance des lentilles d'eau sur le bassin ouest marque le début d'un phénomène d'eutrophisation qui pourrait aboutir, non seulement à la banalisation du milieu, mais aussi au dégagement d'odeurs nauséabondes depuis le bassin. Il a donc été proposé de **tenter l'extraction avec export vers une plateforme de compostage d'une partie au moins (minimum 50%) des lentilles d'eau, sur une base annuelle**. Cette méthode expérimentale pourrait minimiser les effets de l'arrivée d'eau polluée. Cette mesure est couplée avec le libre développement de la roselière de la noue nord, qui devrait alors fonctionner comme un filtre naturel et diminuer le taux de nitrates de l'eau avant son arrivée dans le bassin.

Bien évidemment, il serait plus efficace de diminuer la pollution des eaux en amont, en diminuant les intrants sur les pelouses du stade.

Abords des bassins

Les abords des bassins n'ont pas fait l'objet de traitement particulier lors de la création du parc.

Les relevés sont effectués un linéaire de 50 cm à 1 mètre de large le long des rives du bassin nord, du bassin ouest, ainsi que de la noue nord.

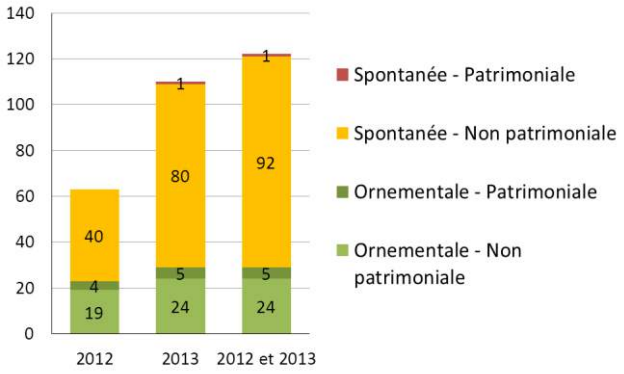


Figure 50 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales des abords de bassin. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

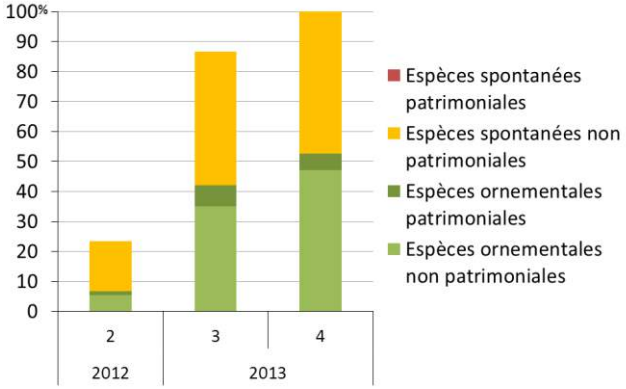


Figure 51 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale des abords de bassins. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

L'augmentation de la diversité et du recouvrement sont tout à fait standards par rapport au site : le nombre d'espèces passe de **63 à 110 entre 2012 et 2013** (Figure 50), tandis que le recouvrement passe de 23 à 87 % (Figure 51 - bonne croissance de la végétation des zones humides en général). La proportion d'espèces spontanées est proche de 50%. Elle masque une forte variabilité, le bassin nord étant bordé à 100% par des espèces spontanées tandis que la noue nord est entièrement bordée d'ornementales.

Une espèce patrimoniale est présente au bord du bassin nord : la Blackstonie perfoliée (Photo 38). Cette espèce indique un sol assez calcaire et plutôt sec, inattendu au bord d'un bassin. Sa présence s'explique par le profil des berges du bassin nord : une pente proche de 100% sur plus d'un mètre de haut. Ainsi, la végétation des hauteurs des berges se rapproche plus de celle d'un coteau marneux que de celle d'un milieu humide.

Photo 38 : la Blacksotnie perfoliée.
Auteur : R. Blanchard.

Les spectres de stratégies de fécondation (Figure 52) et de dissémination (Figure 53) montrent un structure proche de celle des noues humides : une forte contribution des espèces hydrochores et barochores, doublée de la présence d'espèces hydrogames. On observe aussi une augmentation de la contribution des espèces anémogames qui correspond à la croissance des saules, des laîches et des joncs. Le spectre des types biologique (Figure 54) confirme la proximité fonctionnelle avec les noues humides : les espèces amphibies apportent une

petite contribution à une végétation diversifiée tandis que les arbres et arbustes montrent un bon développement.

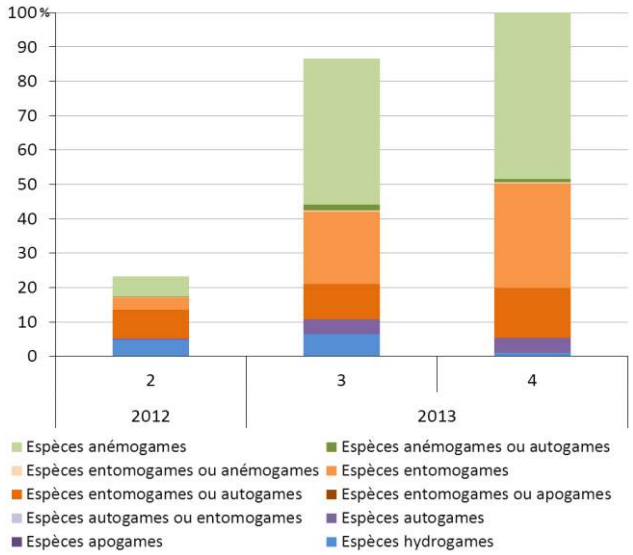


Figure 52 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation des abords de bassins.
1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

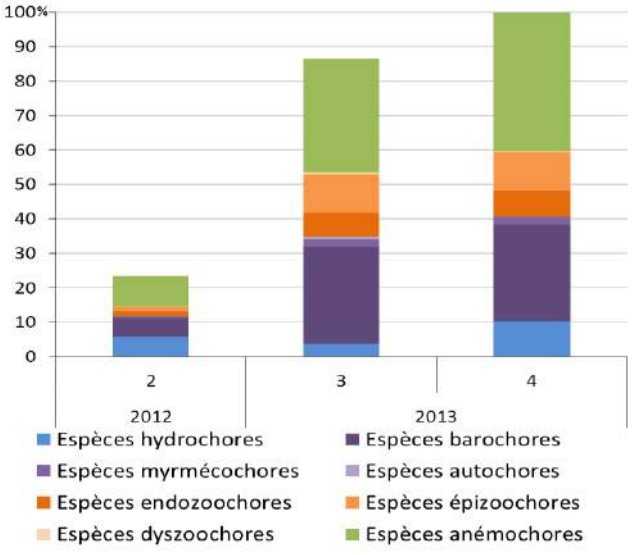


Figure 53 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation des abords de bassins.
1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

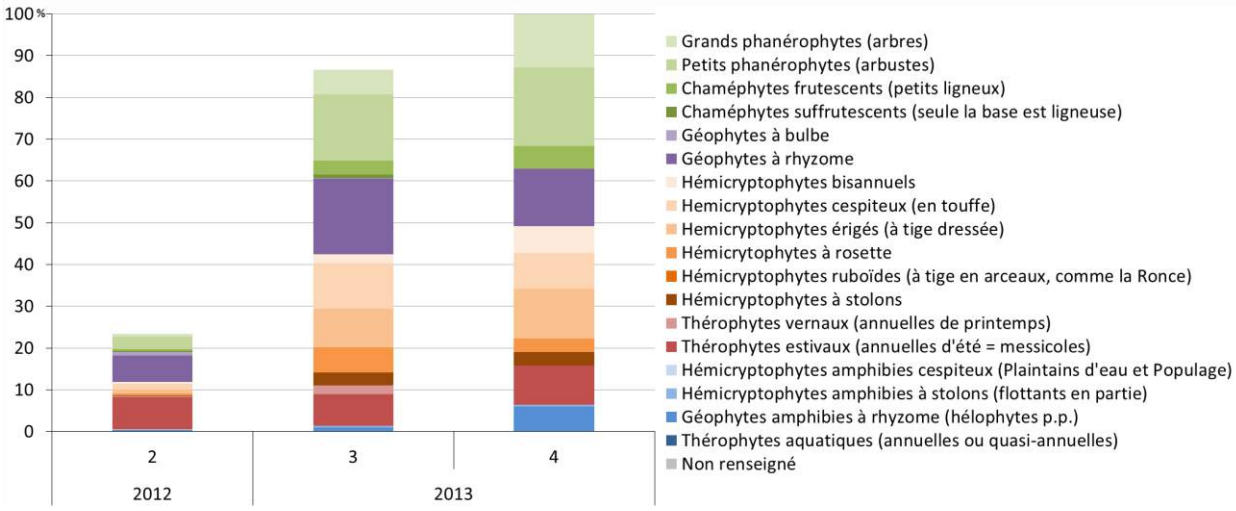


Figure 54 : spectre des types biologiques de la végétation des abords des bassins.
1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Le diagramme des valences écologiques (Figure 55) est remarquablement proche de celui des noues humides, à l'exception de la tolérance aux sols riches en matières organiques, qui semble un peu plus élevée ici.

Les bords de bassins montrent donc **une végétation fonctionnellement identique à celle des noues humides** échantillonnées. Ce implique une adaptation a un milieu assez humide mais qui n'est ni vraiment engorgé, ni aquatique, ni amphibie.

Les anneaux de végétations (scirpaie, roselière et cariçaie) normalement présents autour des étangs ne pourront pas se développer pleinement ici,

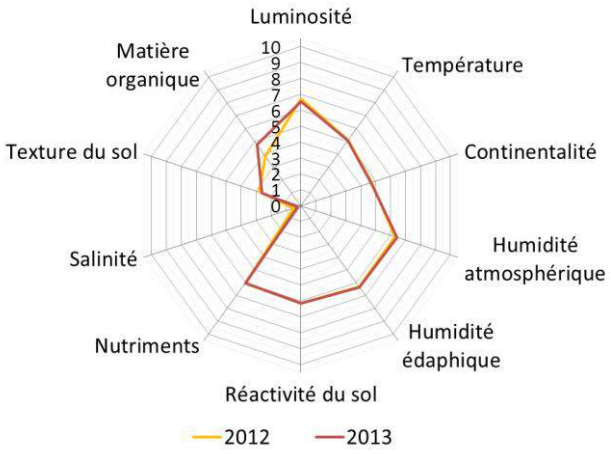


Figure 55 : diagramme des valences écologiques de la végétation des abords des bassins.

principalement en raison du profil trop abrupt des berges. Ces végétations auraient pu être utilisées par les oiseaux d'eau en tant qu'abri.

A l'avenir, il serait souhaitable de **ne pas limiter l'extension des massifs de laîches et de joncs qui bordent d'ors et déjà les étangs**. Cela permettrait de renforcer la petite fonctionnalité écologique existante tout en restant dans les limites du projet paysager.

III.3 Conclusion

En 2012, la flore du parc paysager n'était répartie qu'en deux compartiments : les bassins et les milieux terrestres. Ces derniers étaient recouverts d'une flore de messicoles diversifiée mais fonctionnellement pauvre.

En 2013, les sept compartiments suivis se sont individualisés. Les espèces ornementales ont connues un développement remarquable tandis que la flore spontanée a évoluée **vers une plus grande diversité fonctionnelle**, ce qui indique une maturation de la végétation.

Dans l'ensemble, les objectifs écologiques de la végétation sont bien souvent atteints, en particulier en ce qui concerne les capacités à attirer les insectes, qui peuvent à leur tour servir de proies pour d'autres espèces. Cependant, deux processus posent problème.

- Certaines essences d'arbres au sommet du merlon montrent d'importantes difficultés à s'adapter au milieu. Cela remet en cause la survie des herbacées d'ombre qui ont été plantées. Le remplacement des arbres morts par des essences mieux adaptées est donc suggéré.

- Un gros problème d'eutrophisation de la noue nord et du bassin ouest a été mis en évidence. Seule une amélioration en amont de la qualité des eaux permettrait d'arrêter à coup sûr le processus. Face à l'impossibilité d'une telle action, deux parades sont suggérées : utiliser la noue nord comme filtre en laissant la roselière se développer et extraire les lentilles d'eau du bassin ouest une fois par ans.

Enfin, si une relative proximité fonctionnelle entre les végétations créées et les végétations naturelles semble pouvoir être mise en évidence, il semble désormais clair que **la proximité spécifique entre la végétation du parc et celle des environs est faible**. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, cela n'est pas dû au choix des espèces ornementales mais à la modification des sols. En effet, des limons des plateaux ont été utilisés à la place du substrat marneux local. La flore spontanée, majoritaire en termes d'espèces, est donc une flore mésophile et non une flore neutrocalcicole comme celle des environs.

III. Inventaire et suivi des amphibiens

Ils sont réalisés par Simon Birckel, ONF, et intégrés à ce rapport par Romain Blanchard.

III.1 Protocole

Cette étude doit permettre de **suivre l'évolution des populations d'amphibiens du parc paysager**, afin de mesurer les effets des mesures compensatoires. Après une phase d'inventaire sur un périmètre plus large en 2012 (périmètre étendu), les observations sont désormais centrées sur les bassins et les noues du parc.

Méthodologie

La méthodologie utilisée est inspirée du **protocole d'inventaire et de suivi des amphibiens** pour les forêts publiques de l'ONF, qui a été **validé par la Société Herpétologique de France** (SHF). Ce protocole a été mis en place pour répondre à deux objectifs, qui correspondent justement aux deux phases de cette étude :

- la connaissance des espèces présentes (inventaires : 2012) ;
- la compréhension du fonctionnement d'une population ou d'un peuplement d'amphibiens, en lien avec l'impact de la gestion (suivi : 2012-2013-2014-2015).

La phase de terrain combine des prospections de jour et de nuit utilisant différentes techniques permettant de contacter au mieux les espèces potentiellement présentes sur le site :

- **comptage à vue** de jour des pontes d'anoures visibles depuis la surface en période de ponte des grenouilles rousses. Contacts possibles avec *R. temporaria*, *R. dalmatina*, *B. bufo* et *S. salamandra* ;
- **observation nocturne** au phare des urodèles dans l'eau et estimation quantitative par espèce ;
- **écoute nocturne** des chants d'anoures. Contact possible avec les rainettes, le Crapaud calamite, les grenouilles vertes ou le Sonneur à ventre jaune ;
- **échantillonnage au filet-troubleau**, technique classique de capture des amphibiens, adaptée aux urodèles, aux larves et aux têtards. La reconnaissance des larves est un élément essentiel du suivi, permettant de connaître les sites de reproduction, d'évaluer le succès de reproduction et d'estimer de façon semi-quantitative le nombre de larves à l'émergence.

Sur chaque site prospecté, le succès de reproduction (Tableau 7) et la taille de la population (Tableau 8) de chaque espèce sont évalués selon les codifications suivantes :

Tableau 7 : fonctionnement de l'indice de reproduction des amphibiens.

Indice de reproduction	Libellé
1	Espèce présente sans indice de reproduction
2	Développement larvaire possible sur le site : chant, accouplement, présence de pontes, présence d'adultes en parure nuptiale, présence de juvéniles aux abords de la mare
3	Développement larvaire avéré, présence de larves bien développées dans la mare

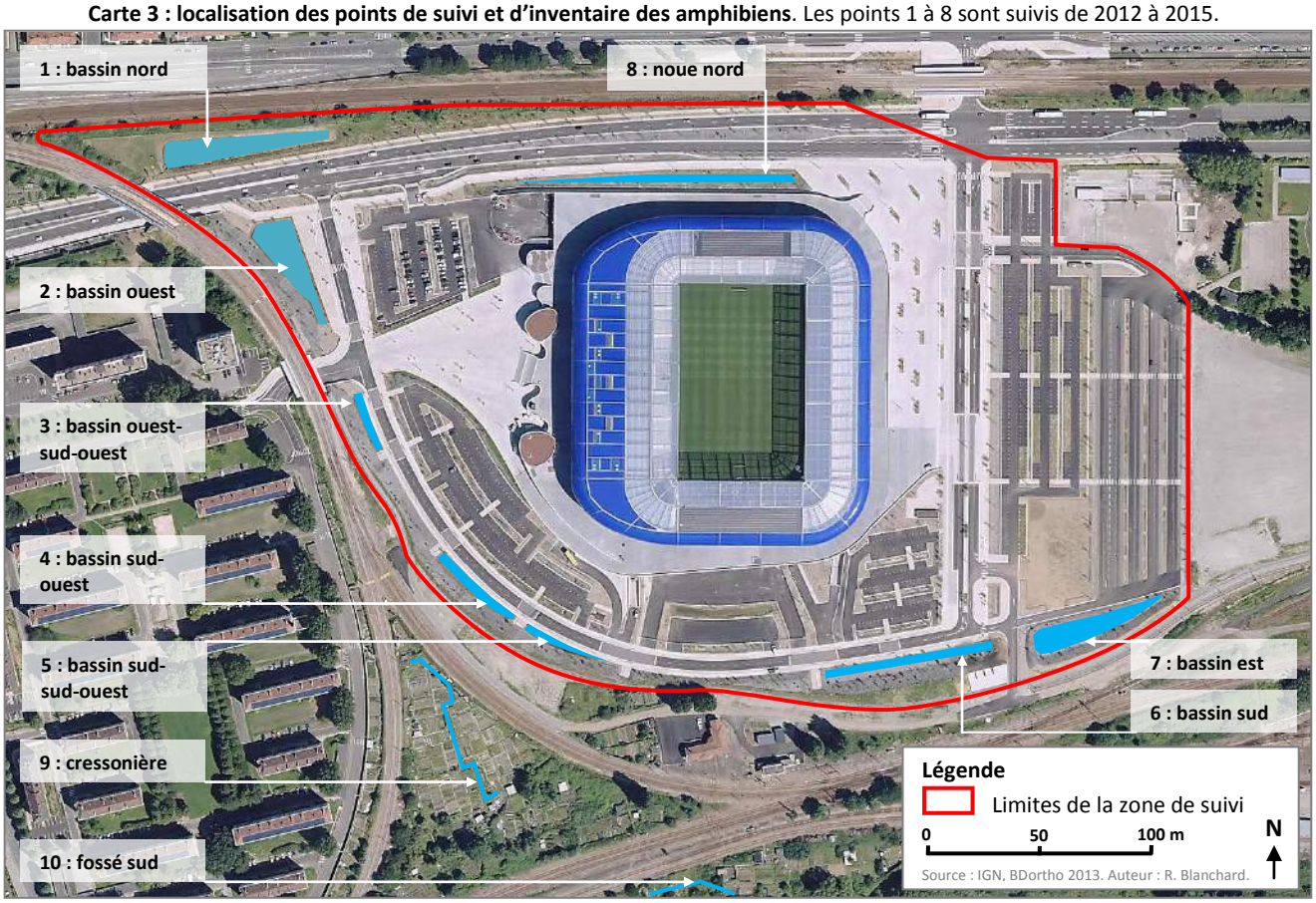
Tableau 8 : fonctionnement de l'indice d'abondance des amphibiens (pour les larves, le comptage est statistique).

Indice d'abondance	Libellé	Remarques
1	Population de 1 à 10 individus	Chiffre exact pour les adultes
2	Population de 11 à 20 individus	Le chiffre exact peut être noté
3	Population de 21 à 50 individus	Le chiffre exact peut être noté
4	Population de 51 à 100 individus	
5	Population de 101 à 200 individus	
6	Population de 201 à 500 individus	
7	Population de plus de 500 individus	

Stratégie d'échantillonnage

Seuls **les sites de reproduction potentielle sont prospectés** (Carte 3). Ils ont été sélectionnés en 2012 sur la base des plans disponibles (Figure 1).

Carte 3 : localisation des points de suivi et d'inventaire des amphibiens. Les points 1 à 8 sont suivis de 2012 à 2015.



Huit d'entre eux sont prospectés dans le cadre des suivis :

Tableau 9 : numérotation des bassins, correspondances et hauteurs d'eau.

N°	Dénomination (arbitraire)	Correspondance Figure 1	Hauteur d'eau
1	**Bassin nord**	Bassin nord	Importante
2	**Bassin ouest**	Bassin ouest	Importante
3	**Bassin ouest-sud-ouest**	Groupe des bassins sud	5 cm maximum
4	**Bassin sud-ouest**	Groupe des bassins sud	5 cm maximum
5	**Bassin sud-sud-ouest**	Groupe des bassins sud	10 cm maximum
6	**Bassin sud**	Groupe des bassins sud	5 cm maximum
7	**Bassin est**	Bassin est	15 cm maximum
8	**Noue nord**	Noue nord	10 cm maximum

L'évolution de la physionomie de ces bassins est décrite dans le cadre du **suivi photographique** en Annexe 3. Globalement, la végétation inféodée aux zones humides a connu un fort développement.

Dates de prospection et conditions météorologiques

Les conditions météorologiques influent sur le comportement des amphibiens. Afin de fournir des éléments permettant de discuter les causes des prospections infructueuses, ces données sont notées lors de chaque prospection (Tableau 10 et Tableau 11) :

Tableau 10 : dates et conditions des prospections amphibiens en 2012.

Dates	Type de prospection	Conditions météorologiques
13 mars 2012	Reconnaissance des sites, recherche à vue des pontes d'anoures	Température de 7°C Ciel couvert Humidité relative 95 % Vent du nord-est 6 km/h
10 avril 2012 de jour	Prospection à vue, de jour	Température de 11°C Alternance nuages et soleil sans pluie Humidité relative 70 % Vent d'ouest très léger
10 avril 2012 de nuit	Prospection de nuit au phare et écoute des chants	Température de 7°C Humidité relative 80 % Vent d'ouest très léger
3 mai 2012 de nuit	Prospection de nuit au phare et écoute des chants	Température de 9°C Ciel couvert Humidité relative 90 % Vent nord-est 10 km/h
19 juin 2012 de jour	Prospection de jour à vue et au troubleau	Température de 17°C Ciel couvert Humidité relative 50 % Vent ouest 10 km/h

Tableau 11 : dates et conditions des prospections amphibiens en 2013.

Dates	Type de prospection	Conditions météorologiques
22 mars 2013	Recherche à vue des pontes d'anoures et des individus en phase terrestre	Température de 10 °C Temps couvert Humidité relative 65% Vent 20 km/h ESE Pluie faible
19 avril 2013 de nuit	Prospection de nuit au phare des urodèles adultes et écoute des chants	Température de 7°C Alternance nuage ciel dégagé Humidité relative 85% Vent 10 km/h NE Absence de pluie
19 juin 2013 de jour	Prospection au troubleau du milieu aquatique pour la recherche de larves	Température de 18°C Alternance nuage ciel voilé Humidité relative 88 % Vent 6 km/h N Absence de pluie

Des observations ont également été effectuées lors des prospections reptiles du 3 mai 2012 et les 14 et 15 juillet 2013.

III.2 Résultats

Prospections 2012 et données antérieures

La bio-évaluation faunistique réalisée en 2011 (EGIS Aménagement, 2011) ne mentionne aucune espèce au sein du périmètre restreint. Cette étude ne comprenait pas le bassin nord (n°1).

En 2012, les prospections ont mis en évidence la présence de trois espèces dans ce bassin :

- la Grenouille verte (*Rana kl esculenta,* Photo 40),
- le Triton palmé (*Lissotriton helveticus,* Photo 42) et
- le Triton alpestre (*Ichthyosaura alpestris,* Photo 39 et Photo 41).

Seule cette dernière espèce présentait des indices de reproduction. Aucun contact n'a eu lieu dans les autres bassins.

Photo 39 : Triton alpestre en phase terrestre (*Ichthyosaura alpestris*). Auteur : S. Birckel.

Photo 40 : Grenouille verte (*Pelophylax kl. esculenta*). Auteur : S. Birckel.

Photo 41 : Triton alpestre en phase aquatique (*Ichthyosaura alpestris*). Auteur : S. Birckel.

Photo 42 : Triton palmé adulte (*Lissotriton helveticus*) dans les fossés. Auteur : S. Birckel.

En raison de la fragmentation de ses populations locales, **le Triton alpestre est l'espèce qui présente le plus fort enjeu sur le site**.

Prospections 2013

Bassin 1

Il s'agit du site le plus riche en amphibiens car il était présent avant la mise en œuvre des travaux de création du stade. Les prospections effectuées en 2013 ont fourni les résultats suivants :

Photo 43 : Triton alpestre (*Ichthyosaura alpestris*) en phase terrestre Sous abri n°15 le 22 mars 2013. Auteur : S. Birckel.

- le 22 mars de jour : absence de ponte d'anoures dans l'eau. Présence de **cinq tritons alpestres** (*Ichthyosaura alpestris*) en phase terrestre (trois mâles et deux femelles) sous l'abri à reptiles n°15 ;
- le 19 avril de nuit au phare : **11 tritons palmés adultes** (*Lissotriton helveticus*) et **un Triton alpestre** adulte (*Ichthyosaura alpestris*) ;
- le 19 juin de jour : un chant de **Grenouille verte** (*Pelophylax kl. esculentus*). Aucune larve trouvée lors de la prospection au troubleau. Présence de très **nombreux poissons**.

Bassin 2

Bassin mis en eau au printemps 2012.

- le 22 mars 2013 de jour : prospection à vue. Aucune observation ;
- le 19 avril 2013 de nuit : prospection au phare et écoute des chants. Aucune observation ;
- le 19 juin 2013 : prospection à vue et au troubleau en rentrant dans l'eau sur 20 ml. Aucune observation d'amphibien. Présence de Notonecte et de larves d'insectes ;
- le 14 juillet 2013 : une **Grenouille verte** adulte (*Pelophylax kl. esculentus*) ;
- le 15 juillet 2013 : plusieurs chants de grenouille verte (*Pelophylax kl. esculentus*) ;

Bassin 3

- le 22 mars 2013 de jour : 5 cm d'eau sur la moitié de la surface de la dépression. Prospection à vue : aucune observation ;
- le 19 avril 2013 de nuit : 5 cm d'eau. Prospection au phare et écoute des chants : aucune observation ;
- le 19 juin 2013 : absence d'eau, aucune observation.

Bassin 4

- le 22 mars 2013 de jour : 5 cm d'eau sur le tiers de la surface de la dépression, les deux tiers étant recouverts d'algues filamenteuses. Prospection à vue : aucune observation ;
- le 19 avril 2013 de nuit : absence d'eau, aucune observation ;
- le 19 juin 2013 : prospection à vue de jour. 5 cm d'eau claire. Aucune observation.

Bassin 5

- le 22 mars 2013 de jour : 20 cm d'eau dont la moitié de la surface recouverte d'algues filamenteuses. Prospection à vue : aucune observation ;
- le 19 avril 2013 de nuit : absence d'eau, aucune observation ;
- le 19 juin 2013 : prospection à vue de jour. 10 cm d'eau, la moitié de la surface étant recouverte d'algues. Aucune observation.

Bassin 6

- le 22 mars 2013 de jour : 5 cm d'eau recouvrant à peine le dixième de la surface de la dépression : aucune observation ;
- le 19 avril 2013 de nuit : absence d'eau. Aucune observation ;
- le 19 juin 2013 : prospection à vue de jour. 10 cm d'eau, la moitié de la surface étant recouverte d'algues. Aucune observation.

Evolution des populations depuis 2012

Le Tableau 12 et le Tableau 13 résument les informations :

Tableau 12 : classes d'abondance des amphibiens. Résultats 2012 en noir – Résultats 2013 en rouge.
0 : aucun individu observé ; 1 : population de 1 à 10 individus ; 2 : population de 11 à 20 individus.

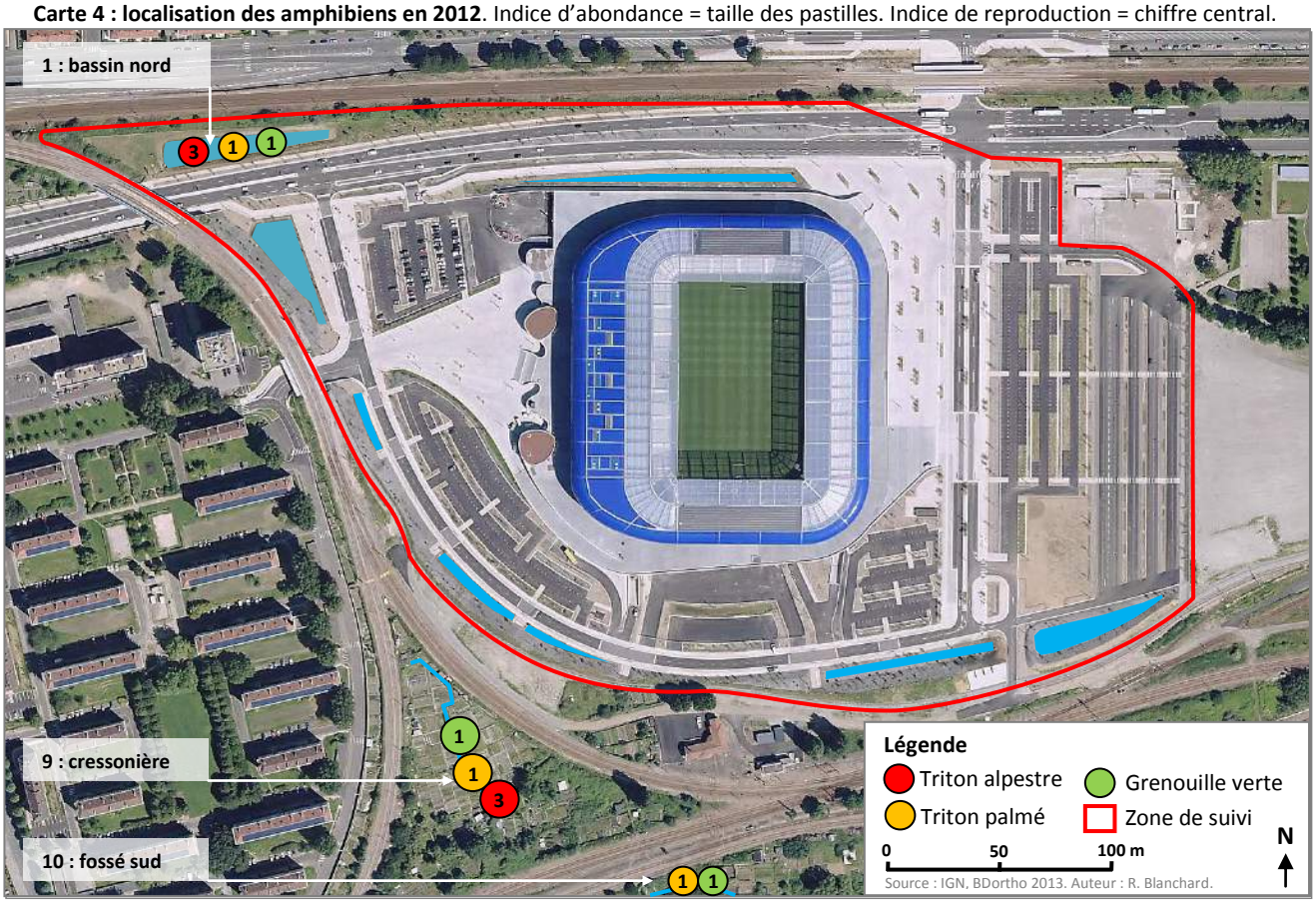
Espèces		Site							
Nom latin	Nom français	1	2	3	4	5	6	7	8
Rana kl esculenta	Grenouilles vertes	11	1						
Lissotriton helveticus	Triton palmé	12							
Ichthyosaura alpestris	Triton alpestre	11							

Tableau 13 : indices de reproduction des amphibiens. Résultats 2012 en noir – Résultats 2013 en rouge. 1 : espèce présente sans indice de reproduction ; 3 : développement larvaire avéré, présence de larves bien développées dans le plan d'eau.

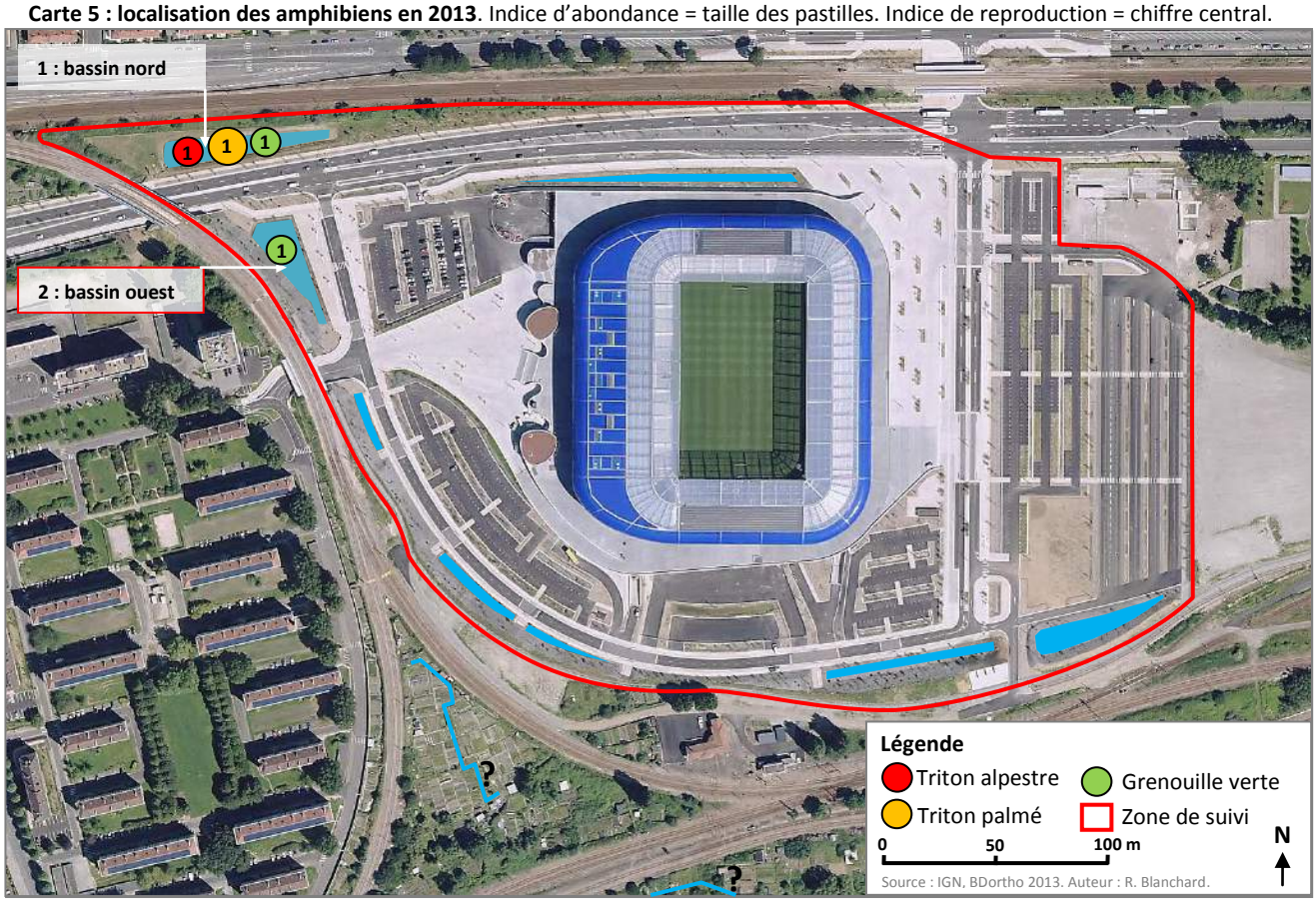
Espèces		Site							
Nom latin	Nom français	1	2	3	4	5	6	7	8
Rana kl esculenta	Grenouilles vertes	11	1						
Lissotriton helveticus	Triton palmé	11							
Ichthyosaura alpestris	Triton alpestre	31							

Ils sont complétés des cartes de localisation annuelle (Carte 4 et Carte 5).

Carte 4 : localisation des amphibiens en 2012. Indice d'abondance = taille des pastilles. Indice de reproduction = chiffre central.



Carte 5 : localisation des amphibiens en 2013. Indice d'abondance = taille des pastilles. Indice de reproduction = chiffre central.



III.3 Conclusion

Synthèse

Les espèces d'amphibiens contactées en 2013 sont les mêmes qu'en 2012. Néanmoins, trois différences sont notables :

- la Grenouille verte a colonisé le bassin ouest (n°2), au moins depuis le mois de juillet,
- **l'indice de reproduction du Triton alpestre à considérablement chuté**, au point qu'aucune reproduction n'a été constatée en 2013. Ce phénomène est dû à l'apparition d'un prédateur. En effet,
- des **poissons** semblent avoir été introduits dans le bassin nord. Les poissons sont des prédateurs naturels pour larves et parfois même les adultes chez les amphibiens.

L'absence d'amphibien dans les bassins n°3 à 8 s'explique par leur très faible hauteur d'eau et par leur création récente. En effet, les individus mettent toujours un certain temps à « découvrir » de nouveaux espaces. Il est donc logique que la colonisation des nouveaux bassins n'ait pas encore eu lieu.

Préconisations de gestion

Le grand nombre de poissons du bassin nord met en péril la reproduction du Triton alpestre. La population déjà très fragilisée par son isolement risque de disparaître complètement si aucune mesure de sauvegarde n'est prise.

Le meilleur moyen d'enrayer ce déclin est **d'extraire les poissons**. Pour cela, une mise en assec hivernale est envisagée. La vidange doit avoir lieu après la sortie des amphibiens (novembre) et avant leur retour pour la ponte (fin février pour les tritons). Elle doit être complétée par la pêche des poissons. Une fois ceux-ci éliminés, l'étang peut être remis en eau.

Les poissons ayant très probablement été introduits volontairement, il est fortement conseillé de doubler la mise en assec d'une action de communication visant à **prévenir d'éventuelles réintroductions**. L'activité de pêche étant de toute façon dangereuse au bord de cet étang en raison des fortes pentes, il pourrait sembler judicieux d'installer un poster ou, à minima, de petites affiches expliquant les risques pour le public comme pour les amphibiens.

Par ailleurs, il est possible favoriser les amphibiens sur l'ensemble du parc au travers des actions suivantes :

- ne pas pratiquer de fauche sur les berges des plans d'eau en période de reproduction ou de migration des amphibiens, soit entre les mois de février et septembre, ou encore,
- conserver une bande de végétation rivulaire non fauchée car elle constitue une frayère et un abri pour les amphibiens. Des arrachages sélectifs peuvent toutefois être pratiqués.

Enfin, l'eutrophisation du bassin ouest risque de poser problème. Si, faute de pouvoir agir sur la qualité des eaux, il est décidé d'extraire la végétation de surface, alors il faudra veiller à ce que cette extraction ait lieu entre début novembre et fin février, lorsque les amphibiens sont hors de l'eau.

IV. Inventaire et suivi des reptiles

En 2013, ils ont été réalisés et rédigés par Simon Birckel et Romain Blanchard, ONF.

IV.1 Protocole

Cette étude doit permettre de **suivre l'évolution des populations de reptiles du parc paysager**, et en particulier des populations de **Lézard des murailles**, afin de mesurer les effets des mesures compensatoires. Après une phase d'inventaire sur un périmètre plus large en 2012 (périmètre étendu), le suivi est désormais centré sur le parc lui-même.

Méthodologie

La méthodologie utilisée est une application stricte du **protocole de suivi temporel national des reptiles**, réalisé conjointement par le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN), la Société herpétologique de France (SHF) et l'Office national des forêts (ONF). Dans ce cadre, deux méthodes de prospection complémentaires sont utilisées :

Photo 44 : abri artificiel dans la friche RFF en 2012.
Auteur: S. Birckel.

- la **prospection sous abris artificiels** : des plaques (Photo 44) sont positionnées au sol, tous les 50 mètres le long de transects. Elles stockent la chaleur la journée et la restitue en période froide, ce qui attire les reptiles. Elles sont soulevées lors des transects. Les reptiles qu'elles abritent sont alors identifiés et dénombrés. Idéalement, les plaques sont positionnées entre un fourré et une zone ouverte. Chaque plaque est localisée par GPS. Les observations sous plaques sont généralement accompagnées d'une photo.

- la **prospection à vue** : des transects de 150m sont parcourus lentement. Les reptiles observés sont identifiés et dénombrés. Les observations sont plus fugaces et moins probables que sous les plaques. Ce type de prospection est donc utilisé lorsque les plaques sont inefficaces, par exemple lorsque des abris plus attrayants sont présents à proximité (ballasts ou matelas gabion par exemple).

Lors de chaque transect, un descriptif du milieu environnant est effectué. Les indications suivantes sont notées :

- dates et heures de relevés ;
- conditions météorologiques ;
- couverture nuageuse ;
- température ;

- éléments pouvant influencer les observations (pluie, vent, temps orageux) ;

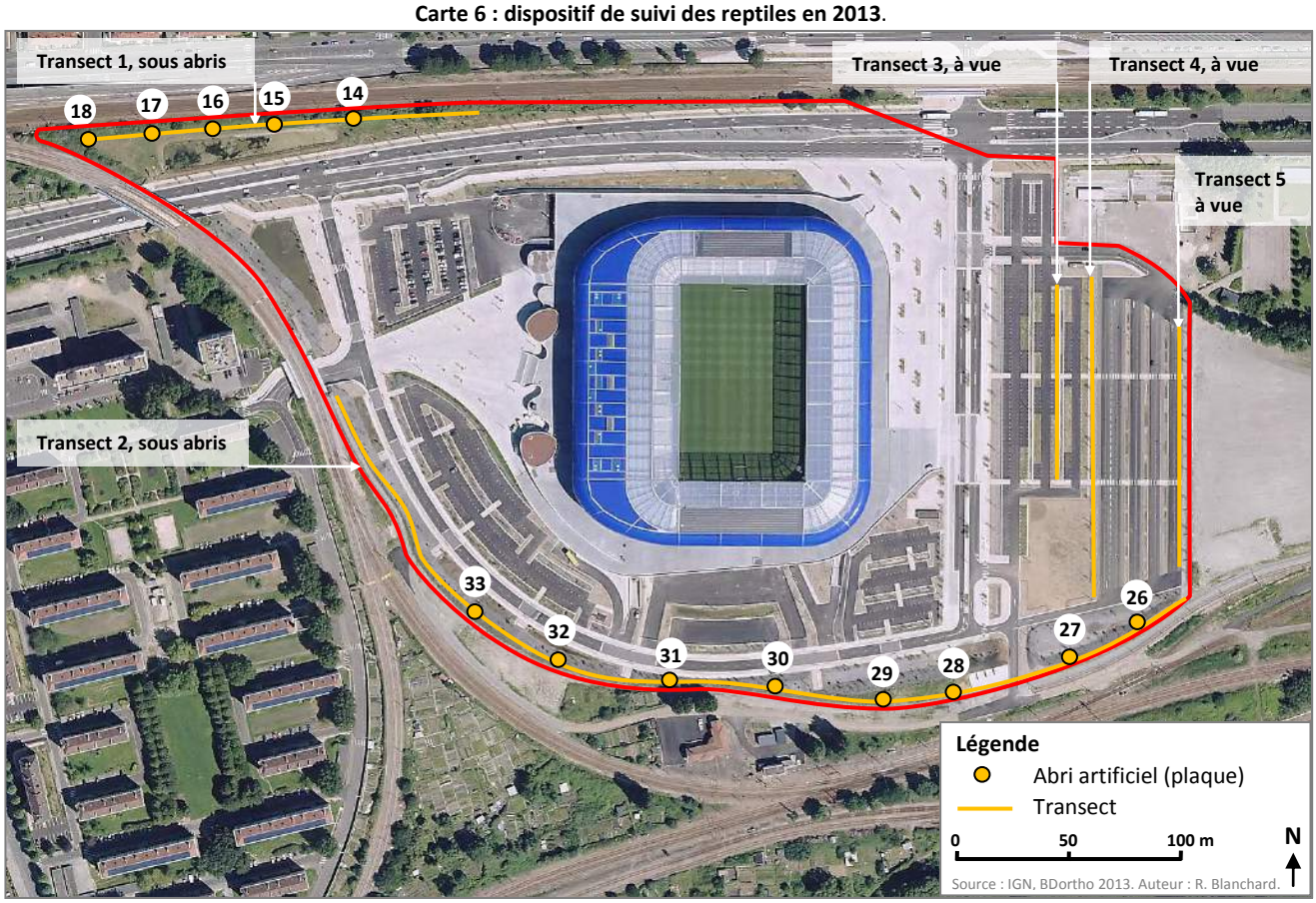
Pour chaque point d'observation, les paramètres suivants sont ensuite relevés :

- espèces observées ;
- nombre d'individus par espèce ;
- le sexe des individus (si possible) ;
- les caractères morphologiques singuliers.

Stratégie d'échantillonnage

Deux transects sous abris artificiels ont été disposés le long du merlon sud et des talus SNCF. Ils fournissent des indications précises sur la dynamique de recolonisation du corridor écologique. Ils sont complétés par trois transects à vue le long des noues sèches dont l'objectif est de fournir des indications complémentaires sur la colonisation du parking bus. Leur emplacement est indiqué sur la Carte 6 :

Carte 6 : dispositif de suivi des reptiles en 2013.



A propos des absences

Il convient de bien différencier les absences de prospections des absences d'observations. Ainsi, en 2012, les plaques 26 à 33 n'étaient pas positionnées. Les reptiles qu'elles auraient pu attirer et abriter n'ont donc pas pu être comptabilisés. Par ailleurs, la probabilité de ne pas observer une espèce lorsqu'elle est présente est nettement plus élevée lors de transects à vue que lors d'observations sous abris. Qui plus est, elle varie selon les espèces. Ces différences doivent être gardées à l'esprit lors de la lecture des tableaux et des cartes.

Dates de prospection et conditions météorologiques

Les prospections ont été effectuées aux dates et dans les conditions météorologiques indiquées en Tableau 14. La redistribution de la pression de prospection ainsi que le couplage des suivis herpétologiques avec les prospections floristiques ont permis de réaliser deux prospections de plus que prévu en 2013. Les observations des services d'entretien des espaces verts sont prises en compte dans la discussion.

Tableau 14 : dates de prospections herpétologiques et conditions météorologiques. La vitesse du vent est en km/h. Les conditions météorologiques sont celles relevées par la station « Le Havre-Octeville » au moment des prospections.

Date	Prospecteur	T° air	Hygrométrie	Vitesse vent	Orientation vent	Précipitation	Couverture nuageuse
10-avr.-12	Simon Birckel	11	68	17	SE	Pluies faibles	Très nuageux ou couvert
3-mai-12	Simon Birckel	11	93	7	NW	Pluies faibles	Très nuageux ou couvert
22-mai-12	Simon Birckel	14	85	26	NW	Pas de pluie	Nuageux prédominant
19-juin-12	Simon Birckel	18	57	7	ENE	Pas de pluie	Nuageux prédominant
10-juil.-12	Simon Birckel	15	80	24	SW	Pluies faibles	Nuageux prédominant
31-juil.-12	Simon Birckel	19	71	15	SW	Pas de pluie	Belles éclaircies
31-août-12	Simon Birckel	13	58	26	NNW	Pas de pluie	Nuageux prédominant
21-sept.-12	Simon Birckel	15	56	2	NE	Pas de pluie	Ciel voilé
22-mars-13	Simon Birckel	10	65	20	ESE	Pluies faibles	Très nuageux ou couvert
19-avr.-13	Simon Birckel	7	85	10	NE	Pas de pluie	Belles éclaircies
1-juin-13	Romain Blanchard	11	84	6	NE	Pas de pluie	Belles éclaircies
9-juin-13	Romain Blanchard	13	75	33	NW	Pas de pluie	Belles éclaircies
19-juin-13	Simon Birckel	18	88	6	N	Pas de pluie	Nuageux prédominant
14-juil.-13	Romain Blanchard	23	50	9	NNW	Pas de pluie	Ensoleillé
1-août-13	Romain Blanchard	30	42	26	SSE	Pas de pluie	Ensoleillé
8-août-13	Romain Blanchard	19	74	15	N	Pas de pluie	Ciel voilé
12-août-13	Romain Blanchard	18	75	19	WNW	Pas de pluie	Belles éclaircies
2-sept.-13	Romain Blanchard	18	70	17	WNW	Pas de pluie	Ensoleillé

IV.2 Résultats

Lézard des murailles

Le nombre observations de Lézard des murailles est passé de **18 en 2012 à 55 en 2013**. Il est identique en 2012 et en 2013 pour le transect 1 (nord du bassin nord). Il est passé de 5 à 56 le long du corridor écologique. Enfin, comme en 2012, aucune observation n'a été effectuée dans les noues du parking bus (transects 3 à 5). Les observations sont synthétisées en Tableau 15 et en Figure 56.

Tableau 15 : effectifs de Lézard des murailles, par date et par localité.
Le terme « plaque » correspond aux abris artificiels. « HP » signifie hors plaque, pour les individus observés sur le transect hors abris artificiels. Dans le cas des transects à vue, toutes les localités sont « HP ». Elles sont précisées sur les cartes. Case grise : absence de prospection (absence de plaque). Case blanche : absence d'observation lors des prospections.

Transect	Plaque	10-avr-12	03-mai-12	22-mai-12	19-juin-12	10-juil-12	31-juil-12	31-août-12	21-sept-12	22-mars-13	19-avr-13	01-juin-13	09-juin-13	19-juin-13	14-juil-13	01-août-13	08-août-13	12-août-13	02-sept-13	2012	2013
1	14			2			1	5					1	2						8	3
1	15						1	1												2	0
1	16							2			1			1						2	2
1	17							1				1	1							1	2
1	18																		3	0	3
1	HP																			0	0
2	26										5	4	1	1	1				1	0	13
2	27												2	2	1			1	2	0	8
2	28										2			1					2	0	5
2	29														1					0	1
2	30												1	1						0	2
2	31										2				1	1				0	4
2	32										2		1	2	1					0	6
2	33															2	1	2	1	0	6
2	HP				2			2	1											5	0
3,4,5	HP																			0	0
Total transect 1		0	0	2	2	0	2	9	0	0	1	1	2	3	0	0	0	0	3	**15**	**10**
Total transect 2		0	0	0	**2**	0	0	2	1	0	11	4	5	7	5	3	1	3	6	**5**	**45**
Total transects 3,4,5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
Total		0	0	2	2	0	2	11	1	0	12	5	7	10	5	3	1	3	9	**18**	**55**
					<- Colonisation du corridor.						*<- Pose des plaques sur le transect 2 (corridor) le 22 avril 2013.*										

On remarque qu'aucune observation n'a été effectuée les jours de « pluies faibles ». Or, les représentations suivantes sont basées sur le nombre moyen d'observations par sortie favorable (Carte 7 et Carte 8). Sur le périmètre du parc, les jours de pluie ne sont donc pas pris en compte.

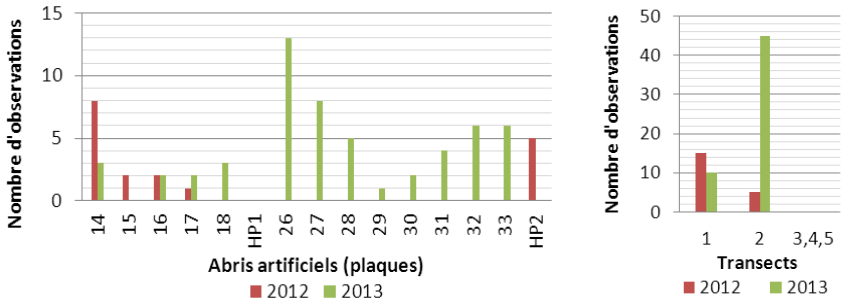
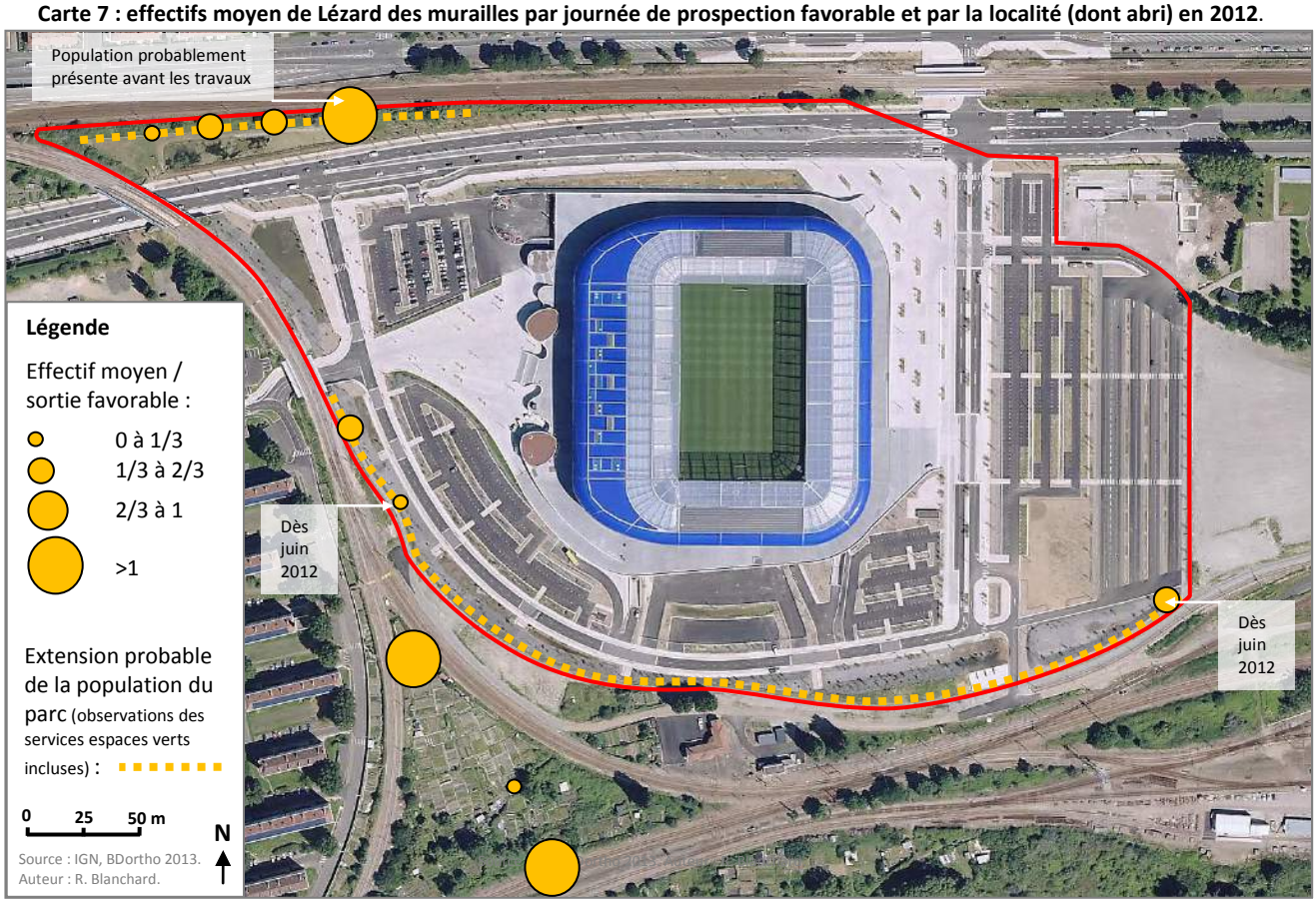
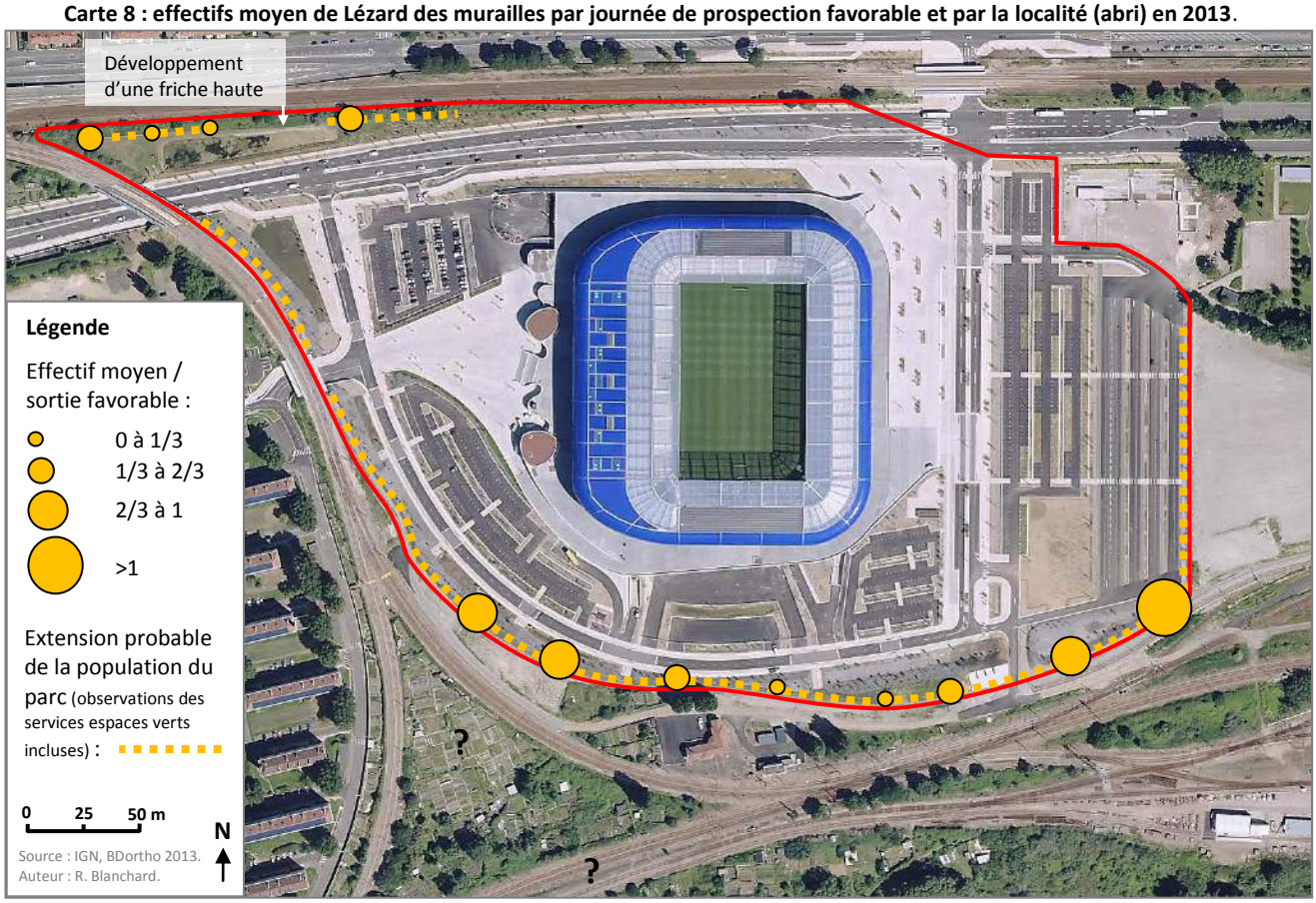


Figure 56 : effectifs de Lézard des murailles, par date et par localité. Traduction graphique.
HP1 : hors plaque sur le transect 1 ; HP2 : hors plaque sur le transect 2.

Carte 7 : effectifs moyen de Lézard des murailles par journée de prospection favorable et par la localité (dont abri) en 2012.



Carte 8 : effectifs moyen de Lézard des murailles par journée de prospection favorable et par la localité (abri) en 2013.



Le Lézard des murailles a commencé coloniser le corridor écologique au plus tard en juin 2012. Fin 2012, il semblait déjà avoir **recolonisé l'ensemble du merlon sud**.

Le redéploiement de la pression de prospection a permis de **confirmer ce diagnostic**. Qui plus est, les informations fournies par les services d'entretien des espaces verts semblent indiquer que les matelas gabions du secteur est ont été colonisées en fin d'été 2013. Ces succès peuvent être expliqués par la proximité des populations existantes et par la qualité du milieu mis en place. En effet, celui-ci présente une bonne exposition, une pente adéquate et une végétation qui fournit des abris et des proies en abondances.

Enfin, dans le secteur des noues sèches du centre du parking, aucune observation de Lézard des murailles n'a été effectuée, ni par les prospecteurs, ni par les services d'entretien. Il y a donc toutes les raisons de croire que **les noues sèches n'ont pas encore été colonisées**. Les quelques mètres de macadam qui les séparent du corridor écologique forment donc un obstacle conséquent pour le déplacement des individus.

Orvet fragile

Le Tableau 16 , la Figure 57, la Carte 9 et la Carte 10 décrivent les observations.

Tableau 16 : effectifs d'Orvet fragile, par date et par localité.
Le terme « plaque » correspond aux abris artificiels. Case grise : absence de prospection (absence d'abris). Case blanche : absence d'observation lors des prospections. Les observations d'Orvet hors abris lors des transects à vue sont peu probables et tous les transects à vue effectués sur le parc ont été négatifs. Ils ne sont donc pas mentionnés ici.

Transect	Plaque	10-avr-12	03-mai-12	22-mai-12	19-juin-12	10-juil-12	31-juil-12	31-août-12	21-sept-12	22-mars-13	19-avr-13	01-juin-13	09-juin-13	19-juin-13	14-juil-13	01-août-13	08-août-13	12-août-13	02-sept-13	2012	2013
1	14									1			2	2						0	5
1	15			1	1					4										2	4
1	16													2						0	2
1	17														1					0	1
1	18																			0	0
2	26																			0	0
2	27											1								0	1
2	28																			0	0
2	29												2	2						0	4
2	30											3	1	1	4					0	9
2	31											1	4	4	4	1				0	**14**
2	32											2			2	2				0	6
2	33														4					0	4
Total transect 1		0	0	1	1	0	0	0	0	5	0	0	2	4	1	0	0	0	0	**2**	**12**
Total transect 2										0	0	7	7	7	14	3	0	0	0		**38**
Total		0	0	1	1	0	0	0	0	5	0	7	9	11	15	3	0	0	0	**2**	**50**

<- Pose des plaques sur le transect 2 (corridor) le 22 avril 2013.

Le nombre observations d'Orvet fragile est passé de **2 en 2012** à **50 en 2013**. Cette augmentation ne peut pas uniquement être interprétée comme l'effet du redéploiement de la pression de prospection puisqu'elle est décelable à pression constante sur le transect 1.

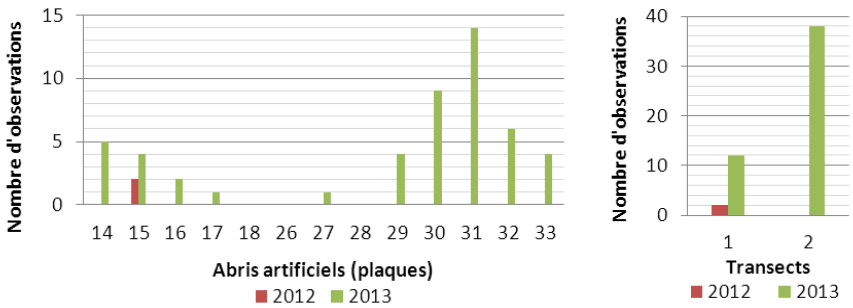
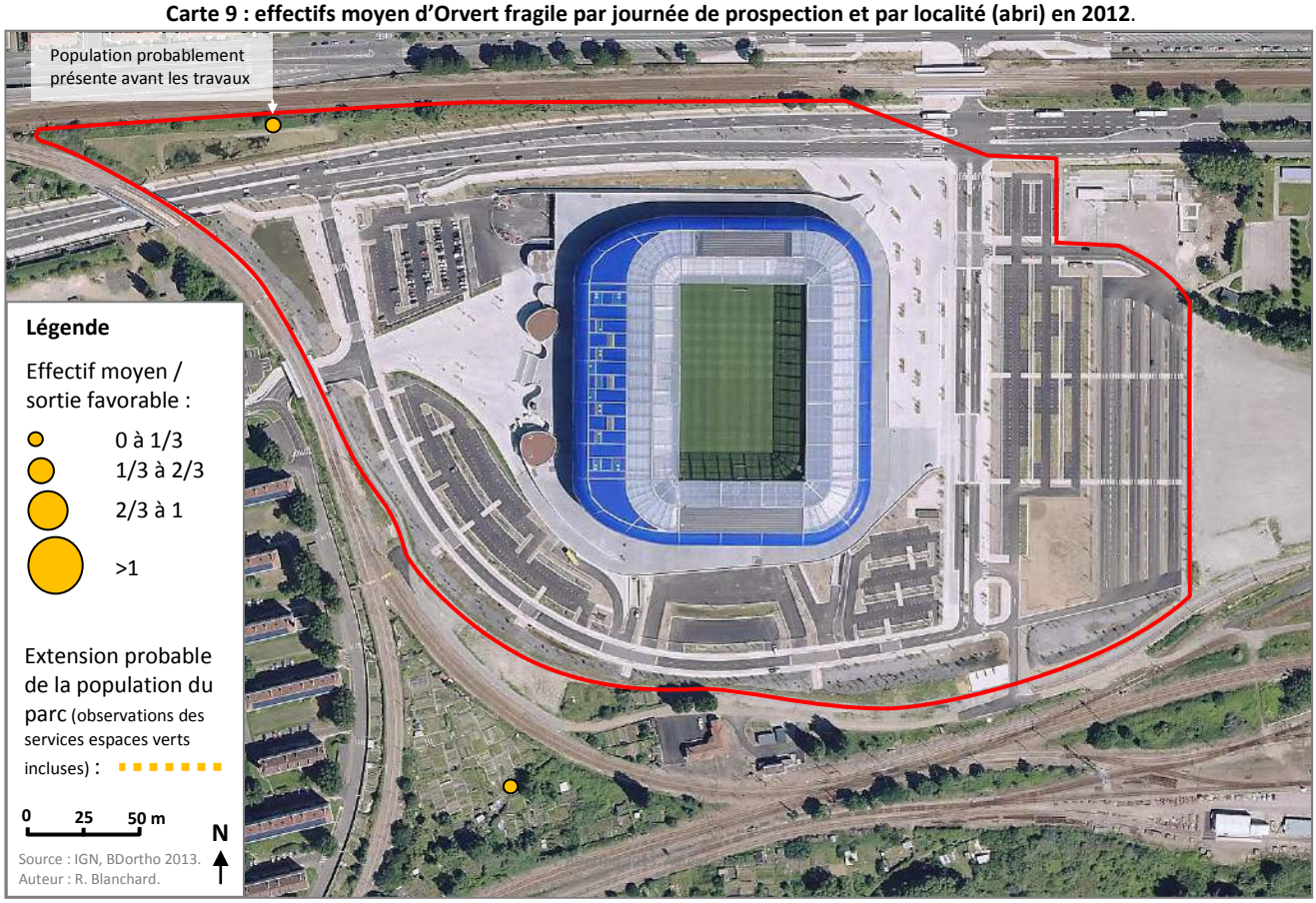
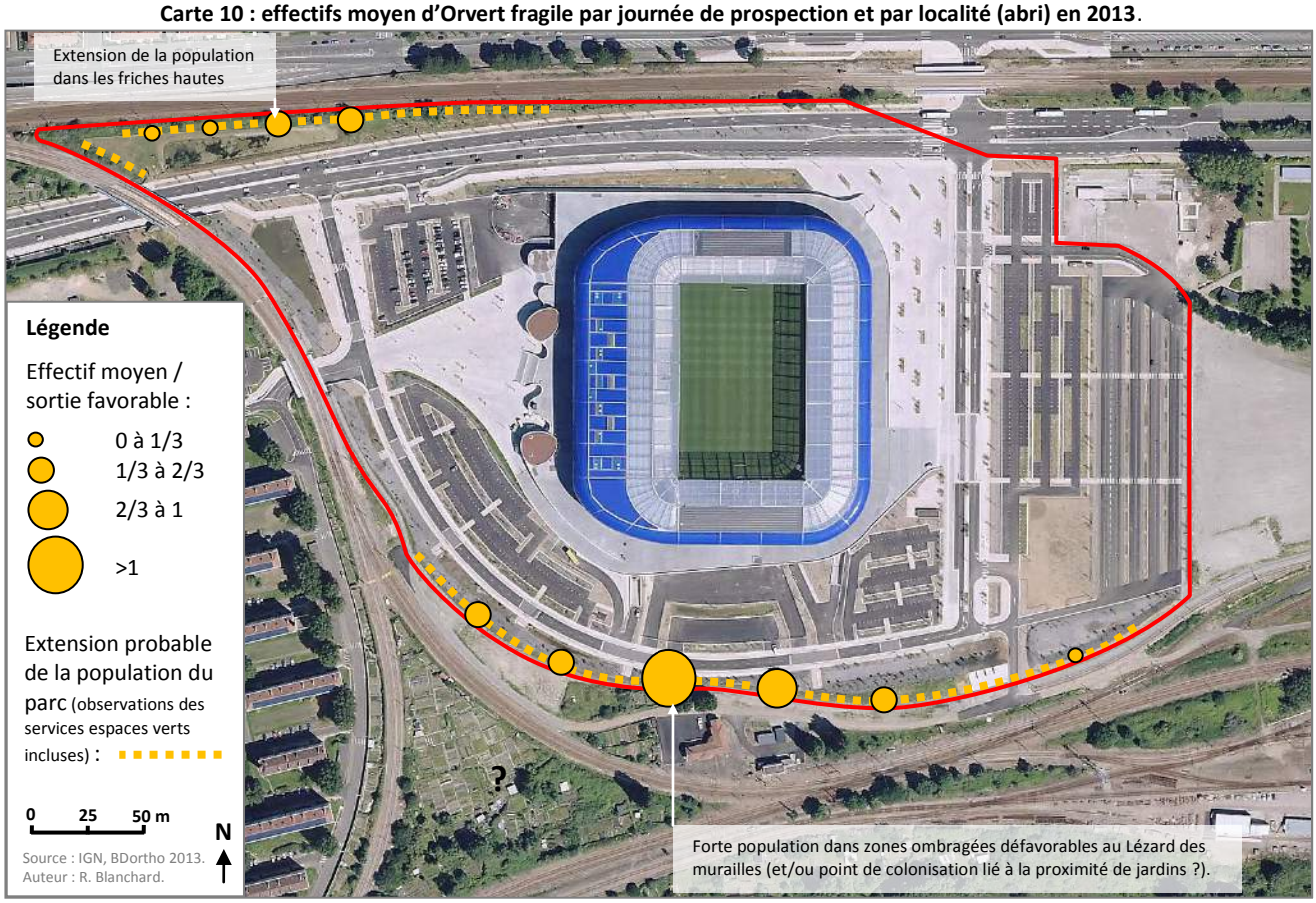


Figure 57 : effectifs d'Orvet fragile, par date et par localité. Traduction graphique.
HP1 : hors plaque sur le transect 1 ; HP2 : hors plaque sur le transect 2.

Carte 9 : effectifs moyen d'Orvert fragile par journée de prospection et par localité (abri) en 2012.



Carte 10 : effectifs moyen d'Orvert fragile par journée de prospection et par localité (abri) en 2013.



La forte augmentation du nombre d'observations sur le transect 1 (nord du bassin nord) correspond à une véritable croissance de la population.

Elle est principalement expliquée par le développement d'une végétation dense qui augmente le nombre de proies, de caches et surtout l'humidité près du sol. Ainsi, la friche haute et les zones ombragées du corridor écologique accueillent les plus fortes populations (Carte 10), ce qui est cohérent avec les exigences de l'espèce pour des milieux frais et végétalisés.

Photo 45 : Orvet fragile femelle sous la plaque 31 du corridor en 2013. Auteur : R. Blanchard.

Autres espèces

La Vipère péliade a été mentionnée à plusieurs reprises par les employés de l'entreprise d'entretien des espaces verts. Il est rare que l'espèce soit décrite précisément. Les quelques descriptions détaillées recueillies mentionnent des caractéristiques incompatibles avec une vipère, comme par exemple une couleur marron uniforme, parfois même marron clair. La confusion avec de gros orvets ne peut donc pas être exclue (Photo 45). Cependant, la Vipère péliade est connue pour apprécier les bords de voies ferrées. Sa présence aux environs doit donc être considérée comme « possible ».

Par ailleurs, un lézard de teinte verte et de grande taille a été mentionné. La confusion avec un Lézard des murailles femelle ne peut cependant pas être exclue (Photo 46).

Photo 46 : Lézard des murailles femelles, aux teintes vertes. Auteur : S. Birckel.

IV.3 Conclusion

Fin 2013, le Lézard des murailles et l'Orvet fragile ont colonisé le corridor écologique. Là où les deux années sont comparables, les populations sont soit stables, soit en augmentation. **L'objectif de ce corridor était de fournir un habitat favorable au Lézard des murailles. Cet objectif est atteint.**

Les noues sèches partagent cet objectif. Celles-ci n'ont pas encore été colonisées. L'absence de continuité entre les noues et le corridor en est la cause.

Là où les reptiles sont présents, aucune menace ne pèse sur leurs populations. Une colonisation des noues sèches serait souhaitable mais il est difficile de la favoriser sans revoir le plan du parking. Il est par ailleurs tout à fait possible qu'elle se produise naturellement avant la fin des suivis (2015).

Les mesures favorables aux reptiles (mise en place d'une végétation continue et entretien manuel sans phytosanitaires) sont déjà appliquées. L'entretien par fauche tardive avec exportation est lui aussi adapté à condition **de ne pas pratiquer de fauche ou de désherbage important entre les mois d'avril et de septembre**.

V. Inventaire et suivi de l'avifaune

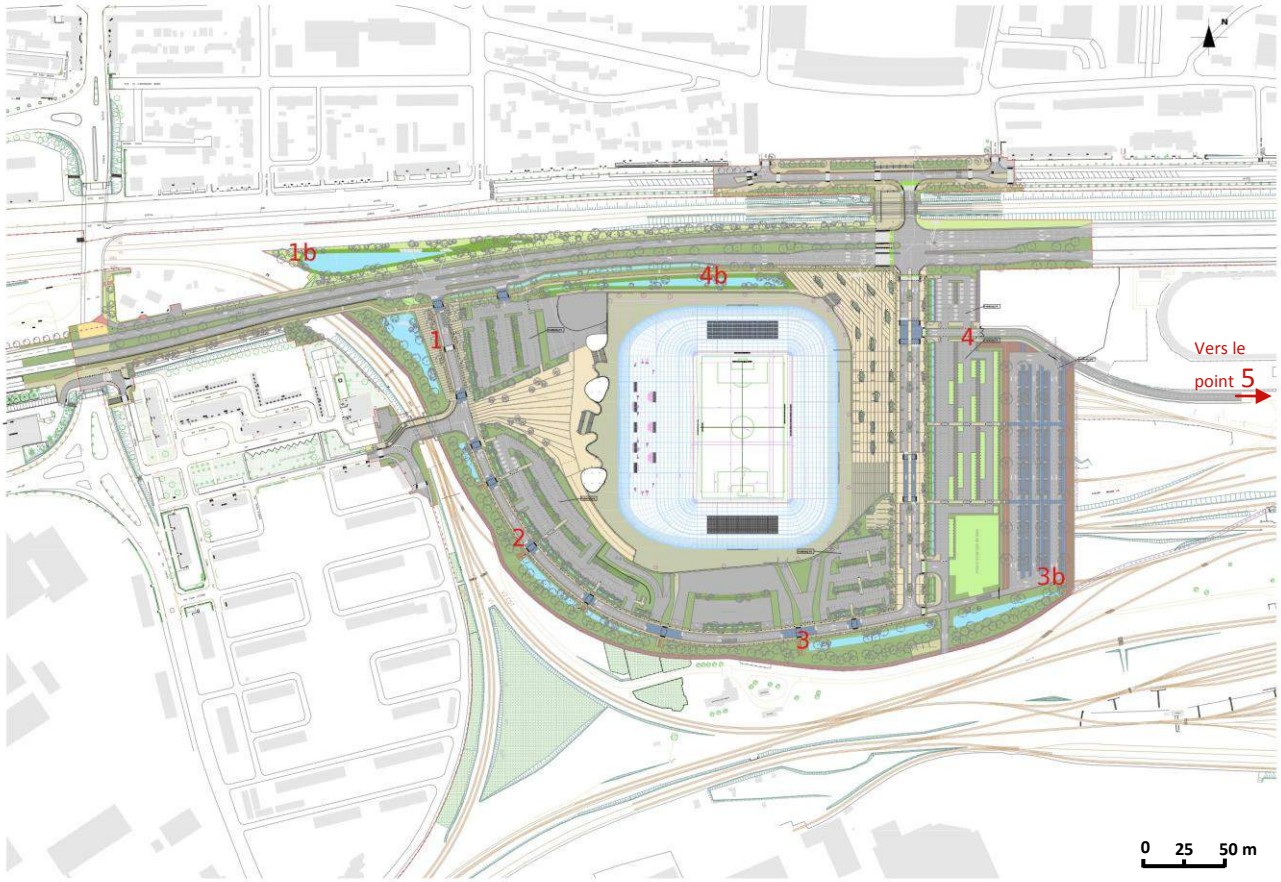
Ils sont réalisés par Franck Morel et Yannick Jacob, du Groupement ornithologique normand (GONm). Le diagnostic a été rédigé par Franck Morel et Yannick Jacob, corrigé et validé par Franck Morel et Gérard Debout, puis intégré à cette étude par Romain Blanchard.

V.1 Protocole

Zone d'étude

En 2012, les inventaires ont eu lieu sur les 70 hectares de la gare de Soquence. 12 points d'écoutes ont été répartis sur cet espace (Carte 12). Depuis 2013, la zone d'étude se limite au parc paysager. Les quatre points d'écoutes correspondants en 2012 ont été scindés en **7 points de suivi en 2013** (1, 1b, 2, 3, 3b, 4 et 4b, tous en Carte 11) **auxquels vient s'ajouter le point 5**, qui fait office de témoin hors parc.

Carte 11 : points de suivi 2013-2015. Nomenclature définitive.



Carte 12 : localisations des points d'écoute diurnes de 2012.
1
2
6
3
4
10
9
12
5
11
7
8
Légende
Parc paysager ; suivi en 2012, 2013, 2014 et 2015
Gare de Soquence = périmètre étendu ; inventorié en 2012
Point d'écoute diurne inventorié en 2012
0
50
100 m
N
Source : IGN, BDortho 2012. Auteur : R. Blanchard.

Méthode

Chaque point fait l'objet d'une écoute de cinq minutes par passage de suivi. Les oiseaux présents entre les points sont également notés. Deux visites ponctuelles ont permis de compléter ces inventaires le 5 juillet et le 8 octobre. Les points 1b et 4b, n'ont pas été suivis à chaque fois, mais ils le seront systématiquement à partir du mois de décembre. Au total, **huit dates ont fait l'objet d'un suivi** en matinée. Le Tableau 17 synthétise ces informations :

Tableau 17 : dates et localisation des suivis de l'avifaune en 2013. Vert : point inventorié ; Blanc : point non inventorié.

Points \ Dates	25/02	22/04	30/05	27/06	5/07	11/07	19/09	8/10	15/10	05/11	02/12	Nombre de passage / point
1												11
2												9
3												10
4												9
5												9
1b												6
3b												10
4b												6
Nombre de points suivis / sortie	7	7	7	7	3	7	7	3	7	7	8	

Tous les contacts visuels et sonores avec les oiseaux ont été notés, les oiseaux en vol au-dessus de la zone ont également été notés, mais nous les avons considérés à part dans l'analyse. Cinq types de contact ont été distingués :

1. le nombre de mâles chanteurs ou de couples différents,
2. le nombre d'adultes vus ou entendus criant,
3. le nombre de nids, de familles ou de juvéniles volants non émancipés,
4. le nombre d'oiseaux dans une troupe qui n'est pas une famille et
5. le nombre d'oiseaux en vol.

Les écoutes ont été effectuées dans les trois heures et demie qui suivent le lever du soleil, soit à la période où la plupart des espèces sont particulièrement actives.

Des contacts ont également été obtenus avec des oiseaux présents aux alentours du parc paysager stricto sensu : nous les avons classés comme étant contactés « à proximité » afin de les différencier des oiseaux qui exploitent directement la zone.

Patrimonialité

L'intérêt patrimonial de la zone d'étude a été défini à partir du statut des espèces au niveau régional, national et européen, c'est-à-dire :

- au niveau européen :
    - **l'annexe 1 de la Directive 2009/147/CE** du parlement européen et du conseil du 30 novembre 2009, concernant la conservation des oiseaux sauvages dans l'Union Européenne ;
    - **la convention de Berne 82/72/CEE** qui a pour objectif d'assurer la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe par une coopération entre les États. Nous avons considéré l'Annexe 2 de cette directive, concernant les espèces qui doivent faire l'objet de dispositions législatives ou réglementaires appropriées en vue d'assurer leur conservation (sont par exemple prohibées dans cette convention la détérioration ou la destruction intentionnelles des sites de reproduction ou des aires de repos, la perturbation intentionnelle de la faune sauvage, notamment durant la période de reproduction, etc.) ; ce sont des espèces strictement protégées.
- au niveau national :
    - **la liste rouge des espèces menacées en France** - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France. 2011 / UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS.
- au niveau régional :
    - **la liste rouge des oiseaux nicheurs de Haute-Normandie** (2011), validée par la DREAL et
    - **la nouvelle liste rouge des oiseaux de Haute-Normandie** (Debout, 2013), utilisée par la GONm.

V.2 Résultats

Ensemble des espèces contactées en 2013

43 espèces ont été contactées en 2013. Parmi elles, **32 espèces** ont été contactées directement sur le parc paysager et 11 n'ont été contactées qu'en périphérie. Près de 60% des oiseaux se sont contentés de survoler les points recensés.

10 espèces notées en 2012 ne l'ont pas été en 2013. Ceci est directement lié au fait que la zone prospectée en 2013 est nettement plus restreinte ; ces espèces avaient surtout été notées en vol ou posées au niveau de la friche du sud de la gare de Soquence (« friche RFF »).

Le Tableau 18 présente les espèces contactées lors des onze suivis effectués en 2013. Nous y avons précisé les espèces directement notées sur la zone restreinte, celles contactées en dehors de celle-ci et les oiseaux en vol. Les espèces sont classées par ordre décroissant d'effectifs pour les oiseaux observés directement sur la zone restreinte.

Tableau 18 : effectifs par espèce d'oiseau, par localité et par type de contact en 2013,
sur l'ensemble de la zone et l'ensemble des passages.

Espèce / type de contact	Parc paysager	Abords du parc paysager	En vol
Goéland argenté	177	33	568
Merle noir	34	32	2
Pigeon ramier	26	39	52
Rouge-gorge familier	23	12	
Accenteur mouchet	20	24	
Corneille noire	19	11	4
Bergeronnette grise	17	3	1
Pie bavarde	15	12	15
Canard colvert	14		
Linotte mélodieuse	13	4	73
Moineau domestique	13	8	
Grive musicienne	11	12	4
Poule d'eau	10		
Pouillot véloce	10	18	
Étourneau sansonnet	8	82	467
Troglodyte mignon	8	25	
Pigeon biset ville	7	7	30
Pinson des arbres	7	15	7
Rouge-queue noir	5		
Mésange charbonnière	5	9	
Verdier d'Europe	5	18	2
Mouette rieuse	4	3	24
Mésange bleue	3	3	
Goéland marin	2	1	4
Faucon crécerelle	2	3	
Grive litorne	2	1	
Bergeronnette des ruisseaux	1		2
Martinet noir	1		2
Pic épeiche	1		
Fauvette grisette	1	6	
Fauvette à tête noire	1	24	
Pic vert	1	2	
Chardonneret élégant			2
Pipit farlouse			2
Buse variable		1	
Fauvette des jardins		1	
Grive mauvis		1	55
Rousserolle effarvatte		1	
Rousserolle verderolle		1	
Fauvette babillarde		2	
Tourterelle turque		6	3
Mésange à longue queue		1	
Grand cormoran			1
Total	**466**	**421**	**1320**
Nombre d'espèces	**32**	**34**	**21**

Parmi les oiseaux de la zone *stricto sensu*, c'est le Goéland argenté qui présente l'effectif le plus élevé ; il se repose régulièrement en haut du stade Océane, notamment dans la moitié est. Quelques goélands marins sont parfois présents avec les argentés. Le Goéland argenté ne niche pas sur la zone mais sur des immeubles situés à proximité immédiate.

La Mouette rieuse, le Canard colvert et la Poule d'eau sont notés au niveau des deux mares du nord-ouest. Les deux dernières espèces ont niché sur la mare située au nord du boulevard de Léningrad. Le Martinet noir a également été observé chassant des insectes au-dessus de cette mare. La Bergeronnette des ruisseaux apprécie également les zones humides, elle a été notée au niveau de la noue située au nord du stade.

Un rapace, le Faucon crécerelle, exploite également les lieux, même s'il est plus régulier en dehors de la zone *stricto sensu* (en particulier aux alentours du point 5).

La plupart des autres oiseaux sont des passereaux appréciant la présence d'arbres, d'arbustes ou se nourrissant de graines de la végétation herbacée ou d'insectes.

Le Pipit farlouse et le Chardonneret élégant n'ont été observés qu'en vol. Il est probable que le second se nourrisse de graines sur le parc paysager.

Périodes d'observation des espèces contactées sur le parc paysager

Le Tableau 19 indique, pour les différents mois recensés, les effectifs et le nombre de fois où les différentes espèces ont été notées directement sur la zone restreinte lors des neuf suivis les plus complets. Cinq espèces qui ont été contactées uniquement lors des deux sorties ponctuelles en juillet et en octobre ont également été considérées.

Tableau 19 : effectifs par mois et par espèce d'oiseau en 2013, sur le parc paysager et sur les neuf suivis les plus complets uniquement : 25/02, 22/04/ 30/05, 26/05, 11/07, 19/05, 15/10, 5/11 et 02/12.

Mois / Espèce	Fév	Avril	Mai	Juin	Juil	Sept	Oct	Nov	Déc	Total	Nombre de mois où l'espèce a été notée
Merle noir	2	4	5	5	6	4	3	1	4	**34**	**9**
Accenteur mouchet	3	2	2	1	3	3	2	3	1	**20**	**9**
Goéland argenté	7	29		4	1	18	29	7	49	**144**	**8**
Bergeronnette grise	2	1		1	2	1	4	1	2	**14**	**8**
Pigeon ramier	13	2	2	2	7					**26**	**5**
Rouge-gorge familier				1		6	4	4	8	**23**	**5**
Pie bavarde				2	2	6	4		1	**15**	**5**
Corneille noire	4		2			1	5	2		**14**	**5**
Grive musicienne	1	1				1	5		3	**11**	**5**
Poule d'eau	3			2	1		1		3	**10**	**5**
Troglodyte mignon		2	1		1		3		1	**8**	**5**
Canard colvert	3				8		2	1		**14**	**4**
Linotte mélodieuse		3	2	1	4					**10**	**4**
Mésange charbonnière		2	1		1	1				**5**	**4**
Moineau domestique	1	6			6					**13**	**3**
Pouillot véloce		3				1			6	**10**	**3**
Pinson des arbres	5						1		1	**7**	**3**
Rouge-queue noir			3	1	1					**5**	**3**
Verdier d'Europe	1	3	1							**5**	**3**
Étourneau sansonnet		2			6					**8**	**2**
Mésange bleue	2	1								**3**	**2**
Faucon crécerelle			1					1		**2**	**2**
Goéland marin					1		1			**2**	**2**
Pigeon biset ville					7					**7**	**1**
Mouette rieuse							4			**4**	**1**
Grive litorne									2	**2**	**1**
Bergeronnette des ruisseaux							1			**1**	**1**
Fauvette à tête noire				1						**1**	**1**
Fauvette grisette			1							**1**	**1**
Martinet noir					1					**1**	**1**
Pic vert									1	**1**	**1**
Pic épeiche						1				**1**	**1**
Total	**47**	**61**	**21**	**21**	**58**	**43**	**69**	**20**		**340**	
Nombre d'espèces	**13**	**14**	**11**	**11**	**17**	**11**	**15**	**8**	**13**	**30**	

Quatre espèces sont très régulières, puisqu'elles ont été notées huit ou neuf fois sur les neuf mois recensés : le Merle noir, l'Accenteur mouchet, le Goéland argenté et la Bergeronnette grise.

Sept espèces sont assez régulières puisqu'elles ont été notées quatre ou cinq fois sur neuf : le Pigeon ramier, le Rouge-gorge familier, la Pie bavarde, la Corneille noire, la Grive musicienne, la Poule d'eau, le Troglodyte mignon, le Canard colvert, la Linotte mélodieuse et la Mésange charbonnière.

La Fauvette à tête noire, la Fauvette grisette, le Martinet noir et le Rouge-queue noir n'ont été notés qu'en période nuptiale et la Bergeronnette des ruisseaux et la Mouette rieuse qu'en période internuptiale. En période nuptiale 2013, la végétation était assez peu développée et donc peu propice à la nidification de ces oiseaux. Pour autant, il n'est pas impossible que des espèces, comme le Merle noir ou l'Accenteur mouchet, aient niché en 2013. En vieillissant, les plantations pourront plus facilement servir de site de nidification. Le Rouge-queue noir a niché directement dans les infrastructures du stade Océane (nourrissage observé) et il est possible que la Bergeronnette grise y niche également.

Localisation au sein du parc

Afin de permettre une **comparaison fiable de la fréquentation relative des points**, les effectifs de cette section ne concernent que les points qui ont été suivis exactement de la même manière (cf. Tableau 20).

Ensemble de l'année 2013 (février à décembre 2013)

Les Figure 58 et Figure 59 présentent le nombre d'oiseaux et d'espèces contactés sur les six points.

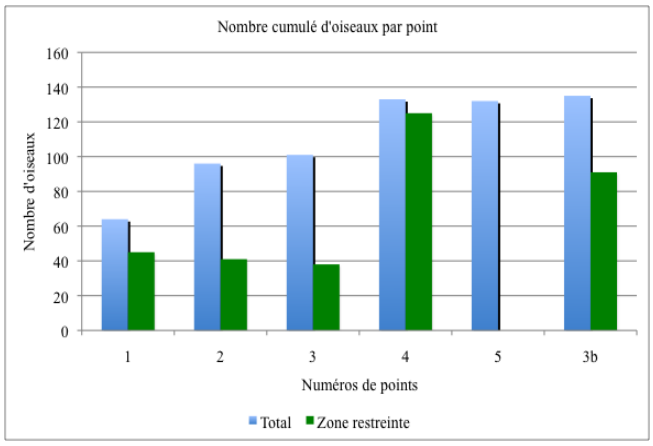


Figure 58 : nombre d'oiseaux par point en 2013.

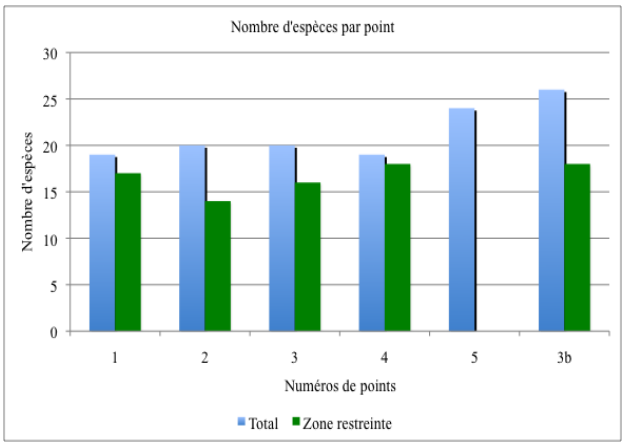


Figure 59 : nombre d'espèces par point en 2013.

Les points 3b et 5 accueillent à la fois le plus grand nombre d'oiseaux et le plus grand nombre d'espèces, grâce à la proximité d'une grande variété de milieux. Les autres points sont comparables du point de vue de la richesse spécifique (± 17 espèces). Le point 4 (parking) accueille cependant un grand nombre d'individus, notamment grâce à l'observation des **nombreux goélands posés sur le haut du stade**, dans la partie est.

Par ailleurs, **le nombre d'espèces recensées par point est comparable à celui observé en 2012**. En effet, pour les points 1, 2, 3 ,4 et 5 les effectifs étaient respectivement de 14, 18, 19 ,15 et 21 en 2012 contre 19, 20, 20, 19, et 24 en 2013.

Le détail des espèces se trouve en Tableau 20. En effet, il présente les effectifs cumulés par espèces et par point entre février et décembre 2013. Il en ressort que **huit espèces exploitent directement le parc paysager**, puisqu'elles ont été notées sur l'ensemble des points : le Pigeon ramier, le Merle noir, l'Accenteur mouchet, le Troglodyte mignon, la Pie bavarde, le Rouge-gorge familier, le Verdier d'Europe et la Corneille noire. Parmi elles, seuls le Goéland argenté, le Merle noir, le Pigeon ramier et le Rouge-gorge familier comptent des effectifs cumulés supérieurs à 20 oiseaux (respectivement 124, 28, 25 et 20 oiseaux).

Tableau 20 : effectifs et localisation des oiseaux contactés sur le parc paysager en 2013.
Seuls les six points recensés strictement de la même manière durant aux dates suivantes : 25/02, 22/04, 30/05, 27/06, 11/07, 19/09, 15/10 et 05/11, sont pris en compte. Les espèces sont classées par ordre décroissant d'effectifs sur le parc paysager. Les oiseaux contactés en vol n'ont pas été pris en compte. Total = contacts obtenus avec l'ensemble des oiseaux ; ZR = contact ceux contactés directement sur le parc paysage (zone restreinte). Rappelons que le point 5 se situe en dehors du parc.

Point	1		2		3		4		5		3b		Effectifs cumulés		Nombre de points de contacts	
Espèce	Total	ZR	Total	ZR	Total	ZR	Total	ZR	Total	ZR	Total	ZR	Total	ZR	Total	ZR
Goéland argenté	8	1	16	6			66	66	4		51	51	**145**	**124**	**5**	**4**
Merle noir	9	7	10	6	11	4	7	7	13		6	4	**56**	**28**	**6**	**5**
Pigeon ramier	3	3	3	1	3	2	15	15	34		5	4	**63**	**25**	**6**	**5**
Rouge-gorge familier	4	4	6	3	6	3	6	6	2		8	4	**32**	**20**	**6**	**5**
Accenteur mouchet	7	6	10	3	10	1	2	2	2		6	3	**37**	**15**	**6**	**5**
Pie bavarde	1	1	4	4	4	1	8	8	7		2	1	**26**	**15**	**6**	**5**
Bergeronnette grise	2	2	3	2	5	5			1		4	4	**15**	**13**	**5**	**4**
Corneille noire	4	3	5	3	5	3	1	1	3		5	2	**23**	**12**	**6**	**5**
Moineau domestique	4	4	1	2	11	4							**16**	**10**	**3**	**3**
Grive musicienne			4	2	7	5	1	1	5		2	1	**19**	**9**	**5**	**4**
Linotte mélodieuse	1	1	4	3	2	1					5	4	**12**	**9**	**4**	**4**
Pouillot véloce	2	1	3	2	8	3	4	1			7	1	**24**	**8**	**5**	**5**
Pinson des arbres			1		8	1	2	2	5		6	4	**22**	**7**	**5**	**3**
Troglodyte mignon	2	1	10	3	8	1	1		3		5	1	**29**	**6**	**6**	**4**
Canard colvert	4	4											**4**	**4**	**1**	**1**
Mésange charbonnière	2	1			2		4	3	2		2		**12**	**4**	**5**	**2**
Mouette rieuse			2				4	4			1		**7**	**4**	**3**	**1**
Rouge-queue noir					2	2	1	1			1	1	**4**	**4**	**3**	**3**
Verdier d'Europe	1	1	4		2		3	3	11		1		**22**	**4**	**6**	**2**
Étourneau sansonnet	2	2	1	1					22				**25**	**3**	**3**	**2**
Poule d'eau	3	3											**3**	**3**	**1**	**1**
Faucon crécerelle									1		4	2	**5**	**2**	**2**	**1**
Grive litorne							2	2	1				**3**	**2**	**2**	**1**
Mésange bleue					1	1	1	1	1		2		**5**	**2**	**4**	**2**
Pigeon biset ville									7		2	2	**9**	**2**	**2**	**1**
Fauvette à tête noire	4		5		3		4	1			4		**20**	**1**	**5**	**1**
Fauvette grisette			2		2				1		1	1	**6**	**1**	**4**	**1**
Goéland marin	1				1	1							**2**	**1**	**2**	**1**
Pic épeiche											1	1	**1**	**1**	**1**	**1**
Pic vert							1	1	2				**3**	**1**	**2**	**1**
Buse variable									1				**1**		**1**	
Fauvette babillarde											2		**2**		**1**	
Fauvette des jardins											1		**1**		**1**	
Grive mauvis									1				**1**		**1**	
Rousserolle effarvatte											1		**1**		**1**	
Tourterelle turque			2						2				**4**		**2**	
Mésange à longue queue									**1**				**1**			
Effectifs cumulés	**64**	**45**	**96**	**41**	**101**	**38**	**133**	**125**	**132**	**0**	**135**	**91**	**661**	**340**		
Nombre d'espèces	**19**	**17**	**20**	**14**	**20**	**16**	**19**	**18**	**24**	**0**	**26**	**18**				

Période nuptiale (avril à juillet 2013)

Le Tableau 21 présente les effectifs cumulés par espèces et par point en période nuptiale uniquement, soit entre avril et juillet 2013.

En période de reproduction 2013, 29 espèces ont été contactées dont 21 directement sur la zone restreinte.

Tableau 21 : effectifs et localisation des oiseaux contactés sur le parc paysager en période de nidification uniquement.
Seuls les 6 points recensés strictement de la même manière durant aux dates suivantes : 22/04, 30/05, 27/06 et 11/07 sont pris en compte. Les espèces sont classées par ordre décroissant d'effectifs sur le parc paysager. Les oiseaux contactés en vol n'ont pas été pris en compte. Total = contacts obtenus avec l'ensemble des oiseaux ; ZR = contact ceux contactés directement sur le parc paysage (zone restreinte). Rappelons que le point 5 se situe en dehors du parc.

Point	1		2		3		4		5		3b		Effectifs cumulés		Nombre de points de contacts	
Espèce	Total	ZR	Total	ZR	Total	ZR	Total	ZR	Total	ZR	Total	ZR	Total	ZR	Total	ZR
Goéland argenté	1		9	2			4	4			28	28	42	34	4	3
Merle noir	6	4	4	2	4	2	3	3	8		3	3	28	14	6	5
Pigeon ramier	3	3	3	1	1	1	6	6	11		2	1	26	12	6	5
Moineau domestique	4	4	2	2	10	3							16	9	3	3
Linotte mélodieuse	1	1	4	3	2	1					5	4	12	9	4	4
Accenteur mouchet	5	4	2	2	5	1			1		2		15	7	5	3
Troglodyte mignon	1		6	2	6	1	1		3		4	1	21	4	6	3
Pie bavarde	1	1	2	2	2	1			2		1		8	4	5	3
Bergeronnette grise	1	1	1		1	1			1		2	2	6	4	5	3
Rouge-queue noir					2	2	1	1			1	1	4	4	3	3
Étourneau sansonnet	2	2	1	1					22				25	3	3	2
Verdier d'Europe	1	1	3		1		2	2	7		1		15	3	6	2
Mésange charbonnière	2	1			2		3	2					7	3	3	2
Poule d'eau	3	3											3	3	1	1
Pouillot véloce	1	1	2		3		2	1			5		13	2	5	2
Pigeon biset ville	0		0								2	2	2	2	3	1
Fauvette à tête noire	4		3		3		4	1			4		18	1	5	1
Fauvette grisette			2		2				1		1	1	6	1	4	1
Corneille noire			1	1	1						2		4	1	3	1
Faucon crécerelle									1		1	1	2	1	2	1
Goéland marin	1				1	1							2	1	2	1
Grive musicienne			2		2				2		1		7		4	
Tourterelle turque			2						2				4		2	
Pinson des arbres					1				1		1		3		3	
Fauvette babillarde											2		2		1	
Mouette rieuse			2										2		1	
Pic vert									2				2		1	
fauvette des jardins											1		1		1	
Rousserolle effarvatte											1		1		1	
Effectifs cumulés	**37**	**26**	**51**	**18**	**49**	**14**	**26**	**20**	**64**		**70**	**44**	**297**	**122**		
Nombre d'espèces	**16**	**12**	**19**	**10**	**18**	**10**	**9**	**8**	**14**	**0**	**21**	**10**	**29**	**21**		

La Figure 60 présente une comparaison entre le nombre d'espèces contactées en période nuptiale 2012 et 2013 sur les 5 points qui ont été suivis lors des deux périodes de reproduction. On y remarque que **quatre des cinq points ont accueillis plus d'espèces en 2013**. Cette progression doit s'expliquer au moins en partie par le fait que les travaux de 2012 ont dû occasionner des dérangements pour les oiseaux. Sur le parc, il se peut également que la présence d'une végétation plus fournie en 2013 ait favorisé la présence de certains oiseaux. Dans l'avenir, il sera intéressant de voir comment les oiseaux vont coloniser les différentes plantations ou aménagements effectués autour du stade.

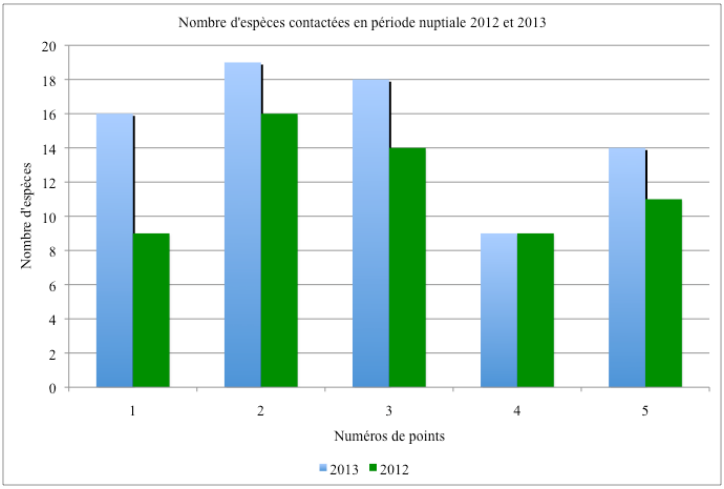


Figure 60 : comparaison des effectifs cumulés d'oiseaux par point, en période nuptiale entre 2012 (vert) et 2013 (bleu).

Espèces patrimoniales et statuts

Le Tableau 22 présente le statut de toutes les espèces observées lors des recensements effectués en 2013. Les espèces en caractères gras avaient déjà été notées en 2012.

Tableau 22 : statuts des espèces d'oiseaux observées en 2013. ZR : espèces observées directement sur le parc paysager ; Hors ZR : espèces notées en dehors du parc paysager. A1O : espèces classées dans l'Annexe 1 de la Directive 2009/147/CE ; BA2 : espèces listées dans l'Annexe 2 de la convention de Berne 82/72/CEE ; Nich. : nicheur ; Hive. : hivernant ; Migr. : migrateur. Le détail des listes rouges est donné dans le protocole. NT : Quasi menacée ; VU : Vulnérable ; EN : En danger ; CR : En danger critique d'extinction; vide : absence d'information ou non menacé ; () : espèce non présente pendant la période de classement.

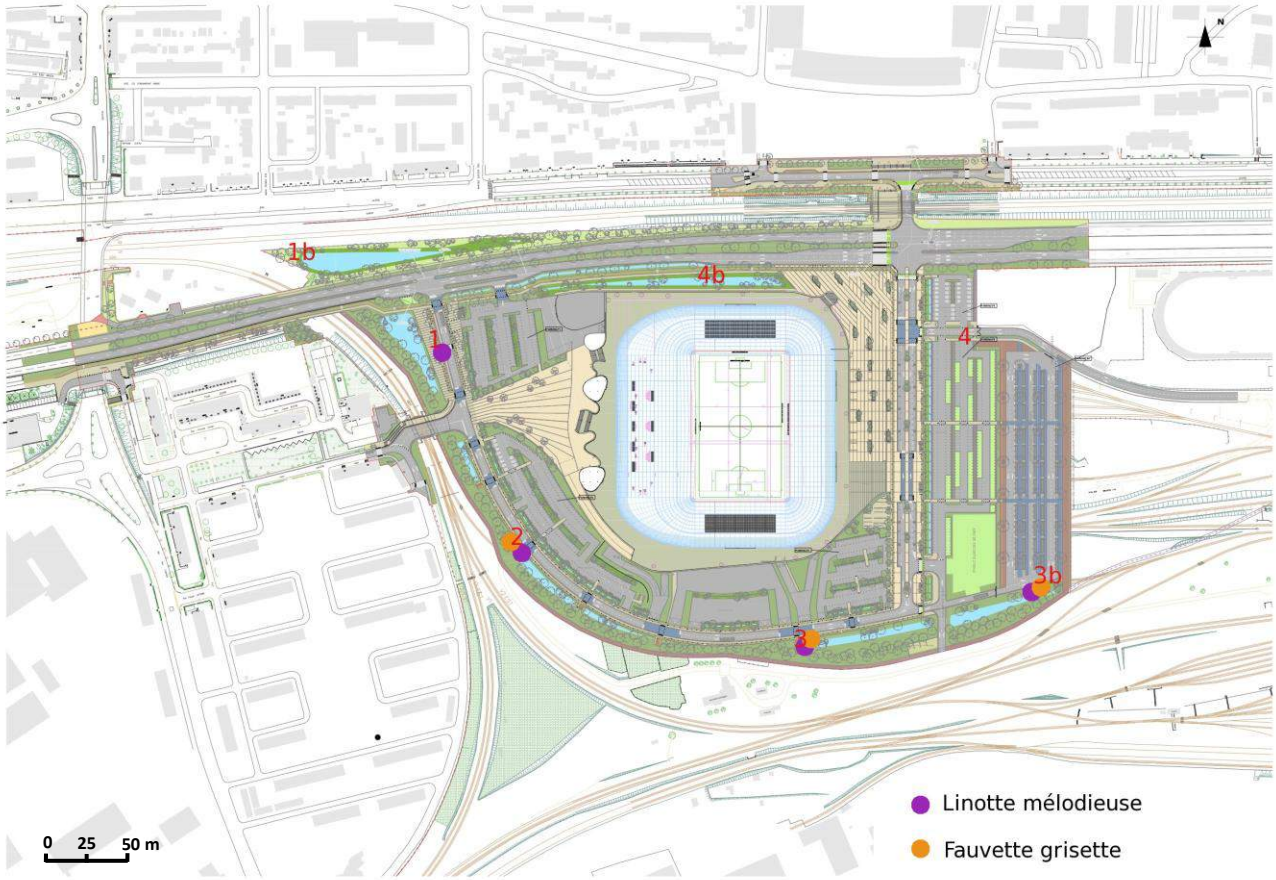
Espèces	Localisation et comportement			Classements européens		Liste rouge nationale			Listes rouges régionales			
									DREAL (officiel)	GONm (local)		
	ZR	Hors ZR	En vol	A10	BA2	Nich.	Hive.	Migr.	Nich.	Nich.	Hive.	Migr.
Grand cormoran			X									
Canard colvert	X											
Buse variable		X			1							
Faucon crécerelle	X	X			1				NT			
Poule d'eau	X											
Goéland marin	X	X	X						EN	VU	NT	
Goéland argenté	X	X	X							VU		
Mouette rieuse	X	X	X						(EN)	(VU)	VU	
Pigeon biset ville	X	X	X									
Pigeon ramier	X	X	X									
Tourterelle turque		X	X									
Martinet noir	X		X									
Pic vert	X	X			1							
Pic épeiche	X				1							
Pipit farlouse			X		1	(VU)				(VU)		NT
Bergeronnette des ruisseaux	X		X		1				(NT)			
Bergeronnette grise	X	X	X		1						VU	NT
Troglodyte mignon	X	X			1							
Accenteur mouchet	X	X			1						NT	
Rouge-queue noir	X				1							
Rouge-gorge familier	X	X			1							
Grive litorne	X	X										
Merle noir	X	X	X									
Grive mauvis		X	X									NT
Grive musicienne	X	X	X									
Rousserolle verderolle		X			1							
Rousserolle effarvatte		X			1				NT			
Fauvette des jardins		X			1					VU		VU
Fauvette à tête noire	X	X			1							
Fauvette babillarde		X			1				NT			
Fauvette grisette	X	X			1	NT						VU
Pouillot véloce	X	X			1						(VU)	VU
Mésange à longue queue		X			1							
Mésange bleue	X	X			1							
Mésange charbonnière	X	X			1							
Pinson des arbres	X	X	X									
Verdier d'Europe	X	X	X		1							
Chardonneret élégant			X		1							
Linotte mélodieuse	X	X	X		1	VU					VU	
Moineau domestique	X	X								NT	NT	NT
Étourneau sansonnet	X	X	X							NT	NT	NT
Pie bavarde	X	X	X									
Corneille noire	X	X	X									
Total : 43 espèces	**32**	**34**	**21**	**0**	**24**	**1 VU 1 NT**	**0**	**0**	**1 EN 3NT**	**3 VU 2 NT**	**3 VU 4 NT**	**3 VU 5 NT**

Parmi les 43 espèces contactées en 2013, 36 avaient déjà contactées en 2012.

24 espèces sont strictement protégées car classées dans l'Annexe 2 de la convention de Berne. Aucune n'est classée dans l'Annexe 1 de la Directive 2009/147/CE, concernant la conservation des oiseaux sauvages dans l'Union Européenne.

Deux espèces sont classées dans la **liste rouge nationale des nicheurs** et fréquentent le site en période nuptiale (Carte 13) :

Carte 13 : localisation des deux espèces de la liste rouge nationale des nicheurs en période nuptiale 2013.



- une espèce **vulnérable : la Linotte mélodieuse** (Photo 47). Elle fréquente pratiquement toute la Normandie, elle était considérée comme assez commune dans notre région mais l'enquête Tendances a permis de constater une régression des données printanières entre 1996 et 2012 (Debout, 2013). En France, les suivis STOC indiquent une diminution de l'espèce de 72 % depuis 1989 et de 45 % entre 2001 et 2011. Le déclin observé est comparable à celui enregistré au Royaume-Uni (-62% de 1975 à 2000) ou en Europe. Cette chute sévère est probablement liée à la diminution de ses ressources alimentaires (des petites graines d'herbacées souvent considérées comme de mauvaises herbes et donc éliminées des zones de grandes cultures). Entre avril et juillet 2013, elle a été notée sur six des points du parc paysager, qu'elle exploite au moins dans un but trophique.

Photo 47 : Linotte mélodieuse (X. Corteel).

- et une **quasi-menacée : la Fauvette grisette** (Photo 48). Elle niche dans les buissons. En France, les suivis STOC indiquent un déclin de 7 % depuis 1989 et une stabilité entre 2001 et 2011. C'est une espèce qui présente des fluctuations importantes d'effectifs, peut-être de manière cyclique. En Normandie, l'enquête Tendances

Photo 48 : Fauvette grisette (H. Lefébure).

indique une progression de l'espèce en période nuptiale entre 1996 et 2012. La tendance européenne est à l'augmentation. En 2013, elle a été contactée sur quatre points du parc paysager, mais, excepté une fois, les oiseaux étaient entendus en dehors de la zone *stricto sensu*.

Lors de l'étude de 2012, le Bouvreuil pivoine (considéré comme vulnérable) avait été contacté dans une friche située au sud du parc; le non recensement de cette zone en 2013 doit expliquer l'absence de l'espèce.

Parmi les espèces qui fréquentent les lieux en période nuptiale, **quatre espèces sont classées dans la liste rouge régionale officielle** : le Goéland marin, le Faucon crécerelle, la Rousserole effarvatte et la Fauvette babillarde ; et cinq sont classées sur la nouvelle liste rouge régionale des nicheurs du GONm : le Goéland marin, le Goéland argenté, la Fauvette des jardins, le Moineau domestique et l'Etourneau sansonnet.

Le **Goéland marin** (Photo 49) est la seule espèce à être classée sur deux listes rouges à fois. Il est considéré comme un nicheur « vulnérable » ou « en danger », ce qui en fait l'espèce la plus menacées à l'échelle régionale parmi les espèces contactées en 2013. A l'instar du Goéland argenté, il ne niche pas sur le parc paysager mais sur les immeubles ou habitations proches. Tous deux se posent en haut du stade en période internuptiale.

Photo 49 : Goéland marin (Gilles Le Guillou).

Concernant les autres oiseaux qui figurent sur la liste rouge régionale officielle, on note le **Faucon crécerelle** (quasi-menacé), qui doit nicher aux alentours de la zone d'étude. De même, la Fauvette babillarde et la Rousserolle effarvatte (quasi-menacées) n'ont été contactées en période nuptiale qu'en dehors du parc paysager.

Enfin, concernant les statuts de menace de la liste du GONm, les remarques suivantes sont formulées :

La Fauvette des jardins a été notée à partir d'un point de la zone restreinte en 2013, mais il s'agissait d'un oiseau qui chantait en dehors de cette zone. Cette espèce peut se nourrir au niveau du parc paysager, elle est considérée comme « vulnérable » en période nuptiale et en migration.

L'Etourneau sansonnet et le Moineau domestique nichent au niveau des habitations proches, ils pourraient même nicher au niveau du stade. Ces deux espèces sont considérées comme « quasi-menacées » aux différentes périodes de l'année. Ils sont présents sur le parc paysager à différentes saisons.

Ajoutons que la Mouette rieuse, la Bergeronnette grise, l'Accenteur mouchet, la Grive mauvis et le Pouillot véloce sont considérés comme « vulnérables » ou « quasi-menacés » en dehors de la période de reproduction ; ils ont été notés en période internuptiale. Les trois premières espèces sont régulières.

Le Pipit farlouse est considéré comme « quasi menacé » en migration mais le parc ne présente pas d'intérêt pour l'espèce à cette période ; les seuls oiseaux observés en 2013 se sont contentés de survoler les lieux.

Pour conclure sur les statuts, on se contentera de remarquer la grande disparité de classement en fonction de l'échelle géographique et de l'organisme de classement. Seule la situation du Goéland marin fait l'objet, localement, d'un certain consensus. La politique actuelle consiste à défavoriser sa nidification tout en laissant l'espèce accéder au stade pour le nourrissage. Elle semble adaptée aux enjeux locaux.

V.3 Conclusion

Les prospections de 2013 ont permis de recenser 43 espèces dont 32 exploitent directement les différents milieux de la zone restreinte. 36 des 46 espèces contactées en 2012 sur une zone plus importante ont de nouveau été retrouvées. Les espèces notées en 2012 et non retrouvées en 2013 étaient surtout liées à une friche qui n'est plus recensée ou avaient juste survolé les lieux.

Deux des espèces présentes en période nuptiale sont classées dans la liste rouge nationale des nicheurs ; leur nidification sur la zone restreinte n'a pas été prouvée en 2013, mais elles exploitent les plantations pour se nourrir.

Les deux ans de suivis supplémentaires prévus aux alentours du stade, permettront de voir si le développement des nombreux arbres, arbustes et plantes herbacées qui ont été plantés favorisera l'installation de certains oiseaux. En l'absence de ces formations végétales, il est difficile de proposer des mesures permettant de favoriser l'avifaune. Notons cependant qu'il serait possible d'installer des nichoirs pour favoriser certaines espèces déjà présentes comme les mésanges ou le Rouge-gorge.

Enfin, afin de préserver les oiseaux d'eau déjà présents, ainsi que ceux qui pourrait un jour venir, il conviendrait de **ne pas faucher les roseaux pendant la période nidification, soit entre avril et juillet,** et de **limiter le désherbage des abords des bassins durant cette même période**.

VI. Analyse de la nématofaune du sol

Ces inventaires sont réalisés par Elisol Environnement.

VI.1 Résumé

Deux caractérisations de l'activité biologique du sol ont été réalisées en octobre 2012 et avril 2013. Six zones ont été retenues, situées en majorité sur le site du stade Océane (5 différents types d'espaces verts) mais aussi dans une zone à proximité du stade (zone de référence).

Dans chacune des six zones retenues, trois échantillons composites (provenant de 10 à 12 prises élémentaires) de sol ont été prélevés dans la strate superficielle de sol (0-10 cm). Sur l'ensemble de ces échantillons, la nématofaune, bioindicateur prenant en compte l'ensemble des nématodes libres et phytophages, a été analysée. Une analyse correspond à l'extraction, la quantification et l'identification taxonomique au niveau de la famille des nématodes du sol selon la norme NF/ISO 23611-4.

L'objectif de ces mesures est de déterminer si le fonctionnement biologique du sol est normal dans les différents espaces verts et s'il évolue positivement au cours du temps.

Résultats marquants

- ✓ Les tendances observées en octobre 2012 sur l'activité biologique du sol entre les modes de gestion des espaces verts sont conservées en avril 2013.
- ✓ Les zones sous écorces présentent l'activité biologique la plus faible (peu de nématodes libres) ; les nématodes phytophages y sont extrêmement peu abondants, reflétant une colonisation racinaire encore faible.
- ✓ La prairie fleurie est une zone où l'activité biologique du sol est intense ; la forte colonisation racinaire par une flore spontanée a induit une multiplication importante des organismes du sol : libres ou rhizophages.
- ✓ L'ambiance sous-bois présente une activité microbiologique modérée mais une diversité taxonomique et fonctionnelle qui tend à être plus importante que les noues sèches et les noues humides dont elles se discriminent légèrement.
- ✓ Les noues sèches et les noues humides présentent des caractéristiques relativement proches et les différents paramètres ne permettent pas de les discriminer de façon très importante.
- ✓ La zone témoin présente la diversité fonctionnelle la plus élevée : le micro-réseau trophique du sol est le plus complexe ce qui montre une certaine stabilité de cet écosystème. L'activité biologique, quantifiée par l'abondance des nématodes libres est assez élevée, comme attendu dans ce type d'écosystème.

VI.2 Prestation

ELISOL environnement est chargé de l'étude la nématofaune du sol qui est un bio-indicateur du fonctionnement biologique de sols.

L'objectif est de caractériser le site par le fonctionnement biologique de ses sols dans les différentes zones écologiques qui ont été conçues et mises en place sur le site : niveau d'activité biologique du sol, diversité des communautés, obtention d'un état d'équilibre…

La prestation se déroule sur quatre ans, de 2012 à 2015. La première année (2012), les prélèvements ont été réalisés en automne compte-tenu de la mise en place progressive des espaces verts sur le site. Les prélèvements des années suivantes sont prévus ou ont été réalisés au printemps.

VI.3 Nématodes et fonctionnement des sols

Les nématodes

Les nématodes (Figure 61) sont les organismes pluricellulaires (les métazoaires) les plus abondants sur terre.

Ce sont des organismes microscopiques vermiformes (longueur de l'ordre de 1mm pour un diamètre de 20 µm). Ils sont translucides et invisibles à l'œil nu. Les nématodes constituent un groupe extrêmement diversifié (environ 20 000 espèces décrites), ils sont présents dans tous les milieux (eaux douces, mers, végétaux, sols…). Certains sont parasites (des vertébrés, des invertébrés dont les insectes ou des végétaux), d'autres vivent librement dans les différents environnements (sols, cours d'eau, océans), sous tous les climats et à toutes les latitudes.

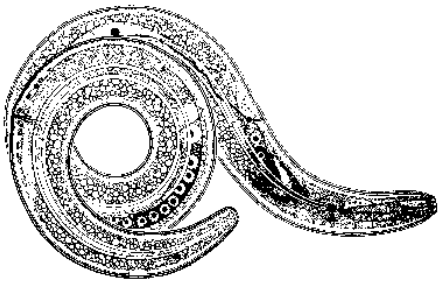


Figure 61 : dessin d'un nématode phytoparasite (*Pratylenchus* sp.) réalisé par Cobb, un des pères de la nématologie.

Dans le sol :

La majorité des nématodes du sol sont dits libres et se nourrissent essentiellement de bactéries, de champignons, et d'autres nématodes. Du fait de leur diversité taxonomique et fonctionnelle, les nématodes sont le reflet quantitatif et qualitatif du réseau trophique du sol et des milieux aquatiques aussi bien sous l'angle de la biodiversité que du fonctionnement. Cependant une minorité de nématodes attaque les plantes et les animaux et il convient de contrôler leur prolifération.

L'intérêt des nématodes est qu'ils se placent à différents niveaux de la chaîne trophique et, de ce fait, leur caractérisation donne une information sur l'ensemble du réseau trophique du sol (Figure 62).

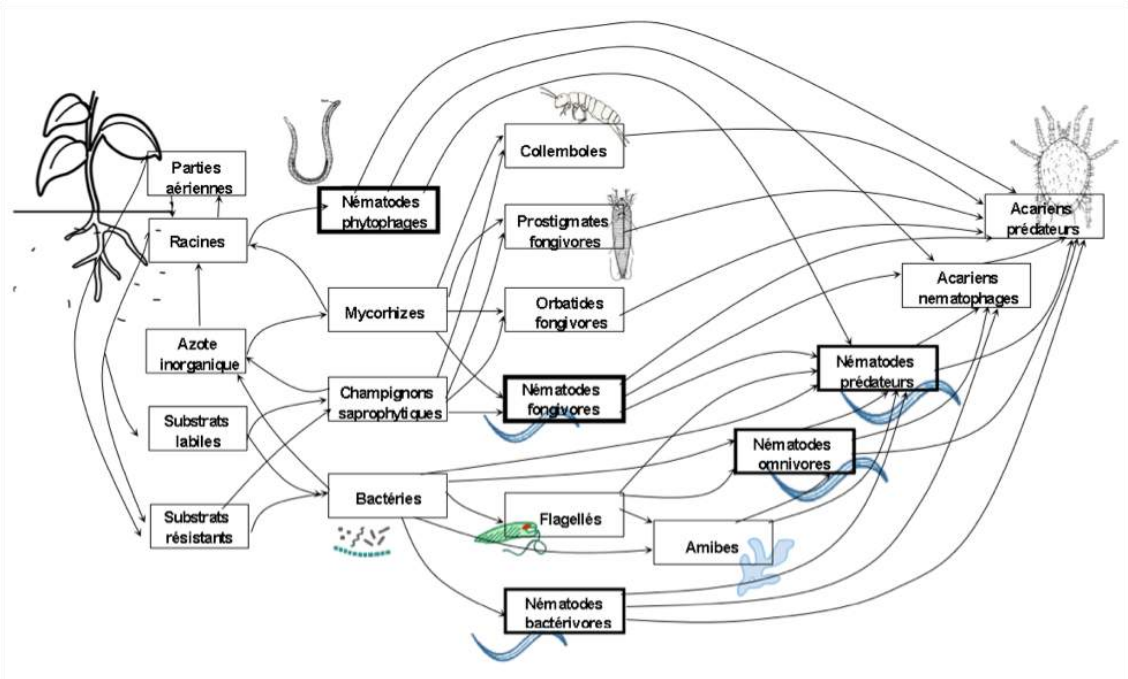


Figure 62 : la microchaîne trophique du sol dans laquelle les nématodes sont présents à plusieurs niveaux.

L'utilisation des nématodes comme bio-indicateurs de l'état biologique du sol

S'ils sont particulièrement intéressants pour être utilisés comme bio-indicateurs de l'état du sol, c'est parce que :

- ils sont ubiquistes, présents dans tous les milieux, sous tous les climats, à toutes les latitudes ;
- ils sont abondants : dans un sol ordinaire on trouve de l'ordre de 1 million de nématodes par m^2 ;
- ils présentent une grande diversité taxonomique et fonctionnelle (différents comportements alimentaires, des capacités à coloniser le milieu très variables) pouvant être synthétisée par l'identification des 70 familles majeures ;
- ils jouent le rôle clé de micro-régulateurs dans la dynamique des éléments nutritifs dans le sol ;
- ils sont sensibles, de façon variable, aux conditions du milieu et aux perturbations physiques ou chimiques ;
- ils sont faciles à échantillonner et la méthode d'étude est normalisée (IS0 23611-4).

Les nématodes peuvent être distingués selon leur groupe trophique (Figure 63). Chacun de ces groupes trophiques peut renseigner sur une fonctionnalité du sol. Les six principaux groupes trophiques de nématodes trouvés dans le sol sont :

- les nématodes phytophages (obligatoires ou facultatifs) qui renseignent sur la nature et l'état de la couverture végétale et, éventuellement, le risque de perte de rendement ;
- les nématodes microbivores (bactérivores et fongivores) qui renseignent sur le compartiment microbien, la dynamique de la matière organique et le recyclage des nutriments ;
- les nématodes de niveaux trophiques supérieurs (omnivores et carnivores) qui reflètent les perturbations physiques ou chimiques du milieu.

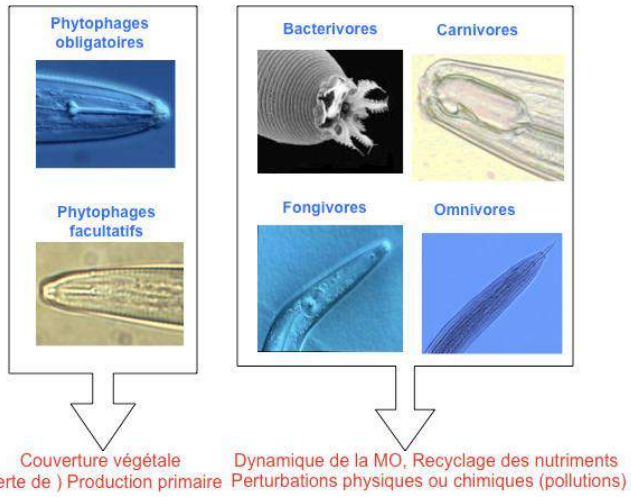


Figure 63 : groupes trophiques chez les nématodes.

VI.4 Méthodes d'étude et zones étudiées

Zones de prélèvements

La localisation des prélèvements est indiquée en Carte 14 et Carte 15.

Carte 14 : localisation des points de prélèvements sur le site du stade Océane.

Cinq situations ont été sélectionnées pour être échantillonnées. Elles correspondant aux différentes ambiances recréées sur le site (Figure 64) :

- **Noues humides** « Ambiance humide ».
- Corridor « **Ambiance sous-bois** ».
- **Noues sèches.**
- Zones recouvertes d'écorces « **Sous écorces** ».
- **Prairie fleurie** (non semée au moment du prélèvement).

Carte 15 : localisation des points de prélèvements de la zone témoin hors stade.

Pour chacune de ces situations, trois échantillons ont été réalisés (Carte 14). Ces échantillons sont des échantillons de sol composites, c'est à dire obtenus par le mélange de 12 à 15 carottes élémentaires prélevées dans la strate de sol 0-10 cm à l'aide d'une tarière.

Il faut de plus signaler trois pratiques qui vont conditionner les évolutions de la nématofaune des sols en fonction des zones :

1. certaines zones sont couvertes d'un feutre limitant le développement des adventices en dehors des points où des végétaux ont été replantés (ambiance humide & ambiance sous-bois) ;

2. les végétaux ont été replantés dans une motte de terreau qui contenait potentiellement des nématodes ;

3. d'autres zones sont recouvertes d'une épaisse couche d'écorces (environ 8 cm).

De plus, une situation à l'extérieur du stade a également été sélectionnée et échantillonnée (Carte 15); elle sert de zone témoin de comparaison, dans la mesure où ce site correspond à du sol en place, non remanié dans le cadre de la création du stade. Trois échantillons ont été réalisés pour étudier cette situation, de la même façon que les échantillons à l'intérieur du site du stade.

Noues humides
« Ambiance humide »

Noues sèches

Zones recouvertes d'écorces « Sous écorces »

Corridor
« Ambiance sous-bois »

Prairie fleurie
(non semée au moment de la photographie).

Zone témoin hors stade

Figure 64 : illustrations des zones de prélèvement.

Remarque :

Les différents espaces verts ont été constitués sur de la terre provenant de zones hors du stade (limon des plateaux) ; les sols ne sont donc pas des sols en place mais des sols très perturbés avant l'implantation de la végétation.

Procédures d'échantillonnage

Dans chacune des six zones retenues pour l'étude, trois échantillons de sol ont été recueillis pour analyses ultérieures au laboratoire. Les modalités de prélèvement des échantillons de sol (Figure 65) sont les suivantes :

- repérage à l'aide du plan de la position et de l'aire qui a été retenue pour procéder à l'analyse ;
- prise de 10 à 15 échantillons élémentaires de sol à l'aide d'une gouge (plus si le sol est caillouteux) dans la strate superficielle de sol (0-10 cm) ;
- mélange et réalisation de l'échantillon composite ;
- pesée de l'échantillon composite ;
- ensachage et étiquetage de l'échantillon de sol.

Figure 65 : la prise d'échantillon élémentaire à l'aide de la gouge et la préparation des échantillons composites.

Analyses de laboratoire

Sur l'ensemble de ces échantillons de sol, la nématofaune (bioindicateur prenant en compte l'ensemble des nématodes libres et phytophages) est analysée. Une analyse correspond à l'extraction, la quantification et l'identification taxonomique au niveau de la famille des nématodes du sol selon la norme NF/ISO 23611-4[1].

Au laboratoire, les nématodes sont extraits des échantillons de sol par élutriation (séparation des nématodes des autres particules du sol par densité dans un flux d'eau) suivie d'un passage actif sur filtre de ouate. Les nématodes sont ensuite dénombrés sous loupe binoculaire. Après fixation, ils sont identifiés (familles et/ou genres) par microscopie optique selon la norme (Figure 66). Ce travail sert à obtenir un tableau d'abondance des différents taxons de nématodes servant de base pour le diagnostic.

Les nématodes sont ensuite regroupés selon leurs comportements alimentaires et leurs caractéristiques démographiques et les indices nématofauniques qui renseignent sur le fonctionnement biologique du sol sont calculés.

[1] NORME NF EN ISO 23611-4 oct 2011. Qualité du sol - Prélèvement des invertébrés du sol - Partie 4: Prélèvement, extraction et identification des nématodes du sol.

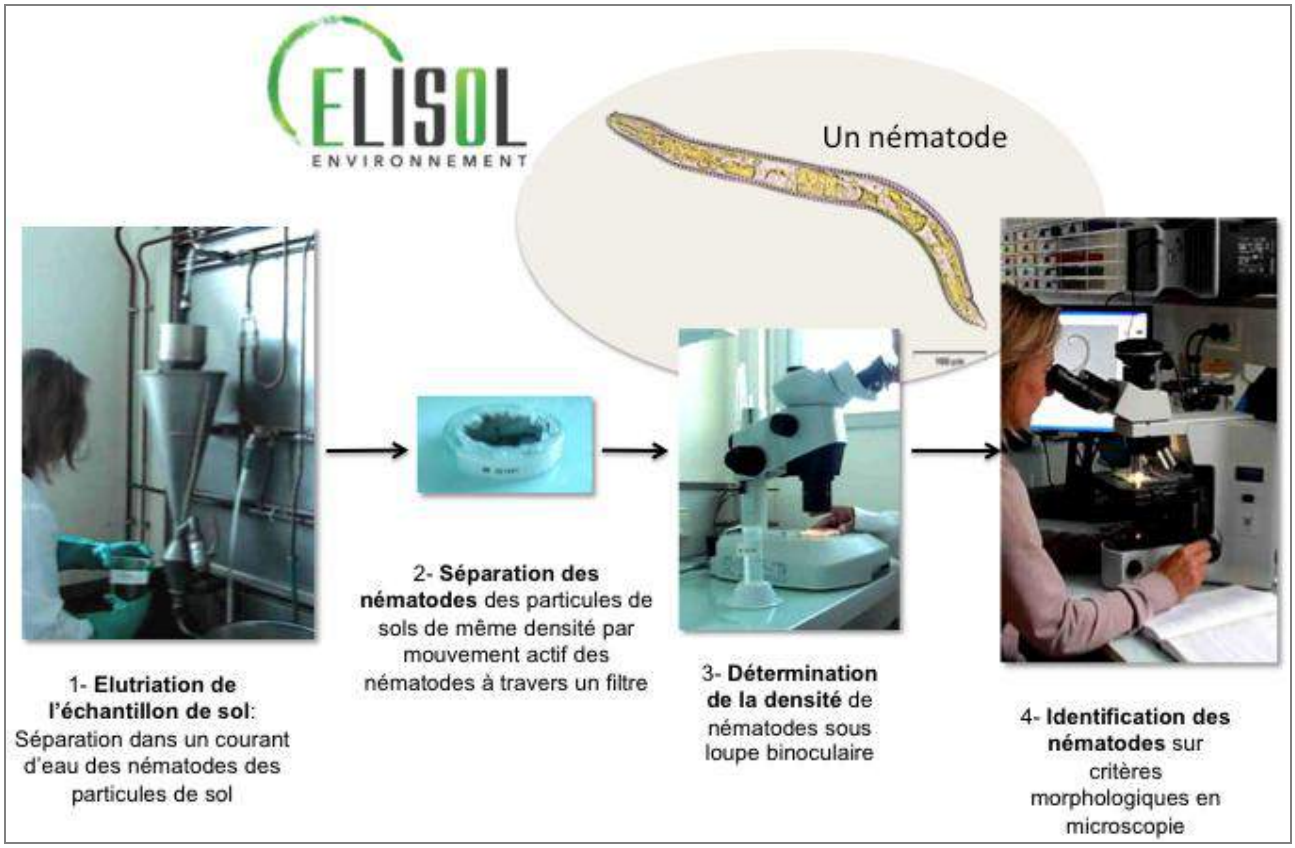


Figure 66 : l'analyse de la nématofaune du sol selon la norme ISO 23611-4.

Sur la base de la composition et de l'abondance de la nématofaune du sol, des indices nématofauniques de fonctionnement du sol ont été calculés (voir détail en annexe):

- **SI : indice de structure** qui reflète la stabilité du milieu, plus il est élevé moins le milieu est perturbé. Il est fonction de l'abondance relative de plusieurs familles (les nématodes bactérivores, fongivores, omnivores et prédateurs) ;

- **EI : indice d'enrichissement** qui donne une indication sur la dynamique des nutriments. Cet indice est particulièrement utile dans les agrosystèmes. L'EI augmente avec la disponibilité en nutriments.

- **BI : indice basal**. Plus le sol est dégradé et perturbé, plus le BI est élevé.

La représentation de EI en fonction de SI permet d'interpréter ces deux indices et de caractériser quatre grands types de fonctionnement biologique du sol en fonction des valeurs prises (Figure 67).

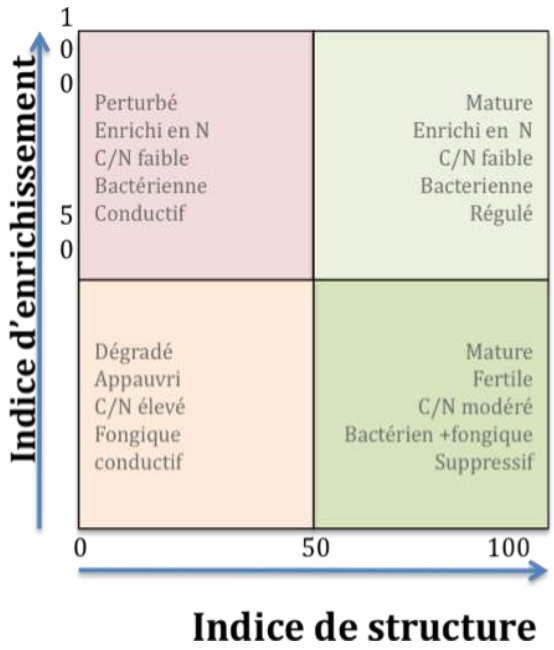


Figure 67 : diagnostic du micro-réseau trophique du sol.

De plus, des indices de diversité classiques ont été mesurés au niveau taxonomique d'identification des nématodes du morphotype juvénile (CAD famille ou genre en fonction des taxons): richesse « spécifique », diversité « spécifique » (Indice de Shannon) et équitabilité♥ (Indice de Piélou).

Le calcul mathématique de ces indices de diversité est le suivant :

- Nombre de taxon S: S
- Indice de Shannon H'=-sum (Pixlog(Pi)) (base e)
- Indice de Piélou J'=H'/log(S)

♥ *L'équitabilité est une mesure de la diversité qui permet de caractériser la dominance ou l'équi-représentation des taxons au sein de la communauté. Par exemple si une communauté comprend K=3 espèces différentes -nommons les a,b,c- pour N=5 individus présents dans cette communauté. Alors on peut imaginer 6 répartitions d'abondance : (a,b,3c) ; (a,3b,c) ; (3a,b,c) ; (2a,2b,c) ; (a, 2b, 2c) et (2a,b,2c). Il paraît évident que la biodiversité est différente dans un schéma de distribution du type (1,1,3) que dans un cas (2,2,1). L'équitabilité est supérieure dans le second cas : ce qui signifie que « la diversité est mieux répartie ».*

VI.5 Résultats

Les premiers prélèvements sur le site ont été réalisés au cours de l'automne 2012 : les échantillons de sol ont été prélevés le 30 octobre 2012. La deuxième campagne de prélèvements sur le site a été réalisée au printemps 2013 : les échantillons de sol ont été prélevés le 2 avril 2013.

1 - Les abondances de nématodes sont très différentes en fonction des modalités de gestion des espaces verts

A : Abondance totale des nématodes du sol

Automne 2012 :

Les plus faibles abondances de nématodes sont trouvées dans les sols sous écorces (740 nématodes pour 100 grammes de sol sec) alors que les abondances les plus élevées (3 150 nématodes pour 100 grammes de sol sec) sont trouvées dans la zone de « prairie fleurie », qui était en fait au moment du prélèvement une zone de friche dans laquelle une végétation spontanée s'est réinstallée après la mise en place de la terre (Figure 68 ci-dessous).

Printemps 2013 :

Les abondances de nématodes en avril 2013 sont légèrement supérieures à celles d'octobre 2012 et les abondances totales de nématodes des six modalités se classent de la même façon aux deux dates (Figure 68).

Comme en automne 2012, au printemps 2013 les plus faibles abondances de nématodes sont trouvées dans les sols sous écorces (930 nématodes pour 100 grammes de sol sec) alors que les abondances les plus élevées (3 840 nématodes pour 100 grammes de sol sec) sont trouvées dans la zone de « prairie fleurie » (figure ci-dessous).

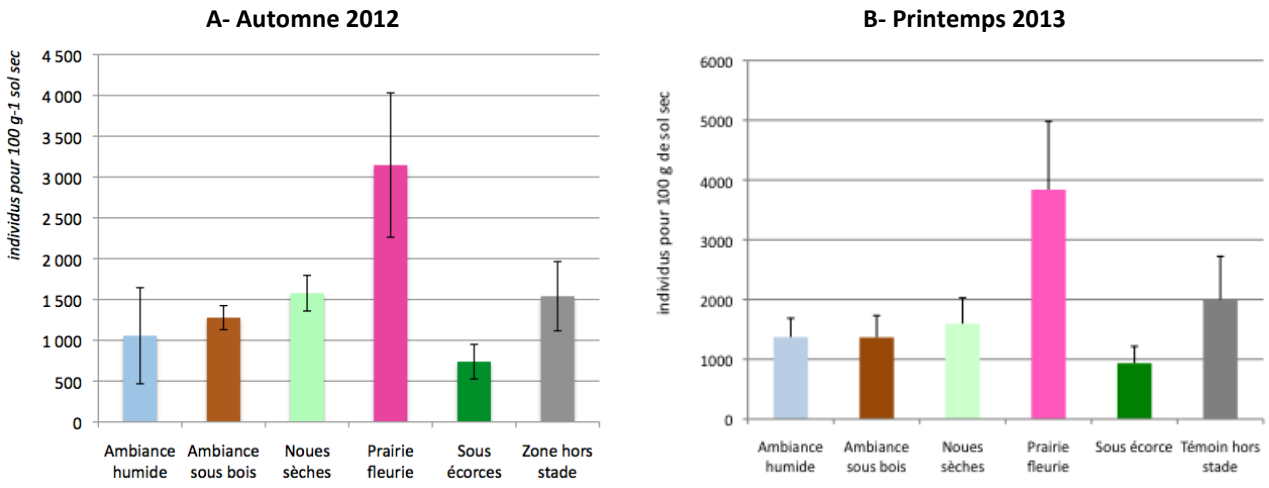


Figure 68 : abondance totale des nématodes du sol (A : 2012, B : 2013) dans les six modalités étudiées de gestion des espaces verts sur le stade Océane. Les barres d'erreur représentent les erreurs standards.

B : Abondance des nématodes libres et abondance des nématodes phytophages

Si on décompose l'abondance totale des nématodes selon les deux groupes principaux : nématodes libres (c'est à dire se nourrissant de ressources du sol hors racines) et les nématodes phytophages (se nourrissant sur les racines des végétaux), on peut voir que les mêmes tendances que pour l'abondance totale sont observées en 2012 et 2013 pour les deux sous-groupes (Figure 69 et Figure 70).

Automne 2012 :

En automne 2012, les nématodes libres sont plus abondants dans la prairie fleurie, et, dans une moindre mesure, dans le témoin et les noues sèches : cela reflète une activité microbiologique du sol plus importante dans ces trois modalités. Les nématodes phytophages sont particulièrement abondants dans la prairie fleurie et peu abondants sous écorces (Figure 69) ; ils ont des abondances intermédiaires dans les quatre autres modalités. Ce résultat reflète parfaitement la diversité et la vigueur du couvert végétal dans les différents espaces verts.

Printemps 2013 :

Les abondances de nématodes libres sont également les plus élevées sous noues sèches, prairies fleuries et témoin. Les abondances sont équivalentes à celles mesurées en octobre 2012 sauf pour les noues sèches où les abondances sont plus élevées. Ce résultat est cependant lié à une situation exceptionnelle : une très forte abondance d'un taxon de nématode fongivore dans une des 3 noues sèches échantillonnées : cette pullulation est sans doute due à la présence d'une matière organique particulière dans cette zone.

De même que pour les nématodes libres, les nématodes phytophages ont des densités relativement proches pour les différentes modalités entre l'automne et le printemps ; c'est uniquement dans la prairie fleurie que l'on note une augmentation importante de l'abondance des nématodes phytophages obligatoires.

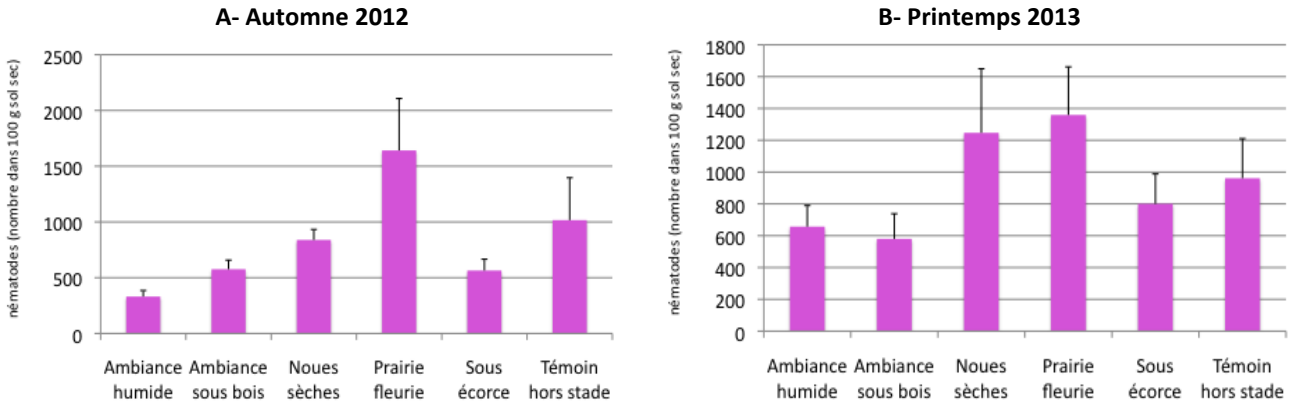


Figure 69 : abondance des nématodes libres (bactérivores + fongivores + omnivores + prédateurs) dans le sol (A : 2012, B : 2013).
Les barres d'erreur représentent les erreurs standards.

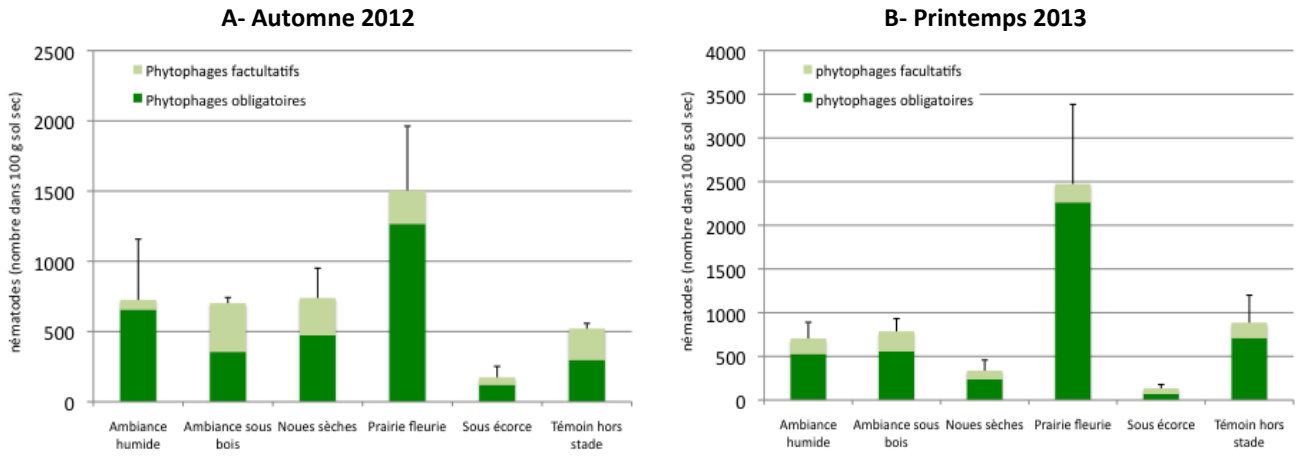


Figure 70 : abondance des nématodes phytophages du sol, répartis entre nématodes phytophages obligatoires (c'est à dire phytoparasites) et nématodes phytophages facultatifs (A : 2012, B : 2013).
Les barres d'erreur représentent les erreurs standards de l'abondance totale des nématodes phytoparasites.

2 - La composition de la nématofaune discrimine les différentes zones du site

Automne 2012 :

Les analyses statistiques multi-variées (analyse des clusters) réalisées sur les abondances des différents taxons de nématodes et pour l'ensemble des échantillons montrent d'une part, une assez bonne homogénéité des caractéristiques biologiques des zones de prélèvement caractérisées en trois points différents et, d'autre part, une claire séparation entre les modalités étudiées (Figure 71).

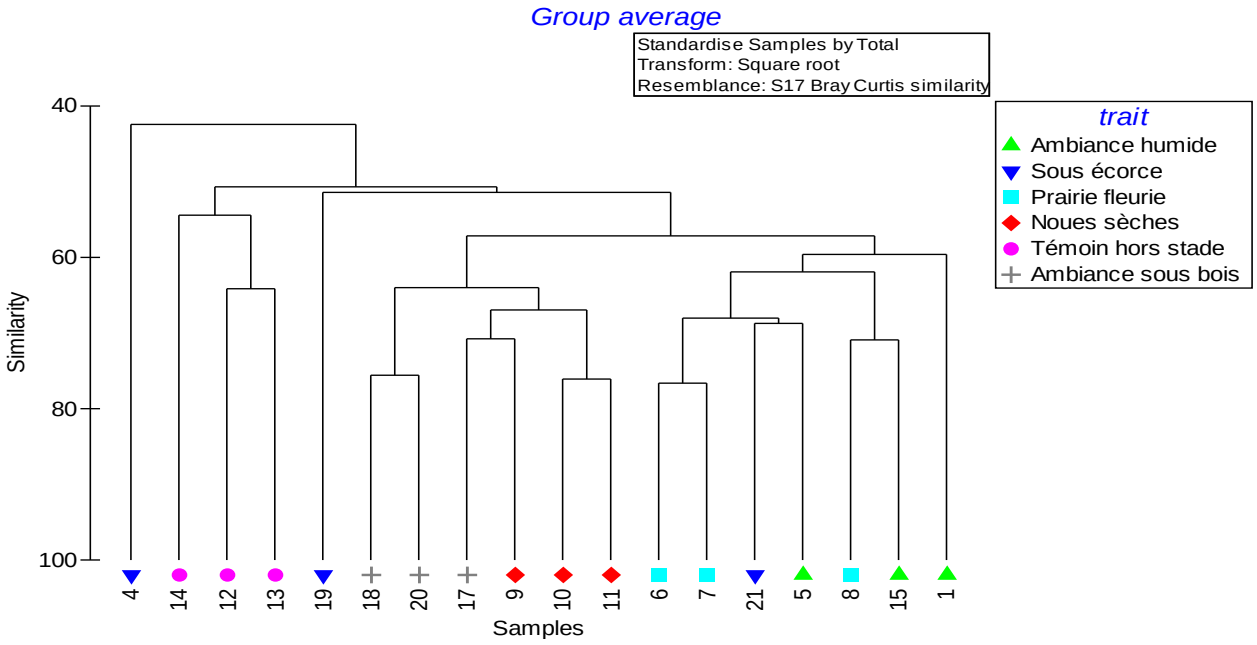


Figure 71 : analyse des clusters réalisée à partir des abondances des différents taxons identifiés dans les échantillons. Chaque point représente un échantillon analysé.

Les témoins hors stade présentent des caractéristiques homogènes ; ces caractéristiques sont différentes de celles des différents points de prélèvements des espaces verts du stade. Les ambiances sous-bois et noues sèches présentent des communautés d'organismes de la microfaune du sol assez proches. De même, la diversité biologique de la zone de prairie fleurie est assez similaire à celle des ambiances humides. Par contre, les trois situations sous écorces présentent des compositions de la nématofaune extrêmement différentes entre elles et ne se rattachent à aucun autre mode de gestion.

Printemps 2013 :

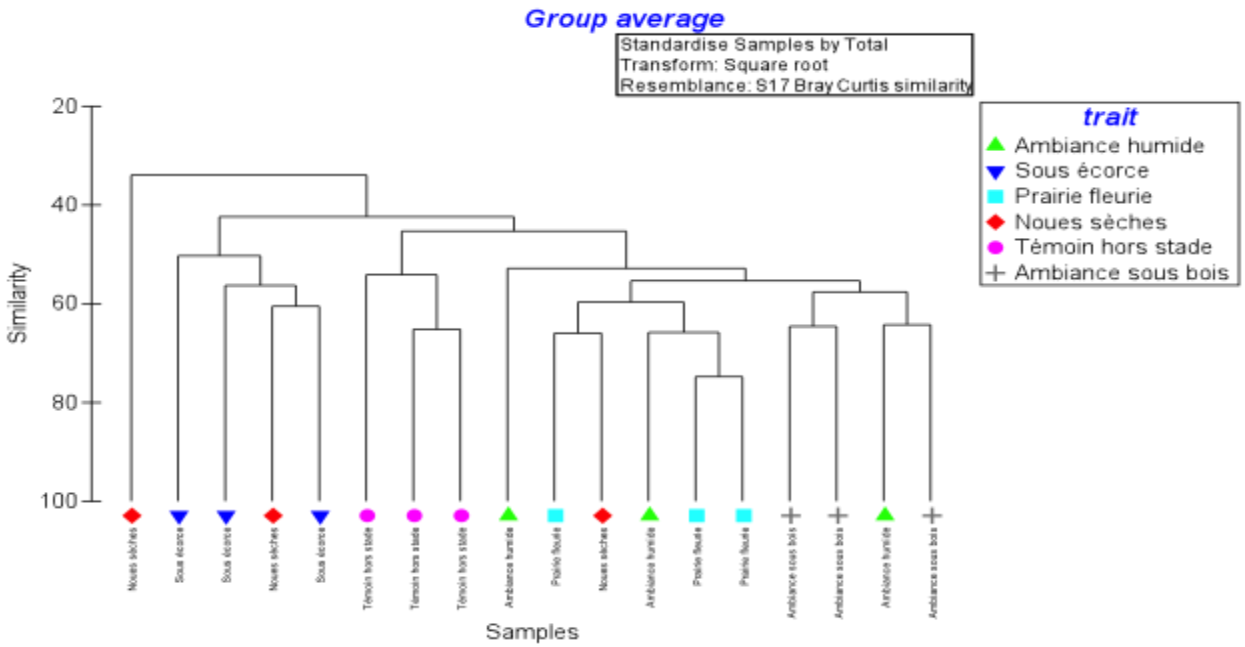


Figure 72 : analyse des clusters réalisée à partir des abondances des différents taxons identifiés dans les échantillons. Chaque point représente un échantillon analysé.

L'analyse des clusters réalisée sur les abondances 2013 des différents taxons de nématodes montre des résultats moins clairs d'en octobre 2012. Les témoins hors stade présentent des caractéristiques homogènes ; ces caractéristiques sont différentes de celles des différents points de prélèvements des espaces verts du stade. L'espace vert « sous écorce » et l'ambiance sous-bois présentent également des caractéristiques homogènes. Les trois autres modalités sont plus éclatées et en particulier les noues sèches : les communautés diffèrent plus entre les différents points de prélèvement (Figure 72).

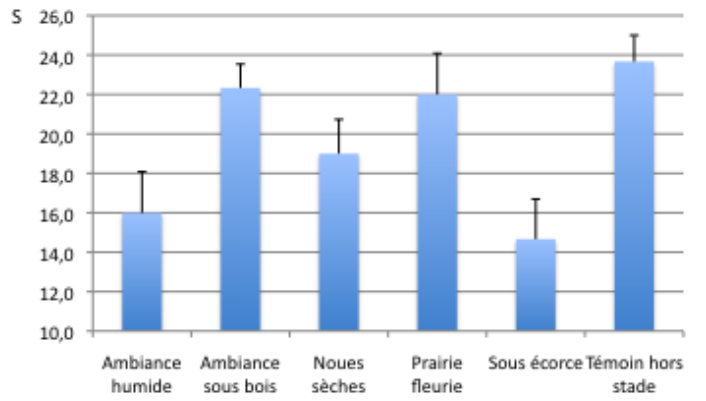
3 - Les communautés de nématodes présentent une diversité taxonomique assez différente selon les zones étudiées

Les trois indices de diversité étudiés ont été calculés sur les morphotypes de nématodes présents dans les différents échantillons ; il s'agit de la richesse (S), de la diversité taxonomique (H') et de l'équitabilité (J').

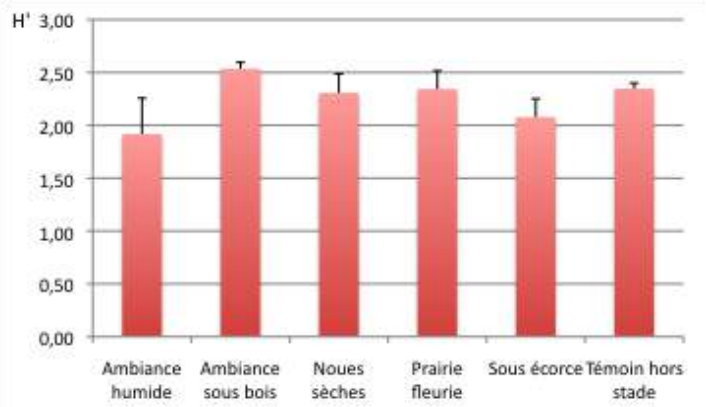
Automne 2012 :

La diversité (mesurée par le nombre de morphotypes présents : S) est la plus élevée dans la zone témoin suivie de l'ambiance sous-bois et de la prairie fleurie. Viennent ensuite les noues sèches, l'ambiance humide et enfin le sol sous écorces (Figure 73).

Les différences sont plus marquées avec la mesure de S que de H' (Indice de diversité de Shannon), toutefois les mesures vont dans le même sens. L'équitabilité (J') n'est pas différente entre les 6 situations

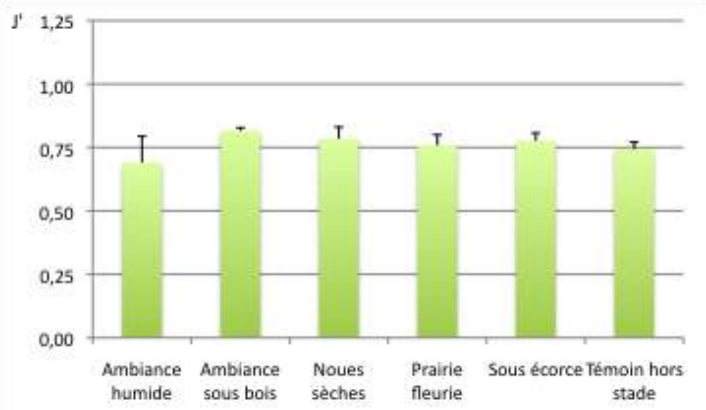


S: Nombre de taxons de nématodes identifiés dans les différentes modalités



H': Indice de diversité de Shannon

$H' = - \sum P_i \times \ln P_i$
où P_i est la proportion du taxon i



J': Indice d'équitabilité de Piélou

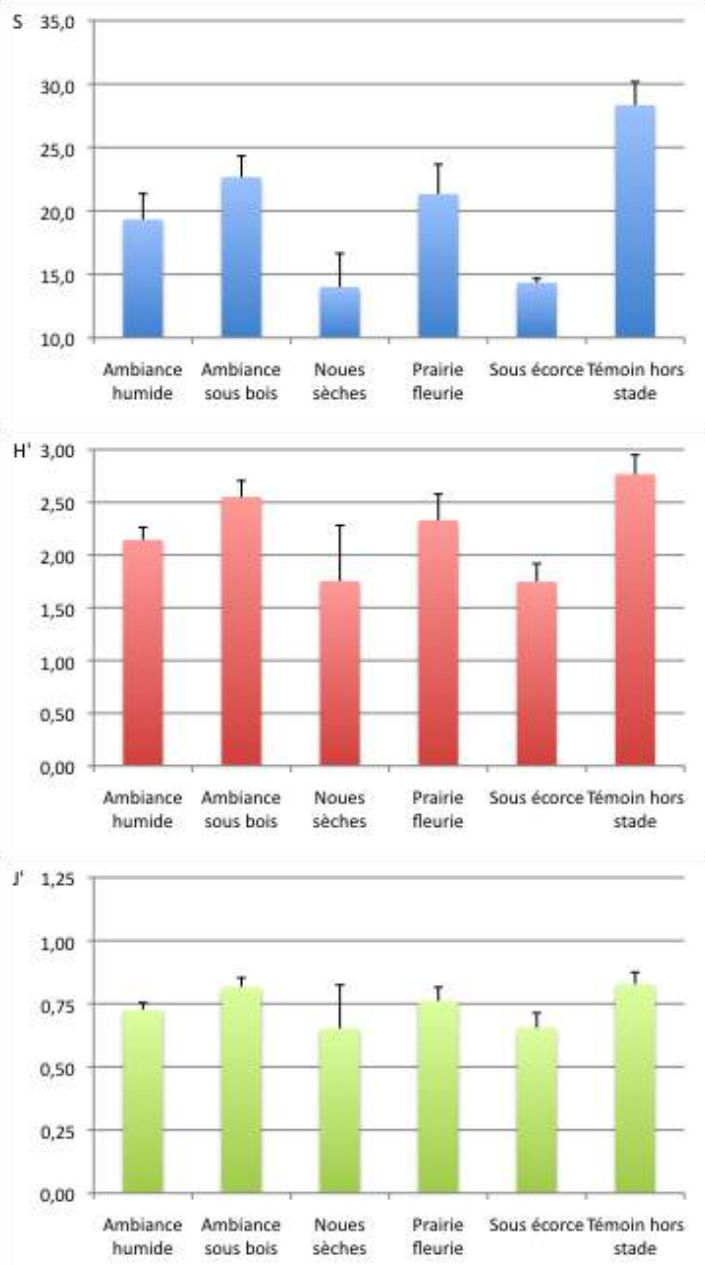
J'= H' / ln S

S : nombre de taxons
H' : indice de Shannon

Figure 73 : indices de diversité de la nématofaune mesurés en octobre 2012, calculés dans les différentes zones d'étude.
Les barres d'erreur représentent les erreurs standards.

Printemps 2013 :

En 2013, les différentes modalités se classent, pour les paramètres de diversité de façon quasiment identique à octobre 2012. Par ailleurs, le nombre de taxons (S) trouvé dans les sols est plus important au printemps 2013 qu'à l'automne 2012 (Figure 74).



S: Nombre de taxons de nématodes identifiés dans les différentes modalités

H': Indice de diversité de Shannon

$H' = - \sum P_i \times \ln P_i$
où P_i est la proportion du taxon i

J': Indice d'équitabilité de Piélou

$J' = H' / \ln S$

S : nombre de taxons
H' : indice de Shannon

Figure 74 : indices de diversité de la nématofaune mesurés en avril 2013, calculés dans les différentes zones d'étude.
Les barres d'erreur représentent les erreurs standards.

4 - Le diagnostic du réseau trophique indique que les communautés ont une très faible diversité fonctionnelle dans les différents types d'espaces verts aménagés récemment

A : Indice de structure

Automne 2012 :

L'indice de structure (SI) est le plus faible sous écorces, il est même égal à zéro ce qui traduit une situation avec une diversité fonctionnelle très faible. Les autres types d'espaces verts présentent également des indices de structure faibles (<25). Ces faibles valeurs reflètent des situations perturbées : les taxons fragiles ont disparus du sol ou sont en dessous du seuil de détection. Contrairement à ces cinq situations « espaces verts » récents, le témoin a un indice de structure proche de 50 ce qui est une situation acceptable pour un espace naturel.

Printemps 2013 :

Les valeurs prises par cet indice sont plus élevées qu'à l'automne 2012 pour toutes les modalités. Cette évolution est faible pour les noues sèches et humides et pour la prairie fleurie, elle est plus importante pour l'ambiance sous-bois, sous écorce et le témoin (Figure 75).

Quatre types d'espaces verts se maintiennent à des indices de structure faibles (autour de 25) : écorces, noues sèches, noues humides, prairie fleurie. Ces faibles valeurs reflètent des situations perturbées : les taxons fragiles sont absents du sol ou sont en dessous du seuil de détection. Contrairement à ces quatre situations « espaces verts » le témoin a un indice de structure proche de 75 ce qui est une valeur attendue pour un espace naturel. L'ambiance sous-bois présente un indice de structure intermédiaire, la diversité fonctionnelle (comme la diversité taxonomique) est donc plus importante dans cet espace vert que dans les quatre autres types.

Il est de plus classique que la diversité fonctionnelle (et l'indice de structure SI) soit plus importante au printemps qu'à l'automne.

B : Indice d'enrichissement

Les indices d'enrichissement sont compris entre 50 et 75 pour cinq modalités en 2012 et 2013 (Figure 75).

Ces valeurs assez élevées, qui traduisent des flux importants d'éléments nutritifs dans les sols, peuvent surprendre, en particulier dans les espaces verts où aucune fertilisation n'a encore été apportée.

Cette situation peut être en partie expliquée par les deux hypothèses suivantes :

- dans l'ensemble des espaces verts, les végétaux ont été plantés en motte de terreau qui est lui-même riche en nutriments comparativement au sol et constitue donc une source de nutriments facilement utilisable ;

- le sol des zones d'espaces verts du stade Océane a été apporté récemment sur le site. Or, tout déplacement, retournement de sol (travail mécanique, labour…) conduit à un « flush » de minéralisation de la matière organique.

L'ambiance sous-bois présente en 2013 une diminution de l'indice d'enrichissement par rapport à 2012 et également la plus faible valeur de cet indice en 2013. Ce résultat est peut être à mettre en relation avec la pente dans cet écosystème aux points de prélèvement, et un lessivage des éléments nutritifs minéralisés de la matière organique apportée avec les plants. En effet les prélèvements de sol n'ont pas été réalisés au sommet de la butte mais dans la pente.

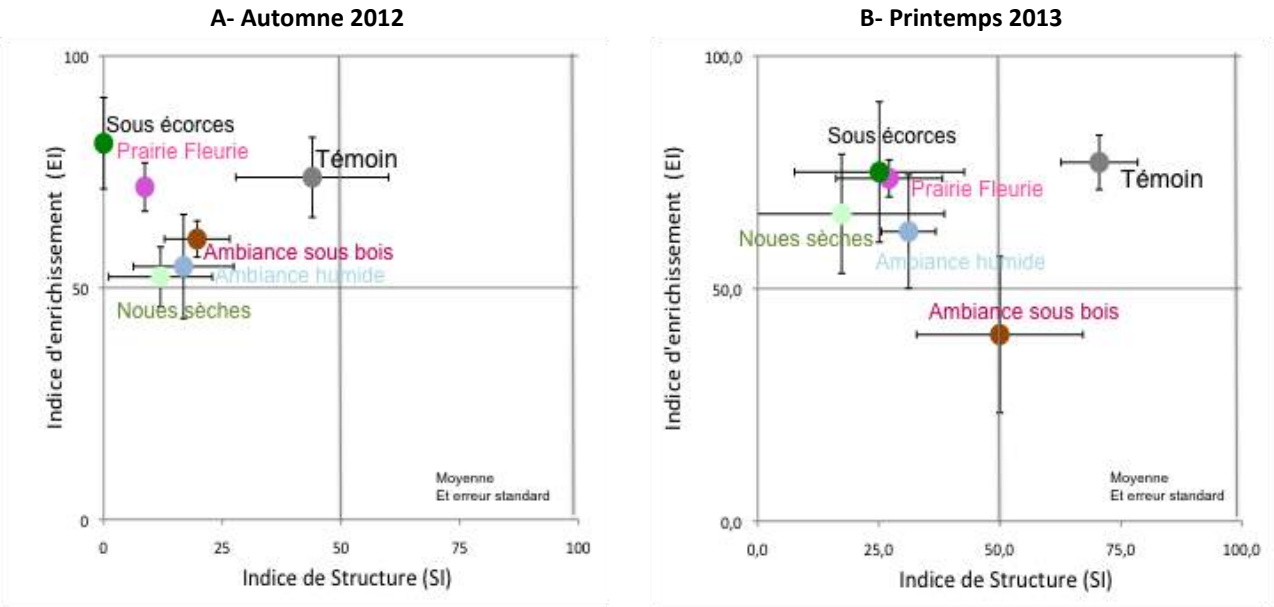


Figure 75 : diagnostic du réseau trophique du sol (A : 2012, B 2013) par deux indices nématofauniques : EI (Indice d'Enrichissement) représenté en fonction de SI (Indice de Structure). Les barres d'erreur représentent les erreurs standards.

VI.6 Bilan par date de mesure

Octobre 2012

- **Les zones sous écorces** présentent l'activité biologique la plus faible (peu de nématodes libres) ; les nématodes phytophages y sont extrêmement peu abondants, reflétant une colonisation racinaire encore faible. De plus l'indice de structure est nul, les nématodes des hauts niveaux trophiques, et sensibles aux perturbations, ne sont pas présents. La composition en espèces présentes n'est pas homogène entre les trois répétitions ce qui traduit une communauté faiblement développée et non différenciée.

- **La prairie fleurie** est la zone où l'activité biologique du sol est la plus intense ; la forte colonisation racinaire par une flore spontanée a induit une multiplication importante des organismes du sol : libres ou rhizophages. La communauté contient une diversité biologique assez importante et les communautés d'organismes sont assez homogènes sur la zone. Les nématodes phytophages obligatoires sont beaucoup plus abondants dans cette zone que dans les cinq autres.

- **L'ambiance sous-bois**[2], **les noues sèches et les noues humides** présentent des caractéristiques relativement proches et les différents paramètres ne permettent pas de les discriminer de façon très importante. Il faut signaler que le développement de la végétation est encore modéré dans ces trois zones, contrairement à la prairie fleurie.

- **La zone témoin** présente la diversité fonctionnelle la plus élevée : le micro-réseau trophique est le plus complexe, ce qui est montre une certaine stabilité de cet écosystème. L'activité biologique, quantifiée par l'abondance des nématodes libres est assez élevée. Le choix de cette zone comme espace de référence s'avère donc un choix satisfaisant.

[2] Il est à préciser que les prélèvements dans la zone appelée "ambiance sous-bois" n'ont pas été réalisés exactement au même endroit pour la nématofaune et les lombriciens. En effet, les prélèvements pour la nématofaune ont été réalisés sur la pente sous le bâchage, alors que les prélèvements pour les lombricidae ont été réalisés sur la pelouse au sommet de la zone "ambiance sous-bois".

Avril 2013

Les tendances observées en octobre 2012 entre les modalités étudiées se maintiennent en avril 2013.

Une légère augmentation de l'abondance des nématodes du sol est observée entre octobre 2012 et avril 2013 ; l'augmentation de la diversité taxonomique et fonctionnelle est plus nette ; ces différences sont classiques entre des mesures d'automne et de printemps et ne permettent pas, à ce stade, de parler de réelle évolution des sols des différents types d'espaces verts. Les mesures du printemps 2014 permettront de mettre en évidence des évolutions, si elles existent.

- **Les zones sous écorces** présentent l'activité biologique la plus faible (peu de nématodes libres) ; les nématodes phytophages y sont extrêmement peu abondants, reflétant une colonisation racinaire encore faible ; les prélèvements sont plus homogènes entre les trois répétitions en 2013 qu'en 2012.

- **La prairie fleurie** est une zone où l'activité biologique du sol est intense ; la forte colonisation racinaire par une flore spontanée a induit une multiplication importante des organismes du sol : libres ou rhizophages. La communauté contient une diversité biologique assez importante. Les nématodes phytophages obligatoires sont beaucoup plus abondants dans cette zone que dans les cinq autres et sont plus abondants au printemps qu'à l'automne.

- **L'ambiance sous-bois** présente une activité microbiologique modérée mais une diversité taxonomique et fonctionnelle qui tendent à être plus importante que les noues sèches et les noues humides dont elle se discrimine donc légèrement.

- **Les noues sèches et les noues humides** présentent des caractéristiques relativement proches et les différents paramètres ne permettent pas de les discriminer de façon très importante.

- **La zone témoin** présente la diversité fonctionnelle la plus élevée : le micro-réseau trophique est le plus complexe, ce qui est montre une certaine stabilité de cet écosystème.

VII. Inventaires des vers de terre et des collemboles

Ces inventaires sont réalisés par le Laboratoire ECODIV (EA 1293) de l'Université de Rouen. Les auteurs de cette partie sont Matthieu Chauvat, Thibaud Decaëns, Donovan Maillard et David Porco.

VII.1 Introduction

Les invertébrés du sol comptent parmi les organismes les plus diversifiés de notre planète. On y trouve d'innombrables formes de vie remplissant de nombreuses fonctions écologiques interagissant de façon contrastée avec le sol et la végétation et d'une façon plus générale avec les sociétés humaines. Alors que certaines espèces participent à la production de ressources ou de « services environnementaux », d'autres se distinguent au contraire par leur capacité à s'attaquer aux cultures. Au cours des dernières décennies, de nombreux travaux scientifiques ont mis en avant l'utilisation potentielle de ces organismes comme bio-indicateurs de la qualité ou de la santé des sols. Les vers de terre et les collemboles comptent parmi les groupes les plus fréquemment utilisés dans ce domaine du fait de leur sensibilité aux conditions environnementales et de leur implication dans de nombreux processus écologiques clés pour le fonctionnement des sols.

Les vers de terre

Les vers de terre sont le groupe dominant de la faune du sol en termes de biomasse dans de nombreux écosystèmes terrestres. Ils sont fortement impliqués dans le contrôle biologique de nombreux processus fonctionnels du sol et dans la production d'importants services écosystémiques. Ils produisent par exemple des quantités importantes d'agrégats organo-minéraux (déjections, parois des galeries) et de pores (galeries, chambres d'estivation) qui modulent notamment l'infiltrabilité du sol et la dynamique de la matière organique et des éléments nutritifs pour la végétation. Leur activité a donc des conséquences importantes sur le maintien de la fertilité des sols et de la production végétale.

Trois principales catégories écologiques sont généralement reconnues :

- **Les endogés** sont des vers de taille variable vivant dans le profil de sol et généralement dépourvus de pigmentation cutanée. Ils sont impliqués dans la formation de la structure et de la porosité des sols ainsi que dans la régulation de la matière organique.

- **Les épigés** sont des espèces pigmentées de taille généralement modeste vivant dans les couches superficielles de matière organique dont ils se nourrissent (litières, composts, etc.). Leur principale fonction est de fragmenter la matière organique fraîche et d'en faciliter la dégradation ultérieure par les micro-organismes.

- **Les anéciques** sont des vers de grande taille vivant dans des galeries verticales et se nourrissant de litière à la surface. Ils participent activement au brassage vertical du sol et à l'enfouissement des matières organiques (bioturbation) ainsi qu'au maintien des capacités de drainage superficiel des sols.

Les collemboles

Les collemboles constituent un groupe d'hexapodes très diversifié connu pour répondre aux changements du couvert végétal et des conditions de sol. Avec les acariens, ce sont les microarthropodes les plus

abondants dans les sols. Ils sont avant tout des décomposeurs, agissant sur les cycles biogéochimiques directement via la transformation de la ressource initiale ou indirectement via la régulation de l'activité des microorganismes (bactéries et champignons). L'intérêt de ce groupe en bioindication réside dans l'utilisation des formes de vie. Les changements relatifs entre formes de vie au sein de la communauté des collemboles traduisent des modifications du compartiment sol. En effet, les espèces sont regroupées en trois catégories écologiques en fonction de leurs traits morphologiques et physiologiques :

- **Les épédaphiques** regroupent les espèces de grande taille, vivant dans la litière et consommant du pollen, des microalgues et des champignons. Ils présentent des appendices bien développés et un tégument coloré.

- **Les euédaphiques** regroupent les espèces de petite taille (1mm), vivant exclusivement dans le sol et se nourrissant de matière organique en décomposition et de champignons et bactéries. Leurs appendices sont réduits et leur tégument dépigmenté.

- **Les hémiédaphiques** rassemblent les espèces présentant des caractéristiques intermédiaires entre les deux précédentes formes de vie.

En termes de stratégies d'histoire de vie, les épédaphiques sont davantage des espèces de type r alors que les euédaphiques se positionnent plus vers le pôle K. Ainsi, **la contribution relative de chacun des trois groupes écologiques peut servir d'indication sur la maturité du système** en termes de gradient stabilité/perturbation.

VII.2 Matériel et méthodes

Site d'étude

Les vers de terre et les collemboles ont été échantillonnés sur **16 points** répartis dans les différents types de milieux présents dans les espaces verts du stade Océane (Carte 16 ; Tableau 23). Etant donné les **différences peu marquées** entre les types de milieux échantillonnés et le faible nombre de répétitions disponibles pour les analyses statistiques, **un regroupement a été réalisé** de façon à travailler sur des grands types ayant plus de sens pour une analyse de la faune du sol. Nous avons ainsi dans un deuxième temps distingué les sols témoins (en dehors du périmètre du stade) des pelouses et des milieux reconstitués avec une couverture superficielle d'écorces (qualifiés de « artificiels » dans les figures). Le Tableau 23 donne la correspondance pour chacun des points échantillonnés.

Point	Modalité CODAH	Modalité après regroupement	Vers de terre	Collemboles
4	Sous écorce	Artificiel	Oui	Oui
6	Prairie fleurie	Pelouse	Oui	Oui
7	Prairie fleurie	Pelouse	Oui	Oui
8	Prairie fleurie	Pelouse	Oui	Oui
9	Noues sèches	Artificiel	Oui	Oui
10	Noues sèches	Artificiel	Oui	Oui
11	Noues sèches	Artificiel	Oui	Oui
12	Témoin hors stade	Témoin	Oui	Non
13	Témoin hors stade	Témoin	Oui	Non
14	Témoin hors stade	Témoin	Oui	Non
15	Ambiance humide	Artificiel	Oui	Oui
17	Ambiance sous-bois	Pelouse	Oui	Oui
18	Ambiance sous-bois	Pelouse	Oui	Oui
19	Sous écorce	Artificiel	Oui	Oui
20	Ambiance sous-bois	Pelouse	Oui	Oui
21	Sous écorce	Artificiel	Oui	Oui

Tableau 23 : liste des points d'échantillonnage des vers de terre et des collemboles.

Carte 16 : localisation des points d'échantillonnage des vers de terre et des collemboles.

Légende

Habitat « Artificiel, sous écorces »
(4, 9,10, 11, 15, 19, 21)

Habitat « Pelouse »
(6, 7, 8, 17, 18, 20)

Témoin hors stade
(12, 13, 14)

Echantillonnage de la faune

Les vers de terre ont été échantillonnés par extraction chimique de façon à ne pas perturber le site par des prélèvements manuels importants. Sur chaque point d'échantillonnage, une surface de 1 m^2 a été délimitée. Le cas échéant, les fragments d'écorce utilisés en couverture ont été retirés et triés de façon à prélever les vers épigés qui pouvaient s'y trouver. Une solution à 0.4% de formaldéhyde a ensuite été appliquée sur la surface de façon à faire remonter les vers de terre à la surface du sol. Deux aspersions consécutives de 10 litres ont ainsi été effectuées ; les vers remontant à la surface ont été collectés pendant une période de 15 minutes après chacune d'elle et ont été fixés dans de l'alcool 100%. Avant d'être identifiés au laboratoire à l'aide de clefs spécialisées.

Les assemblages de collemboles ont été échantillonnés suivant la norme ISO 23611-2 : 2005. Une carotte de sol de 5 cm de diamètre et de 10 cm de profondeur a été prélevée sur chaque point d'échantillonnage. Chaque carotte a été conditionnée en sachet plastique puis transportée au laboratoire dans un contenant maintenu à 4 °C. Une fois au laboratoire, les collemboles ont été extraits par la méthode active de l'entonnoir sec pendant 12 jours. Les collemboles extraits, stockés dans de l'alcool, ont ensuite été énumérés sous stéréomicroscope (X40) puis déterminés à l'espèce à l'aide d'un microscope (X630) et de clés spécialisées. Enfin les espèces ont été regroupées en formes de vie (épédaphique, hémiédaphique et euédaphique).

Traitement des données

L'analyse des données a consisté en des comparaisons de moyennes de différentes variables (abondances, biomasses, richesses spécifiques) entre les différentes modalités (types d'habitats tels qu'indiqués dans le Tableau 23). Le faible nombre de réplicats par type de milieu (Ambiances humides etc.) ne permet pas de

réaliser des tests statistiques robustes. En conséquence, seules les différences entre modalités Pelouse vs Artificiel ont été testées pour les collemboles. La significativité des différences observées entre moyennes a été testée à l'aide de statistiques paramétriques (ANOVA et GLMs, p = 0.05) lorsque les données remplissaient les conditions d'applications nécessaires (normalité, homoscédasticité). Dans le cas contraire, un test non paramétrique (Kruskall-Wallis, p = 0.05) a été préféré. Les représentations graphiques sont sous forme de barplots avec les écarts-types en barres d'erreurs ; des lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil de probabilité de 0.05 ; l'absence de lettres dans un graphique indique qu'aucune différence significative n'a été observée entre les moyennes.

VII.3 Résultats et discussion

Vers de terre

Les abondances de vers collectés sur les points de chaque modalité sont représentées dans les figures Figure 76 et Figure 77. Bien que des tendances puissent être observées, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les abondances dans les différents habitats tels que définis initialement (Figure 76 – Test de Kruskal-Wallis, p-value=0,07038). Le regroupement des résultats en trois types principaux d'habitats fait cependant ressortir des différences significatives (Figure 77 – Test d'Anova, p-value=0,04706*). Il apparaît ainsi que les vers sont plus abondants dans les points témoins que dans les points de pelouse, les milieux « artificiels » présentant des valeurs intermédiaires.

Les biomasses de vers ont été analysées de la même façon (Figure 78 et Figure 79). Comme pour les densités, aucune différence significative n'est observée entre les habitats tels que définis initialement (Figure 78 – Test d'Anova, p-value=0,1624). Le regroupement des modalités permet néanmoins d'observer une différence significative entre les témoins, qui présentent les biomasses les plus élevées, et les habitats dits « artificiels » avec des biomasses plus faibles, les pelouses présentant des valeurs intermédiaires (Figure 79 – Test d'Anova, p-value=0,0451*).

La richesse spécifique moyenne (densité d'espèces par m^2) ne montre aucune différence significative quel que soit le type d'habitat considéré (Figure 80 – Test de Kruskal-Wallis, p-value=0,4674 et Figure 81– Test d'Anova, p-value=0,9189). L'habitat ne semble donc pas avoir d'impact sur la richesse spécifique en vers de terre aux alentours du stade. Des différences de composition spécifique ont cependant été observées. L'espèce *Eisenia foetida*, typique des composts, n'a par exemple été observée que dans les accumulations de résidus d'écorces déposés à la surface de certains sols des espaces verts du stade (Annexe 4.1).

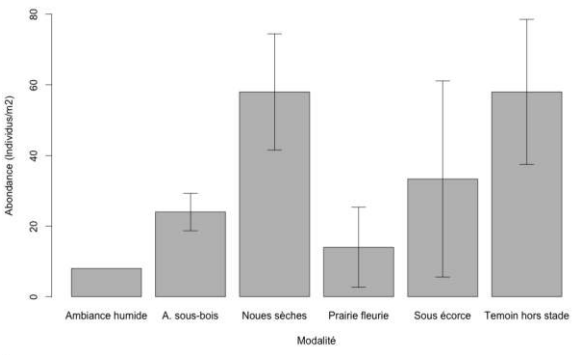


Figure 76 : densité des vers de terre dans les différents habitats du périmètre du stade (+ écart type).

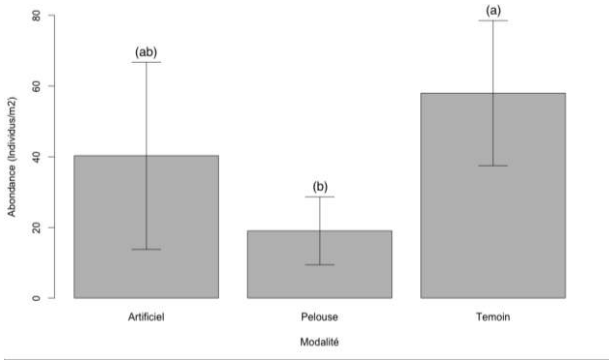


Figure 77 : densité des vers de terre dans les différents habitats (après regroupement) du périmètre du stade (+ écart type).

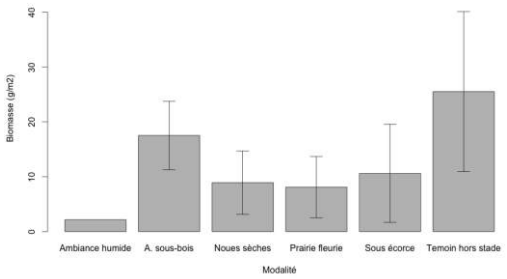


Figure 78 : biomasse des vers de terre dans les différents habitats du périmètre du stade (+ écart type).

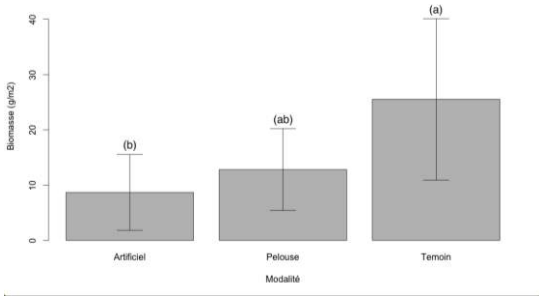


Figure 79 : biomasses des vers de terre dans les différents habitats (après regroupement) du périmètre du stade (+ écart type).

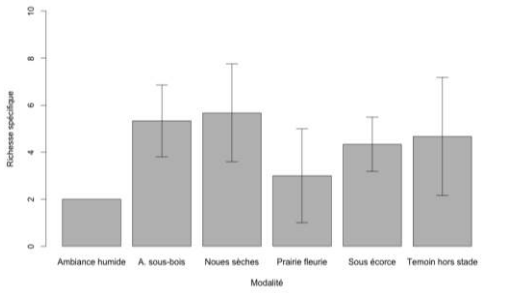


Figure 80 : richesse spécifique des vers de terre dans les différents habitats du périmètre du stade (+ écart type).

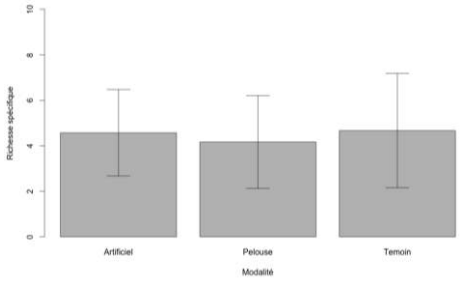


Figure 81 : richesse spécifique des vers de terre dans les différents habitats (après regroupement) du périmètre du stade (+ écart type).

La proportion relative des différentes catégories écologiques est présentée dans la Figure 82. Aucun effet du milieu n'a été mis en évidence sur les proportions relatives des épigés (Test d'Anova, p-value=0,08076), des anéciques (Test de Kruskal-Wallis, p-value=0,1779) ni des endogés (Test d'Anova, p-value=0,1047). Cependant, des tendances se dessinent. Il semblerait ainsi que les vers épigés soient dominants dans les milieux « artificiel » (≈85%) et proportionnellement moins abondants dans les points témoins (≈45%). Les vers anéciques et endogés, au contraire, montrent une densité relative plus importante dans les points témoins (respectivement ≈20 et 40%) et de pelouse (respectivement ≈15 et 20%) que dans les milieux « artificiels » (respectivement près de 0 et 15%).

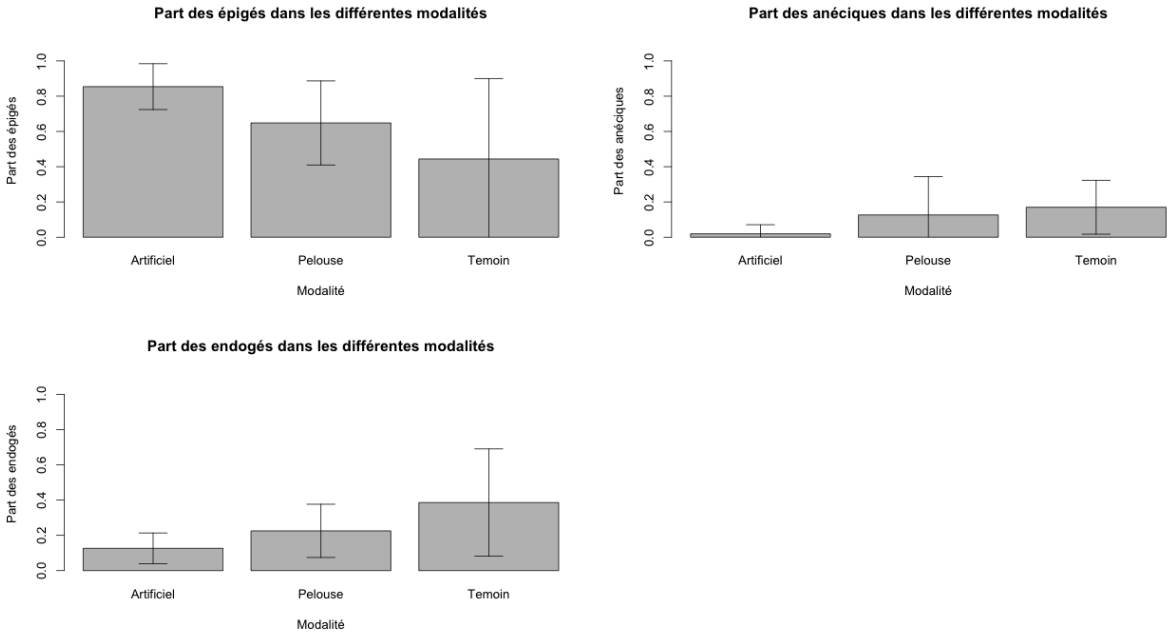


Figure 82 : proportion relative des différentes catégories écologiques de vers de terre dans les différents types d'habitats échantillonnés (après regroupement + écart type).

Globalement, ces analyses mettent en évidence les **plus fortes abondances et biomasses des communautés de vers de terre dans les milieux témoins**. Les points de « pelouses » ont des abondances relativement plus faibles, tandis que les milieux « artificiels » présentent les biomasses les plus faibles. Aucune différence significative de biomasse ou d'abondance n'a été observée entre les habitats « pelouse » et les habitats « artificiels », cependant nous observons une tendance vers une plus forte biomasse et une plus faible abondance des communautés dans les habitats « pelouse » en comparaison des habitats « artificiels », ce qui peut être expliqué par la proportion plus importante d'anéciques (individus de grande taille) dans les pelouses.

Collemboles

A ce stade des analyses, **19 espèces de collemboles** ont été identifiées sur le site du stade Océane. L'abondance la plus forte de collemboles a été observée dans la modalité « sous écorces » avec presque 40 000 individus par mètre carré alors que l'abondance la plus faible correspond à l'ambiance « sous-bois » avec seulement 1785 individus par mètre carré (Figure 83). Toutefois, il est à noter que les très fortes abondances sous écorces sont essentiellement dues à la sur-représentation (voire pullulation) d'une unique espèce hémiédaphique (*Parisotoma notabilis* ; Annexe 4.2). L'abondance moyenne relevée dans la prairie fleurie (11220 ind/m²) est comparable à la fourchette basse des abondances relevées dans la région normande pour ce type de milieu. Exception faite de la modalité « sous écorces », les faibles abondances récoltées peuvent potentiellement s'expliquer par les conditions climatiques hivernales (très humides et froides). En effet, les épédaphiques (groupe pionnier) en termes d'abondance semblent dominer les communautés et peuvent être synonyme d'une phase de recolonisation active de ces milieux (Figure 83). Le regroupement des modalités en deux catégories a montré l'impact très important de la modalité sous écorces sur la variabilité des données et rend ardue une quelconque interprétation (Figure 84). Aucune différence significative n'est apparue entre ces deux modalités au seuil de 5 % (Annexe 4.3). Concernant la richesse spécifique, en moyenne, les modalités « prairie fleurie » et « noues sèches » ont présenté des richesses spécifiques plus élevées (+100%) que les trois autres modalités (Figure 85). Les richesses entre formes de vie semblent relativement comparables même si les épédaphiques dominent en prairie fleurie. En effet le couvert végétal dense offert par les prairies est favorable aux espèces se déplaçant en surface. Un couvert végétal dense est synonyme de nombreux microhabitats. Aucune différence notable de richesse spécifique après regroupement des modalités (pelouse et artificiel) n'a été observée (Figure 86).

Une analyse plus fine des assemblages de collemboles, ainsi qu'un second échantillonnage en 2014 permettront de distinguer le cas échéant les différentes modalités paysagères et de confronter les hypothèses quant aux faibles abondances et richesses spécifiques récoltées dans les modalités ambiance « sous-bois » et « humide » notamment.

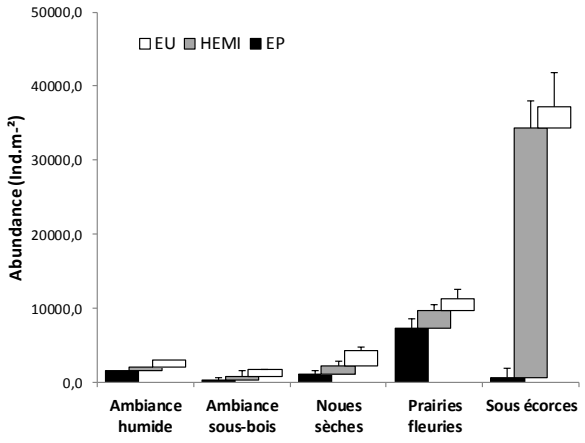


Figure 83 : abondance (+ écart-type) des différentes formes écologiques de collemboles dans les différentes modalités CODAH (Tableau 23).

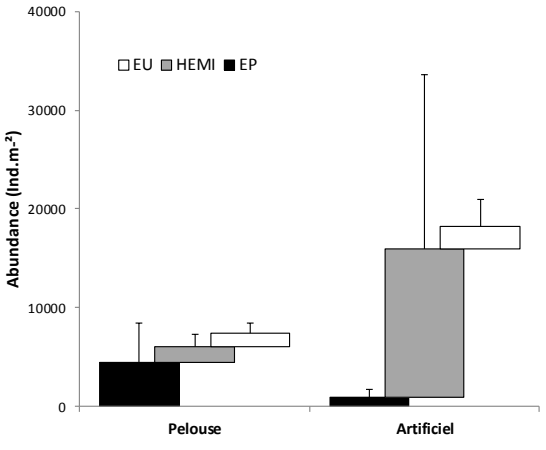


Figure 84 : abondance (+ écart-type) des différentes formes écologiques de collemboles dans les différentes modalités après regroupement (Tableau 23).

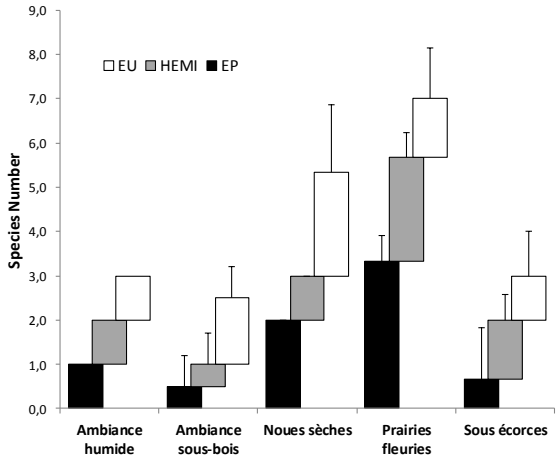


Figure 85 : richesse spécifique (+ écart-type) des différentes formes écologiques de collemboles dans les différentes modalités CODAH (Tableau 23).

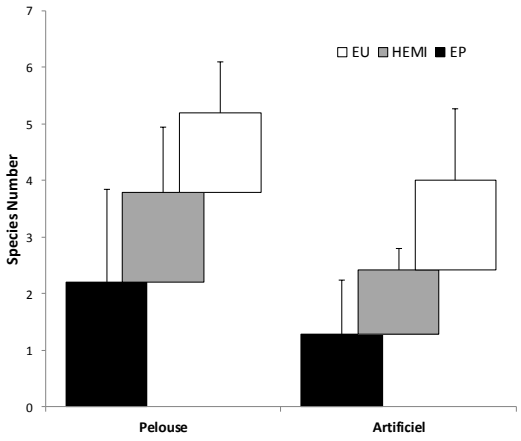


Figure 86 : richesse spécifique (+ écart-type) des différentes formes écologiques de collemboles dans les différentes modalités après regroupement (Tableau 23).

VII.4 Bilan

Ce bilan a été ajouté par l'assembleur (R. Blanchard, ONF) pour faciliter la lecture.

La campagne d'échantillonnage du printemps 2013 a permis de mettre en avant les différences suivantes :

Le témoin hors stade présente une abondance et une biomasse de vers de terre plus élevée que les milieux du parc paysager. Les vers de terre endogés ont tendance à y être plus abondants. La tendance inverse est observée chez les vers de terre épigés.

La richesse en espèce de collembole est plus élevée dans la prairie fleurie et les noues sèches que dans les autres milieux du parc. On note la pullulation d'une unique espèce hémédaphique dans les milieux sous écorce. Ailleurs, la dominance des collemboles épédaphiques pourrait être synonyme de recolonisation active des milieux.

VIII. Synthèse

Les résultats des suivis et les préconisations de gestion qui en découlent sont synthétisés par milieu.

Zone témoin

Diagnostic :

Cette zone est située à proximité des anciens stades à l'est du stade Océane. Elle a fait l'objet d'un suivi de l'entomofaune du sol et de l'avifaune des environs. Un relevé botanique y a été effectué en 2012. La végétation présentait alors des indices de maturité et de stabilité, notamment deux espèces d'orchidées et une bugrane. Depuis fin 2012, le suivi des nématodes y indique une forte diversité fonctionnelle ainsi qu'une forte activité biologique. Cela implique un micro-réseau trophique complexe. Qui plus est, au printemps 2013, la biomasse de vers de terre y était plus élevée que dans les milieux du parc paysager, et les espèces endogées avaient tendance à y être plus abondantes. Nous sommes donc face à **un milieu relativement mature, diversifié et stable.**

Par ailleurs, la présence de Lézard des murailles y a été mise en évidence et l'endroit est très fréquenté par les oiseaux hors période nuptiale, notamment pour le nourrissage. Les espèces sont relativement banales et la fréquentation a peu variée depuis 2012.

Ce milieu répond donc aux objectifs fixés pour les portions de prairies du corridor écologiques et des noues sèches. Sa diversité fonctionnelle peut être retenue comme point de comparaison.

Préconisation :

Il serait intéressant de connaître exactement la périodicité des fauches effectuées sur cette zone. Elle pourrait être utilisée comme fréquence maximale pour les prairies du parc paysager.

Ensemble du parc paysager

Diagnostic :

Le parc est utilisé de façon assez homogène par l'avifaune. La composition spécifique a peu changé en un an. Le faible développement des arbres limite les possibilités de nidification. Quelques espèces inscrites sur les listes rouges ont été observées en période de nidification mais aucune ne semble vraiment nicher sur place.

Les reptiles ont colonisé le parc dès 2012. Depuis, les populations se sont renforcées mais semblent cantonnées au corridor écologique. Aucune menace ne pèse sur elles. Les premières colonisations d'amphibiens ont été observées en juin mais plusieurs menaces pèsent sur leurs populations en raison de l'état des bassins et des noues.

Enfin, du point de vue de la faune du sol et de la flore, on assiste à l'individualisation progressive des compartiments suivis. L'ensemble tend **vers une plus grande diversité biologique**, ainsi qu'une **plus grande diversité fonctionnelle** dans le cas de la flore. Des espèces pionnières sont encore très présentes, ce qui indique **un milieu encore jeune, en cours de maturation**. L'évolution est particulièrement nette dans les milieux subnaturels (corridor et noues sèches) tandis que les milieux artificiels sont encore peu différenciés.

Préconisations :

Le GONm propose d'apposer des nichoirs afin de favoriser la nidification de petites espèces.

Les arrachages manuels de Renouée du Japon sont encore nécessaires pour le moment.

Les autres préconisations doivent être détaillées par milieu :

Corridor écologique

Diagnostic :

Au niveau de la flore, **le corridor écologique est la zone la plus riche du parc**. La faune du sol y est abondante et assez variée. Les stratégies écologiques des végétaux sont beaucoup plus diversifiées qu'en 2012 et la forte colonisation racinaire a induit la multiplication des organismes du sol.

L'endroit est activement fréquenté par le Lézard des murailles qui utilise notamment la bâche située en haut du merlon comme abri et semble se reproduire sur place. L'Orvet fragile est abondant sous les abris artificiels. Les deux espèces sont probablement entrain de renforcer leurs populations après la colonisation de 2012. Les mammifères sont abondants : lapins, souris grises, campagnols et musaraignes ont tous été observés. Les insectes sont nombreux et mériteraient un inventaire.

Ce milieu est donc le support d'une biodiversité ordinaire grandissante qui montre que **la végétation rempli sa fonction de support pour la faune**.

L'objectif principal d'accueil du Lézard des murailles est largement atteint. Pour lui rester propice, la végétation ne doit pas croître beaucoup plus. La mise en place d'un entretien extensif est nécessaire.

Préconisations :

Mettre en place une fauche tardive annuelle avec exportation (puis compostage). Une seule fauche par ans en septembre-octobre serait l'idéal. Il ne faudra surtout pas dépasser deux fauches par ans. Il est admis que la fauche en bandes alternées à quelques jours d'écarts est très favorable à la petite faune (insectes et reptiles entre autres), celle-ci pouvant trouver un refuge temporaire dans les zones non fauchées avant de se déplacer vers les zones fauchées. De même, il est bon de laisser les produits de fauche en place pendant au moins une journée avant de les exporter, quitte à les ramasser lors de la fauche des bandes restantes. La fauche peut tout à fait être utilisée pour façonner différents espaces paysagers du moment que la périodicité globale est respectée.

Ne pas replanter les arbustes de la haie défensive située en bas du merlon sud. Certaines espèces sont invasives et la position de la haie n'est pas optimale. Il serait plus intéressant de laisser des bouquets d'arbustes se développer en haut du merlon, afin de fournir un abri aux reptiles quand la bâche aura disparue.

Continuer les arrachages manuels de Renouée du Japon et d'Arbre à papillons (quelques gros individus isolés posent problème).

Enfin, la mise en place d'une ou plusieurs ruches le long du merlon sud est tout à fait envisageable. Les ruches pourraient être apportées et entretenues par des apiculteurs amateurs locaux et/ou par une association locale.

Ambiances forestières

Diagnostic :

Ces milieux sont assez peu différenciés pour le moment. Ils fonctionnent comme une alternance de végétations arbustives basses et de végétations herbacées forestières. Ces dernières montrent de gros **problèmes de croissance** (mortalité) et ont tendance à être remplacées par une végétation spontanée de milieu ouvert. L'étude des nématodes montre une certaine diversité fonctionnelle qui n'était pas présente en 2012. Le milieu est donc en train d'évoluer, mais pas nécessairement vers un milieu forestier.

Les arbres montrent eux aussi des difficultés de croissance, particulièrement les frênes oxyphylles et les aulnes. Ceux-ci ne sont donc pas encore propices à la nidification. Pour autant, il n'est pas impossible que des espèces, comme le Merle noir ou l'Accenteur mouchet, aient niché en 2013.

Le Lézard des murailles est présent au sommet du merlon mais n'a pas été mentionné sur le flanc nord.

Préconisations :

Remplacer les arbres morts par des essences mieux adaptées : Chêne sessile, Frêne commun, Noisetier, Erable champêtre, tilleuls…

Laisser les petits ligneux se développer pour fournir des abris à la faune et de l'ombre aux espèces forestières.

L'ombre dans les ambiances forestières n'est pas une priorité à l'échelle du stade. Si les priorités venaient à être revues, il pourrait être intéressant d'implanter des bouquets d'arbustes locaux (aubépines, prunelliers…) au sommet du merlon qui fourniraient à la fois un abri au Lézard des murailles et de l'ombre aux espèces forestières.

Gazons

Diagnostic :

Les espèces végétales semées sont des espèces banales de gazons urbains. Ces milieux remplissent tout à fait leurs objectifs fonctionnels et paysagers mais présentent peu d'intérêt écologique.

Dans le cas des abords du bassin nord, on note une forte fréquentation par les lapins, qui permettent d'entretenir un milieu ouvert en fonctionnement subnaturel. Le Lézard des murailles est abondant. Il affectionne les zones de pelouses rases à proximité des fourrés. L'Orvet est abondant dans les zones où la végétation est la plus haute. Enfin, la Renouée du Japon et la Vigne vierge recolonisent le milieu depuis les fourrés environnants.

Préconisation :

Dans le cas des abords du bassin nord, l'entretien extensif prévu devrait convenir. Cependant, il pourrait être intéressant de différencier plusieurs espaces : un petit espace en entretien intensif qui permettrait de maintenir les pelouses rases appréciées par le Lézard des murailles, un grand espace en entretien extensif et un espace en libre évolution, là où l'entretien est trop difficile (flanc nord).

Noues sèches

Diagnostic :

Du point de vue floristique, les zones plantées de prairies fleuries des noues sèches montrent **une diversité fonctionnelle qui s'approche, par endroits, de celle du corridor écologique**. On retrouve cette tendance dans l'abondance des nématodes et la diversité des collemboles. Ce milieu est lui aussi en cours de maturation. Certaines espèces pionnières ne devraient pas se maintenir les prochaines années mais cela ne devrait pas affecter l'attractivité du milieu.

En effet, les espèces végétales en place attirent de nombreux insectes qui pourraient servir de proies aux reptiles. Ces derniers n'ont pas encore recolonisés le milieu en raison des discontinuités entre les noues sèches et le corridor écologique.

Préconisations :

Mettre en place une fauche tardive annuelle sur les prairies fleuries, sur des bases proches de celles du corridor écologique.

Cas des zones sous écorces

Diagnostic :

Ces zones présentent **la plus faible biodiversité du parc paysager**. Le suivi des nématodes montre une faible activité biologique qui indique une très faible colonisation racinaire. L'inventaire des collemboles a indiqué la pullulation d'une unique espèce sous ces écorces, ce qui indique un écosystème déséquilibré.

Cette activité biologique très faible est justement l'objectif du revêtement d'écorces. La méthode est efficace. Elle aboutit cependant à la mise en place d'un écosystème déséquilibré et pauvre, donc instable et **susceptible d'induire la pullulation d'espèces indésirables** (par exemples des champignons).

Préconisation :

Enlever les écorces et de modifier l'objectif paysager de la zone en cas de problème.

Noues humides

Diagnostic :

Ces noues s'individualisent mal des noues sèches du point de vue des sols, ce qui est certainement dû à la faible humidité édaphique. Cependant, **la végétation a connu un bon développement et semble adaptée** à des milieux légèrement humides. Qui plus est, elle est relativement diversifiée du point de vue fonctionnel. Par ailleurs, elle présente une importante proportion d'espèces entomogames qui **attirent des insectes** de milieux frais, notamment le Sphinx de l'Epilobe, une espèce protégée mais assez banale.

Ces milieux ne devraient donc pas poser problème à l'avenir.

Préconisation :

L'entretien courant par désherbage manuel est suffisant. Dans les endroits les plus humides, il pourrait y avoir colonisation par les amphibiens ou nidification d'oiseaux de roselière, on se réfèrera alors aux préconisations faites pour la roselière de la noue nord.

Noue nord

Diagnostic :

La noue nord abrite un mélange d'espèces de gazons amphibies et d'hélophytes. L'ensemble est à la fois hétérogène et original. En 2013, elle constituait **sans aucun doute le milieu le plus intéressant du parc**. Elle abrite une espèce patrimoniale spontanée : la Renoncule peltée. Elle n'a pas été colonisée par les amphibiens mais attire bon nombre d'insectes et notamment d'odonates.

Malheureusement, cette noue présente **un grave problème d'eutrophisation**, qui est directement dû à la richesse des eaux rejetées par le stade. Ces eaux transitent ensuite vers le bassin ouest, lui aussi eutrophe.

Il est illusoire d'espérer maintenir longtemps les espèces de gazons amphibies dans des eaux aussi riches. En revanche, les espèces de roselière connaissent un développement extrêmement rapide. Cela peut être mis à profit.

Préconisations :

Faute de pouvoir améliorer la qualité des eaux en amont, il est suggéré de laisser la végétation en libre évolution. Elle formera un filtre qui devrait limiter l'eutrophisation du bassin ouest.

Une fois le filtre mis en place, la noue pourra être traitée par fauche périodique.

En complément, là où les roseaux ne sont pas encore développés, il serait intéressant d'extraire la couche d'algues filamenteuses et de l'exporter à l'occasion des désherbages manuels. Cela redynamiserait les gazons amphibies, limiterait les odeurs et permettrait d'extraire une partie de l'azote du milieu.

Afin de protéger les espèces présentes, ces deux dernières opérations ne devraient être menées qu'entre début novembre et fin janvier, à la limite fin février. Cela permet d'éviter la période de migration des amphibiens, leur période de reproduction ainsi que celle des oiseaux.

Bassins et abords

Diagnostic :

La végétation du centre des bassins est spontanée et assez pauvre. Elle s'est homogénéisée depuis 2012. Le bassin nord présente les mêmes espèces qu'en 2012 tandis que le bassin ouest a été colonisé par la plupart d'entre elles dont le Potamot fluet (espèce patrimoniale). Les massettes connaissent une forte croissance dans les deux cas.

Les amphibiens du bassin nord sont toujours présents mais leurs populations ont tendance à régresser. Leur reproduction est mise à mal par l'introduction de poissons. Si rien n'est fait, **la population relictuelle de Triton alpestre risque de disparaître à court terme**.

Le bassin ouest a été le théâtre d'une eutrophisation impressionnante courant 2013. En fin d'année, il était couvert de lentilles d'eau. Cette situation est défavorable aux populations d'amphibiens et en particulier à la Grenouille verte qui l'a colonisé cette année.

Les oiseaux fréquentent les bassins. Au moins une poule d'eau et une famille de colvert ont été vues. Elles trouvent refuge dans la végétation des abords. Celle-ci étant peu développée, le potentiel d'accueil est considérablement réduit.

Plusieurs problèmes se posent donc. Du plus important au moins important :

- la **présence de poissons** dans le bassin nord ;
- l'**eutrophisation** du bassin ouest ;
- le **faible développement de la végétation des abords** et,
- à terme, le développement des massettes.

Préconisations :

Extraire les poissons du bassin nord. Pour cela, il est possible d'effectuer une vidange hivernale couplée à une pêche manuelle. Il est conseillé de doubler cette opération d'une action de communication (pose de poster ou d'affichette) visant à prévenir d'éventuelles réintroductions.

Extraire et exporter les lentilles d'eau du bassin ouest. Cette mesure pourrait être réalisée à titre expérimental une fois par ans.

Ne pas limiter l'extension des massifs de laîches et de joncs qui bordent d'ors et déjà les étangs. Cela permettrait de ménager de plus grandes zones de frayères pour les amphibiens et fournirait des zones de nidifications aux oiseaux.

Prévoir une extraction partielle des massettes d'ici trois ans.

Afin de protéger les amphibiens, toutes ces opérations devraient avoir lieu **entre novembre et février**.

Quant au désherbage manuel des abords, il serait souhaitable de le modérer fortement en dehors de cette période, soit de fin février à fin octobre.

Conclusion

L'année 2012 était l'année des plantations et travaux, les milieux du stade étaient alors extrêmement homogènes quel que soit le groupe étudié.

L'année 2013 a été marquée par une forte croissance de la végétation et un début de maturation des sols. Le comportement hydrologique des noues s'est affirmé. Les milieux se sont donc individualisés, même s'ils restent encore jeunes et, pour certains, en cours de différenciation. Presque tous les groupes suivis ont réagi à ce phénomène, à l'exception des oiseaux pour lesquels les effectifs et le nombre d'espèces contactées restent comparables à 2012.

Dans l'ensemble, les principaux objectifs écologiques sont atteints pour les milieux terrestres mais la végétation doit encore être stabilisée. Il s'agit donc de définir les bonnes pratiques et les bonnes périodicités d'entretien. Des préconisations sont proposées dans ce sens, elles sont vouées à être discutées en comité, testées puis affinées dans les années à venir. Elles ont d'ailleurs, pour la plupart, déjà été discutées à la mi-année.

Enfin, un gros problème d'eutrophisation a été mis en avant à l'échelle de l'ensemble stade-noue nord-bassin ouest et des poissons ont été introduits dans le bassin nord. Cela met en péril les populations d'amphibiens locaux et en particulier la population relictuelle de Triton alpestre. Les propositions pour contrer ces deux phénomènes sont donc les plus importantes.

Toutes les propositions sont synthétisées en Tableau 24. Si elles sont réalisées, elles devraient avoir un impact fort sur le milieu. La bonne interprétation des suivis 2015 est donc conditionnée par le suivi de ces opérations.

Tableau 24 : localisation et modalités des préconisations de gestion.

P. : priorité de l'opération, à deux niveaux seulement. **I : prioritaire**, l'opération semble incontournable pour atteindre les objectifs d'origine du parc. Elle répond souvent à une menace qui pèse ou pourrait peser sur les espèces clés : reptiles et amphibiens.
II : secondaire ou facultatif, l'opération est une suggestion qui ne répond pas à une menace immédiate.
X : opération à réaliser dans ce milieu. **P.p.** : opération à réaliser en partie seulement dans ce milieu (et précisions).

Suggestions d'opérations	Détails			Localisation								
	Modalité	Période et périodicité	P.	Corridor écologique	Prairies fleuries des noues sèches	Ambiances forestières	Alentours du bassin nord	Noues humides et bassins sud	Noue nord	Abords de bassins	Bassin ouest	Bassin nord
Fauche tardive avec exportation	Si possible en bandes alternées et en laissant reposer les produit au sol avant export.	1 fois/ans en septembre -octobre.	I	x								
		1 à 2 fois/ans en septembre -octobre.	I		x		p.p. (sauf zones rases et fourrés)					
Mise en place de ruches	Pose et entretien par apiculteur ou association.	-	II	x		x						
Mise en place de nichoirs	Sur les arbres.	-	II	x	x	x						
Entretien intensif	Fauche rase de petites superficies envisageable.	-	II				p.p. (près de certains fourrés)					
Remplacement des arbres morts par des essences adaptées	Par des essences locales, voir liste. Surtout en haut du merlon.	Automne.	II			x						
Libre développement ou plantation de manteaux arbustifs	Par bouquets ou en linéaire.	-	II			p.p. (en lisière en haut du merlon)	p.p. (flanc nord et lisières)					
Arrachage manuel des invasives et désherbage	Invasives uniquement dans les secteurs environnementaux	-	I	p.p. (invasives)	p.p. (invasives)	x	p.p. (invasives)					
	A modérer une partie de l'année.	De mars à octobre.	II					p.p. (dans zones très humides)	x (attention à la Renoncule peltée !)			
Vidange et extraction des poissons	(Autorisation indispensable si étang >1000m2).	De fin octobre à fin février.	I							x		
Extraction et export des lentilles d'eau et des algues filamenteuses	Outil de type râteau recommandé. Compostage.	1 fois/ans, de fin octobre à fin février	I						x		x	
Libre développement de la roselière et des cariçaies	Au moins les 2/3 de l'espace.	-	I						x			
	Par bouquets.	-	II							x		
Fauche des massettes	A prévoir d'ici deux ou trois ans. Intégrale ou par bouquet.	1 fois/ans de fin octobre à fin février.	II						x			
Extraction des massettes	A prévoir d'ici trois ans. Entre 1/3 et 2/3 de la superficie.	de fin octobre à fin février.	II								x	x

Bibliographie générale

Ouvrages

Bouchardeau. 2009. « Dossier d'Enquête au titre de l'article L.123-1 du Code de l'Environnement – Pièce 7: Etude d'impact – 2: Analyse de l'état initial du site et de son environnement ». Egis aménagement Normandie.

Braun-Blanquet, Josias. 1932. Plant sociology. New-York: Mac Graw-Hill Book Co. Inc.

CODAH, 2010. GRAND STADE DE L'AGGLOMÉRATION HAVRAISE AMÉNAGEMENT DES ABORDS DU STADE.

Debout, C. 2013. Enquête Tendances : analyse 2012 des données. Rapport GONm, 16 p.

Debout, G. coordinateur. 2009. Atlas des oiseaux nicheurs de Normandie. 2003 – 2005. Le Cormoran, 17 (1-2) : 448 p.

Debout, G. 2013. Liste rouge des oiseaux de Haute-Normandie. GONm, 52 p.

Egis aménagement Normandie. 2011. « Bio-évaluation Faunistique (ornithologie, herpétologie) pour le projet de construction du Grand Stade du Havre DOSSIER MINUTE ». Egis aménagement Normandie.

GONm. 2004. Atlas des oiseaux de Normandie en hiver. Le Cormoran 13 : 232 p.

Jager, Eckehart J. 2007. Exkursionsflora Von Deutschland: Gefaapflanzen: Atlasband. Springer.

Lambinon, Jacques, Joseph-Edgard De Langhe, Léon Delvosalle, et Jacques Duvignaud. 2009. Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines. 4e éd. Agora/ Tempus.

Morel, F. & Jacob, Y. (2012) - Recensement des oiseaux aux alentours du Stade Océane au cours de l'année 2012. Rapport du GONm à la demande de l'ONF et de la CODAH. 18 p.

Provost, Michel. 1998. La flore vasculaire de Basse-Normandie, tomes 1 et 2. Presses Universitaires de Caen.

Rameau, Mansion, Dumé, Timbal, Lecointe, Dupont, et Keller. 2003. Flore forestière française (guide écologique illustré), tome 1: Plaines et collines. Institut pour le developpement forestier.

Raunkiær, C. 1934 The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography, being the collected papers of C. Raunkiær., Oxford University Press.

Rosset, Johann. 2010. « Projet de construction du Grand Stade du Havre (76) Note de synthèse sur les prospections avifaune et reptiles en période estivale. Octobre 2010. » Egis aménagement Normandie.

UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS (2011) - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France.

Réglementations

Annexe 2 de la convention de Berne 82/72/CEE concernant la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel en Europe.

Directive 2009/147/CE du parlement européen et du conseil du 30 novembre 2009, concernant la conservation des oiseaux sauvages dans l'Union Européenne

Autres

Fichier RSS du GONm

www2.mnhn.fr/vigie-nature/spip.php?page=stoc_web

Annexe 1 : statuts des espèces végétales

Tableau 25 : taxons végétaux sur le parc paysager, 2012 et 2013. Les statuts sont issus de la liste fournie par le Conservatoire Botanique de Haute-Normandie via la Dreal.
Artificialité-Intérêt = intérêt des espèces à l'échelle du parc paysager. O – NP : ornementale non patrimoniale, O – P : ornementale patrimoniale ; S – NP : spontanée non patrimoniale ; S – P : spontanée patrimoniale.
Statut = statut principal d'indigénat et risque d'invasion en Haute-Normandie. I : indigène ; E : exogène non invasive ; P : exogène invasive probable ; A : exogène invasive avérée.
Rareté = rareté en Haute-Normandie. CC : très commun ; C : commun ; AC : assez commun ; PC : peu commun ; AR : assez rare ; R : rare ; RR : Très rare ; EX : exceptionnel ; E : éteint ; ? : inconnu.
Menace = menace en Haute-Normandie. LC : non menacé ; NT : quasi-menacé ; NA : non attribué (=vide). Pour plus de précision on se réfèrera au travail de l'UICN et de la FCBN (MONCORPS et al., 2012 ; ROUX et al. 2012).

Taxon ou groupe	Nom commun	Artificialité-Intérêt	Statut	Rareté	Menace
Acer campestre L., 1753	Érable champêtre	O - NP	I	CC	LC
Acer tataricum subsp. ginnala (Maxim.) Wesm., 1890	Érable du fleuve Amour	O - NP	E		
Acer pseudoplatanus L., 1753	Érable sycomore	S - NP	I	CC	LC
Acer rubrum L., 1753	Erable rouge	O - NP	E		
Acer saccharinum L., 1753	Érable à sucre	O - NP	E		
Alchemilla mollis (Buser) Rothm., 1934	Alchémille molle	O - NP	E		
Achillea millefolium L., 1753	Achillée millefeuille	S - NP	I	CC	LC
Agrostemma githago L., 1753	Nielle des blés	O - P	I	D	RE
Agrostis capillaris L., 1753	Agrostide capillaire	S - NP	I	CC	LC
Agrostis gigantea Roth, 1788	Agrostide géant	S - NP	I	AC	LC
Agrostis stolonifera L., 1753	Agrostide stolonifère	S - NP	I	CC	LC
Algues filamenteuses	Algues filamenteuses	S - NP	I		
Alisma lanceolatum With., 1796	Plantain d'eau lancéolé	O - P	I	AR	LC
Alisma plantago-aquatica L., 1753	Plantain d'eau commun	O - NP	I	C	LC
Alnus glutinosa (L.) Gaertn., 1790	Aulne glutineux	O - NP	I	C	LC
Alopecurus geniculatus L., 1753	Vulpin genouillé	S - NP	I	AC	LC
Amaranthus deflexus L., 1771	Amarante couchée	S - NP	E	R	NA
Anagallis arvensis L., 1753	Mouron rouge	S - NP	I	CC	LC
Anchusa officinalis L., 1753	Buglosse officinale	S - NP	E	D	NA
Anemone japonica (Thunb.) Siebold & Zucc., 1839	Anémone du Japon	O - NP	E		
Anemone nemorosa L., 1753	Anémone sylvie	O - NP	I	CC	LC
Anthemis tinctoria L., 1753	Anthémis des teinturiers	O - NP	E	RR	NA
Aphanes arvensis L., 1753	Alchémille des champs	S - NP	I	AC	LC
Arabidopsis thaliana (L.) Heynh., 1842	Arabette des dames	S - NP	I	C	LC
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819	Fromental élevé	S - NP	I	CC	LC
Artemisia vulgaris L., 1753	Armoise commune	S - NP	I	CC	LC
Aruncus dioicus (Walter) Fernald, 1939	Barbe-de-bouc	O - NP	E		
Atriplex prostrata Boucher ex DC., 1805	Arroche hastée	S - NP	I	AC	LC
Avena fatua L., 1753	Folle-avoine	S - NP	I	CC	LC
Bellis perennis L., 1753	Pâquerette	S - NP	I	CC	LC
Berberis vulgaris L., 1753	Épine-vinette	O - P	I	RR	EN
Blackstonia perfoliata (L.) Huds., 1762	Chlore perfoliée	S - P	I	AC	LC
Brassica napus L., 1753	Colza	S - NP	E	C	NA
Brassica nigra (L.) W.D.J.Koch, 1833	Moutarde noire	S - NP	I	PC	LC

Taxon ou groupe	Nom commun	Artificialité-Intérêt	Statut	Rareté	Menace
Brassica rapa L., 1753	Navette des champs	S - NP	E		NA
Bromus erectus Huds., 1762	Brome érigé	S - NP	I	AC	LC
Bromus hordeaceus L., 1753	Brome mou	S - NP	I	CC	LC
Bromus sterilis L., 1753	Brome stérile	S - NP	I	CC	LC
Bromus tectorum L., 1753	Brome des toits	S - P	I	AR	LC
Bryonia dioica Jacq., 1774	Racine-vierge	S - NP	I	C	LC
Buddleja davidii Franch., 1887	Arbre à papillon	S - NP	A	C	NA
Butomus umbellatus L., 1753	Butome en ombelle	O - P	I	R	NT
Calamagrostis epigejos (L.) Roth, 1788	Roseau des bois	S - NP	I	AC	LC
Caltha palustris L., 1753	Populage des marais	O - NP	I	AC	LC
Calystegia sepium (L.) R.Br., 1810	Liseron des haies	S - NP	I	CC	LC
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik., 1792	Bourse-à-pasteur	S - NP	I	CC	LC
Cardamine flexuosa With., 1796	Cardamine flexueuse	S - NP	I	C	LC
Cardamine hirsuta L., 1753	Cardamine hérissée	S - NP	I	CC	LC
Carex cf. cuprina (Sandor ex Heuff.) Nendtv. ex A.Kern., 1863	Laîche cuivrée	O - NP	I	PC	LC
Carex hirta L., 1753	Laîche hérissée	S - NP	I	C	LC
Carex pendula Huds., 1762	Laîche pendante	O - NP	I	PC	LC
Carex riparia Curtis, 1783	Laîche des rives	O - NP	I	AC	LC
Centaurea maculosa Lam., 1785	Centaurée tachetée	O - NP	E		
Centaurea jacea subsp. nigra (L.) Bonnier & Layens, 1894	Centaurée noire	S - NP	I	AC	DD
Centaurium erythraea Raf., 1800	Petite centaurée commune	S - NP	I	C	LC
Cerastium glomeratum Thuill., 1799	Céraiste aggloméré	S - NP	I	CC	LC
Cerastium semidecandrum L., 1753	Céraiste à 5 étamines	S - NP	I	AR	LC
Chara vulgaris (L.) Wall.	Chara commune	S - NP	I		
Chenopodium album L., 1753	Chénopode blanc	S - NP	I	CC	LC
Chenopodium rubrum L., 1753	Chénopode rouge	S - NP	I	AC	LC
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	Chardon des champs	S - NP	I	CC	LC
Cirsium vulgare (Savi) Ten., 1838	Cirse commun	S - NP	I	CC	LC
Clematis vitalba L., 1753	Clématite des haies	O - NP	I	CC	LC
Cochlearia danica L., 1753	Cranson du Danemark	S - P	I	AR	LC
Convolvulus arvensis L., 1753	Liseron des haies	S - NP	I	CC	LC
Conyza canadensis (L.) Cronquist, 1943	Vergerette du Canada	S - NP	E	CC	NA
Cornus alba L.	Cornouiller blanc	O - NP	E		NA
Cornus sanguinea L., 1753	Cornouiller sanguin	O - NP	I	CC	LC
Coronopus didymus (L.) Sm., 1800	Corne-de-cerf didyme	S - NP	E	PC	NA
Crepis biennis L., 1753	Crépide bisannuelle	S - NP	I	PC	LC
Crepis capillaris (L.) Wallr., 1840	Crépide capillaire	S - NP	I	CC	LC
Cynodon dactylon (L.) Pers., 1805	Chiendent pied-de-poule	S - P	I	R	LC
Cyperus cf. longus L., 1753	Souchet long	O - P	I	RR	VU
Dactylis glomerata L., 1753	Dactyle aggloméré	S - NP	I	CC	LC
Daucus carota L., 1753	Carotte sauvage	S - NP	I	CC	LC
Dipsacus fullonum L., 1753	Cardère à foulon	O - NP	I	C	LC
Echinochloa crus-galli (L.) P.Beauv., 1812	Pied-de-coq	S - NP	I	C	LC
Echium vulgare L., 1753	Vipérine commune	S - NP	I	AC	LC
Eleocharis palustris (L.) Roem. & Schult., 1817	Scirpe des marais	S - NP	I	AC	LC
Elymus repens (L.) Gould, 1947	Chiendent rampant	S - NP	I	CC	LC
Epilobium sp. L., 1753	Epilobe (avant floraison)	S - NP	I		
Epilobium hirsutum L., 1753	Épilobe hirsute	S - NP	I	C	LC
Epilobium obscurum Schreb., 1771	Épilobe vert foncé	S - NP	I	R	DD
Epilobium parviflorum Schreb., 1771	Épilobe à petites fleurs	S - NP	I	CC	LC

Taxon ou groupe	Nom commun	Artificialité-Intérêt	Statut	Rareté	Menace
Epilobium tetragonum L., 1753	Épilobe à tige carrée	S - NP	I	CC	LC
Epimedium x rubrum	Fleur des elfes rouges	O - NP	E		
Equisetum arvense L., 1753	Prêle des champs	S - NP	I	CC	LC
Erophila verna (L.) Chevall., 1827	Drave de printemps	S - NP	I	CC	LC
Eupatorium cannabinum L., 1753	Eupatoire chanvrine	O - NP	I	CC	LC
Euphorbia palustris L., 1753	Euphorbe des marais	O - P	I	R	NT
Evonymus europaeus L.	Bonnet-d'évêque	O - NP	I	CC	LC
Evonymus latifolius (L.) Mill.	Fusain à feuilles larges	O - NP	I	R	
Fallopia convolvulus (L.) Á.Löve, 1970	Renouée liseron	S - NP	I	C	LC
Festuca arundinacea Schreb., 1771	Fétuque roseau	S - NP	I	CC	LC
Festuca gigantea (L.) Vill., 1787	Fétuque géante	S - NP	I	C	LC
Festuca pratensis Huds., 1762	Fétuque des prés	S - NP	I	AC	LC
Festuca rubra L., 1753	Fétuque rouge	S - NP	I	CC	LC
Filipendula ulmaria (L.) Maxim., 1879	Reine des prés	O - NP	I	C	LC
Fragaria vesca L., 1753	Fraisier	S - NP	I	C	LC
Fraxinus angustifolia Vahl, 1804	Frêne du Midi	O - P	I	RR	NT
Fraxinus excelsior L., 1753	Frêne commun	S - NP	I	CC	LC
Fraxinus pennsylvanica Marshall, 1785	Frêne rouge	O - NP	E		
Festuca gr. Ovina	Fétuque du groupe ovin	S - NP	I		
Festuca gr. Rubra	Fétuque du groupe rouge	S - NP	I	CC	LC
Fumaria officinalis L., 1753	Fumeterre officinale	S - NP	I	C	LC
Galium aparine L., 1753	Gaillet gratteron	S - NP	I	CC	LC
Geranium dissectum L., 1755	Géranium découpé	S - NP	I	CC	LC
Geranium molle L., 1753	Géranium mou	S - NP	I	CC	LC
Geranium pusillum L., 1759	Géranium fluet	S - NP	I	C	LC
Geranium robertianum L., 1753	Herbe à Robert	S - NP	I	CC	LC
Geum urbanum L., 1753	Benoîte commune	S - NP	I	CC	LC
Glechoma hederacea L., 1753	Lierre terrestre	S - NP	I	CC	LC
Gnaphalium uliginosum L., 1753	Gnaphale des marais	S - NP	I	C	LC
Hedera helix L., 1753	Lierre grimpant	O - NP	I	CC	LC
Heracleum sphondylium L., 1753	Berce commune	S - NP	I	CC	LC
Hippophae rhamnoides L., 1753	Argousier	O - P	I	RR	NT
Hirschfeldia incana (L.) Lagr.-Foss., 1847	Roquette bâtarde	S - NP	E	R	NA
Holcus lanatus L., 1753	Houlque laineuse	S - NP	I	CC	LC
Holcus mollis L., 1759	Houlque molle	S - NP	I	C	LC
Hyacinthoides non-scripta (L.) Chouard ex Rothm., 1944	Jacinthe des bois	O - NP	I	C	LC
Hypericum hirsutum L., 1753	Millepertuis velu	S - NP	I	AC	LC
Hypericum perforatum L., 1753	Millepertuis perforé	S - NP	I	CC	LC
Hypochaeris radicata L., 1753	Porcelle enracinée	S - NP	I	CC	LC
Iris pseudacorus L., 1753	Iris faux acore	O - NP	I	C	LC
Juncus bufonius L., 1753	Jonc des crapauds	S - NP	I	C	LC
Juncus conglomeratus L., 1753	Jonc aggloméré	S - NP	I	C	LC
Juncus effusus L., 1753	Jonc diffus	S - NP	I	CC	LC
Juncus inflexus L., 1753	Jonc glauque	S - NP	I	C	LC
Lactuca serriola L., 1756	Laitue scariole	S - NP	I	C	LC
Lamium album L., 1753	Lamier blanc	S - NP	I	CC	LC
Lamium purpureum L., 1753	Lamier pourpre	S - NP	I	CC	LC
Lapsana communis L., 1753	Lampsane commune	S - NP	I	CC	LC
Lathyrus latifolius L., 1753	Gesse à larges feuilles	S - NP	E	AC	NA
Lemna minor L., 1753	Petite lentille d'eau	S - NP	I	CC	LC
Leontodon hispidus L., 1753	Liondent hispide	S - NP	I	AC	LC

Taxon ou groupe	Nom commun	Artificialité-Intérêt	Statut	Rareté	Menace
Leucanthemum vulgare Lam., 1779	Marguerite commune	S - NP	I	CC	LC
Leymus arenarius (L.) Hochst., 1848	Seigle de mer	O - P	I	E	EN
Linaria repens (L.) Mill., 1768	Linaire rampante	S - NP	I	PC	LC
Linaria vulgaris Mill., 1768	Linaire commune	S - NP	I	CC	LC
Lolium multiflorum Lam., 1779	Ivraie multiflore	S - NP	E	C	NA
Lolium perenne L., 1753	Ivraie vivace	S - NP	I	CC	LC
Lotus corniculatus L., 1753	Lotier corniculé	S - NP	I	CC	LC
Lotus pedunculatus Cav., 1793	Lotier des marais	S - NP	I	C	LC
Luzula nivea (L.) DC., 1805	Luzule blanche	O - NP	E		
Lysimachia clethroides	Lysimaque de Chine	O - NP	E		
Lysimachia punctata L., 1753	Lysimaque ponctuée	O - NP	E	RR	NA
Lysimachia vulgaris L., 1753	Lysimaque commune	O - NP	I	AC	LC
Lythrum salicaria L., 1753	Salicaire commune	O - NP	I	C	LC
Malva verticillata L., 1753	Mauve verticillée	O - NP	E	D	NA
Matricaria recutita L., 1753	Matricaire camomille	S - NP	I	CC	LC
Medicago arabica (L.) Huds., 1762	Luzerne tachetée	S - NP	I	AC	LC
Medicago lupulina L., 1753	Luzerne lupuline, Minette	S - NP	I	CC	LC
Medicago minima (L.) L., 1754	Luzerne naine	S - P	I	R	LC
Melilotus albus Medik., 1787	Mélilot blanc	S - NP	I	AC	LC
Melilotus officinalis (L.) Lam., 1779	Mélilot officinal	S - NP	I	PC	LC
Mentha suaveolens Ehrh., 1792	Menthe à feuilles rondes	S - NP	I	AC	LC
Mercurialis annua L., 1753	Mercuriale annuelle	S - NP	I	C	LC
Mimulus guttatus Fisch. ex DC., 1813	Mimule tacheté	O - NP	P	E	NA
Mycelis muralis (L.) Dumort., 1829	Laitue des murs	S - NP	I	C	LC
Myosotis arvensis Hill, 1764	Myosotis des champs	S - NP	I	CC	LC
Myosotis laxa subsp. cespitosa (Schultz) Hyl. ex Nordh., 1940	Myosotis cespiteux	S - NP	I	PC	LC
Odontites vernus (Bellardi) Dumort., 1829	Euphraise rouge	S - NP	I	AC	LC
Oenothera biennis L., 1753	Onagre bisannuelle	S - NP	E	AR	NA
Oenothera glazioviana Micheli, 1875	Onagre à grandes fleurs	O - NP	E	AR	NA
Papaver dubium L., 1753	Pavot douteux	S - NP	I	AC	LC
Papaver rhoeas L., 1753	Coquelicot	S - NP	I	CC	LC
Parthenocissus inserta (A.Kern.) Fritsch, 1922	Vigne-vierge commune	S - NP	P	PC	NA
Pastinaca sativa L., 1753	Panais cultivé	S - NP	I	AC	LC
Persicaria amphibia (L.) Gray, 1821	Persicaire flottante	S - NP	I	AC	LC
Persicaria maculosa Gray, 1821	Renouée Persicaire	S - NP	I	CC	LC
Phleum pratense L., 1753	Fléole des prés	S - NP	I	C	LC
Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud., 1840	Roseau	S - NP	I	AC	LC
Phyllitis scolopendrium (L.) Newman, 1844	Scolopendre	O - NP	I	AC	LC
Physocarpus opulifolius (L.) Raf., 1838	Physocarpe à feuilles d'obier	O - NP	E		
Physostegia virginiana (L.) Benth., 1829	Cataleptique de Virginie	O - NP	E		
Picris echioides L., 1753	Picride fausse Vipérine	S - NP	I	C	LC
Picris hieracioides L., 1753	Picride éperviaire	S - NP	I	C	LC
Plantago coronopus L., 1753	Plantain corne-de-bœuf	S - NP	I	AC	LC
Plantago lanceolata L., 1753	Plantain lancéolé	S - NP	I	CC	LC
Plantago major L., 1753	Grand plantain	S - NP	I	CC	LC
Poa annua L., 1753	Pâturin annuel	S - NP	I	CC	LC
Poa trivialis L., 1753	Pâturin commun	S - NP	I	CC	LC
Poacées indéterminées	Poacées indéterminées	S - NP	I		

Taxon ou groupe	Nom commun	Artificialité-Intérêt	Statut	Rareté	Menace
Polygonum aviculare L., 1753	Renouée des oiseaux	S - NP	I	CC	LC
Polystichum aculeatum (L.) Roth, 1799	Polystic à aiguillons	O - P	I	AC	LC
Pontederia cordata L., 1753	Jonc fleuri	O - NP	E	#	NA
Populus tremula L., 1753	Tremble	O - NP	I	C	LC
Potamogeton pusillus L., 1753	Potamot fluet	S - P	I	RR	NT
Potentilla reptans L., 1753	Potentille rampante	S - NP	I	CC	LC
Prunus avium (L.) L., 1755	Merisier vrai	S - NP	I	CC	LC
Prunus padus L., 1753	Cerisier à grappes	O - NP	E	RR	NA
Prunus spinosa L., 1753	Prunellier	O - NP	I	CC	LC
Pulicaria dysenterica (L.) Bernh., 1800	Pulicaire dysentérique	S - NP	I	C	LC
Quercus palustris Münchh., 1770	Chêne des marais	O - NP	E		NA
Ranunculus acris L., 1753	Bouton d'or	S - NP	I	CC	LC
Ranunculus bulbosus L., 1753	Renoncule bulbeuse	S - NP	I	AC	LC
Ranunculus peltatus Schrank, 1789	Renoncule peltée	S - P	I	AR	NT
Ranunculus repens L., 1753	Renoncule rampante	S - NP	I	CC	LC
Ranunculus sceleratus L., 1753	Renoncule scélérate	S - NP	I	AC	LC
Raphanus raphanistrum L., 1753	Ravenelle	S - NP	I	C	LC
Reseda lutea L., 1753	Réséda jaune	S - NP	I	AC	LC
Reseda luteola L., 1753	Réséda jaunâtre	S - NP	I	AC	LC
Reynoutria japonica Houtt., 1777	Renouée du Japon	S - NP	A		
Rosa canina L., 1753	Rosier des chiens	O - NP	I		DD
Rosa glauca Pourr., 1788	Rosier glauque	O - NP	E		
Rosa rugosa Thunb., 1784	Rosier rugueux	O - NP	P	E	NA
Rosettes indéterminées	Rosettes indéterminées	S - NP	I		
Rubus caesius L., 1753	Rosier bleue	S - NP	I	C	LC
Rubus cockburnianus	Ronce à tige blanche	O - NP	E		
Rubus fruticosus L., 1753	Ronce commune	S - NP	I	#	#
Rumex acetosa L., 1753	Oseille des prés	S - NP	I	CC	LC
Rumex acetosella L., 1753	Petite oseille	S - NP	I	C	LC
Rumex crispus L., 1753	Rumex crépu	S - NP	I	CC	LC
Rumex obtusifolius L., 1753	Patience à feuilles obtuses	S - NP	I	CC	LC
Rumex sanguineus L., 1753	Patience sanguine	S - NP	I	C	LC
Sagina procumbens L., 1753	Sagine couchée	S - NP	I	CC	LC
Sagittaria latifolia Willd., 1805	Sagittaire à larges feuilles	O - NP	A	E	NA
Sagittaria sagittifolia L., 1753	Flèche-d'eau	O - P	I	R	VU
Salix alba L., 1753	Saule blanc	O - NP	I	C	LC
Salix cf. acutifolia Willd., 1803	Saule violet	O - NP	E		
Salix caprea L., 1753	Saule marsault	O - NP	I	CC	LC
Salix cinerea L., 1753	Saule cendré	O - NP	I	C	LC
Salix cf. daphnoides Vill., 1779	Saule pruineux	O - NP	E		
Salix cf. purpurea L., 1753	Osier rouge	O - P	I	RR	VU
Salix rosmarinifolia sensu Host, 1828	Saule drapé	O - NP	E		
Salix cf. triandra L., 1753	Saule à trois étamines	O - P	I	R	LC
Sambucus nigra L., 1753	Sureau noir	O - NP	I	CC	LC
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla, 1888	Jonc des chaisiers	O - P	I	R	NT
Scrophularia auriculata L., 1753	Scrofulaire aquatique	S - NP	I	C	LC
Sedum acre L., 1753	Orpin acre	S - NP	I	C	LC
Senecio inaequidens DC., 1838	Séneçon du Cap	S - NP	A	PC	NA
Senecio jacobaea L., 1753	Séneçon jacobée	S - NP	I	CC	LC
Senecio vulgaris L., 1753	Séneçon commun	S - NP	I	CC	LC
Silene dioica (L.) Clairv., 1811	Compagnon rouge	S - NP	I	C	LC

Taxon ou groupe	Nom commun	Artificialité-Intérêt	Statut	Rareté	Menace
Silene latifolia Poir., 1789	Compagnon blanc	S - NP	I	CC	LC
Silene vulgaris (Moench) Garcke, 1869	Silène enflé	S - NP	I	AC	LC
Sinapis arvensis L., 1753	Moutarde des champs	S - NP	I	CC	LC
Sisymbrium officinale (L.) Scop., 1772	Moutarde	S - NP	I	CC	LC
Solanum dulcamara L., 1753	Douce amère	S - NP	I	CC	LC
Solanum nigrum L., 1753	Morelle noire	S - NP	I	CC	LC
Solidago gigantea Aiton, 1789	Tête d'or	S - NP	A	AR	NA
Sonchus asper (L.) Hill, 1769	Laiteron épineux	S - NP	I	CC	LC
Sonchus oleraceus L., 1753	Laiteron potager	S - NP	I	CC	LC
Sorbus cf. domestica L., 1753	Cormier	O - NP	E	RR	NA
Spergula arvensis L., 1753	Spargoutte des champs	S - NP	I	PC	LC
Stellaria media (L.) Vill., 1789	Mouron des oiseaux	S - NP	I	CC	LC
Symphoricarpos x chenaultii	Symphorine	O - NP	E		
Symphytum grandiflorum DC., 1846	Consoude à grandes fleurs	O - NP	E		
Symphytum officinale L., 1753	Grande consoude	O - NP	I	CC	LC
Tanacetum vulgare L., 1753	Tanaisie commune	S - NP	I	C	LC
Taraxacum sect. Ruderalia Kirschner, H. Øllgaard et Štepànek	Pissenlit des prés	S - NP	I		
Thalictrum aquilegiifolium L., 1753	Pigamon à feuilles d'ancolie	O - NP	E		
Tragopogon pratensis L., 1753	Salsifis des prés	S - NP	I	C	LC
Trifolium dubium Sibth., 1794	Trèfle douteux	S - NP	I	C	LC
Trifolium pratense L., 1753	Trèfle des prés	S - NP	I	CC	LC
Trifolium repens L., 1753	Trèfle rampant	S - NP	I	CC	LC
Typha latifolia L., 1753	Massette à larges feuilles	O - NP	I	C	LC
Urtica dioica L., 1753	Ortie dioïque	S - NP	I	CC	LC
Valerianella carinata Loisel.	Valérianelle carénée	S - NP	I	AC	LC
Valerianella locusta (L.) Laterr., 1821	Mâche doucette	S - NP	I	AC	LC
Verbascum sp. L., 1753	Bouillon (en rosette)	S - NP	I		
Verbascum nigrum L., 1753	Molène noire	O - NP	I	C	LC
Verbascum thapsus L., 1753	Molène bouillon-blanc	S - NP	I	C	LC
Verbena officinalis L., 1753	Verveine officinale	S - NP	I	C	LC
Veronica anagallis-aquatica L., 1753	Mouron aquatique	S - NP	I	AC	LC
Veronica arvensis L., 1753	Véronique des champs	S - NP	I	CC	LC
Veronica persica Poir., 1808	Véronique de Perse	S - NP	I	CC	LC
Viburnum lantana L., 1753	Viorne mancienne	O - NP	I	AC	LC
Viburnum opulus L., 1753	Viorne obier	O - NP	I	C	LC
Vicia sativa L., 1753	Vesce cultivée	O - NP	I	CC	LC
Vicia sepium L., 1753	Vesce des haies	S - NP	I	CC	LC
Vinca minor L., 1753	Petite pervenche	O - NP	I	AC	LC
Viola arvensis Murray, 1770	Pensée des champs	S - NP	I	CC	LC
Vulpia myuros (L.) C.C.Gmel., 1805	Vulpie queue-de-rat	S - NP	I	AC	LC

Annexe 2 : espèces exogènes et invasives

Ensemble du parc paysager

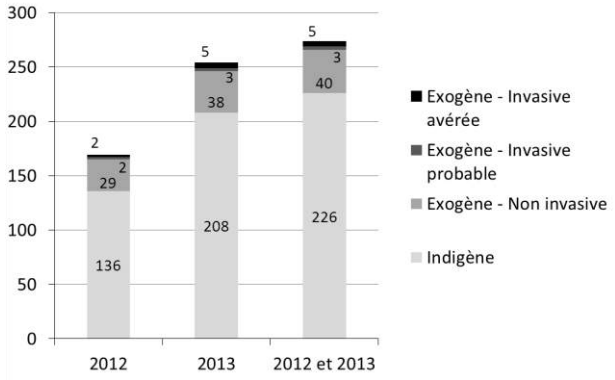


Figure 87 : nombre d'espèces végétales exogènes et invasives de l'ensemble du parc. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

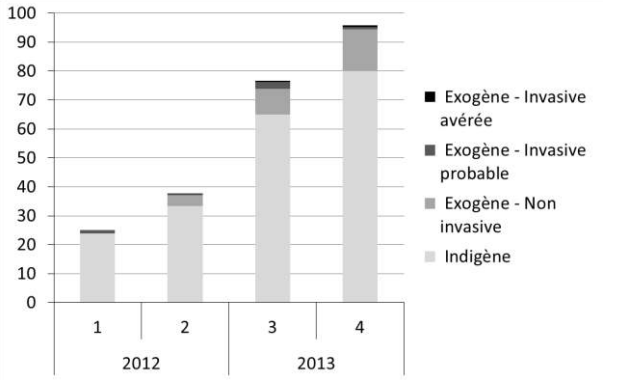


Figure 88 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale de l'ensemble du parc. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Les invasives présentes sont indiquées en Tableau 6.

Corridor écologique

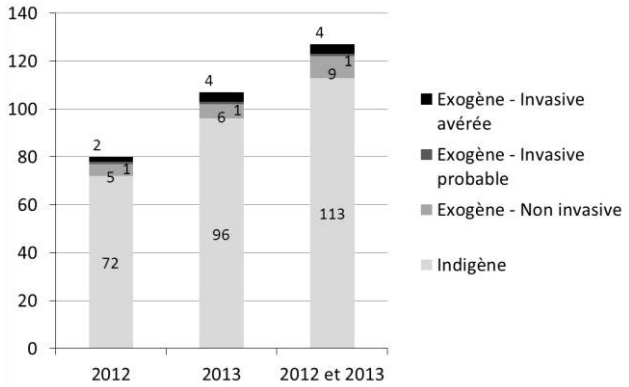


Figure 89 : nombre d'espèces végétales exogènes et invasives du corridor écologique. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

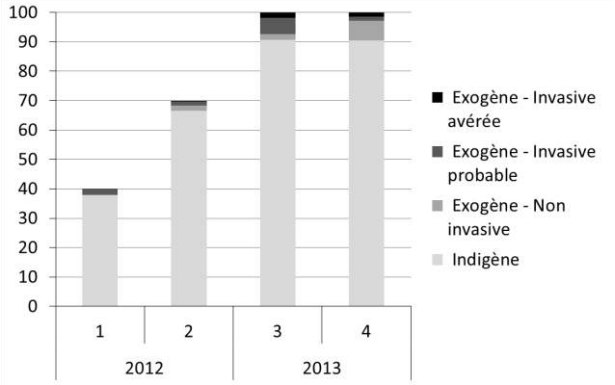


Figure 90 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale du corridor écologique. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Le corridor écologique montre bon nombre d'invasives, notamment la Renouée du Japon (un beau pied côté sud), l'Arbre à papillons (au moins un beau pied aussi), le Séneçon du Cap (dispersé mais non dominant), le Solidage géant (idem) et enfin le Rosier du Japon, une invasive probable plantée volontairement sur le site. Elle devait fournir une haie défensive au pied du corridor. Il s'avère que cette haie est inutile, les reptiles trouvant leurs abris dans la dense prairie fleurie et sous les arbustes des ambiances forestières. Cette espèce ne présente donc pas d'intérêt sur le site.

Mis à part le Rosier du Japon, les invasives ont été contenues grâce à la mise en place précoce de la prairie fleurie.

Ambiances forestières

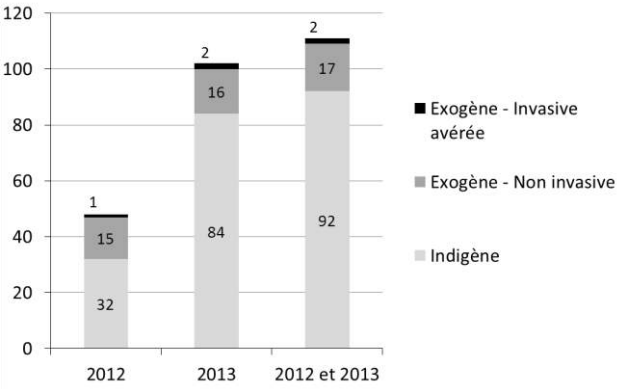


Figure 91 : nombre d'espèces végétales exogènes et invasives des ambiances forestières. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

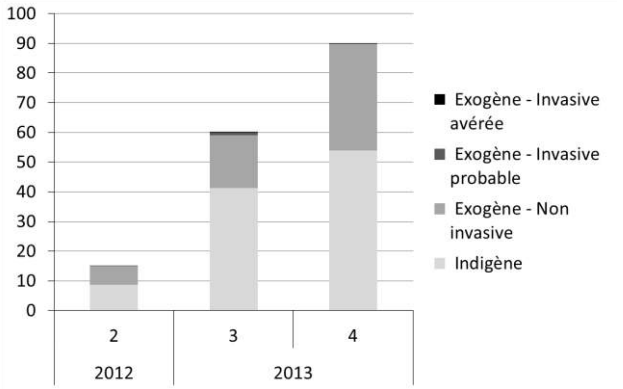


Figure 92 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale des ambiances forestières. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Les invasives présentes sont la Renouée du Japon et l'Arbre à papillons, toutes deux anecdotiques et dispersées mais présentant quelques pieds bien développés.

Gazons

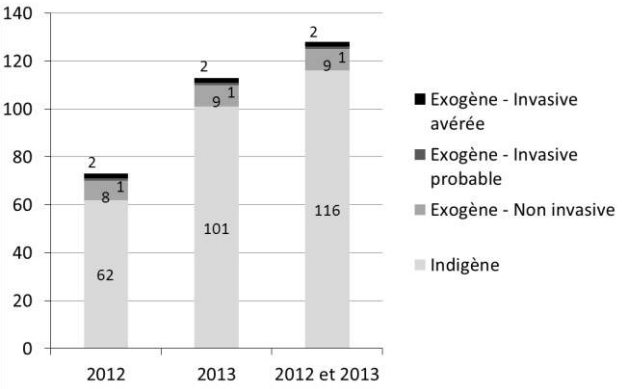


Figure 93 : nombre d'espèces végétales exogènes et invasives des gazons. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

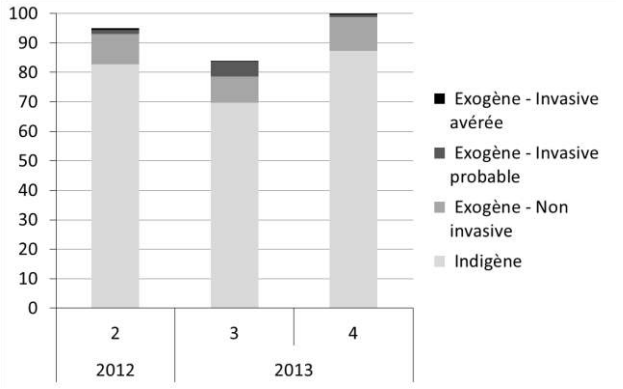


Figure 94 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale des gazons. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Les invasives présentes sont le Séneçon du Cap (dispersé, il a profité de la mise à nu du sol), la Renouée du Japon et la Vigne vierge (toute deux en lisière sur le gazon nord, elle recolonisent le site par les friches RFF qui l'entourent).

Noues sèches

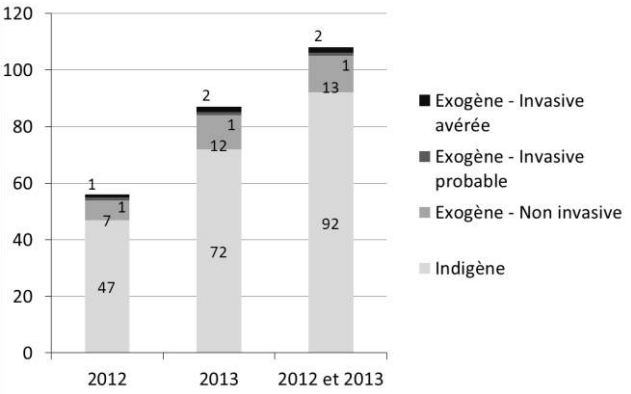


Figure 95 : nombre d'espèces végétales exogènes et invasives des noues sèches. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

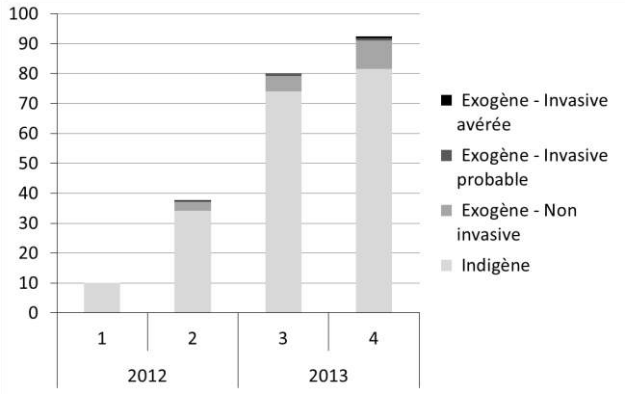


Figure 96 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale des noues sèches. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Les invasives présentes sont la Renouée du Japon (dispersée sous forme de petits pieds isolés), le Séneçon du Cap (dispersé mais fréquent, il profite des sols nus) et le Rosier du Japon (introduit volontairement).

Noues humides

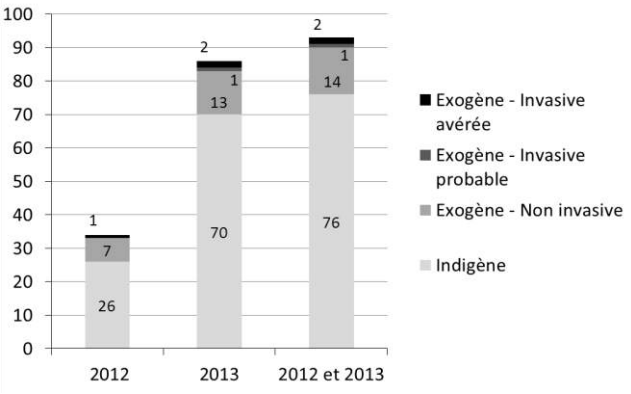


Figure 97 : nombre d'espèces végétales exogènes et invasives des noues humides. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

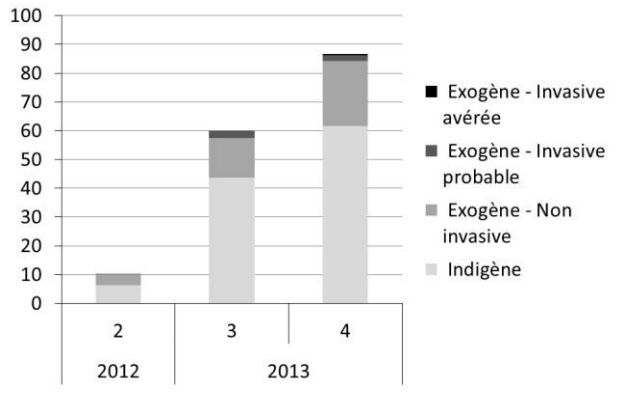


Figure 98 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale des noues humides. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

Les invasives présentes sont la Renouée du Japon (dispersée mais sous forme de petits pieds isolés), le Séneçon du Cap (dispersé mais fréquent, il a profité des sols nus et devrait régresser avec la croissance des ornementales) et enfin le Mimule tacheté, qui a été planté volontairement dans les noues.

Noue nord

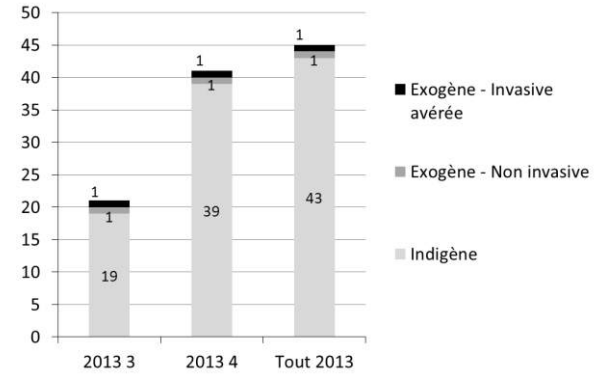


Figure 99 : nombre d'espèces exogènes et invasives de la noue nord. 2013 3: printemps 2013 ; 2013 4 : été 2013.

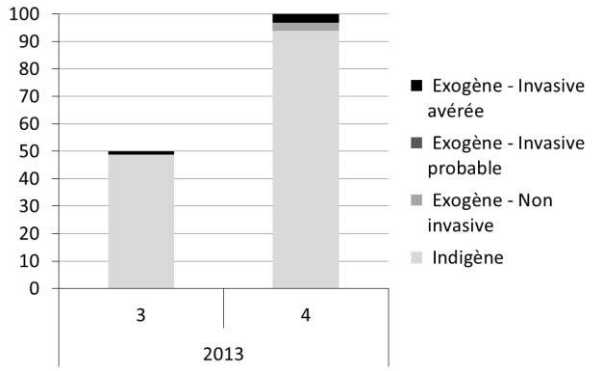


Figure 100 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale de la noue nord.
3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

La seule invasive présente est la Sagittaire à larges feuilles, plantée volontairement.

Bassins (centre et abords)

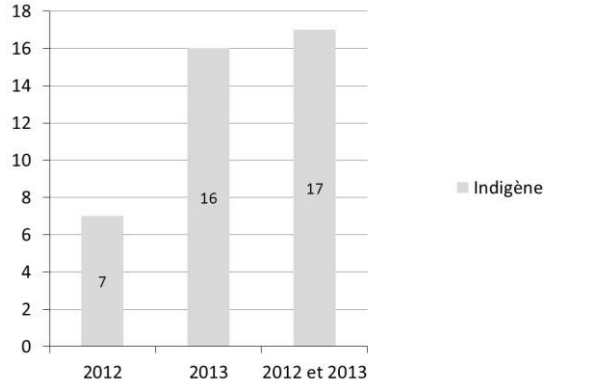


Figure 101 : nombre d'espèces exogènes et invasives au centre des bassins. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

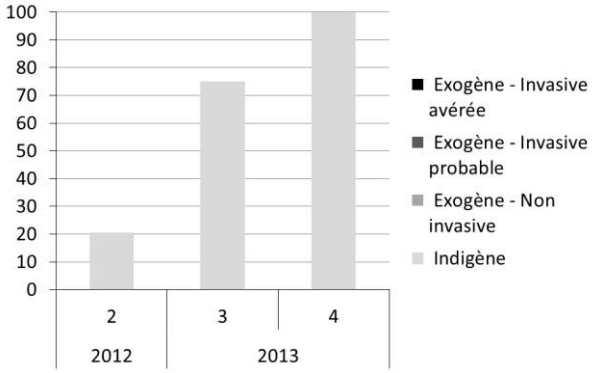


Figure 102 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale du centre des bassins. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

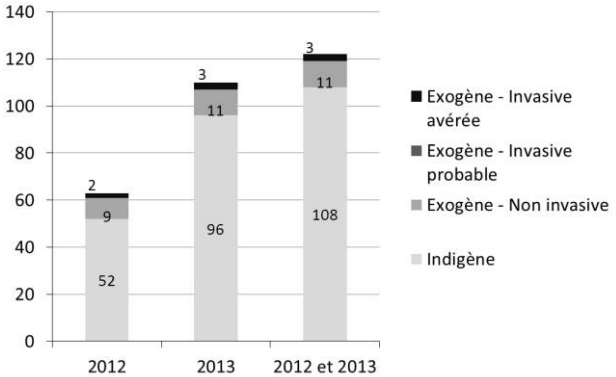


Figure 103 : nombre d'espèces exogènes et invasives des abords de bassins. 2012 : total de l'année 2012 ; 2013 : total de l'année 2013 ; 2012-2013 : total.

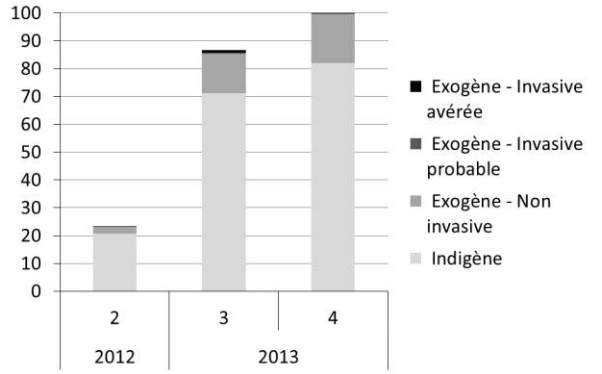


Figure 104 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale des abords de bassins. 1 : printemps 2012 ; 2 : été 2012 ; 3 : printemps 2013 ; 4 : été 2013.

La Renouée du Japon, l'Arbre à papillons (tous deux sous forme de pieds isolés) et le Séneçon du Cap (dispersé) sont présents aux abords des bassins. Le centre des bassins ne contient que des espèces indigènes.

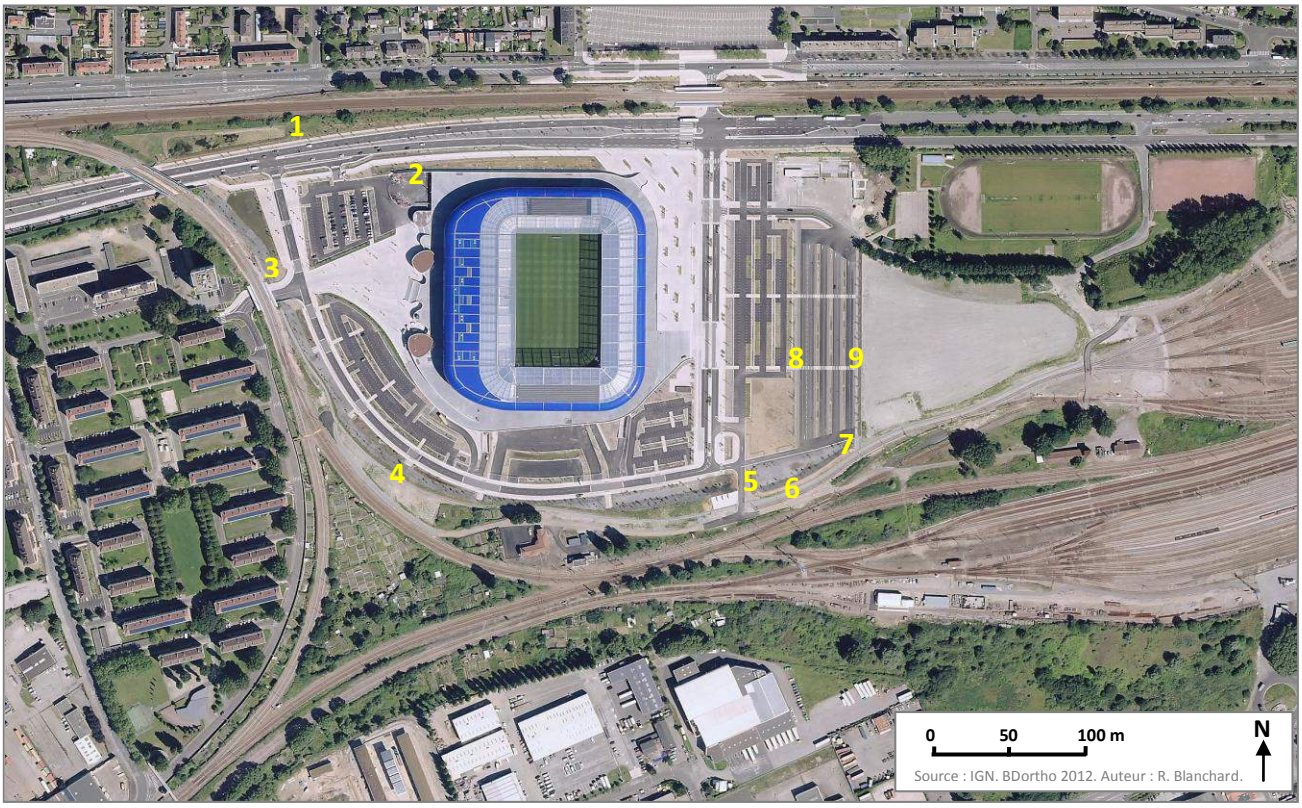
Annexe 3 : suivi photographique des mesures compensatoires

Ce suivi photographique est réalisé par S. Birckel, auteur de toutes les photographies.

Il a été mis en place afin d'appréhender la qualité des habitats reconstitués et de faire le lien avec la colonisation éventuelle d'espèces provenant du périmètre élargi.

Neuf sites ont fait l'objet de ce suivi en 2012 et 2013 (Carte 17):

Carte 17 : localisation des points de suivi photographiques (en jaune).



Site n°1 : bassin nord

Bassin calibré aux berges rectilignes et à forte pente. La prolifération algaire de 2012 ne s'est pas reproduite en 2013. Végétation rivulaire mieux développée à l'été 2013 qu'en 2012. Présence d'un îlot de typhas à l'extrémité ouest de la mare.

Le 13 mars 2012

le 31 juillet 2012

le 22 mars 2013

le 19 juin 2013

Site n°2 : noue nord

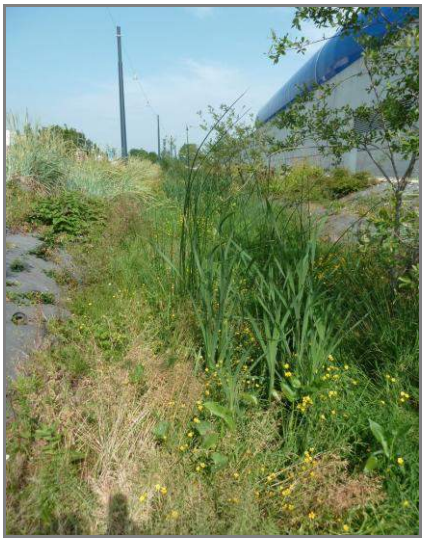
Bassin créé au printemps 2012 et planté d'hélophytes et de saules. Il se présente sous la forme d'un petit fossé aux contours irréguliers. La végétation rivulaire s'est bien développée en 2013, formant un étroit cordon le long du fossé.

Le 13 mars 2012

Le 13 août 2012

le 22 mars 2013

le 19 juin 2013



Végétation diversifiée et bien structurée le long du fossé le 19 juin 2013

Site n°3 : bassin ouest

Il s'agit du premier bassin à être mis en eau à proximité du stade Océane. La végétation rivulaire qui s'est installée dès le printemps 2012 a poursuivi son développement au cours de l'été 2013 avec un fort développement algaire recouvrant 90% de la surface en juin 2013 et 100 % en août 2013.

Site n°3 le 13 mars 2012

Le 13 août 2012

Le 22 mars 2013

Le 19 juin 2013

Site n°4 : bassin sud-ouest

Bassin en eau au début du printemps 2012 puis alternativement en eau puis asséché lors de l'été 2012. Lame d'eau d'à peine 5 cm en avril et juin 2013 avec fort développement des hélophytes formant une strate homogène qui recouvre 90 % de la surface en eau.

Le 13 mars 2012

Le 13 août 2012

le 22 mars 2013

le 19 juin 2013

Site n°5 : flanc nord du corridor écologique et bassin sud (rarement en eau)

Corridor composé d'un merlon planté au sud et d'un bassin au nord. Absence d'eau en 2012. Présence d'un peu d'eau (10% de la surface) en mars 2013 puis absence d'eau en avril et juin 2013. Bon développement des plantations sur pente et au fond du bassin.

Le 13 mars 2012

Le 31 juillet 2012

Le 22 mars 2013

Le 19 juin 2013

Développement des hélophytes au fond du bassin le 19 juin 2013

Site n°6 : corridor écologique, merlon sud

Si le versant nord du merlon a fait l'objet d'une plantation sur géotextile, le versant sud est en évolution libre, ce qui le rend plus attractif pour les reptiles, d'autant qu'il est longé à son pied par un cordon de ballast. La végétation spontanée s'y est rapidement installée offrant autant de caches pour les reptiles. Peu d'évolution de la végétation entre 2012 et 2013 si ce n'est qu'un recouvrement presque total de la végétation herbacée plus précoce la première année que la deuxième.

Le 13 mars 2012

Le 31 juillet 2012

Le 13 août 2012

Le 19 juin 2013

Site n°7 : bassin est

Configuration proche du site n°5 avec :

- absence d'eau lors des étés 2012 et 2013,
- présence ponctuelle d'eau aux printemps 2012 et 2013 (20% en eau en mars 2013),
- fort développement de la végétation herbacée en fond de bassin.

Le 13 mars 2012

Le 13 août 2012

Le 22 mars 2013

le 19 juin 2013

Site n°8 : noue et corridor écologique ouest

Structure linéaire bordée de part et d'autre par des parkings, ce qui en limite les capacités d'accueil pour la faune. La végétation spontanée qui s'y est développée de façon assez similaire lors des étés 2012 et 2013 est la seule zone offrant des abris. Absence de connexion vers le sud et vers le nord.

Le 13 mars 2012

Le 31 juillet 2012

Le 13 août 2012

19 juin 2013

Site n°9 : noue et corridor écologique est

Situation un peu plus favorable que le site n°8 car :

- connectée vers le sud avec un autre corridor écologique,
- situé en limite est des parkings et donc bordé que d'un seul côté par une chaussée revêtue.

Développement des végétaux plantés sur bâche avec un recouvrement de l'ordre de 75% lors de l'été 2013.

Le 13 mars 2012

Le 13 août 2012

Le 19 juin 2013

Annexe 4 : compléments sur la faune du sol

1. Liste des espèces de vers de terre contactées et abondances de celles-ci dans les différents points d'échantillonnage (ind m^{-2}).

	Points d'échantillonnage																
Espèces	4	6	7	8	9	10	11	13	14	15	17	18	19	20	21	15b	**Total**
Allolobophora chlorotica	1							3	8		1	3	2	2	1	1	**22**
Aporrectodea caliginosa		1	1		1	2	6	1	10		5	5	2	3	1		**38**
Aporrectodea longa		3					1		1			1					**6**
Aporrectodea rosea								1									**1**
Dendrodrilus rubidus					3	14	3			2		1	1		1		**25**
Eiseniella tetraedra							4										**4**
Lumbricus castaneus										2							**2**
Lumbricus festivus	1	2	2		1		2	4	1		4	3	1	13	1	15	**50**
Lumbricus rubellus	4	1	1	1	10	1	4	1			4	7	27	4	18		**83**
Lumbricus terrestris		2					2	3	7		1	2					**17**
Octolasion cyaneum						1		1									**2**
Non identifiés (juvéniles)	2		2	26	53	49	17	43	52	4	5	8	30		7	22	**320**
Total	**8**	**9**	**6**	**27**	**68**	**67**	**39**	**57**	**79**	**8**	**20**	**30**	**63**	**22**	**29**	**38**	**570**

2. Abondance relative (en pourcentage) des taxons de collemboles dans les différentes modalités échantillonnées en 2013 au sein du grand stade du Havre. En gras sont données les valeurs maximales au sein de chaque modalité.

Taxons	Ambiance humide	Ambiance sous-bois	Noues sèches	Prairies fleuries	Sous écorces	Pelouse	Artificiel
Sminthurus viridis (Linnaeus 1758)	**50,0**	0,0	8,0	4,5	0,0	4,1	2,0
Mesaphorura macrochaeta (Rusek 1976)	33,3	14,3	4,0	1,5	0,0	2,7	1,2
Parisotoma notabilis (Schäffer 1896)	16,7	**28,6**	16,0	9,1	**90,0**	11,0	**80,9**
Sminthurus sp.	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	1,2
Lepidocyrtus cyaneus (Tullberg 1871)	0,0	0,0	16,0	**30,3**	0,0	**27,4**	1,6
Isotoma anglicana (Lubbock 1862)	0,0	14,3	0,0	19,7	0,0	19,2	0,0
Isotoma viridis (Bourlet 1839)	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	1,2
Isotomurus maculatus (Schäffer 1896)	0,0	0,0	0,0	10,6	0,0	9,6	0,0
Pogonognathellus flavescens (Tullberg 1871)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,4
Proisotoma minuta (Tullberg 1871)	0,0	0,0	4,0	4,5	0,0	4,1	0,4
Isotomodes productus (Axelson 1906)	0,0	0,0	4,0	10,6	0,0	9,6	0,4
Paratullbergia callipygos (Börner 1907)	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,8
Oncopodura crassicornis (Shoebotham 1911)	0,0	14,3	0,0	0,0	2,7	1,4	2,4
Mesaphorura sp.	0,0	0,0	4,0	0,0	5,0	0,0	4,8
Folsomia fimetaria (Linnaeus 1758)	0,0	**28,6**	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0
Isotomiella minor (Schäffer 1896)	0,0	0,0	**24,0**	0,0	0,0	0,0	2,4
Sminthurinus elegans (Fitch 1863)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,4
Pseudosinella alba (Packard 1873)	0,0	0,0	0,0	6,1	0,0	5,5	0,0
Brachystomella parvula (Schäffer 1896)	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	2,7	0,0

3. Résultats partiels des analyses GLMs (General Linear Models) réalisées sur l'impact du facteur modalité (Pelouse vs. Artificiel) sur les différentes variables Collemboles. Grand stade du Havre (2013). SR : Richesse Spécifique ; Abd Abondance ; Ep : Epédaphique ; Hem : Hémiédaphique ; Eu : Euédaphique.

	Effet Modalité
Degré de liberté	1,0000
SR Coll	
F	0,8607
p	**0,3754**
Abd Coll	
F	1,5953
p	**0,2352**
Abd Ep	
F	5,4993
p	**0,0510**
Abd Hem	
F	2,8053
p	**0,1249**
Abd Eu	
F	0,5162
p	**0,4889**
SR Ep	
F	1,5023
p	**0,2484**
SR Hem	
F	1,0063
p	**0,3394**
SR Eu	
F	0,0664
p	**0,8019**

Annexe 5 : liste des figures et des tableaux

Liste des figures

Figure 1 : noms des principales formations créées, d'après le cahier de suivi écologique (&cotone, 2012. Document interne). 3

Figure 2 : projet pour les végétations, d'après les données fournies par R. Fournerie en 2012 (document interne). 4

Figure 3 : localisation des points de suivi de la végétation. 8

Figure 4 : les types biologiques selon Raunkiaer (in Raunkiaer, 1934) et équivalence. 15

Figure 5 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales de l'ensemble du parc. 16

Figure 6 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale de l'ensemble du parc. 16

Figure 7 : diagramme des valences écologiques de la végétation de l'ensemble du parc. 18

Figure 8 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales sur le corridor écologique. 19

Figure 9 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale du corridor écologique. 19

Figure 10 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation du corridor écologique. 20

Figure 11 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation du corridor écologique. 20

Figure 12 : spectre des types biologiques de la végétation du corridor écologique. 20

Figure 13 : diagramme des valences écologiques de la végétation du corridor écologique. 21

Figure 14 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales dans les ambiances forestières. ... 22

Figure 15 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale des ambiances forestières. 22

Figure 16 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation des ambiances forestières. . 23

Figure 17 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation des ambiances forestières. 23

Figure 18 : spectre des types biologiques de la végétation des ambiances forestières. 23

Figure 19 : diagramme des valences écologiques de la végétation des ambiances forestières. 24

Figure 20 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales des gazons. 25

Figure 21 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale des gazons. . 25

Figure 22 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation des gazons. 26

Figure 23 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation des gazons. 26

Figure 24 : spectre des types biologiques de la végétation des gazons. 26

Figure 25 : diagramme des valences écologiques de la végétation des gazons. 27

Figure 26 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales des noues sèches. 28

Figure 27 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale des noues sèches. 28

Figure 28 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation des noues sèches. 29

Figure 29 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation des noues sèches. 29

Figure 30 : spectre des types biologiques de la végétation des noues sèches. 29

Figure 31 : diagramme des valences écologiques de la végétation des noues sèches. 30

Figure 32 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales des noues humides. 31

Figure 33 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale des noues humides. 31

Figure 34 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation des noues humides. 32

Figure 35 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation des noues humides. 32

Figure 36 : spectre des types biologiques de la végétation des noues humides. 32

Figure 37 : diagramme des valences écologiques de la végétation des noues humides. 33

Figure 38 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales de la noue nord. 35

Figure 39 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale de la noue nord. 35

Figure 40 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation de la noue nord. 35

Figure 41 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation de la noue nord. 35

Figure 42 : spectre des types biologiques de la végétation de la noue nord. 35

Figure 43 : diagramme des valences écologiques de la végétation de la noue nord. 36

Figure 44 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales du centre des bassins. 38

Figure 45 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale du centre des bassins. 38

Figure 46 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation du centre des bassins. 39

Figure 47 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation du centre des bassins. 39

Figure 49 : spectre des types biologiques de la végétation du centre des bassins. 39

Figure 48 : diagramme des valences écologiques de la végétation du centre des bassins. 39

Figure 50 : nombre d'espèces végétales patrimoniales et ornementales des abords de bassin 40

Figure 51 : contribution des espèces patrimoniales et ornementales à la couverture végétale des abords de bassins. 40

Figure 52 : spectre de stratégies de fécondation-pollinisation de la végétation des abords de bassins. 41

Figure 53 : spectre de stratégies de dissémination de la végétation des abords de bassins. 41

Figure 54 : spectre des types biologiques de la végétation des abords des bassins. 41

Figure 55 : diagramme des valences écologiques de la végétation des abords des bassins. 41

Figure 56 : effectifs de Lézard des murailles, par date et par localité. 54

Figure 57 : effectifs d'Orvet fragile, par date et par localité. Traduction graphique. 56

Figure 58 : nombre d'oiseaux par point en 2013. 65

Figure 59 : nombre d'espèces par point en 2013. 65

Figure 60 : comparaison des effectifs cumulés d'oiseaux par point. 67

Figure 61 : dessin d'un nématode phytoparasite (*Pratylenchus* sp.) réalisé par Cobb, un des pères de la nématologie. 73

Figure 62 : la microchaîne trophique du sol dans laquelle les nématodes sont présents à plusieurs niveaux. 73

Figure 63 : groupes trophiques chez les nématodes. 74

Figure 64 : illustrations des zones de prélèvement. 76

Figure 65 : la prise d'échantillon élémentaire à l'aide de la gouge et la préparation des échantillons composites. 77

Figure 66 : l'analyse de la nématofaune du sol selon la norme ISO 23611-4. 78

Figure 67: diagnostic du micro-réseau trophique du sol. 79

Figure 68 : abondance totale des nématodes du sol (A : 2012, B : 2013) dans les six modalités étudiées de gestion des espaces verts sur le stade Océane. 80

Figure 69 : abondance des nématodes libres (bactérivores + fongivores + omnivores + prédateurs) dans le sol (A : 2012, B : 2013). 81

Figure 70 : abondance des nématodes phytophages du sol, répartis entre nématodes phytophages obligatoires (c'est à dire phytoparasites) et nématodes phytophages facultatifs (A : 2012, B : 2013). ... 81

Figure 71 : analyse des clusters réalisée à partir des abondances des différents taxons identifiés dans les échantillons. 82

Figure 72 : analyse des clusters réalisée à partir des abondances des différents taxons identifiés dans les échantillons. 83

Figure 73 : indices de diversité de la nématofaune mesurés en octobre 2012, calculés dans les différentes zones d'étude. 84

Figure 74: indices de diversité de la nématofaune mesurés en avril 2013, calculés dans les différentes zones d'étude. 85

Figure 75 : diagnostic du réseau trophique du sol (A : 2012, B 2013) par deux indices nématofauniques : EI (Indice d'Enrichissement) représenté en fonction de SI (Indice de Structure). 87

Figure 76 : densité des vers de terre dans les différents habitats du périmètre du stade (+ écart type). 92

Figure 77 : densité des vers de terre dans les différents habitats (après regroupement) du périmètre du stade (+ écart type). 92

Figure 78 : biomasse des vers de terre dans les différents habitats du périmètre du stade (+ écart type). ... 93

Figure 79 : biomasses des vers de terre dans les différents habitats (après regroupement) du périmètre du stade (+ écart type). 93

Figure 80 : richesse spécifique des vers de terre dans les différents habitats du périmètre du stade (+ écart type)..... 93

Figure 81 : richesse spécifique des vers de terre dans les différents habitats (après regroupement) du périmètre du stade (+ écart type). 93

Figure 82 : proportion relative des différentes catégories écologiques de vers de terre dans les différents types d'habitats échantillonnés (après regroupement + écart type). 93

Figure 83 : abondance (+ écart-type) des différentes formes écologiques de collemboles dans les différentes modalités CODAH (Tableau 23)..... 94

Figure 84 : abondance (+ écart-type) des différentes formes écologiques de collemboles dans les différentes modalités après regroupement (Tableau 23). 94

Figure 85 : richesse spécifique (+ écart-type) des différentes formes écologiques de collemboles dans les différentes modalités CODAH (Tableau 23)..... 95

Figure 86 : richesse spécifique (+ écart-type) des différentes formes écologiques de collemboles dans les différentes modalités après regroupement (Tableau 23). 95

Figure 87 : nombre d'espèces végétales exogènes et invasives de l'ensemble du parc. 110

Figure 88 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale de l'ensemble du parc. 110

Figure 89 : nombre d'espèces végétales exogènes et invasives du corridor écologique. 110

Figure 90 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale du corridor écologique. 110

Figure 91 : nombre d'espèces végétales exogènes et invasives des ambiances forestières..... 111

Figure 92 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale des ambiances forestières..... 111

Figure 93 : nombre d'espèces végétales exogènes et invasives des gazons. 111

Figure 94 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale des gazons. 111

Figure 95 : nombre d'espèces végétales exogènes et invasives des noues sèches..... 112

Figure 96 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale des noues sèches. . 112

Figure 97 : nombre d'espèces végétales exogènes et invasives des noues humides. 112

Figure 98 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale des noues humides. 112

Figure 99 : nombre d'espèces exogènes et invasives de la noue nord. 113

Figure 100 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale de la noue nord. ... 113

Figure 101 : nombre d'espèces exogènes et invasives au centre des bassins. 113

Figure 102 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale du centre des bassins. 113

Figure 103 : nombre d'espèces exogènes et invasives des abords de bassins. 113

Figure 104 : contribution des espèces exogènes et invasives à la couverture végétale des abords de bassins. 113

Liste des tableaux

Tableau 1 : points de suivi de la végétation, par milieu. 7

Tableau 2 : coefficients d'abondance-dominance. 8

Tableau 3 : données écologiques notées dans le cadre du relevé phytosociologique. 9

Tableau 4 : liste des espèces végétales patrimoniales (spontanées) du parc paysager. 17

Tableau 5 : liste des espèces végétales ornementales qui correspondraient à des espèces patrimoniales si elles étaient locales, sur l'ensemble du parc paysager. 17

Tableau 6 : liste des espèces végétales invasives du parc paysager. 18

Tableau 7 : fonctionnement de l'indice de reproduction des amphibiens. 43

Tableau 8 : fonctionnement de l'indice d'abondance des amphibiens. 44

Tableau 9 : numérotation des bassins, correspondances et hauteurs d'eau. 44

Tableau 10 : dates et conditions des prospections amphibiens en 2012. 45

Tableau 11 : dates et conditions des prospections amphibiens en 2013. 45

Tableau 12 : classes d'abondance des amphibiens. 48

Tableau 13 : indices de reproduction des amphibiens. 48

Tableau 14 : dates de prospections herpétologiques et conditions météorologiques. 53

Tableau 15 : effectifs de Lézard des murailles, par date et par localité. 54

Tableau 16 : effectifs d'Orvet fragile, par date et par localité. 56

Tableau 17 : dates et localisation des suivis de l'avifaune en 2013. 61

Tableau 18 : effectifs par espèce d'oiseau, par localité et par type de contact en 2013. 63

Tableau 19 : effectifs par mois et par espèce d'oiseau en 2013, sur le parc paysager. 64

Tableau 20 : effectifs et localisation des oiseaux contactés sur le parc paysager en 2013. 66

Tableau 21 : effectifs et localisation des oiseaux contactés sur le parc paysager en période de nidification uniquement. 67

Tableau 22 : statuts des espèces d'oiseaux observées en 2013. 68

Tableau 23 : liste des points d'échantillonnage des vers de terre et des collemboles. 90

Tableau 24 : localisation et modalités des préconisations de gestion. 102

Tableau 25 : taxons végétaux sur le parc paysager, 2012 et 2013. 104

Groupe Ornithologique Normand
181, rue d'Auge
14000 CAEN
www.gonm.org

ELISOL environnement
Siège social Campus de la Gaillarde, bât. 12,
2 Place Viala, 34060 Montpellier cedex 2
www.elisol.fr

Laboratoire ECODIV (EA 1293),
Université de Rouen, bât. IRESE A
Place Emile Blondel, F-76821 Mont Saint-Aignan Cedex
ecodiv.crihan.fr

Office National des Forêts
Bureau d'étude territorial Île de France & Nord-Ouest
Parc de la Faisanderie 77300 FONTAINEBLEAU
www.onf.fr

Résumé

Le projet de construction du stade Océane impliquait la destruction d'espèces protégées. Des mesures ont donc été prises pour compenser la perte de biodiversité induite par l'ouvrage. L'objectif de cette étude est de mesurer leur efficacité grâce à un suivi faune-flore sur quatre ans, réalisé par l'ONF en partenariat avec le GONm, Elisol Environnement et le laboratoire Ecodiv.

Ce rapport présente les résultats de la seconde année d'inventaires. Le nombre taxons végétaux a considérablement augmenté depuis 2012, passant de 169 à 254 sur l'ensemble des points suivis. Dans ce groupe, on assiste à une forte diversification fonctionnelle, couplée à une diversification biologique de la faune du sol. Cette diversification profite aux Lézard des murailles, qui est désormais abondant le long du corridor écologique, à l'instar de l'Orvet fragile. En revanche, les oiseaux réagissent peu puisque le nombre d'espèces contactées sur le parc passe seulement de 26 à 32. Le milieu n'est pas encore propice à leur nidification. Enfin, les espèces d'amphibiens contactées en 2012 sont toujours présentes mais de graves menaces pèsent sur leurs populations.

En effet, le bassin nord a été empoissonné tandis que le bassin ouest est sujet à un problème d'eutrophisation. L'atteinte des objectifs écologiques des milieux terrestres est donc en bonne voie tandis que celle des milieux humides est compromise. Des mesures pour y remédier sont donc proposées. Elles ont été discutées en comité de suivi et sont vouées à être affinées à l'avenir.

Prestataires

Office National des Forêts

GROUPE ORNITHOLOGIQUE NORMAND - GONm -

ELISOL ENVIRONNEMENT

ECODIV

Commanditaire

PROJET GRAND STADE

CODAH Communauté de l'Agglomération Havraise