



**RESEAU SUR LA RESTAURATION
DES ZONES HUMIDES DE BRETAGNE**



**SUPPRESSION D'UN REMBLAI ET CONVERSION D'UNE CULTURE EN PRAIRIE
APRES COMBLEMENT DE FOSSES DE DRAINAGE**

ZONE HUMIDE DE FONTAINE MARGOT, BREST

EVOLUTION DU SITE 6 ANS APRES TRAVAUX (2014-2020)



Rédaction :

Armel Dausse, Forum des Marais Atlantiques

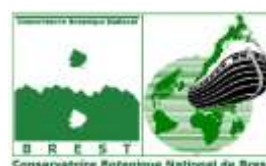
Contributions au rapport

Relevés floristiques et cartographies des végétations :

Vincent Colasse, Conservatoire Botanique National de Brest

Léa Palumbo, Judith Chevalier et Joseph Thiry, Stagiaires UBO, Master 2

Sébastien Gallet, EA Géoarchitecture, UBO



Inventaires naturalistes :

- Lépidoptères, Orthoptères, Odonates

Stéphane Wiza, Bretagne Vivante

- Batraciens

Stéphane Wiza, Gaëtan Guyot, Bretagne Vivante

- Macrofaune du sol :

Loïc Menut, Océane Agator, Gaël Cardinal et Pierre Devogel, stagiaires Gretia, Master 2 (rapports séparés).

- Micromammifères :

Armel Dausse, Forum des Marais Atlantiques

avec l'appui de Franck Simmonet, Groupe Mammalogique Breton



Etudes de paramètres édaphiques et physicochimiques :

Armel Dausse, Forum des Marais Atlantiques

Léa Palumbo, Judith Chevalier et Joseph Thiry, Stagiaires UBO, Master 2

avec l'appui technique de l'INRAE et de l'UBO



Analyses physicochimiques : Laboratoire interdépartemental Labocea



Table des matières

Présentation du Réseau expérimental sur la réhabilitation de zones humides du Finistère	5
1 Contexte général	5
2 Le réseau d'expérimentation	6
2.1 Une collaboration scientifique et technique	6
2.2 Les sites pilotes	7
2.3 La démarche	8
Etat initial du site pilote de Fontaine Margot	10
1 Localisation et contexte alentours	10
2 Identification des enjeux et mise en place de suivis	11
2.1 Identification préalable des enjeux liés au site et au territoire	11
2.2 Suivis mis en place	11
3 Flore et habitats : état initial	13
3.1 Site expérimental	13
3.2 Site témoin	14
4 Faune : état initial	16
4.1 Batraciens	16
4.2 Invertébrés	16
4.3 Mammifères semi-aquatiques	18
5 Caractéristiques pédologiques et édaphiques : état initial	18
5.1 Caractéristiques du sol	20
6 Fonctionnement hydraulique	23
6.1 Réseau hydrographique et circulation superficielle	23
7 Fonctionnement biogéochimique	24
Les travaux de réhabilitation	26
1 Validation des enjeux et objectifs de la réhabilitation	26
1.1 Les enjeux	26
1.2 Les objectifs	26
2 Le protocole de travaux	26
2.1 Protocole proposé	26
2.2 Contrainte particulières	29
3 Mise en œuvre des travaux	30
4 Bilan des travaux	31
4.1 Matériel et fournitures utilisés	31
4.2 Durée du chantier	32

4.3	Prestataires.....	32
4.4	Bilan financier.....	32
Suivis après travaux – 2015-2019.....		33
1	Flore et habitats : résultats des suivis.....	33
1.1	Evaluation visuelle 3 mois après semis.....	33
1.2	Suivis après travaux.....	34
2	Faune : résultats des suivis.....	39
2.1	Batraciens.....	39
2.2	Invertébrés.....	39
3	Fonctionnement biogéochimique : résultats des suivis.....	45
3.1	Evolution de l'humidité du sol.....	45
3.2	Evolution des teneurs du sol en azote minéral.....	46
3.3	Teneur du sol en azote, carbone et phosphore.....	48
4	Bilan et perspectives.....	50
4.1	Bilan.....	50
4.2	Perspectives.....	51
Documents et rapports en téléchargement.....		52
1	Documents de synthèse.....	52
2	Rapports de stages et issus de contrat courts.....	53
Annexes.....		55
1	Annexe 1. Protocoles de suivi des indicateurs ou descripteurs.....	55
1.1	Caractéristiques générales du site.....	55
1.2	Fonctionnement hydrologique.....	55
1.3	Fonctionnement biogéochimique.....	56
1.4	Flore et habitats.....	58
1.5	Inventaires faunistiques.....	61

Présentation du Réseau expérimental sur la réhabilitation de zones humides du Finistère

1 Contexte général

Les zones humides sont protégées par la réglementation française et européenne, dans le cadre de la lutte contre la dégradation de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques, mais aussi pour la richesse biologique et culturelle intrinsèque de ces milieux.

Lors de la conférence départementale de l'environnement qui s'est tenue en 2011 dans le Finistère, l'ensemble des acteurs présents (locaux, financeurs, scientifiques...) a mis en avant la nécessité d'améliorer les connaissances sur les zones humides et plus particulièrement sur leur réhabilitation. La question se pose notamment des gains de la réhabilitation en termes de fonctions écologiques (épuration, rétention d'eau, biodiversité...) par rapport aux milieux altérés. Cette question est particulièrement d'actualité dans le cadre de l'application de la disposition 8 B-1 du SDAGE Loire-Bretagne¹ concernant la mise en œuvre de mesures compensatoires en cas de destruction d'une zone humide et le durcissement de la réglementation sur le sujet. Par ailleurs, on retrouve des objectifs de conversion des parcelles cultivées et de remise en état de zones humides non fonctionnelles dans le volet reconquête et maintien des zones naturelles du Plan algues vertes.

Afin d'apporter des éléments concrets en réponse à ces questions et besoins, la Cellule d'Animation sur les Milieux Aquatiques et la Biodiversité (CAMAB), pilotée par le Département du Finistère et le Forum des Marais Atlantiques, a proposé, en 2013, la mise en place d'expérimentations de réhabilitation de zones humides dans le Finistère. Les objectifs sont de :

- **Valider et consolider des protocoles de réhabilitation des zones humides :**
L'objectif est de pouvoir livrer à la fin de ce projet des protocoles de travaux validés applicables par les maîtres d'ouvrage, mais également de fournir des protocoles type de suivi en fonction des objectifs. Les indicateurs de suivis proposés devront être simples d'application et d'interprétation.
- **Quantifier le gain apporté par la réhabilitation en fonction des enjeux et mesurer les effets induits :** quantité et qualité de la ressource en eau, biodiversité, économie de l'exploitation agricole. À cette fin, des suivis scientifiques sont mis en place sur un certain nombre de sites, permettant de suivre l'évolution dans le temps de différentes fonctions écologiques de l'écosystème après les travaux.

¹ Extrait de la disposition **8B-1** : Les maîtres d'ouvrage de projets impactant une zone humide cherchent une autre implantation à leur projet, afin d'éviter de dégrader la zone humide. À défaut d'alternative avérée et après réduction des impacts du projet, dès lors que sa mise en œuvre conduit à la dégradation ou à la disparition de zones humides, la compensation vise prioritairement le rétablissement des fonctionnalités. À cette fin, les mesures compensatoires proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir la recréation ou la restauration de zones humides, cumulativement:

- équivalente sur le plan fonctionnel ;
- équivalente sur le plan de la qualité de la biodiversité ;
- dans le bassin versant de la masse d'eau.

En dernier recours, et à défaut de la capacité à réunir les trois critères listés précédemment, la compensation porte sur une surface égale à au moins 200 % de la surface, sur le même bassin versant ou sur le bassin versant d'une masse d'eau à proximité.

- **Mettre en place une restitution permanente des travaux**, afin de faire bénéficier au plus grand nombre de l'expérience acquise.

Les travaux visés par ce réseau expérimental sont les interventions visant à réhabiliter des sites profondément altérés. Ce sont par exemple :

- La suppression de remblais ;
- La neutralisation de drainage (fossés et/ou drains enterrés) ;
- Le déboisement (résineux et peupleraies) ;
- La conversion de culture en prairie.

2 Le réseau d'expérimentation

2.1 Une collaboration scientifique et technique

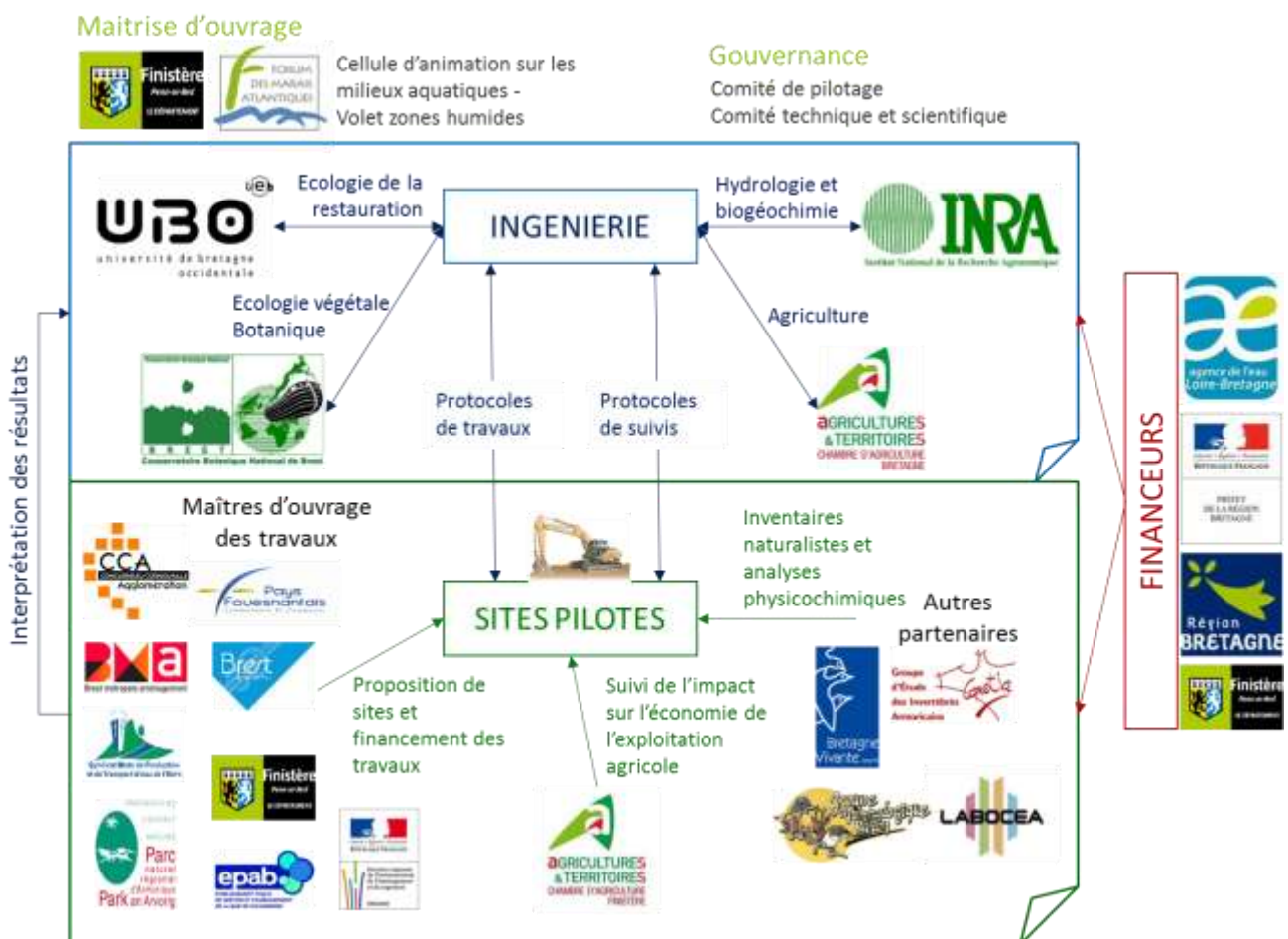


Figure 1 Organisation du réseau expérimental sur la réhabilitation de zones humides du Finistère.

Un ensemble de partenaires scientifiques et techniques est associé à ce projet et accompagne la CAMAB, permettant la mise en place d'un projet réellement pluridisciplinaire. Chaque partenaire apporte son expertise dans différents domaines et a notamment participé à l'élaboration des protocoles de suivi du milieu. Ils contribuent également à l'élaboration des protocoles de travaux et à l'interprétation des résultats de l'étude.

- **L'INRAE** (Institut National de Recherche pour l'Agronomie, l'alimentation et l'environnement) : Apporte son expertise sur le fonctionnement hydrologique et biogéochimique des sites ;
- **L'UBO** (Université de Bretagne Occidentale) : Apporte son expertise en écologie générale et de la restauration ;
- **Le CBNB** (Conservatoire botanique national de Brest) : Apporte son expertise sur la botanique et la phytosociologie ;
- **La CRAB** (Chambre régionale d'agriculture de Bretagne) et la **CA 29** (Chambre d'agriculture du Finistère): Apportent leur expertise pour l'évaluation de l'impact de la réhabilitation d'une zone humide sur les exploitations agricoles concernées ;
- Le **GRETIA** (Groupe d'Étude des Invertébrés Armoricaux), le **GMB** (Groupe Mammalogique Breton) et **Bretagne Vivante** : Apportent leur expertise au niveau de différents groupes faunistiques qui sont étudiés et pour les protocoles d'évitement des impacts sur les espèces protégées éventuelles ;
- **Labocea** : réalise les analyses physicochimiques et fourragères dans le cadre d'une convention avec le Conseil départemental du Finistère.

Le réseau de partenaires de l'ingénierie s'appuie sur une convention cadre technique départementale.

Les financeurs du projet sont :

- L'Agence de l'eau Loire-Bretagne ;
- La Région Bretagne ;
- La DREAL ;
- Le Conseil départemental du Finistère ;
- Les structures porteuses des travaux, pour la réalisation des travaux ;
- Les partenaires scientifiques et techniques, qui apportent une part d'autofinancement.

A partir de 2018, le réseau sur la restauration des zones humides mis en place à l'origine sur le Finistère est étendu au niveau régional sous la coordination du FMA ([en savoir plus](#)).

2.2 Les sites pilotes

Le réseau expérimental mis en place sur le Finistère repose sur des sites proposés suite à un appel à projet lancé auprès de maîtres d'ouvrages porteurs de travaux de réhabilitation de zones humides. Deux modalités d'accompagnement sont proposées :

- Un accompagnement global, où la CAMAB apporte son appui au maître d'ouvrage pour la concrétisation des protocoles de travaux, la réalisation des états initiaux avant travaux, la mise en place et la réalisation ou coordination des suivis après travaux ;
- Un accompagnement simplifié, où la CAMAB apporte également un conseil technique pour la conception des protocoles de travaux et propose, sans en assurer le suivi, des protocoles de suivis avec des indicateurs simples, que le maître d'ouvrage peut mettre en œuvre lui-même ou faire réaliser.

Pour l'**accompagnement global**, 5 sites pilotes ont été retenus, proposés par 5 maîtres d'ouvrages différents et répartis dans l'ensemble du Finistère.

Les sites pilotes sont les suivants :

- ZAC de Fontaine Margot à Brest, site proposé par Brest Métropole Aménagement avec l'assistance à maîtrise d'ouvrage de Brest Métropole. Il s'agit d'une parcelle cultivée, partiellement remblayée et drainée par deux fossés.
- Coat Carriou, à Saint Evarzec, site proposé par la Communauté de Communes du Pays Fouesnantais et Concarneau Cornouaille Agglomération, sur une parcelle de Jean-Yves Guillou, exploitant agricole. Il s'agit d'une prairie humide pâturée, drainée par un réseau de fossés.
- Ancienne pisciculture du Corroac'h à Plomelin, site proposé par le Conseil départemental du Finistère. La structure de l'ancienne pisciculture (bassins et système de circulation de l'eau) est toujours en place, sous 1m à 1m50 de remblai.
- Secteur de Roc'h Plat, sur le domaine de Menez Meur, à Hanvec, site proposé par le Parc Naturel Régional d'Armorique. Il s'agit d'une tourbière de pente anciennement boisée (abattage en 2006), dont les fossés de drainage sont toujours en place.
- Boullac'h, à Plouzévé, site proposé par le syndicat de l'Horn. La parcelle est une prairie pâturée semée drainée par un réseau de drains enterrés se déversant dans deux collecteurs parallèles.

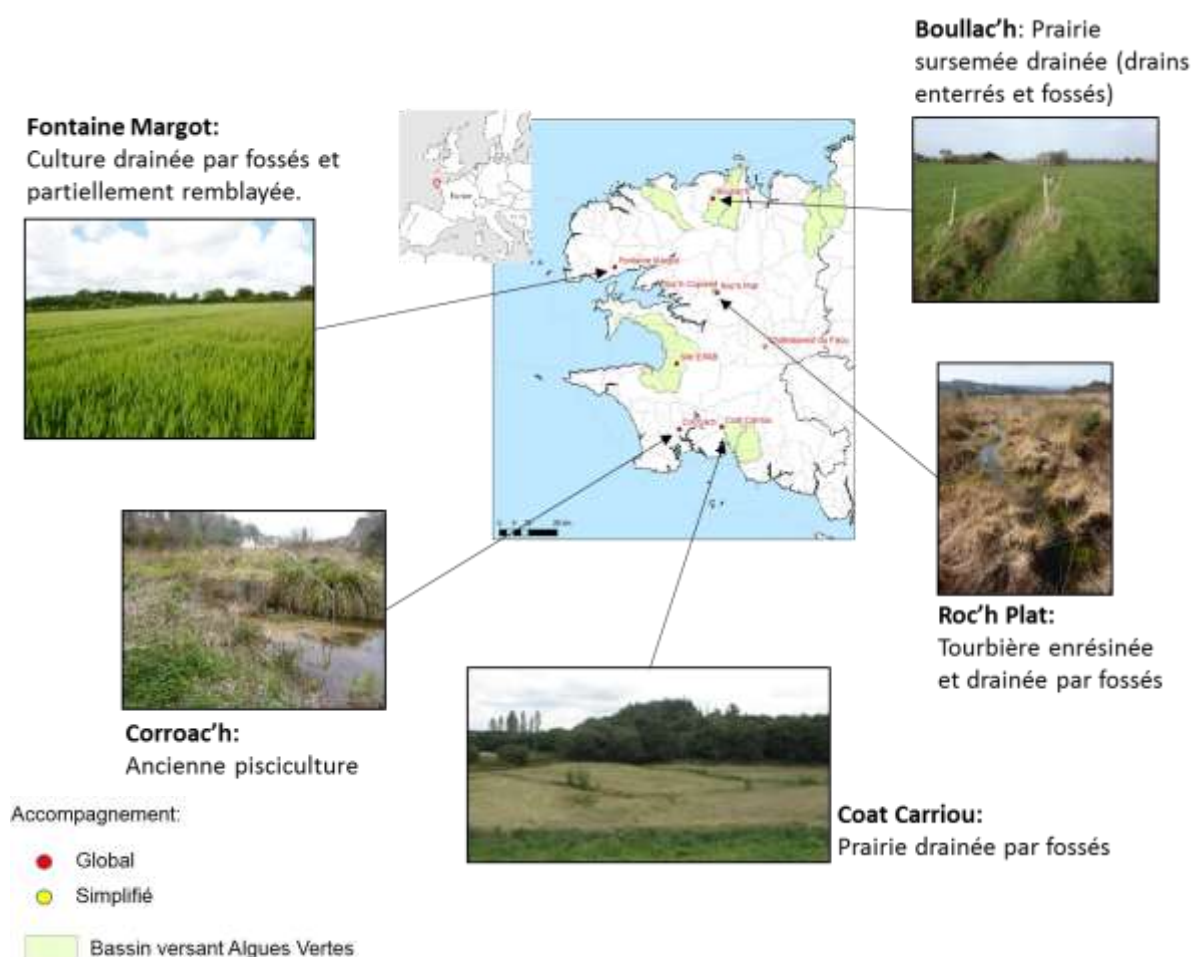


Figure 2 Localisation des sites suivis dans le cadre du réseau d'expérimentation sur la réhabilitation de zones humides du Finistère.

2.3 La démarche

Chaque site a fait l'objet d'une pré-étude, constituée d'une visite de terrain avec l'UBO et le CBNB, d'un questionnaire rempli lors d'une discussion avec le maître d'ouvrage des travaux et des premiers éléments de

l'état initial. Elle permet l'évaluation des enjeux, en concertation avec le maître d'ouvrage et le propriétaire du site lorsqu'il est différent du premier.

Les objectifs de réhabilitation sont définis et orientent les modalités de travaux et le choix des protocoles de suivis, qui sont dépendants des fonctions à évaluer.

Pour chaque site pilote accompagné, une convention de partenariat entre le maître d'ouvrage des travaux et la CAMAB est élaborée afin de définir le rôle de chaque intervenant.

Les sites font l'objet d'un état initial portant sur les indicateurs choisis et d'un suivi sur 2 ans après travaux, dans le cadre de cette expérimentation. À chaque site est associé un site dit témoin, zone humide en bon état de conservation se trouvant à proximité du site dégradé (dans le même bassin-versant) et comportant les habitats ciblés par le projet de réhabilitation. Ces sites témoins sont suivis en parallèle et servent de référence pour évaluer le succès des mesures de réhabilitation.

Les protocoles de suivis et de travaux sont élaborés en collaboration avec les partenaires scientifiques et techniques puis validés en comité technique et scientifique.



Figure 3 Démarche générale du réseau expérimental de réhabilitation de zones humides

Etat initial du site pilote de Fontaine Margot

1 Localisation et contexte alentours



Figure 4 Localisation du site pilote de Fontaine Margot, Brest (contour rouge) et du site témoin (contour orange).



Figure 5. Localisation du site de Fontaine Margot et des zones humides aux alentours

2 Identification des enjeux et mise en place de suivis

2.1 Identification préalable des enjeux liés au site et au territoire

Afin de choisir quels indicateurs devront être suivis sur le site, une expertise préalable du site a été réalisée avec l'INRAE, l'UBO et le CBNB afin d'évaluer le potentiel du site en termes de fonctions à restaurer. Cette visite est accompagnée d'un entretien avec le maître d'ouvrage afin de connaître ses attentes en termes de services rendus par la zone humide après travaux et d'identifier les usages souhaités.

2.1.1 Enjeux

Situé en périphérie de milieu urbain, et dans un secteur ayant vocation à être entièrement urbanisé, le site de Fontaine Margot est un des rares secteurs qui ne sera pas artificialisé, du fait de son statut de zone humide.

Il peut de ce fait présenter un intérêt en termes de restauration et conservation de la biodiversité.

Par ailleurs, actuellement cultivé de façon conventionnelle, il subit des traitements phytosanitaires et des apports d'engrais chimiques réguliers. Or ce site est situé en tête de bassin d'un petit cours d'eau. Il y a donc un risque de transfert de nitrate et de produits de synthèse vers le cours d'eau.

Il y a un souhait de la part du maître d'ouvrage de conserver la vocation agricole de la parcelle.

2.1.2 Objectifs

L'objectif de la réhabilitation est de retrouver une zone humide fonctionnelle, dotée d'une flore et d'une faune de prairie humide « naturelle » et pouvant être valorisée d'un point de vue agricole.

Il sera donc nécessaire de restaurer un fonctionnement hydrologique plus propice à l'implantation d'une végétation de zone humide et convertir la culture en prairie.

La prairie devra à termes pouvoir avoir un usage agricole extensif, soit de pâturage soit de fauche.

2.2 Suivis mis en place

Les travaux vont nécessiter de remanier entièrement le sol de la zone à réhabiliter. Ainsi, nous avons choisi des indicateurs permettant de suivre la recolonisation du site par la flore et la faune, ainsi que les propriétés du sol dont vont dépendre la réalisation des cycles biogéochimiques, base de nombreuses fonctions écologiques.

De par le maintien de la vocation agricole, un suivi sera réalisé afin de déterminer l'impact du changement de pratique sur l'économie de l'exploitation agricole, à l'échelle de la parcelle.

Tableau 1 Liste des indicateurs suivis sur le site de Fontaine Margot et le site témoin associé

INDICATEUR	DESCRIPTEUR
Hydrologie du site	
- Présence de conditions anoxiques	- Profil pédologique
- Connectivité hydraulique	- Connectivité hydraulique en surface
Recyclage de la matière organique	
- Potentiel général	- Teneur en matière organique du sol
	- Masse volumique du sol
	- pH du sol
	- Teneur en eau (des pores) du sol
- Stockage de la matière organique	- Carbone organique total du sol
	- Azote total du sol
	- Phosphore total du sol
Régulation de l'azote	
- Recyclage de l'azote	- Teneur en azote minéral du sol
Capacité d'accueil de la végétation	
- Vitesse d'évolution ou de colonisation des communautés végétales	- Cartographie des communautés végétales ou habitats
	- Recouvrements spécifiques et structure des communautés végétales
- Indices d'intégrité structurelle	- Pourcentage de similarité entre la végétation du site et la végétation des sites de référence
Capacité d'accueil de la faune	
- Macro-invertébrés du sol	- Inventaires quantitatifs
- Batraciens	- Inventaires qualitatifs
- Lépidoptères	
- Orthoptères	
- Micromammifères semi-aquatiques	- Indices de présence
Valeur agronomique	
- Valeur agronomique	- Production de biomasse
	- Valeur fourragère

3 Flore et habitats : état initial

Les inventaires botaniques et la cartographie des habitats ont été réalisés par le Conservatoire Botanique National de Brest, dont la méthodologie et l'ensemble des résultats par site pilote peuvent être consultés dans le rapport COLASSE V., 2015 - *Réseau expérimental de réhabilitation de zones humides. Etats des lieux de la flore et des végétations et mise en place des suivis dans les sites pilotes*. Brest : Conservatoire botanique national de Brest. 33 p., 4 annexes.

3.1 Site expérimental

Dates de l'inventaire : 2 juin et 7 juillet 2014

Flore vasculaire :

Tableau 2 Liste de la flore vasculaire observée sur le site de Fontaine Margot

	Statut	Indigénat		Statut	Indigénat
Acer pseudoplatanus L. (fossé)		ni	Kickxia elatine (L.) Dumort. subsp. elatine		i
Agrostis stolonifera L. subsp. stolonifera		i	Lapsana communis L.		i
Alliaria petiolata (M.Bieb.) Cavara & Grande (fossé)		i	Linaria repens (L.) Mill.		i
Anagallis arvensis L. subsp. arvensis		i	Lolium multiflorum Lam.		ni
Angelica sylvestris L.		i	Lonicera periclymenum L. (fossé)		i
Arabidopsis thaliana (L.) Heynh.		i	Lotus uliginosus Schkuhr		i
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl subsp. bulbosum		i	Lythrum portula (L.) D.A.Webb		i
Atriplex patula L.		i	Matricaria perforata MÃ©rat		i
Avena fatua L.		i	Montia fontana L.		i
Avena sativa L.		ni	Myosotis arvensis Hill		i
Briza minor L.		i	Oenanthe crocata L. (fossé)		i
Callitriche stagnalis Scop.		i	Plantago lanceolata L.		i
Calystegia sepium (L.) R.Br.		i	Plantago major L.		i
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.		i	Poa annua L.		i
Cardamine flexuosa With.		i	Poa trivialis L. subsp. trivialis		i
Cardamine hirsuta L.		i	Polygonum aviculare L. subsp. aviculare		i
Cerastium fontanum Baumg.		i	Polygonum hydropiper L.		i
Cerastium glomeratum Thuill.		i	Polygonum lapathifolium L.		i
Chrysanthemum segetum L.		ai	Polygonum persicaria L.		i
Cirsium arvense (L.) Scop.		i	Pteridium aquilinum (L.) Kuhn (fossé)		i
Cirsium vulgare (Savi) Ten. subsp. vulgare		i	Quercus robur L. subsp. robur		i
Conyza floribunda Kunth	Inv BZH[AS2]	ni	Ranunculus flammula L.		i
Coronopus didymus (L.) Sm.	Inv BZH[AS5]	ni	Ranunculus lutarius (Revel) Bouvet		i
Crepis vesicaria L. subsp. taraxacifolia (Thuill.) Thell.		i	Ranunculus repens L.		i
Cytisus scoparius (L.) Link subsp. scoparius (fossé)		i	Rumex acetosa L.		i
Dactylis glomerata L.		i	Rumex crispus L.		i
Echinochloa crus-galli (L.) P.Beauv.		i	Rumex obtusifolius L. subsp. obtusifolius		i
Epilobium adenocaulon Hausskn.	Inv BZH[AS6]	ni	Salix atrocinerea Brot.		i
Epilobium hirsutum L.		i	Scirpus setaceus L.		i
Epilobium obscurum Schreb.		i	Scrophularia nodosa L.		i
Epilobium parviflorum Schreb.		i	Senecio jacobaea L.		i
Eupatorium cannabinum L. subsp. cannabinum (fossé)		i	Senecio vulgaris L. subsp. vulgaris		i
Fumaria capreolata L. subsp. capreolata		i	Sherardia arvensis L.		i
Galeopsis tetrahit L.		i	Silene dioica (L.) Clairv.		i
Galium aparine L.		i	Sisymbrium officinale (L.) Scop.		i
Galium mollugo L.		i	Sonchus asper (L.) Hill		i
Geranium dissectum L.		i	Sonchus oleraceus L.		i
Geranium molle L.		i	Spergula arvensis L. subsp. arvensis		i
Geranium robertianum L.		i	Stachys sylvatica L.		i
Geum urbanum L.		i	Stellaria alsine Grimm		i
Glyceria fluitans (L.) R.Br.		i	Stellaria media (L.) Vill. subsp. media		i
Gnaphalium uliginosum L.		i	Trifolium pratense L.		iv
Hedera helix L. (fossé)		i	Trifolium repens L.		i
Heracleum sphondylium L.		i	Typha latifolia L.		i
Holcus lanatus L.		i	Ulex europaeus L. subsp. europaeus (fossé)		i
Holcus mollis L. subsp. mollis (fossé)		i	Urtica dioica L.		i
Hypericum humifusum L.		i	Veronica arvensis L.		i
Juncus bufonius L.		i	Veronica persica Poir.		ni
Juncus conglomeratus L.		i	Vicia sativa L. subsp. segetalis (Thuill.) Celak.		i

Légende : Inv BZH : liste des plantes vasculaires invasives de Bretagne (QUERE *et al.* 2011) ; AS : espèce à surveiller.

Nombre total de taxons observés : 98

Espèces végétales protégées : 0

Espèces végétales rares et/ou menacées (hors espèces protégées) : 0

Espèces végétales invasives : 0

Remarque : le périmètre de l'inventaire floristique comprend le champ cultivé, les fossés de drainage ainsi que les bandes enherbées.

Végétations naturelles et semi-naturelles :

Le site est constitué au moment de l'inventaire d'un champ cultivé parcouru par des fossés de drainage et entouré en partie par une bande enherbée. Le site n'étant composé que de milieux fortement anthropisés, il n'a fait l'objet ni de relevé phytosociologique, ni de cartographie. Quelques communautés végétales annuelles commensales des cultures accompagnent ponctuellement la culture implantée au moment de l'inventaire : groupement à *Juncus bufonius* (*Junceta bufonii*), groupement à *Briza minor* et *Chrysanthemum segetum* (cf. *Briza minoris* - *Chrysanthemum segetum*) ...

3.2 Site témoin

Date de l'inventaire : 2 juin 2014

Flore vasculaire :

Tableau 3 Liste de la flore vasculaire observée sur le site témoin de Fontaine Margot

	Statut	Indigénat		Statut	Indigénat
Agrostis canina L.		i	Juncus effusus L.		i
Agrostis stolonifera L. subsp. stolonifera		i	Lolium multiflorum Lam.		ni
Agrostis x murbeckii Fouill.		i	Lotus corniculatus L. subsp. corniculatus		i
Ajuga reptans L.		i	Lotus uliginosus Schkuhr		i
Alopecurus geniculatus L.		i	Luzula campestris (L.) DC.		i
Anagallis tenella (L.) L.		i	Lychnis flos-cuculi L.		i
Angelica sylvestris L.		i	Melittis melissophyllum L.	Lrr29[anx 5]	i
Anthoxanthum odoratum L.		i	Montia fontana L.		i
Apium nodiflorum (L.) Lag.		i	Myosotis secunda A.Murray		i
Bellis perennis L. subsp. perennis		i	Oenanthe crocata L.		i
Bromus hordeaceus L. subsp. hordeaceus		i	Plantago lanceolata L.		i
Cardamine pratensis L.		i	Poa trivialis L. subsp. trivialis		i
Carex demissa Hornem.		i	Potentilla anserina L. subsp. anserina		i
Carex echinata Murray		i	Potentilla erecta (L.) Raeusch.		i
Carex laevigata Sm.		i	Potentilla cf. reptans		
Carex ovalis Gooden.		i	Pteridium aquilinum (L.) Kuhn		i
Centaurea sp.			Quercus robur L. subsp. robur		i
Cerastium fontanum Baumg.		i	Ranunculus acris L. subsp. acris		i
Cerastium glomeratum Thuill.		i	Ranunculus flammula L.		i
Cirsium palustre (L.) Scop.		i	Ranunculus repens L.		i
Cynosurus cristatus L.		i	Rubus sp.		iv
Dactylis glomerata L.		i	Rumex acetosa L.		i
Eleocharis palustris (L.) Roem. & Schult.		i	Rumex crispus L.		i
Epilobium obscurum/tetragonum			Rumex obtusifolius L. subsp. obtusifolius		i
Epilobium hirsutum L.		i	Salix atrocinerea Brot.		i
Festuca arundinacea Schreb.		i	Senecio jacobaea L.		i
Galium aparine L.		i	Solanum dulcamara L.		i
Geranium dissectum L.		i	Sonchus oleraceus L.		i
Geum cf. chiloense (naturalisé)			Stellaria alsine Grimm		i
Glyceria fluitans (L.) R.Br.		i	Stellaria graminea L.		i
Holcus lanatus L.		i	Taraxacum gr. officinale		i
Holcus mollis L. subsp. mollis		i	Trifolium dubium Sibth.		i
Hypericum tetrapterum Fr.		i	Trifolium pratense L. var. pratense		i
Hypochaeris radicata L.		i	Trifolium repens L.		i
Juncus acutiflorus Ehrh. ex Hoffm.		i	Urtica dioica L.		i
Juncus bufonius L.		i	Vulpia bromoides (L.) S.F.Gray		i
Juncus conglomeratus L.		i			

Légende : Lrr 29 : Liste des plantes vasculaires rares et/ou en régressions dans le Finistère (HARDEGUEN *et al.* 2009b) ; anx 5 : espèce quasi-menacée (NTd).

Nombre total de taxons observés : 73

Espèces végétales protégées : 0

Espèces végétales rares et/ou menacées (hors espèces protégées) : 1

Espèces végétales invasives : 0

Végétations naturelles et semi-naturelles :

Le site est composé (**Figure 6**) de plusieurs communautés végétales prairiales réparties en fonction du degré d'humidité du sol et de la trophie :

- dans les niveaux les plus bas se trouve une prairie eutrophile longuement engorgée à *Holcus lanatus*, *Ranunculus repens* et *Glyceria fluitans* rattachable à l'*Oenanthion fistulosae* (relevé FMT3) ;
- sur sol humide moins engorgé et mésotrophe se trouve une prairie à *Juncus acutiflorus* assez diversifiée (*Juncus acutiflori* - *Cynosuretum cristati*) (relevés FMT2 et FMT4) ;
- dans les niveaux supérieurs se trouve une prairie mésophile à méso-hygrophile rattachable au *Luzulo campestris* - *Cynosuretum cristati* (FMT1).

Sur les bordures du site, est ponctuellement présente une mégaphorbiaie à *Oenanthe crocatta* parfois accompagnée d'*Epilobium hirsutum* (pas de relevé réalisé) rattachable à l'alliance phytosociologique de l'*Achilleo ptarmicae* - *Cirsion palustris*.



*Vue du site témoin de
Fontaine Margot*



Figure 6 Cartographie des végétations du site témoin de Fontaine Margot

4 Faune : état initial

4.1 Batraciens

Aucun batracien n'a été observé lors des inventaires réalisés par Bretagne Vivante.

4.2 Invertébrés

Les prospections d'invertébrées ont été réalisées par Bretagne Vivante et par le Gretia. Seules sont présentées ici les observations de Bretagne Vivante.

Celles du Gretia, concernant les arachnides et les carabiques, peuvent être consultées dans le rapport de stage de fin d'études de Pierre Devogel (2015). Le rapport est disponible en téléchargement sur le site internet du réseau expérimental.

Evaluation du succès de réhabilitation de zones humides dans le Finistère à partir des communautés d'arthropodes terrestres - Mise en place méthodologique et état initial des sites

Stage réalisé au Gretia par Pierre Devogel, dans le but de caractériser les peuplements de carabiques et d'araignées sur les sites avant travaux.

<http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2014-DevogelPierre-Gretia.pdf>

Les prospections ont été réalisées début juin et mi-juillet pour les rhopalocères et les odonates. Deux inventaires ciblés sur 2 périodes différentes permettent de détecter le plus d'espèces possibles. Une troisième série d'inventaires devait être calée en avril/mai pour détecter quelques espèces précoces. Le printemps capricieux n'a pas permis de trouver les créneaux adéquats. Cette carence est à relativiser dans la mesure où une grosse majorité des espèces printanières volait encore début juin lors de la première salve de prospections. Les techniques utilisées ont consisté à déterminer les espèces à la vue, à la jumelle ou en main après une capture au filet.

Les prospections ont été réalisées en septembre pour les orthoptères. Une prospection en septembre, pour ne contacter que les adultes, a permis de dresser une première liste des espèces d'orthoptères présentes sur le site. Les espèces ont été déterminées à l'oreille ou en main après une capture au filet-fauchoir.

Tableau 4 Liste des invertébrés observés sur le site de Fontaine Margot

Espèces		CR29	PN	LPIDA	TVB
Nom latin	Nom commun				
	Rhopalocères				
<i>Aglais io</i>	Paon du jour	TC			
<i>Celastrina argiolus</i>	Azuré des nerpruns	C			
<i>Pararge aegeria</i>	Tircis	TC			
<i>Pieris sp.</i>	Piéride non déterminée				
<i>Pieris brassicae</i>	Piéride du chou	TC			
	Odonates				
<i>Enallagma cyathigerum</i>	Agrion porte-coupe	C			
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	Nymphe au corps de feu	TC			
<i>Sympetrum striolatum</i>	Sympétrum strié	C			
	Hétérocères				
<i>Depressaria daucella</i>					
<i>Tymandra comae</i>	Tymandre aimée				
	Orthoptères				
<i>Chorthippus biguttulus</i>	Criquet mélodieux	C			
<i>Chorthippus parallelus</i>	Criquet des pâtures	TC			
<i>Pholidoptera griseoptera</i>	Decticelle cendrée	C			
<i>Tetrix undulata</i>	Tétrix des clairières	PC			

Tableau 5 Légende des statuts

PN = Inscription à l'Arrêté du 22 juillet 1993 fixant la liste des espèces d'insectes protégées sur le territoire national							
LPIDA = Liste Provisoire des Invertébrés Déterminants Armoricaïns (GRETIA, Contrat Nature 1999)							
RR, R, AR, PC, AC, C, TC = Classe de rareté départementale d'après Synthèse des connaissances faunistiques du Finistère (Bretagne Vivante : Pasco et pfaff 2013)							
RR = Très rare	R = Rare	AR = Assez rare	PC = Peu Commun	AC = Assez Commun	C = Commun	TC = Très Commun	
TVB = Liste des espèces guides pour le Schéma Régional des Continuités Écologiques en Bretagne							

Les inventaires montrent une entomofaune très réduite sur le site ne présentant aucune espèce patrimoniale. Seules 5 espèces de rhopalocère, 2 hétérocères, 2 odonates et 4 orthoptères ont été recensées.

4.3 Mammifères semi-aquatiques

Le milieu n'étant à priori pas favorable aux mammifères semi-aquatiques, seule une prospection pour repérer les traces de Campagnol amphibie a été réalisée. Aucune trace n'a été observée sur le site.

5 Caractéristiques pédologiques et édaphiques : état initial

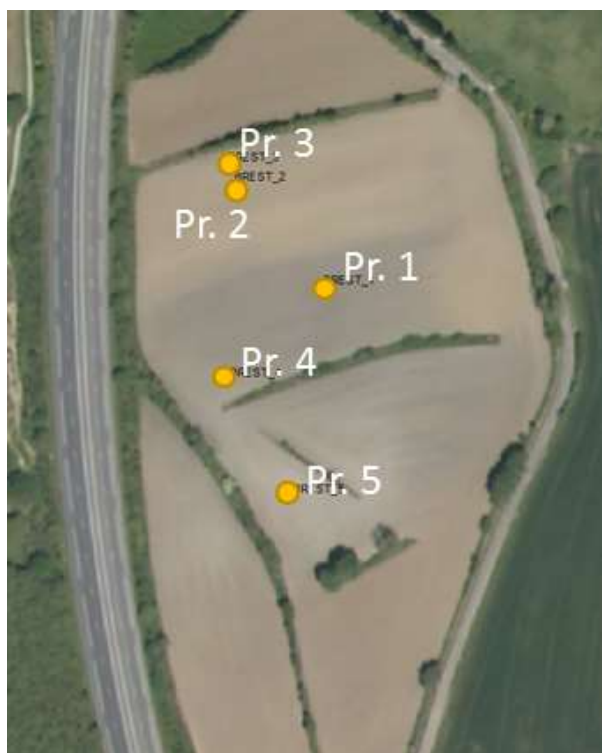


Figure 7 Localisation des profils pédologiques sur Fontaine Margot

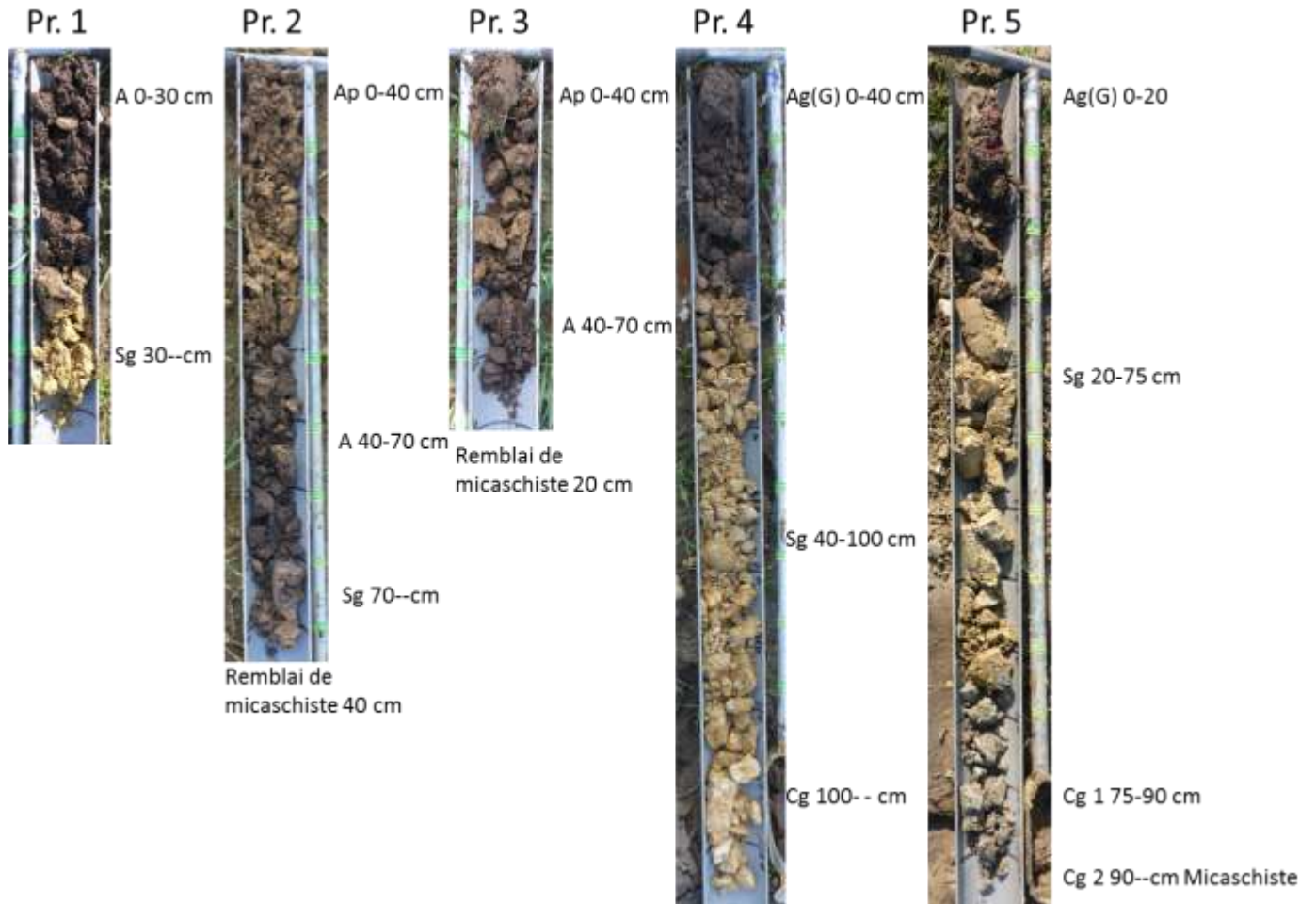


Figure 8 Profils pédologiques du site de Fontaine Margot

Le site de Fontaine Margot est constitué d'un brunisol réductique localement réduit en surface. La roche mère est du Gneiss de Brest.

Les profils pédologiques ont permis de mettre en évidence un remblai d'une hauteur de 20 à 40 cm sur la partie nord du site, sous lequel on retrouve le sol originel de la zone humide (Profils 2 et 3, Figure 8 et Figure 9). Les profils 4 et 5, réalisés dans la partie visuellement la plus humide du site montrent un sol globalement réduit, avec des traces réductiques en surface, attestant d'une stagnation de l'eau en surface dans cette zone du site.

Le site témoin a un sol très différent constitué d'un histosol profond de 20 à 40 cm directement sur la roche mère.

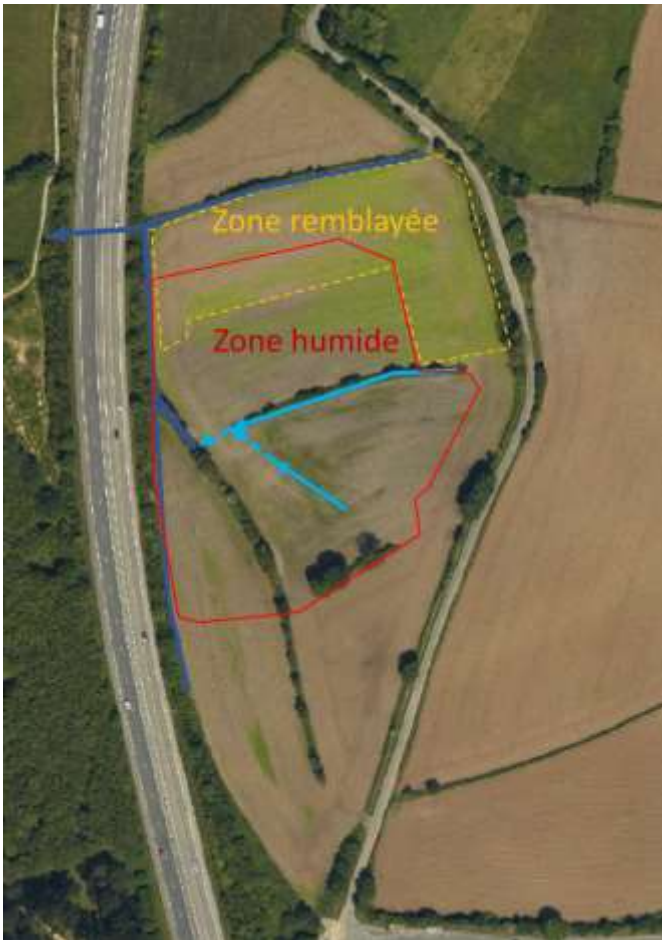


Figure 9 Étendue de la zone humide et de la zone remblayée sur le site de Fontaine Margot

5.1 Caractéristiques du sol

La capacité d'un sol à réaliser les cycles biogéochimiques responsables des fonctions telles que le recyclage ou le stockage de la matière organique et la dénitrification, dépend en grande partie de ses propriétés physiques et de sa teneur en matière organique.

Aussi, nous avons mesuré :

- la texture et la densité apparente qui permettent de déterminer la capacité de l'eau à circuler dans le sol ;
- la teneur en matière organique et le ratio C/N, qui permettent de déterminer s'il y a un recyclage efficace de la matière organique dans le sol.

- **Texture du sol**

L'analyse granulométrique du sol montre une texture limoneuse fine aussi bien dans le site de Fontaine Margot (Tableau 6) que dans le site témoin (Tableau 7). La texture est homogène au sein des sites et légèrement plus sableuse sur le site témoin.

Tableau 6 Analyse granulométrique de l'horizon de surface (0-20 cm) du sol du site de Fontaine Margot

		Argiles (%)	Limons (%)	Sables (%)	Graviers (%)
Haut	Moyenne	4,5	69,2	26,3	8,2
	Ecart type	0,7	1,4	2,0	2,7
Moyen	Moyenne	5,1	71,8	23,1	8,8
	Ecart type	0,5	5,3	5,7	6,6
Bas	Moyenne	5,3	71,4	23,3	4,8
	Ecart type	0,3	1,2	1,5	2,6

Tableau 7 Analyse granulométrique de l'horizon de surface (0-20 cm) du sol du site témoin de Fontaine Margot

		Argiles (%)	Limons (%)	Sables (%)	Graviers (%)
Haut	Moyenne	3,1	61,9	35,0	10,5
	Ecart type	0,6	4,9	5,4	8,4
Bas	Moyenne	2,8	61,8	35,4	1,0
	Ecart type	0,1	2,6	2,8	0,8

- Densité apparente et porosité du sol**

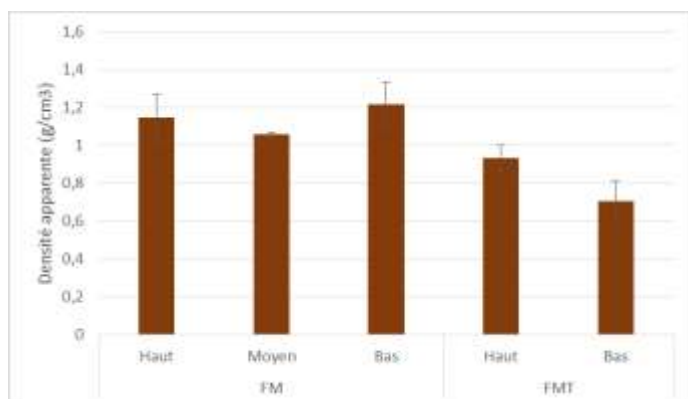


Figure 10 Densité apparente du sol

La densité apparente du sol du site pilote (FM, Fig. 10) est supérieure à celle du site témoin (FMT). Ceci est lié à une teneur en matière organique plus élevée dans le site témoin, notamment dans la partie basse (Fig. 11).

- **Taux de matière organique et ratio C/N**

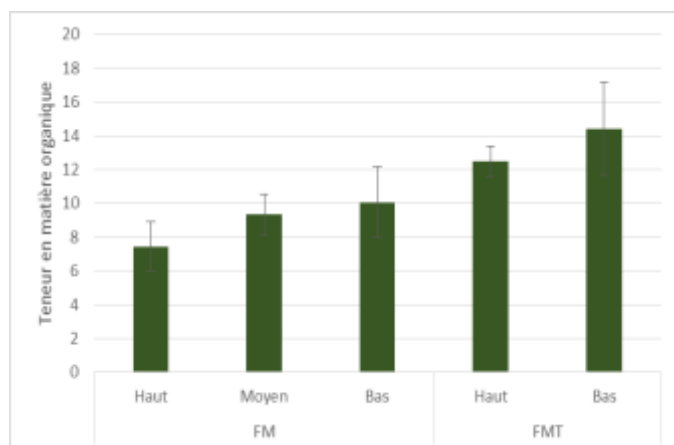


Figure 11 Taux de matière organique de l'horizon supérieur du sol du de Fontaine Margot et du site témoin

Les teneurs en matière organique sont globalement faibles pour une zone humide mais augmentent vers le bas de la parcelle (Figure 10). Elles restent globalement plus basses que les teneurs observées dans le sol de la zone humide témoin, qui présente un faciès plutôt histique (sol riche en matière organique peu décomposée).

Les ratios C/N montrent une matière organique relativement facilement dégradable, surtout dans la partie basse de la zone à réhabiliter et dans la zone témoin (Tableau 8).

Tableau 8 ration C/N de l'horizon supérieur du sol du site de Fontaine Margot et du site témoin

		C/N
FM	Haut	13,80 ± 1,97
	Moyen	14,45 ± 6,24
	Bas	11,86 ± 1,02
FMT	Haut	10,16 ± 0,20
	Bas	11,54 ± 1,51

6 Fonctionnement hydraulique

6.1 Réseau hydrographique et circulation superficielle

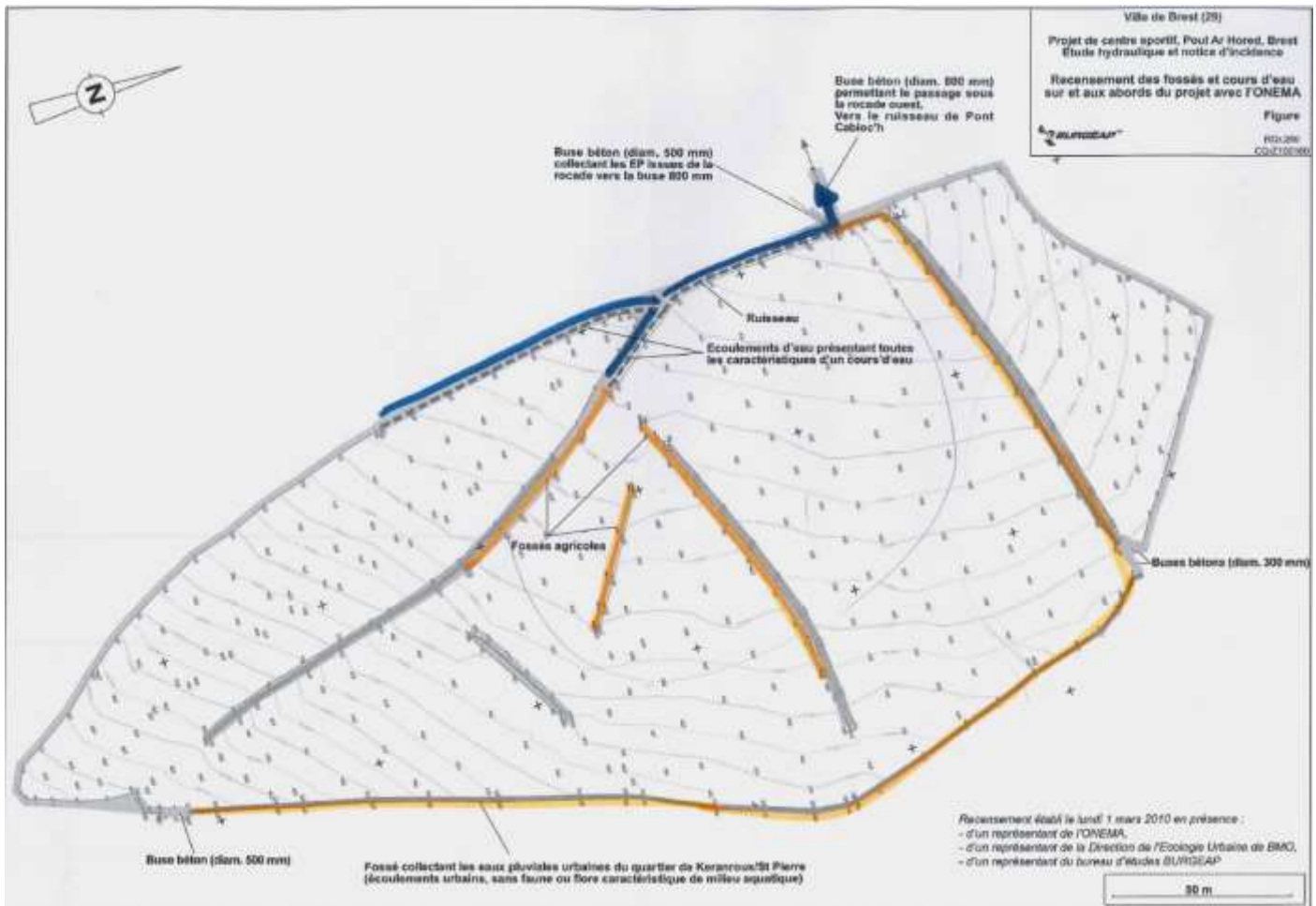


Figure 12 Réseau hydrographique et circulation d'eau sur le site de Fontaine Margot. En bleu les cours d'eau et en orange les fossés.

Trois fossés de drainage ont été creusés sur le site. Un quatrième fossé récupère au nord les eaux issues du fossé longeant la route à l'ouest (en bas sur la Figure 12). Les fossés s'écoulent vers un cours d'eau présent en fond de parcelle. Les fossés du centre sont reliés au cours d'eau via des buses.

La pente générale du site est d'à peu près 4 %. Le site présente une zone de stagnation d'eau au niveau du petit fossé central, qui serait liée à la présence d'un petit plateau à cet endroit.

Un apport de remblai sur la partie nord et nord-ouest du site (Figure 9) crée une rupture dans la pente latérale de la zone humide et diminue probablement son degré humidité.

7 Fonctionnement biogéochimique

Le fonctionnement biogéochimique de la zone humide est appréhendé via la variation au cours de l'année des concentrations en azote minéral du sol du site. Le taux d'humidité du sol est également mesuré car il peut avoir une grande influence sur le cycle de l'azote.

Les échantillonnages ont été réalisés en décembre 2013 et mars, juin, octobre 2014.

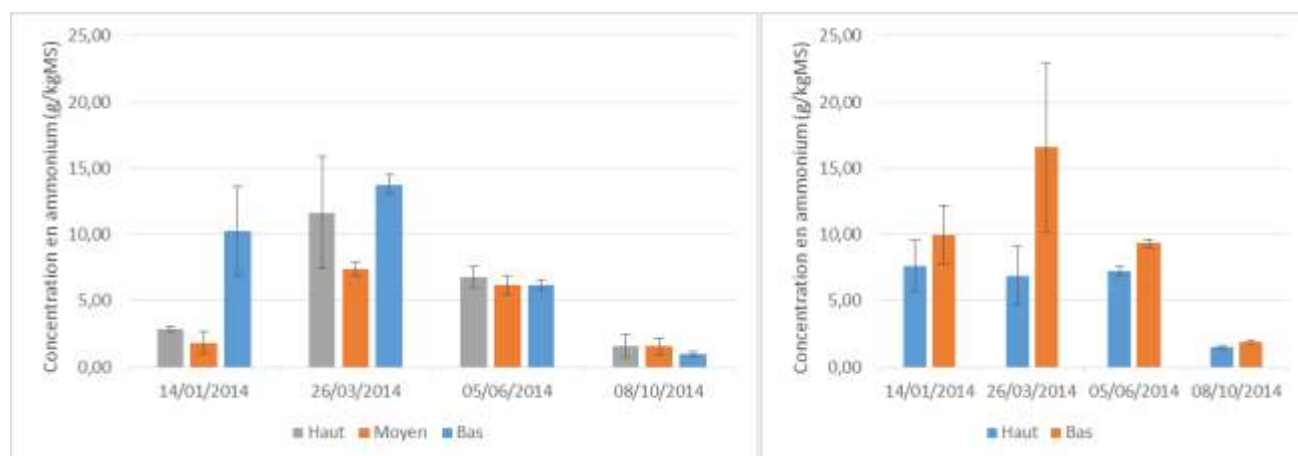


Figure 13 Variation annuelle de la teneur en ammonium de l'horizon de surface du site de Fontaine Margot (gauche) et du site témoin (droite) en gN-NH₄⁺/kgMS (matière sèche)

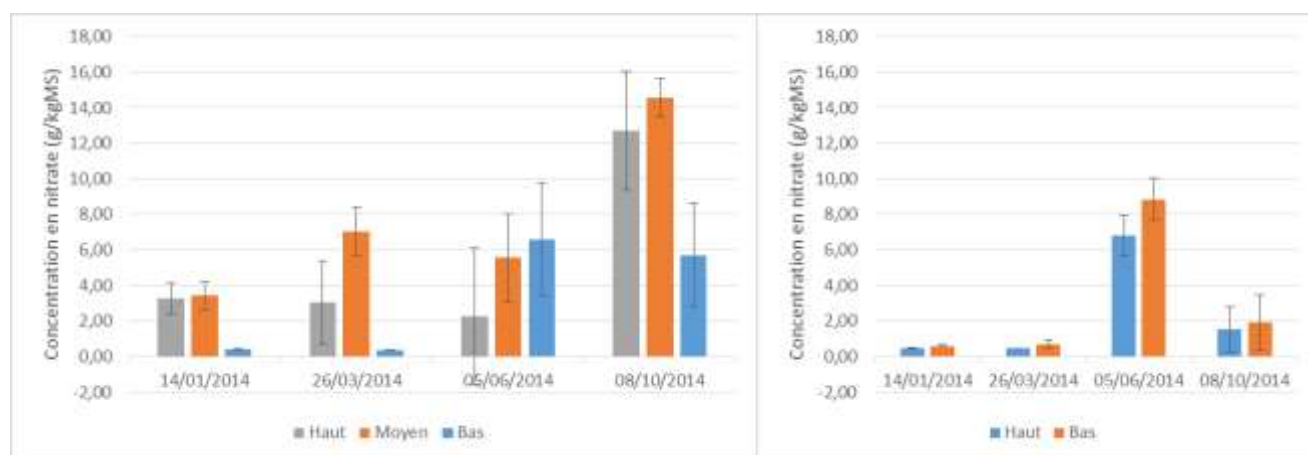


Figure 14 Variation annuelle de la teneur en nitrate de l'horizon de surface du site de Fontaine Margot (gauche) et du site témoin (droite) en gN-NO₃⁻/kgMS (matière sèche)

Seule la zone basse du site à réhabiliter semble avoir le même type de fonctionnement au niveau du cycle de l'azote que la zone humide témoin. Les teneurs en nitrate y sont faibles en janvier et mars alors qu'elles sont plus élevées en juin et octobre.

Dans l'ensemble les teneurs en nitrate restent relativement faibles dans le sol, et notamment dans le bas de la parcelle, ne laissant pas présager de transferts importants de cet élément de la zone à réhabiliter vers le cours d'eau.

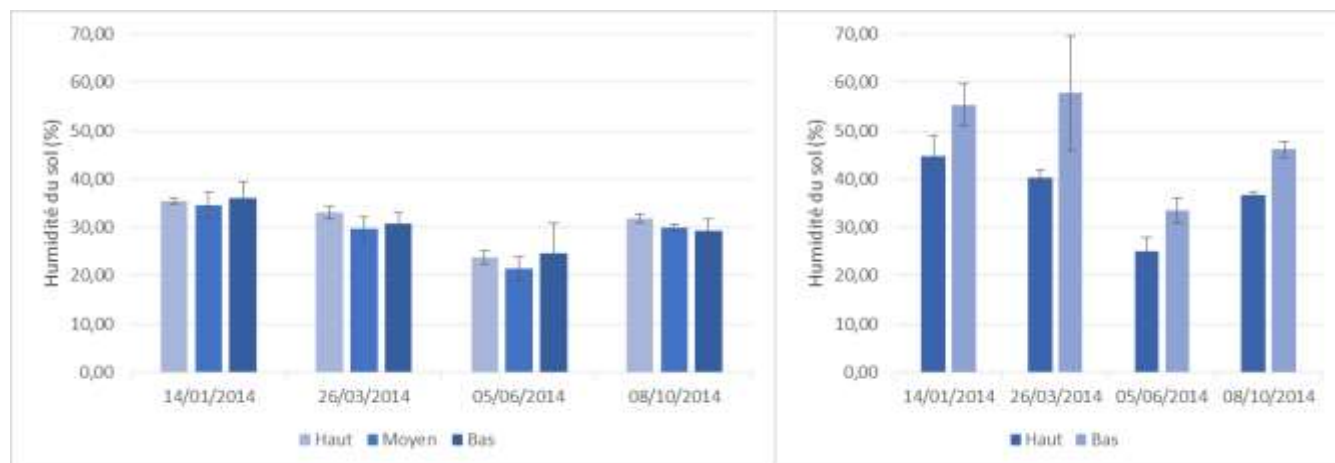


Figure 15 Variation annuelle du pourcentage d'humidité de l'horizon de surface du site de Fontaine Margot (gauche) et du site témoin (droite)

Les taux d'humidité de la zone à réhabiliter restent inférieurs à ceux de la zone témoin quelle que soit la période de l'année, à l'exception de la zone basse qui a un taux comparable à celui de la zone témoin en juin.

Les travaux de réhabilitation

1 Validation des enjeux et objectifs de la réhabilitation

1.1 Les enjeux

1.1.1 Qualité de l'eau

Les dosages d'azote minéral dans la parcelle ne laissent pas présager de transfert important de nitrate vers le cours d'eau.

Par ailleurs, la tête de bassin versant est pour l'instant agricole, avec des cultures de céréales sur les parcelles avoisinantes, mais celles-ci ont vocation à être urbanisées dans les années qui viennent. La qualité de l'eau n'est donc pas un enjeu majeur sur cette parcelle, puisque les eaux pluviales issues des ruissellements des routes et de la zone urbaine seront traitées via un bassin de rétention dédié.

Par contre, l'usage en agriculture conventionnelle de la parcelle implique l'usage de fongicides deux fois par an, d'un herbicide une fois par an et l'apport d'engrais azotés trois fois par an. Il y a donc un risque de transfert de ces substances dans le cours d'eau qui draine la parcelle.

Par ailleurs, la présence d'un remblai au nord du site affecte le taux d'humidité en surface et donc a de grande chance d'altérer le fonctionnement biogéochimique de la zone humide en diminuant notamment sa capacité de dénitrification.

1.1.2 Enjeux floristiques et faunistiques

La flore observée sur le site est banale et présente peu d'espèces caractéristiques des zones humides. De même la richesse spécifique animale est très faible avec des groupes absents, comme les batraciens et les micromammifères semi aquatiques. Il y a donc un enjeu fort sur le site en termes de reconquête par une flore et une faune de zone humide.

1.2 Les objectifs

L'objectif du projet est de restaurer une zone humide fonctionnelle, avec comme objectifs principaux un gain en biodiversité et l'élimination du risque de pollution lié à l'apport de produits phytosanitaires et d'engrais chimiques.

2 Le protocole de travaux

2.1 Protocole proposé

Pour revenir à un fonctionnement hydraulique plus propice à l'implantation d'une flore et d'une faune de zone humide, il a été proposé de supprimer le remblai au nord du site et de combler les fossés de drainage (Figure 15).

Aucun consensus n'existe sur la meilleure façon de restaurer une prairie « naturelle ». Étant donnée la surface importante de la parcelle et le manque de connaissance sur le sujet, il a été décidé de réaliser une expérimentation sur le type de semi afin de déterminer quelles modalités sont les plus efficaces pour restaurer une prairie diversifiée.

Deux éléments sont à prendre en compte lors de l'implantation d'une prairie : la rapidité de la couverture de la parcelle par la végétation pour limiter les risques d'érosion durant l'hiver suivant le semi et la diversité végétale qui va pouvoir s'implanter.



Figure 16 Travaux de réhabilitation proposés sur le site de Fontaine Margot

Ainsi 5 modalités de semis sont testées :

- Des semis de **raygrass italien** à 25 g/m² et à 3g/m²

Le Raygrass italien a la particularité d'avoir une durée de vie courte, généralement de l'ordre de 3 ans après semi. Il laisse donc progressivement la place à d'autres espèces qui peuvent coloniser spontanément le milieu. Cependant, une densité de 25g/m², utilisée en routine sur des opérations de réhabilitation, pose le risque de laisser peu de place pour la colonisation spontanée. Ainsi, une densité plus faible de 3g/m², préconisée par le semencier est également testée.

- Un semi en **mélange spécial fauche** à 3g/m² constitué de :
 - o Fétuque élevée 9kg

- Lotier corniculé 4 kg
- Trèfle hybride 4kg
- Fétuque des prés 3kg
- Raygrass anglais tardif 4kg
- Fléole des prés 3kg



Figure 17 Protocole expérimental de semis. Chaque couleur correspond à un type de semi, le rose au sol nu.

Le mélange de prairie de fauche est un mélange commercial qu'il est facile de se procurer et qui est préconisé pour ensemençer des prairies humides. Il présente une diversité de 6 espèces dont deux légumineuses. La longévité de ce type de mélange et son intérêt en zone humide seront évalués. Il est semé avec la densité préconisée par le semencier soit 3g/m².

- Un **transfert de foin** récolté sur une parcelle de prairie humide permanente à proximité du site avec un ratio de 1 ha fauché pour un transfert sur 3 ha.

L'avantage d'un transfert de foin d'une prairie humide donneuse est de permettre un transfert d'espèces adaptées aux zones humides et ciblées par la réhabilitation avec une provenance locale assurée et une diversité floristique a priori supérieure aux mélanges commerciaux. De la date de fauche dépendent les espèces effectivement transférées sous forme de graines sur le site à réhabiliter.

- Des zones **témoins sans apport de graines**.

Des zones laissées à nu afin d'évaluer les colonisations spontanées issues de la banque de graine du sol et des apports extérieurs.

Chaque modalité de semi est testée sur 3 bandes de 12 m de large orientées de façon à intégrer le gradient d'humidité du site (Figure 16).

2.2 *Contrainte particulières*

- **Faible portance du sol**

La faible portance du sol dans le bas de la parcelle, a nécessité l'utilisation d'une pelle sur chenilles larges.

- **Respect de l'activité agricole**

Les travaux ont été réalisés après la récolte du blé.

- **Dossier réglementaire**

Il n'y a pas eu de dossier réglementaire spécifique pour les travaux sur ce site. En effet, le projet entre dans le cadre globale de l'aménagement de la ZAC de Fontaine Margot qui a fait l'objet d'un dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau pour l'ensemble des travaux.

- **Disponibilité et choix d'une parcelle donneuse pour le transfert de foin**

Une des difficultés du projet a été de trouver une parcelle en bon état de conservation, présentant une végétation de type de celle ciblée par le projet de réhabilitation et dont le propriétaire était disposé à mettre à disposition une partie de la récolte. Une parcelle appartenant à Brest Métropole a finalement été choisie sur la commune de Bohars.

3 Mise en œuvre des travaux



Réalisation de fossés pour repérer la hauteur de remblai (repérable par la couleur plus sombre du sol de l'ancienne zone humide en fond de fosse), puis suppression du remblai sur la profondeur souhaitée. La terre du remblai est évacuée à l'aide des deux tracteurs munis d'une remorque en rotation.



Suppression progressive de l'ensemble du remblai sur 6800 m², soit 2800 m³ de terre évacuée environ ou encore 350 remorques. Léger lissage en surface pour faciliter le travail du sol.



Comblement des fossés avec les matériaux de remblai et dépôt du reste pour créer un talus de ceinture.



Travail du sol au rotavator sur la zone déblayée afin d'ameublir le sol compacté par le passage de la pelle et des tracteurs et au combiné déchaumeur/herse rotative sur le reste de la parcelle.



Semis avec un combiné de semis et transfert de foin à raison d'un ratio de surface 1 ha fauché pour 3 ha ensemencés et étalage manuel à la fourche par les employés d'une entreprise d'insertion.

4 Bilan des travaux

4.1 Matériel et fournitures utilisés

Élagage pour accéder aux drains :

Un tracteur muni d'une épareuse

Travaux de déblais :

Deux tracteurs munis de remorques

Une pelle 25 tonnes avec chenilles de 60 cm

Travail du sol :

Un tracteur muni d'un combiné déchaumeur et herse rotative ou d'un rotavator

Transfert de foin :

Un manuscopique et un tracteur muni d'un plateau

Fournitures pour la mise en place du dispositif expérimental de semis :

- Poteaux en châtaigner (diamètre 10 cm, hauteur 2 m)
- Semences : 150 kg de RGI et 11kg de mélange « spécial fauche » + 30 kg RGA pour talus de ceinture)

4.2 Durée du chantier

12,5 jours dont 3 jours de terrassement, 4 jours de façonnage des talus de ceinture, 1 jour de préparation de sol et 1,5 jours pour les semis (1 jour pour les talus et ½ jour pour le dispositif expérimental).

4.3 Prestataires

Elagage : Paysage Iroise

Travaux agricoles : ETA Le Borgne (sous-traitance de Paysage Iroise)

Terrassement : Eurovia (sous-traitance de Paysage Iroise)

Engazonnement des talus de ceinture, régalage du foin, mise en place des poteaux : Prélude Brest (chantier d'insertion de 8 personnes).

Suivi du chantier : Un technicien zone humide de Brest Métropole présent tous les jours pour le suivi de chantier, la coordination et la planification.

4.4 Bilan financier

Le bilan financier présenté n'intègre pas l'acquisition de la parcelle pris en compte dans le cadre du projet de ZAC.

Pelle 25 T	Heure	64	115	7 360,00 €
Tracteur remorque	Heure	48	55	2 640,00 €
Épareuse	Heure	3	65	195,00 €
Elagage d'arbre + implantation	Heure	5	55	275,00 €
Prélude Brest (insertion) – 2.5 jours (8 personnes)	Jours ouvriers	15	69.2	1038 €
Préparation sol et transfert de foin - ETA LEBORGNE	heure	8	55	440 €
Semis - ETA LEBORGNE	jour	8	65	520€
Semences prairies + RGA talus ceinture	unités			880€
Poteaux Châtaigniers (+livraison)	unités	60	7,33	440€
TOTAL HT				13 788 €

Suivis après travaux – 2015-2020

Les suivis après travaux ont été réalisés en 2015, 2016 et 2019, avec un complément en 2020 pour la végétation, la parcelle ayant été fauchée avant la fin des relevés.

1 Flore et habitats : résultats des suivis

1.1 Evaluation visuelle 3 mois après semis

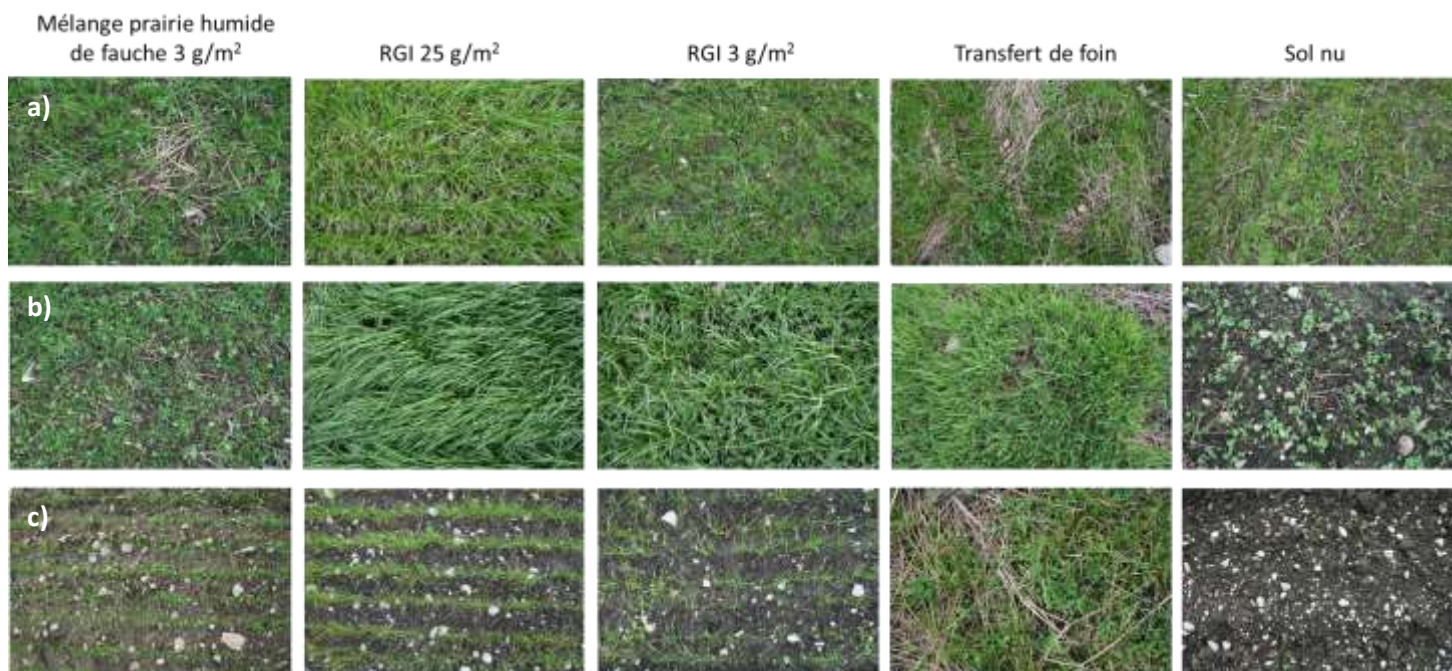
Avant travaux, le site est constitué d'un champ cultivé en blé et entouré en partie par une bande enherbée. Quelques communautés végétales d'accompagnement des cultures sont présentes ponctuellement : groupement à Jonc du crapaud (*Junceta bufonii*), groupement à Petite brize et Chrysanthème des moissons (cf. *Brizo minoris* - *Chrysanthemum segetum*).

Après travaux, les premiers suivis visuels du site 3 mois après semis avaient comme-pour but de vérifier la rapidité de couverture des différents semis testés dans un objectif de lutte contre l'érosion et la-de prévention contre les espèces invasives.



Résultat des semis après 3 mois sur la partie centrale du site (à gauche et au centre sur la photo) et sur la zone où a été supprimé le remblai (à droite sur la photo).

Ces résultats montrent un couvert végétal intéressant quelle que soit la zone pour le transfert de foin. Ce couvert rapide permet d'éviter l'installation d'espèce invasives et l'érosion du sol. Dans les zones sud et centre, non décapées, les semis de raygrass, quelle que soit la densité, présentent également des couverts satisfaisants.



Résultat des différentes modalités de semis après 3 mois, a) dans la zone la plus au sud, b) dans la zone centrale, c) dans la zone où a été supprimé le remblai.

1.2 Suivis après travaux

Les suivis ont été réalisés en juin 2015, 2016, 2018 et 2020.

Rapports disponibles sur les suivis botaniques

Les suivis de la végétation du site de Fontaine Margot, suite aux essais de semis mis en place, ont été réalisés dans le cadre des stages de Joseph Thiry (2015) et Léa Palumbo (2016), visant à évaluer l'efficacité des différents semis réalisés en année t+1 et t+2. En 2018 et 2020, les relevés ont été réalisés par les étudiants du master GC Bio de l'UBO, accompagné de Sébastien Gallet de l'UBO et de Vincent Colasse du CBNB.

Les rapports de stages sont disponibles sur le site internet du réseau aux liens suivants :

Palumbo L., 2016. Réhabilitation des zones humides : suivis, synthèse et évaluation

<http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2016-LeaPalumbo-UBO.pdf>

Thiry J., 2015. Evaluation édaphique et botanique de mesures de réhabilitation de zones humides

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2015_THIRY_Joseph_UBO.pdf

Comparaison des modalités de semis

Pour rappel, l'objectif du dispositif mis en place sur le site de Fontaine Margot est de comparer les effets de différents types d'ensemencement sur la dynamique de recolonisation par la végétation du site après travaux. Des semis mono-spécifiques de raygrass en deux densités (3g/m² et 25g/m²), un mélange commercial spécifique pour prairies humides (3 g/m²) composé d'un mélange de graminées (Phléole des prés, Raygras et Grande fétuque) et de légumineuses (Lotier corniculé et Trèfle hybride) et un transfert de

foin depuis une prairie en bon état de conservation ont été testés. Des parcelles témoins sans aucun semi ont complété le dispositif. Chaque type de semi a été testé sur 3 bandes de 12 m de large, dont une située dans la partie du site ayant fait l'objet d'une suppression de remblai.

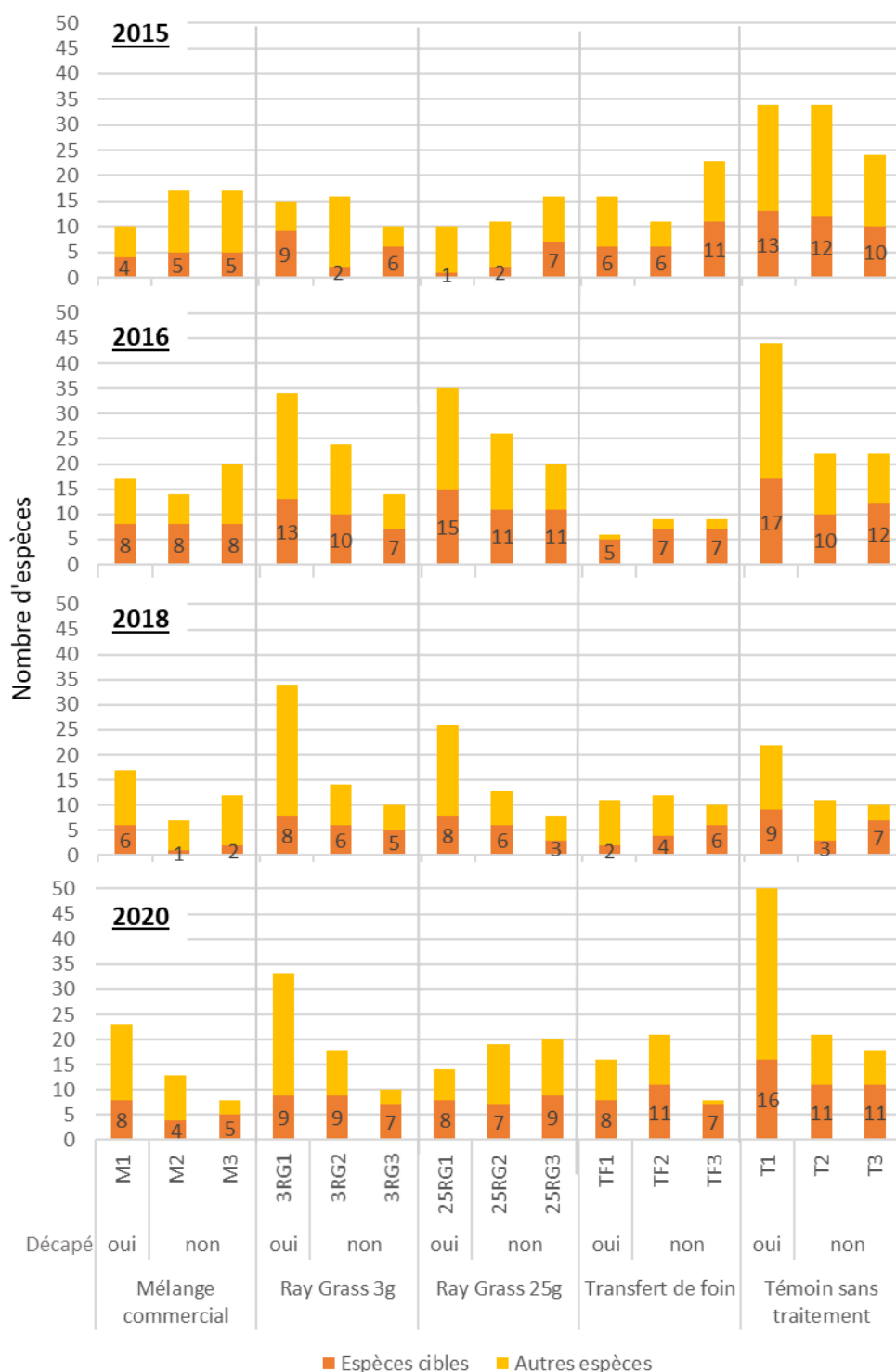


Figure 18 Evolution entre 2015 et 2020 du nombre d'espèce cible selon les différentes modalités de végétalisation

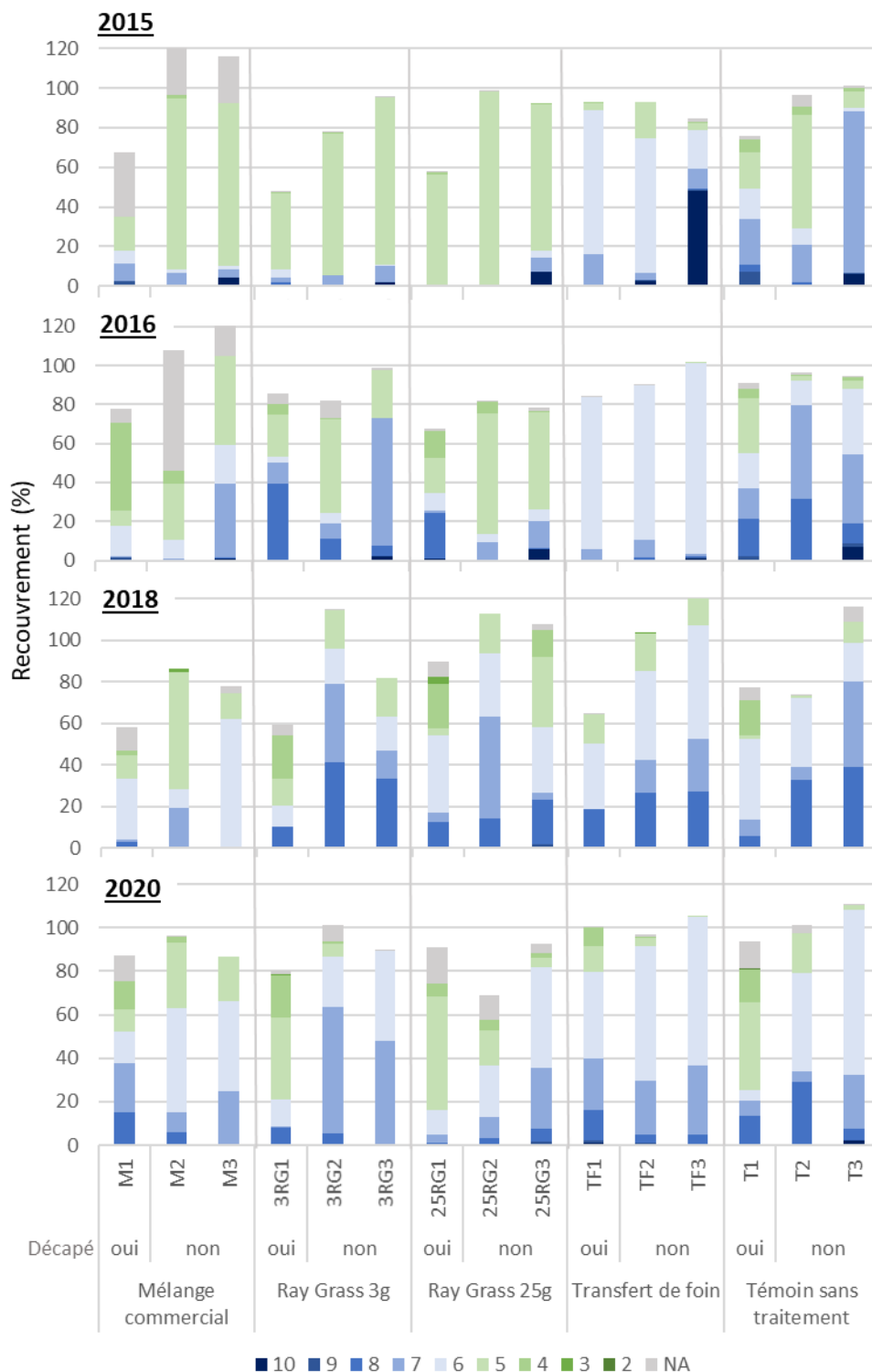


Figure 19 Evolution entre 2015 et 2020 du recouvrement par indice de Hill d'humidité édaphique des espèces, selon les différentes modalités de végétalisation. Les espèces ayant un indice égal ou supérieur à 6 sont spécifiques des zones humides, leur tolérance à l'humidité du sol est plus importante à mesure que l'indice augmente.

En termes de nombre d'espèces cibles, le mélange commercial s'est avéré le moins intéressant surtout sur les zones non décapées, où on ne trouve pas plus de 5 espèces cibles 6 ans après le semis. Le raygrass et le transfert de foin donnent des résultats équivalents avec des placettes montrant entre 7 et 9 espèces pour le

raygrass quelle que soit la densité et montant à 11 sur une bande pour le transfert de foin. Cependant, leur recouvrement reste faible pour les placettes en raygrass décapées et inférieur aux deux autres pour les placettes en raygrass à 25g/m² non décapées. Pour le transfert de foin, une diversification semble s'opérer après des premières années largement dominées par la Houleque laineuse (*Holcus lanatus*) (figures 18 et 19).

L'absence de semi s'avère le plus efficace en termes de diversification de la végétation avec 11 espèces sur les placettes non décapées et des pourcentages de recouvrement des hygrophiles de plus de 80 %. Sur les placettes décapées, le nombre d'espèces cibles est le plus important, avec 16 espèces, mais leur pourcentage de recouvrement reste proche de 25 % uniquement.

La richesse spécifique dans la zone décapée est systématiquement supérieure quelle que soit la modalité de végétalisation. Cette réponse est liée au fait que la zone décapée est plus pauvre en phosphore que le reste du site (voir chapitre suivant), ce qui est généralement propice à l'expression d'une plus grande diversité floristique dans un milieu. La teneur en phosphore total devient limitant en dessous de 0,7 ou 1 g.kg⁻¹ selon les sources (Güswell, 2004) et est ici globalement en dessous de 0,4 g.kg⁻¹ (voir chapitre 3). Contrairement à ce qui pourrait être attendu, même sur les placettes décapées, les légumineuses qui se développent généralement bien en milieu pauvre, ne se sont pas maintenues malgré un recouvrement de près de 50 % de *Lotus corniculatus* en seconde année après semi. Ceci peut s'expliquer par une teneur en azote équivalente au reste de la parcelle.

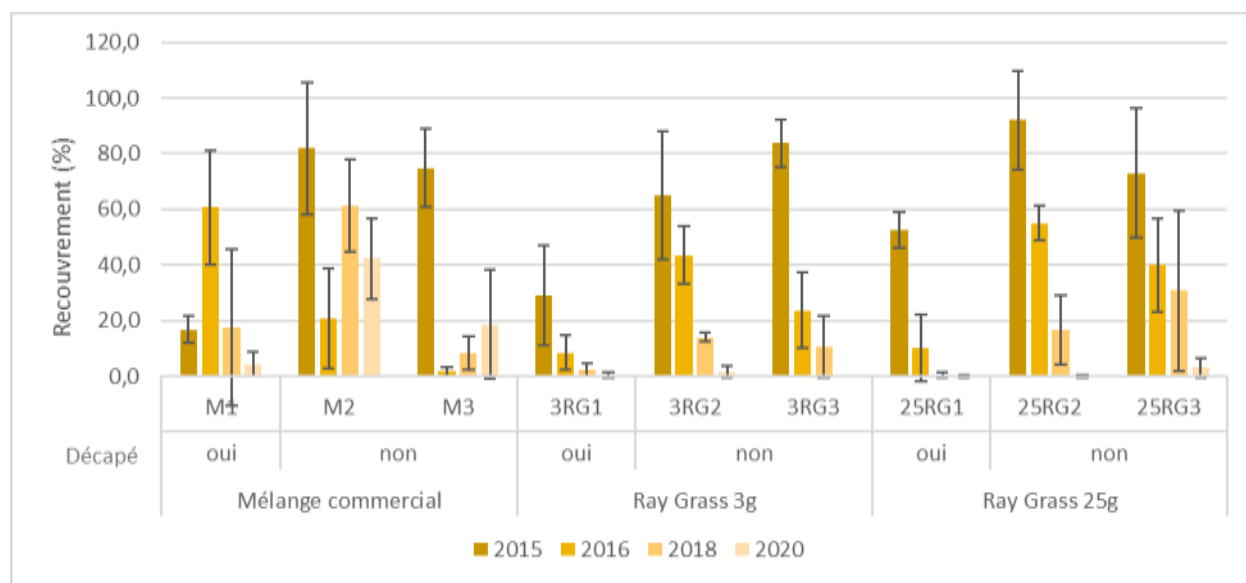


Figure 20 Evolution du recouvrement des espèces semées après travaux entre 2015 et 2020 selon les différentes modalités de végétalisation

En ce qui concerne les espèces semées, on observe la quasi disparition du raygrass dans les placettes plantées en monospécifiques. Le raygrass joue donc bien son rôle de couvre-sol non persistant dans le milieu sur ce site. Dans le mélange commercial, les espèces semées ont nettement régressées et seules *Phleum pratense* et *Festuca arundinacea* se maintiennent en proportions très variables selon les placettes.

Bilan

Six ans après semis, les espèces présentes dans les différentes modalités de végétalisation semblent s'homogénéiser progressivement. Les premières années, le raygrass est très présent dans les placettes où il a été semé mais régresse rapidement. La dernière année, il a quasi-disparu, laissant la place à une végétation plus diversifiée, incluant des espèces cibles, dont le recouvrement est dominant dans les placettes semées à 3 g/m². Les placettes semées à 25 g/m², bien qu'elles présentent une diversité spécifique en espèces cibles équivalente aux densités de semis plus faibles, restent moins intéressantes en termes de pourcentage de recouvrement par les espèces cibles. Le mélange commercial est le moins probant en termes d'évolution.

Globalement il apparait que les modalités de revégétalisation les plus efficaces en termes de diversité spécifique et de recouvrement sont l'absence de semis et le semis de raygrass italien à 3g/m². Ainsi, même en l'absence de zones humides à proximité immédiate du site, la recolonisation spontanée est relativement rapide et peut être préconisée en l'absence de risque érosif ou d'invasion biologique. Dans le cas contraire un semis à 3g/m² de raygrass peut être proposé.

Le transfert de foin est également prometteur, notamment parce qu'il a permis un couvert rapide quelles que soient les conditions du sol sur ce site, mais reste à suivre car la dominance de la Houlique laineuse reste marquée dans certaines placettes. Un travail sur les modalités de transfert serait intéressant pour mieux sécuriser l'efficacité de cette méthode, qui assure une provenance locale et adaptée au milieu des semences apportées sur le site restauré.



Bandes expérimentales 6 mois après semis



Transfert de foin (à gauche) et placette témoin (à droite) en mars 2020

2 Faune : résultats des suivis

2.1 Batraciens

Aucun batracien n'avait été observé avant travaux. Cinq ans après travaux ils n'ont toujours pas recolonisé le site. L'absence de milieu source à proximité en est probablement la cause, car des mares temporaires, propices à la reproduction de certaines espèces sont désormais présentes.

2.2 Invertébrés

Les prospections concernant les invertébrés ont porté sur les orthoptères, odonates et lépidoptères (Bretagne Vivante) ainsi que sur les arachnides et carabiques (Gretia).

Les études réalisées par le Gretia, peuvent être consultées dans les rapports de stages de fin d'études de Gaël Cardinal (2015), Océane Agator (2016) et Loïc Menut (2019). Les rapports sont disponibles en téléchargement sur le site internet du réseau expérimental :

Cardinal G., 2015. Évaluation de la réhabilitation de zones humides en Finistère à partir des communautés d'arthropodes terrestres

<http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2015-GaelCardinal-GRETIA.pdf>

Agator O., 2016. Evaluation du succès de réhabilitation d'une zone humide du Finistère à partir des communautés d'arthropodes terrestres. Deuxième année après travaux

<http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2016-OceaneAgator-GRETIA.pdf>

Menut L., 2019. Évaluation du succès de la réhabilitation d'une prairie humide du Finistère (Ouest de la France) via deux bioindicateurs : les communautés d'araignées (Araneae) et de carabiques (Coleoptera : Carabidae).

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2019_LoicMenut_GRETIA.pdf

Evolution interannuelle des cortèges d'arthropodes terrestres - Résumé

Araignées

Les deux premières années de suivi sont caractérisées par une forte dominance des Linyphiidae. Ces espèces sont ubiquistes et représentatives d'habitats perturbés. Lors de la deuxième année de suivi ces araignées sont progressivement remplacées par des Lycosidae hygrophiles et un pic d'individus sténohyriques (adaptées à une faible gamme d'humidité) est également observé. Cinq ans après les travaux de réhabilitation, le site expérimental apparaît relativement proche du site de référence (Figure 21 A). D'un point de vue taxonomique les deux sites montrent une dominance de Lycosidae (majoritairement *P. proxima*) ainsi qu'une faible abondance-activité en Linyphiidae. De plus, les deux sites abritent une très grande majorité d'individus hygrophiles (Figure 22 A) dont certains appartiennent à des espèces spécialistes de zones humides absentes ou rares avant et juste après les travaux. Les travaux réalisés ont donc permis, cinq ans après les travaux, le retour sur le site restauré d'une communauté d'araignées caractéristiques de prairies humides.

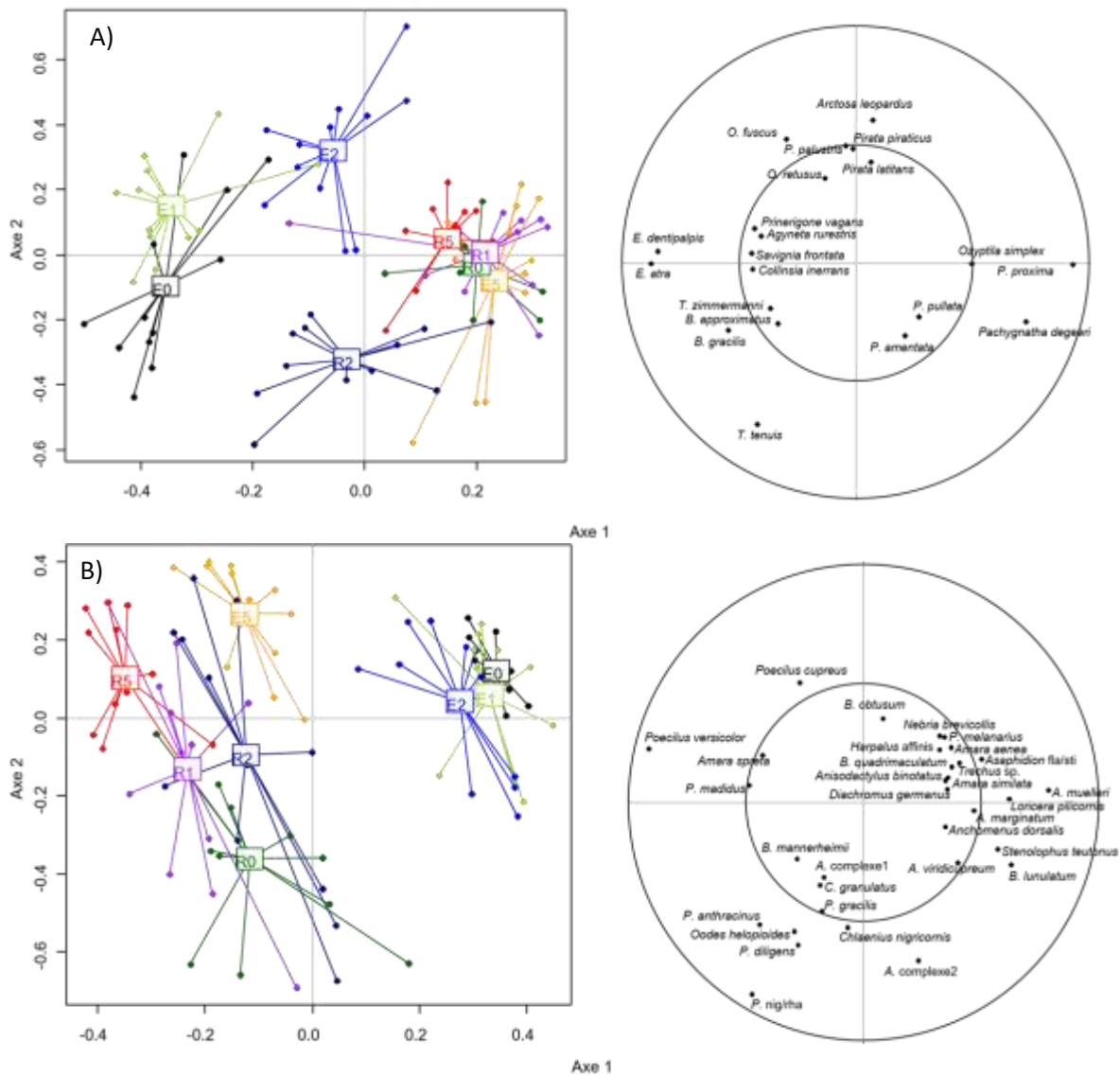
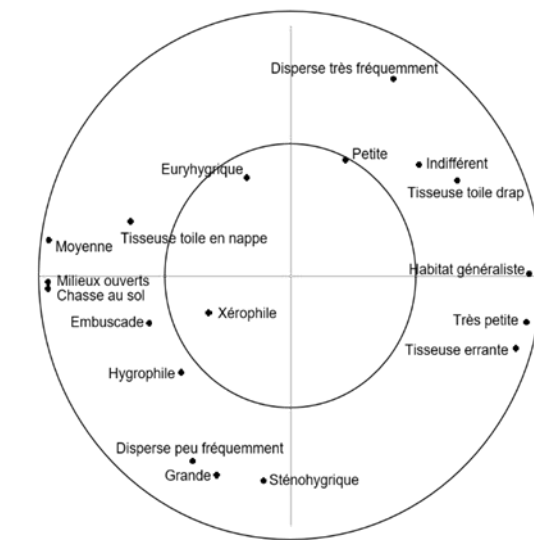
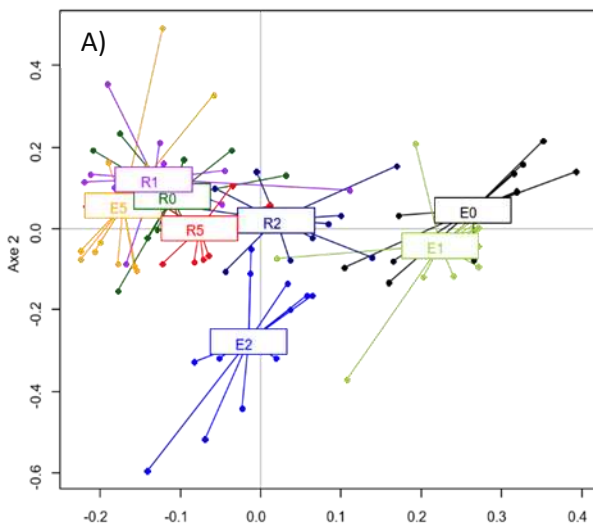


Figure 21 Ordination de la composition spécifique des communautés d'araignées (A) et de carabiques (B) à partir d'une ACP. Les pièges sont regroupés selon le type de parcelle (E : site expérimental ; R : site référent) et l'année (0 : année pré-travaux ; 1 : année 1 post-travaux ; 2 : année 2 ; 5 : année 5). Pour les cercles des corrélations une valeur seuil de 0,4 a été appliquée afin de ne conserver que les variables avec un fort coefficient de corrélation. Figure A : P. = *Pardosa* ; T. =

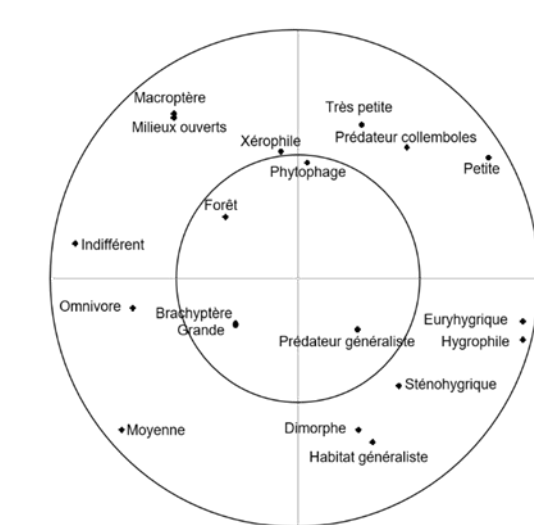
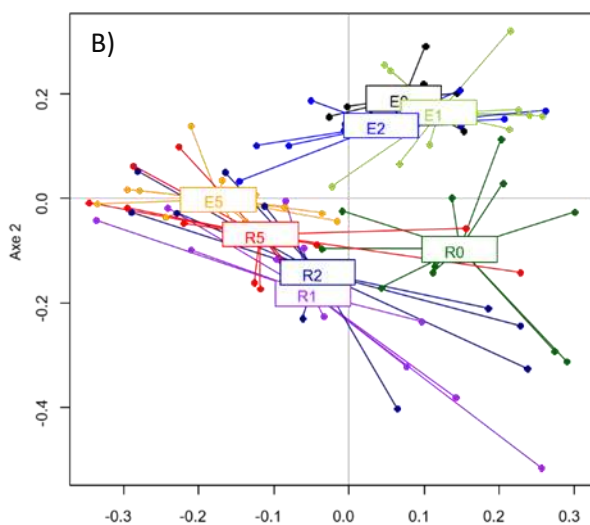
Tenuiphantes ; E. = *Erigone* ; O. = *Oedothorax* ; B. = *Bathyphantes*. Figure B : P. = *Pterostichus* ; B. = *Bembidion* ; A. = *Agonum*.

Carabiques

La communauté de carabiques du site restauré est dominée par des individus appartenant à des espèces ubiquistes et/ou pionnières avec de grandes capacités de dispersion dont la plupart sont représentatives de milieux dégradés (e.g. *Poecilus* sp.). Bien que les carabes hygrophiles présentent de fortes abondances-activités durant les trois premières années de suivi, il ne s'agit pas d'espèces spécifiquement inféodées aux zones humides. L'abondance-activité de ces carabiques chute lors de la dernière année de suivi, celle-ci étant alors caractérisée par un faible nombre d'individus hygrophiles. Par ailleurs les deux sites demeurent relativement dissemblables en termes de composition spécifique cinq ans après les travaux (Figure 21 B). Bien qu'une similitude résulte principalement de la dominance de *P. cupreus* et *P. versicolor* au sein des deux sites, le site référent diffère en raison de fortes abondances-activités en carabes hygrophiles, très peu représentés dans le site restauré (e.g. *Pterostichus* sp.). De plus, même si les deux sites partagent les mêmes traits dominants, ces derniers ne sont pas portés par le même cortège d'espèces (Figure 22 B).



Axe 1



Axe 1

Figure 22 Ordination de la composition fonctionnelle des communautés d'araignées (A) et de carabiques (B) via une ACP. Les pièges sont regroupés selon le type de parcelle (E : site expérimental ; R : site référent) et l'année (0 : année pré-travaux ; 1 : année 1 post-travaux ; 2 : année 2 ; 5 : année 5).

Finalement, cinq ans ne semblent pas être suffisants pour permettre le retour d'un cortège carabique typique de prairie humide au sein du site expérimental. Cependant, les espèces spécialistes de zones humides sont tout aussi rares dans le site expérimental que le site référent et deux des trois espèces dominantes du site référent appartiennent au genre *Poecilus*. Il se pourrait que ce site ne soit pas optimal en tant que témoin dans la mesure où il n'abrite pas une communauté de carabes complètement fidèle à celle attendue dans une prairie humide.

Bilan

Les données acquises lors de ces suivis ont mis en évidence une recolonisation du site plus rapide par les araignées hygrophiles que par les carabes suite aux travaux de restauration. Leur peuplement se rapproche de celui des communautés de référence, tant en termes de composition spécifique que fonctionnelle, 5 ans après travaux. Ce n'est pas le cas pour le peuplement de carabes qui est similaire sur le plan fonctionnel mais pas spécifique.

L'étude menée en 2016 pour évaluer l'influence du semis sur les peuplements d'invertébrés et faisant l'objet d'un chapitre particulier dans le rapport d'Océane Agator ne montre aucun effet du type de végétalisation sur les populations d'arthropodes. Les araignées semblent se distribuer plutôt selon un gradient d'humidité qu'en fonction des caractéristiques de la végétation. Aucune tendance ne se dessinait cette année-là pour les carabes.

Autres invertébrés

Les prospections pour les lépidoptères, orthoptères et odonates ont été menées selon les mêmes protocoles en 2014, 2015 et 2019. Elles ont consisté en 2 passages par site en juin puis en juillet/août pour les papillons de jour (hétérocères) et les odonates et un passage en septembre pour les orthoptères. En 2016, un seul passage a été réalisé pour les papillons et les odonates et aucun pour les orthoptères. Cela explique la différence dans le nombre d'observation d'espèces entre les deux premières années post-travaux (Tableau 9).

La conversion de la culture en prairie a permis de passer de 5 à 11 espèces de papillons de jour (Tableau 9). Ce sont des espèces communes et/ou migratrices et généralistes non spécifiquement inféodées aux zones humides. Deux nouvelles espèces de papillons de jour ont été détectées en 2016, toutes les deux liées à diverses poacées : *Maniola jurtina*, le Myrtil et *Thymelicus lineola*, l'Hespérie du Dactyle. En 2019, la Petite tortue *Aglais urticae* a été observée, une espèce ayant l'ortie comme plante-hôte exclusive.

Le nombre d'espèces d'orthoptères est passé de 4 avant travaux à 7 ou 8 selon les années après travaux. Si une meilleure détection n'est pas exclue, un habitat plus favorable a certainement rendu possible l'accueil de populations riveraines, ce qui est sans doute le cas pour *Conocephalus fuscus* (Fabricius, 1793), le **Conocéphale bigarré** et *Chorthippus albomarginatus* (De Geer, 1773), le **Criquet marginé**. Les espèces présentes sont toutes communes à l'échelle régionale et généralistes non spécifiquement inféodées aux zones humides.

Le nombre d'espèces d'odonate, 5, reste faible sur ce site, où aucun habitat propice à la reproduction n'est présent. Les espèces présentes semblent être des individus jeunes en phase de maturation. Les espèces

présentes sont communes à l'échelle régionale, mais localisées à l'échelle locale. On retrouve sur le site des espèces se reproduisant sur la sablière de Bodonou, se situant dans les environs du site.

À noter la première mention « léonarde » pour un longicorne observé sur le site et considéré comme largement répandu sur le massif armoricain *Agapanthia cardui* (Linnaeus, 1767), l'**Agapanthe du Chardon**.

Tableau 9. Liste des espèces d'invertébrés recensées par Bretagne Vivante sur le site de Fontaine Margot en 2014 et 2015.

Espèces		Statuts				Années			
Nom latin	Nom commun	CRR	CR29	LRR	RBR	2014	2015	2016	2019
Rhopalocères									
<i>Aglais io</i>	Paon du jour	TC	TC	LC	Mineure	X			
<i>Aglais urticae</i>	Petite tortue	TC	C	LC	Mineure				X
<i>Celastrina argiolus</i>	Azuré des nerpruns	TC	C	LC	Mineure	X	X		X
<i>Colias crocea</i>	Souci	TC	C	LC	Mineure		X		X
<i>Gonepteryx rhamni</i>	Citron	TC	C	LC	Mineure		X		
<i>Lasiommata megera</i>	Mégère	TC	C	LC	Mineure		X		
<i>Lycaena phlaeas</i>	Cuivré commun	TC	C	LC	Mineure				X
<i>Maniola jurtina</i>	Myrtil	TC	TC	LC	Mineure			X	X
<i>Ochlodes sylvanus</i>	Sylvaïne	TC	C	LC	Mineure				X
<i>Pararge aegeria</i>	Tircis	TC	TC	LC	Mineure	X	X		
<i>Pieris sp.</i>	Piéride non déterminée			LC	Mineure	X			
<i>Pieris brassicae</i>	Piéride du chou	TC	TC	LC	Mineure	X	X		
<i>Pieris rapae</i>	Piéride de la rave	TC	TC	LC	Mineure		X	X	X
<i>Polyommatus icarus</i>	Azuré commun	TC	C	LC	Mineure		X		X
<i>Pyronia tithonus</i>	Amaryllis	TC	TC	LC	Mineure		X		
<i>Thymelicus lineola</i>	Hespérie du dactyle	TC	AC	LC	Mineure			X	X
<i>Vanessa atalanta</i>	Vulcain	TC	TC	LC	Mineure		X		X
<i>Vanessa cardui</i>	Belle - dame	TC	C	LC	Mineure		X		X
TOTAL :	17					5	11	3	11
Odonates									
<i>Anax imperator</i>	Anax empereur	C	C	LC	Mineure				X
<i>Cordulegaster boltonii</i>	Cordulégastré annelé	C	C	LC	Mineure			X	
<i>Crocothemis erythraea</i>	Crocothémis écarlate	AC	AC	LC	Mineure				X
<i>Enallagma cyathigerum</i>	Agrion porte-coupe	C	C	LC	Mineure	X	X	X	X
<i>Orthetrum cancellatum</i>	Orthétrum réticulé	C	C	LC	Mineure		X	X	X
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	Nymphe au corps de feu	TC	TC	LC	Mineure	X			
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Sympétrum de Fonscolombe	AC	PC	LC	Mineure				X
<i>Sympetrum striolatum</i>	Sympétrum strié	C	C	LC	Mineure	X			
TOTAL :	8					3	2	3	5
Orthoptères									
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	Criquet marginé	C	AC				X		X
<i>Chorthippus biguttulus</i>	Criquet mélodieux	C	C			X	X		X
<i>Chorthippus brunneus</i>	Criquet duettiste	C	C				X		
<i>Pseudochorthippus parallelus</i>	Criquet des pâtures	C	TC			X	X		X
<i>Conocephalus fuscus</i>	Conocéphale bigarré	C	C				X		X
<i>Pholidoptera griseoaptera</i>	Decticelle cendrée	C	C			X	X		
<i>Roeseliana roeselii</i>	Decticelle bariolée	C	C				X		X
<i>Tetrix undulata</i>	Tétrix des clairières	C	AC			X	X		X
<i>Tettigonia viridissima</i>	Grande sauterelle verte	C	C						X
TOTAL :	9					4	8	0	7

CRR = Classe de rareté régionale (Bretagne Vivante, 2016) TC = Très Commun, C = Commun, AC = Assez Commun

CR29 = Classe de rareté départementale (Bretagne Vivante, Pasco et Pfaff 2013) TC = Très Commun, C = Commun, AC = Assez

LRR = Liste rouge régionale des Odonates menacés de Bretagne (LC = Préoccupation mineure)

RBR = Responsabilité biologique régionale (gradient croissant : mineure, modérée, élevée, très élevée, majeure)

3 Fonctionnement biogéochimique : résultats des suivis

3.1 Evolution de l'humidité du sol

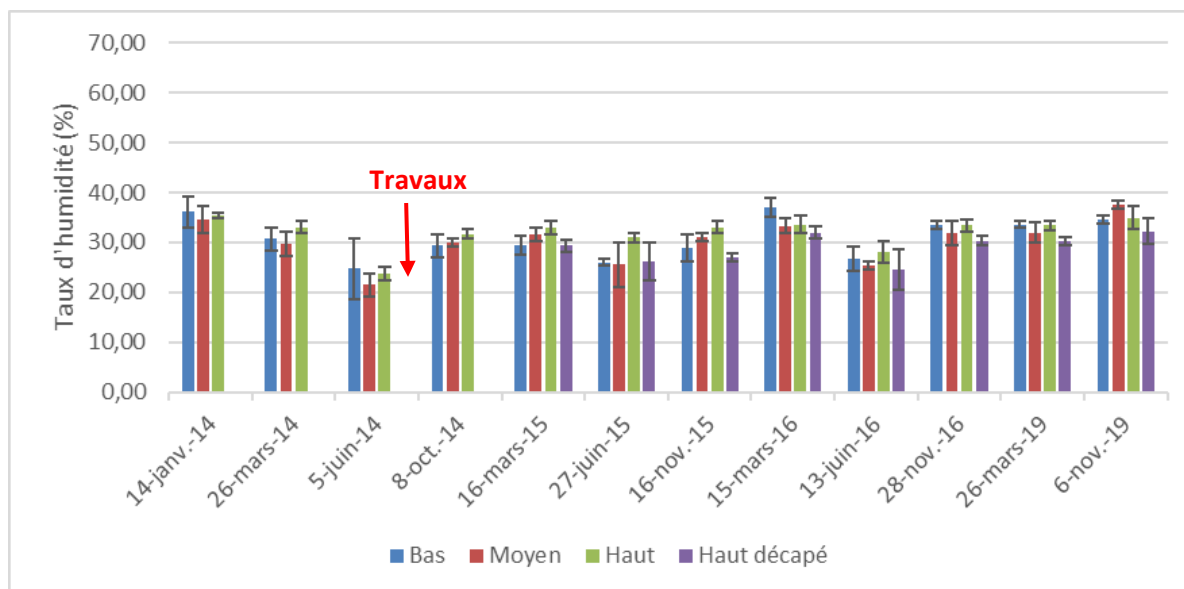


Figure 23. Evolution dans le temps des taux d'humidité du sol du site de **Fontaine Margot** (Moyennes \pm Err. Std ; n=3).

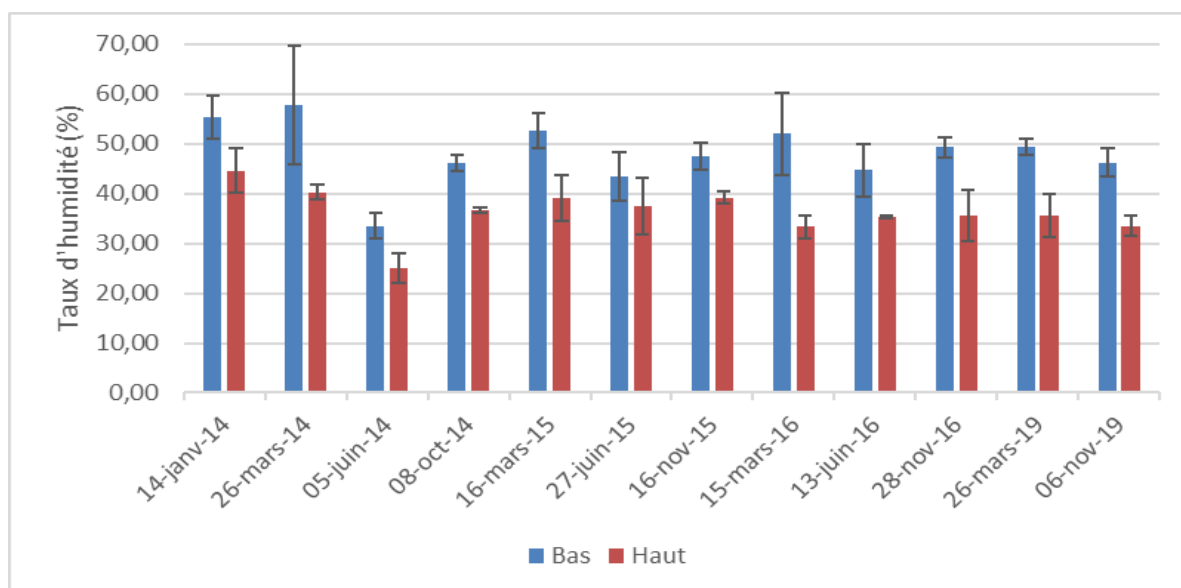


Figure 24. Evolution dans le temps des taux d'humidité du sol du site **témoin** de Fontaine Margot (Moyennes \pm Err. Std ; n=3).

A périodes d'échantillonnage équivalentes, le taux d'humidité du sol évolue peu sur le site témoin (Fig. 24).

Sur le site pilote (Fig. 23), on n'observe aucune modification du taux d'humidité du sol après travaux sur les niveaux d'échantillonnage bas et moyen. Sur le niveau haut, on observe une légère augmentation de l'humidité estivale, mais on retrouve cette même augmentation sur le niveau haut du site témoin, montrant qu'il s'agit plutôt d'un phénomène lié à la météorologie qu'aux travaux.

La suppression du remblai sur une partie du site n'a donc pas permis d'augmenter l'humidité du sol, puisque celle-ci est globalement équivalente sur l'ensemble des périodes d'échantillonnages (différence significative

uniquement en novembre 2016). Le double gradient topographique, nord/sud et est/ouest explique sans doute ce fait, la partie découpée se retrouvant aux niveaux topographiques les plus élevés du site.

3.2 Evolution des teneurs du sol en azote minéral

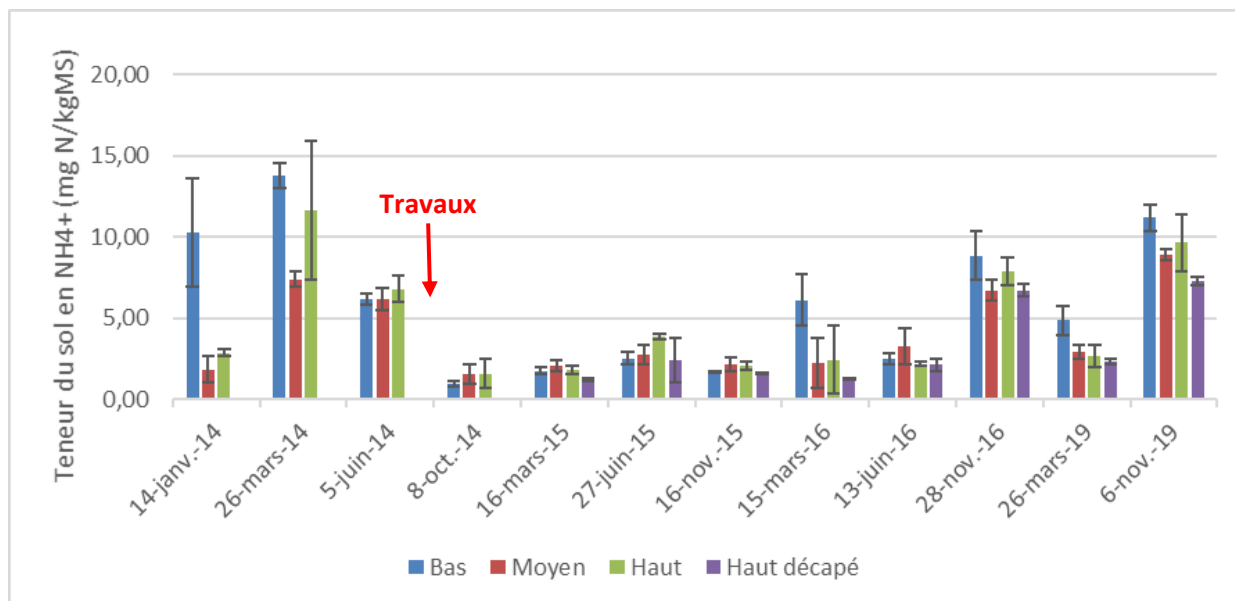


Figure 25. Evolution dans le temps des teneurs en **ammonium** extractible (reliquat azoté) du sol du site de **Fontaine Margot** (Moyennes \pm Err. Std ; n=3).

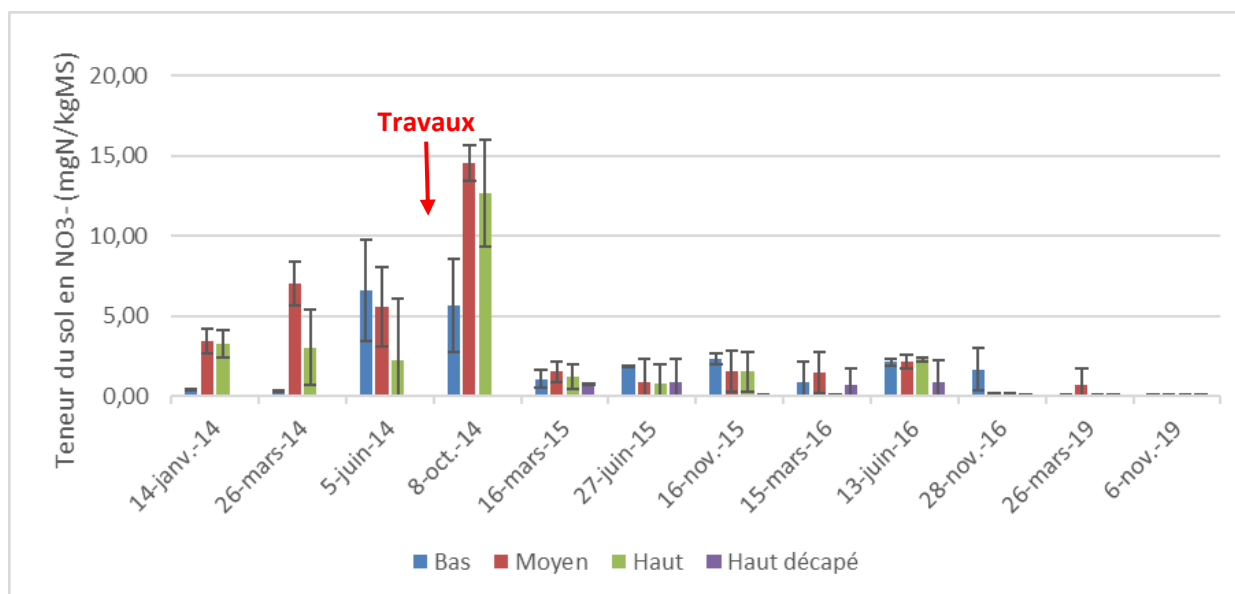


Figure 26. Evolution dans le temps des teneurs en **nitrate** extractible (reliquat azoté) du sol du site de **Fontaine Margot** (Moyennes \pm Err. Std ; n=3).

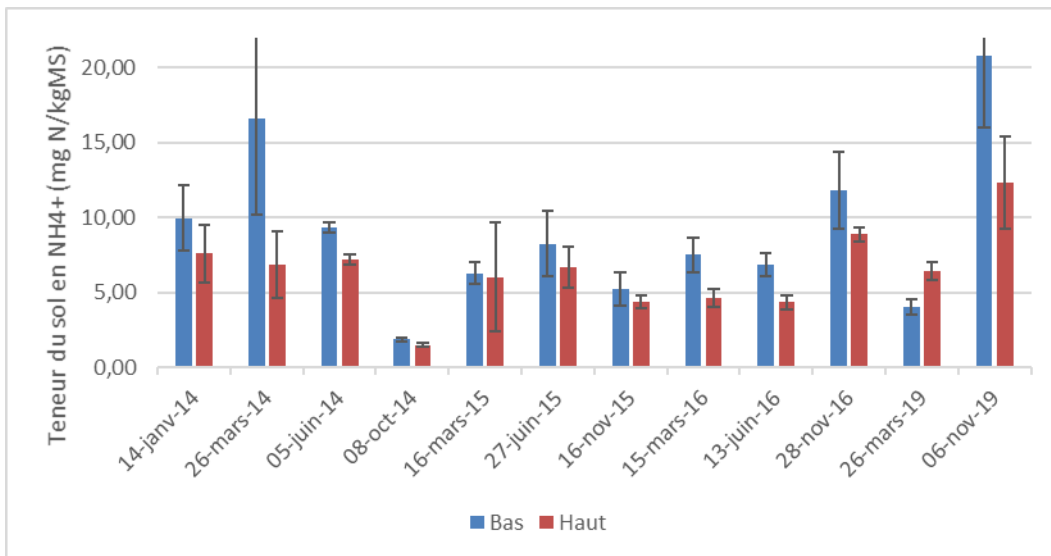


Figure 27. Evolution dans le temps des teneurs en **ammonium** extractible (reliquat azoté) du sol du **site témoin** de Fontaine Margot (Moyennes \pm Err. Std ; n=3).

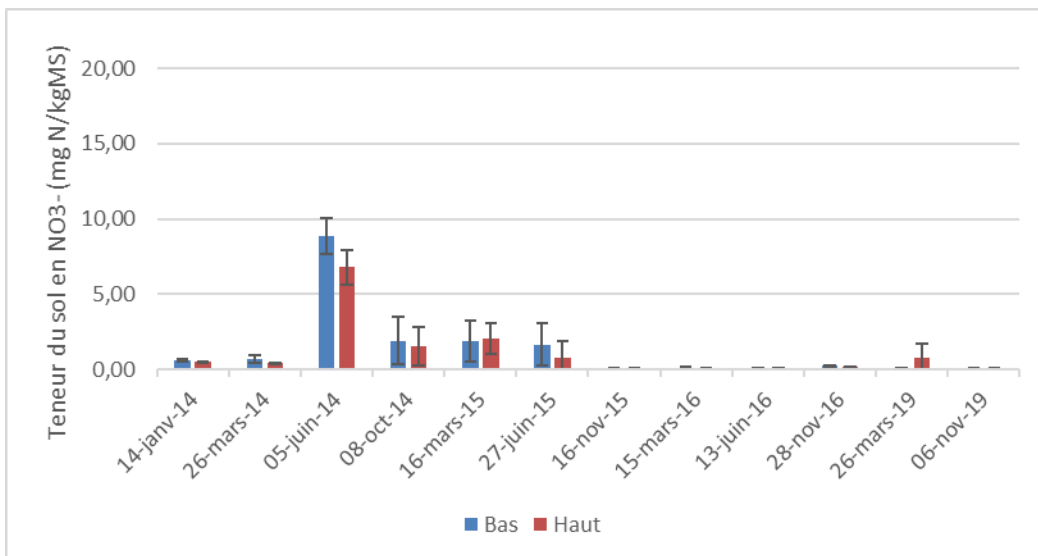


Figure 28. Evolution dans le temps des teneurs en **nitrate** extractible (reliquat azoté) du sol du **site témoin** de Fontaine Margot (Moyennes \pm Err. Std ; n=3).

On note une nette diminution des teneurs du sol en azote minéral après travaux, probablement lié à une oxydation de la matière organique du sol liée aux labours. Ces teneurs réaugmentent par la suite, probablement du fait de l'installation de la végétation apportant de la matière organique au sol.

Globalement, après travaux, les teneurs en ammonium sur le site pilote (Fig. 25 et 26) restent du même ordre de grandeur que dans la partie haute du site témoin (Fig. 27 et 28). Elles sont légèrement supérieures pour le nitrate les deux premières années d'observation mais restent cependant extrêmement basses (de l'ordre de 2mg/kgMS ou inférieur) (Fig. 25 et 26) et étaient négligeables lors des campagnes de 2019, tout comme dans le site témoin.

Les variations interannuelles et intersaison observées dans les teneurs en ammonium et de nitrate du sol suivent les mêmes variations que sur le site témoin, et répondent donc aux variations des conditions météorologiques.

Pour le nitrate, on note une augmentation nette des teneurs du sol en octobre, juste après les travaux à tous les niveaux d'échantillonnage. Ce pic est probablement lié au travail du sol qui induit une oxygénation du sol et donc un pic de minéralisation suivi de la formation de nitrate du fait de la présence d'oxygène. Les teneurs en nitrates reprennent ensuite des valeurs équivalentes à celles observées sur le site témoin.

Globalement, la conversion de la culture en prairie a donc permis une diminution de l'azote minéral disponible dans le sol et donc les risques de lessivage de nitrate vers le cours d'eau.

3.3 Teneur du sol en azote, carbone et phosphore

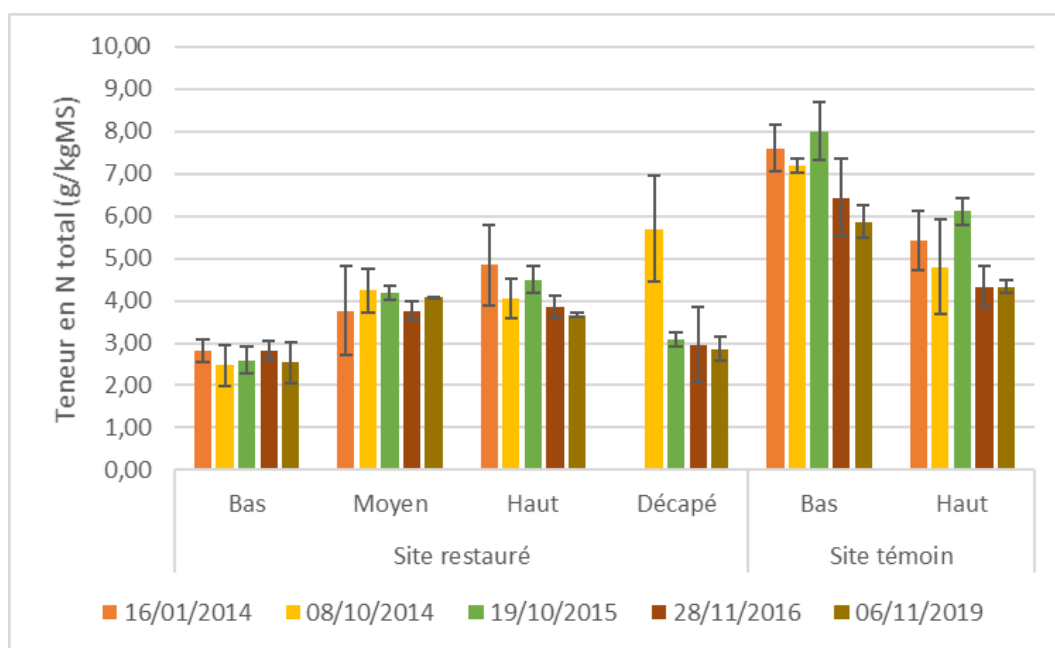


Figure 29 Evolution dans le temps des teneurs en azote total du sol.

Dans l'ensemble, les teneurs en azote total du sol restent équivalentes dans le site pilote et la partie haute du site témoin. La partie décapée lors des travaux ne présente pas de différence significative par rapport au reste du site. La valeur haute observée en première année est liée à une valeur plus élevée sur un des échantillons et n'est pas significative.

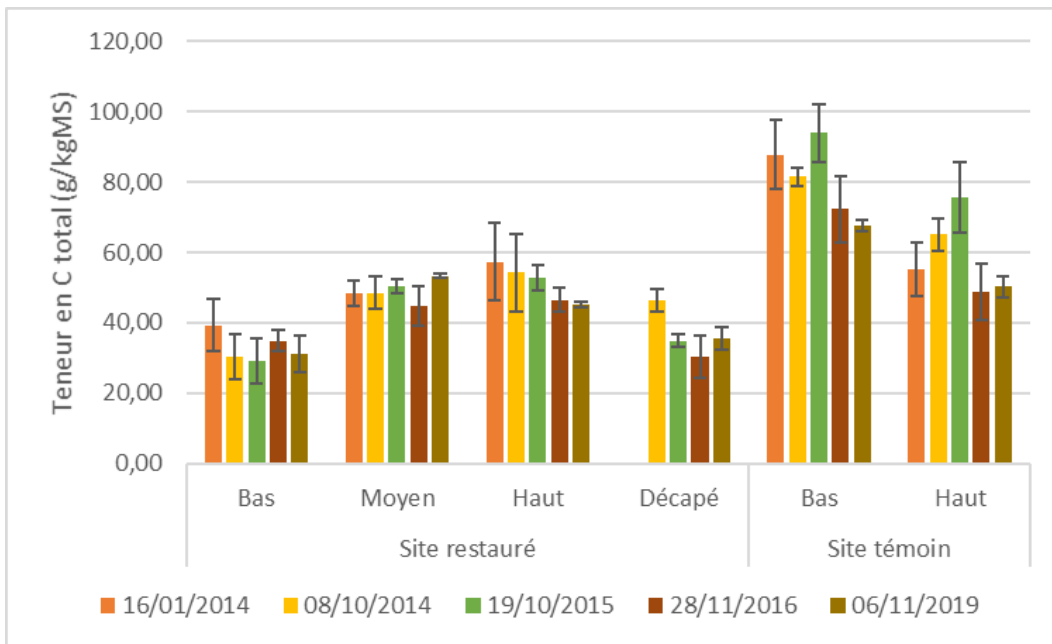


Figure 30 Evolution interannuelle de la teneur du sol en carbone organique.

La teneur en carbone organique reste équivalente dans le site pilote à celle du niveau haut du site témoin. La partie décapée lors des travaux présente des taux équivalents au reste du site.

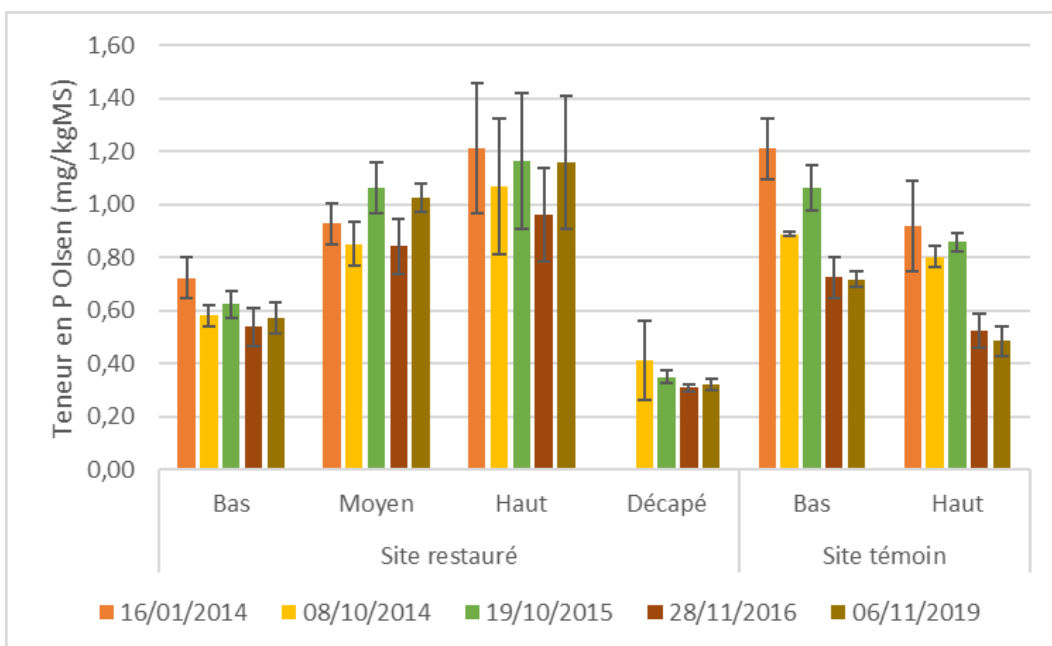


Figure 31 Evolution interannuelle des teneurs en phosphore du sol.

La teneur en phosphore totale du sol de la partie basse du site pilote est équivalente à celles observées dans la partie basse du site témoin, alors que celles des parties moyennes et hautes sont équivalentes à celles de la partie haute du site témoin. La partie décapée lors des travaux présente des taux nettement plus bas que ceux du reste du site du fait de la suppression de l'horizon organique amendée lors des cultures.

Globalement on n'observe pas de tendance d'évolution des teneurs en azote, phosphore et carbone organique dans le sol du site pilote après les travaux. Les processus de stockage de matière organique dans les sols des zones humides sont des processus lents et il est logique que 5 ans après travaux aucune évolution ne soit observée.

4 Bilan et perspectives

4.1 Bilan

Cinq ans après travaux, le site de Fontaine Margot – Poul ar Hored montre une évolution positive en termes de biodiversité et de diminution du risque de pollution de l'eau par le nitrate.

Bien que l'humidité du sol ne semble pas avoir augmenté partout, les espèces de zones humides, aussi bien végétales qu'animales, absentes avant les travaux reprennent progressivement leur place. L'expérience montre l'intérêt de la suppression du remblai en termes d'appauvrissement du sol permettant à une diversité végétale plus importante de s'exprimer. Néanmoins, le contexte du site de Fontaine Margot, finalement plus sec qu'attendu, limite localement le développement d'espèces cibles et rend le cortège floristique peu approprié à une exploitation agricole, notamment du fait d'une densité forte d'ajoncs.

Cinq ans après travaux, les essais de semis tendent à montrer qu'il est plus intéressant pour la biodiversité végétale de semer du raygrass monospécifique à faible densité (3g/m^2) qu'un mélange commercial à densité équivalente, mais que le mieux reste de laisser le sol à nu, lorsqu'il n'y a pas de risque d'érosion et de colonisation par des invasives.

Le transfert de foin, semble également être une modalité intéressante notamment par le couvert rapide qu'il permet en première année et le potentiel de diversification qu'il offre. Cependant, dans le cas de celui effectué sur Fontaine Margot, les années suivant le semis, le couvert végétal a été dominé largement par la Houlique laineuse, *Holcus lanatus*, laissant peu d'espace pour l'installation d'autres espèces cibles. En 2020 cependant, le cortège floristique s'était diversifié pour atteindre des niveaux équivalents aux semis de raygrass.

Du point de vue de la biodiversité animale, l'étude montre que contrairement à notre attente, le transfert de foin n'a pas d'effet bénéfique sur la diversité d'invertébrés. Les araignées hygrophiles colonisent très rapidement le site et retrouvent 5 ans après travaux des structures fonctionnelles et composition spécifiques équivalentes au site témoin. Les carabes mettent plus de temps à recoloniser le site.

La présence d'un couvert permanent diversifié a été bénéfique à l'entomofaune, avec une augmentation du nombre d'espèces présentes suite aux travaux. Cependant, ces espèces restent communes et non spécifiques aux zones humides.

Pour l'instant les batraciens ne sont pas observés sur le site malgré des dépressions en eau en période propice à la grenouille rousse. Une difficulté de dispersion de ce groupe faunistique liée à l'absence de site donneur accessible à proximité est probablement en cause. Le site est en effet isolé des zones humides les plus proches par la rocade de Brest.

Les suivis mis en place après travaux ont permis de mettre en évidence une amélioration du fonctionnement du site vis-à-vis de l'abattement de l'azote avec une diminution importante des teneurs en azote minéral du sol et notamment du nitrate. Cette baisse des teneurs en azote minéral, liée principalement à l'arrêt des amendements accompagnant les cultures, limite les risques de transfert vers la nappe et le cours d'eau.

La poursuite des suivis dans les années qui viennent permettra de confirmer le maintien de ces résultats positifs dans le temps. Une gestion appropriée devra également être mise en place pour maintenir et favoriser les espèces de zones humides apparues après travaux.

Enjeux	Priorité	Etat avant travaux	Etat 5 ans après travaux	Evolution
 Régulation qualitative de l'eau	●●●	○●●●●	●●●●●	↗
 Régulation quantitative de l'eau	●○○	●●○○○	●●●●○	↗
 Continuité écologique	●○○	NA	NA	
 Diversité floristique	●●●	●○○○○	●●●●○	↗
 Diversité faunistique	●●●	○○○○○	●●○○○	↗
 Maintien de l'activité agricole	●●●	●●●●○	Non évalué	

Figure 32 Evolution des fonctions de la zone humide après travaux au regard des enjeux du site et du territoire

4.2 Perspectives

4.2.1 Gestion du site

Les essais de semis mis en place sur le site de Fontaine Margot ont nécessité dans un premier temps une fauche avant maturité des graines (début juillet) de façon à éviter la dissémination des espèces d'une bande d'essai à l'autre et pour privilégier la colonisation par les espèces présentes aux alentours ou dans la banque de semences.

La poursuite de ce mode de gestion sera à privilégier s'il est jugé pertinent de poursuivre les suivis, et ce jusqu'à ce qu'on observe une stabilisation des communautés végétales ou une homogénéisation de la parcelle.

Par la suite une gestion par pâturage extensif ou fauche tardive pourra être mise en place. Le mode de gestion est à discuter avec Brest Métropole, propriétaire de la parcelle.

4.2.2 Suivis - perspectives

Suite aux travaux, une baisse drastique de l'azote minéral du sol a été observée, constante sur les cinq années de suivis. Les conditions hydrologiques n'évoluant plus, il n'est pas attendu de modification du fonctionnement biogéochimique. Il n'apparaît donc pas nécessaire de poursuivre ces suivis.

Les suivis de la faune et la flore pourraient être maintenus avec une fréquence d'inventaire de 3 ans à 5 ans de façon à évaluer si les peuplements se stabilisent. Il conviendrait également de vérifier l'apparition de batraciens, toujours absents en 2019.

Documents et rapports en téléchargement

Une grande partie des documents produits dans le cadre du RERZH est accessible sur le site <http://www.zoneshumides29.fr> ou peut être consultée via des liens de téléchargement indiqués dans le texte.

1 Documents de synthèse

Pour chaque site pilote suivi par le RERZH, un rapport complet présente l'état initial du site avant travaux, les enjeux et objectifs, les travaux réalisés, les suivis après travaux et un bilan de l'opération. Un document de synthèse reprend les éléments principaux à retenir.

Suppression de fossés de drainage sur une prairie humide de bord de cours d'eau - Coat Carriou (Saint Evarzec)

Rapport complet :

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Coat_Carriou_rapport_complet.pdf

Synthèse :

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Coat_Carriou_synthese.pdf

Restauration d'une prairie humide par suppression de remblai et comblement de fossés de drainage – Fontaine Margot (Brest)

Rapport complet :

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Fontaine_Margot_rapport_complet.pdf

Synthèse :

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Fontaine_Margot_synthese.pdf

Restauration de la continuité écologique d'un cours d'eau et reconnexion latérale à la zone humide - Corroac'h (Plomelin) – Rapport 2017

Rapport complet :

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Corroach_rapport_complet_2019.pdf

Synthèse :

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Corroach_synthese_2019.pdf

Restauration d'une tourbière de pente par fascinage en travers des fossés de drainage – Roc'h Plat (Hanvec)

Rapport complet :

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Roch_Plat_rapport_complet_2019.pdf

Synthèse :

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Roch_Plat_synthese_2019.pdf

Régulation du drainage sur une prairie humide semée – Boullac’h (Plouzévédé)

Rapport complet :

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Boullach_rapport_complet.pdf

Synthèse :

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Boullach_synthese.pdf

2 Rapports de stages et issus de contrat courts

2019

Évaluation du succès de la réhabilitation d’une prairie humide du Finistère (Ouest de la France) via deux bioindicateurs : les communautés d’araignées (Araneae) et de carabiques (Coleoptera : Carabidae)

Stage réalisé de mars à août 2019 par Loic Menut. Ce stage fait le bilan de 5 ans de suivis des communautés d’araignées et de carabes sur le site pilote de Fontaine Margot.

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2019_LoicMenut_GRETIA.pdf

2018

Évaluation du succès de restauration d’une zone humide du Finistère à partir des cortèges d’araignées et de carabiques

Stage réalisé de mars à août 2018 par Ludivine Conrad. Ce stage fait le bilan de 3 ans de suivis des communautés d’araignées et de carabes suite à la restauration d’une zone humide sur le site de l’ancienne pisciculture du Corroac’h.

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2018_LudivineConrad_GRETIA.pdf

2016

Réhabilitation des zones humides : suivis, synthèse et évaluation

Stage réalisé de mars à août 2016 par Léa Palumbo à l’UBO. Ce stage visait à évaluer les semis réalisés sur le site pilote de Fontaine Margot et à tester des croisements de données biotiques et abiotiques permettant de corrélérer différents indicateurs utilisés sur les sites pilotes.

<http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2016-LeaPalumbo-UBO.pdf>

Evaluation du succès de réhabilitation d’une zone humide du Finistère à partir des communautés d’arthropodes terrestres. Deuxième année après travaux

Stage réalisé de mars à août 2016 par Océane Agator, au GRETIA, qui avait comme objectif d'évaluer l'évolution des peuplements de carabes et d'araignées après réhabilitation sur différents sites pilotes et notamment de déterminer l'influence des semis réalisés sur Fontaine Margot sur ces peuplements.

<http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2016-OceaneAgator-GRETIA.pdf>

2015

Évaluation de la réhabilitation de zones humides en Finistère à partir des communautés d'arthropodes terrestres

Stage réalisé de mars à septembre 2015 par Gaël Cardinal au GRETIA qui avait comme objectif d'utiliser les communautés d'araignées et de carabiques comme indicateur pour évaluer le succès des opérations de réhabilitation sur le compartiment faune.

<http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2015-GaelCardinal-GRETIA.pdf>

Evaluation édaphique et botanique de mesures de réhabilitation de zones humides

Stage réalisé de mars à septembre 2015 par Joseph Thiry à l'UBO. Ce stage visait à continuer un travail commencé en 2014 à l'UBO sur la mise au point du référentiel de prairies humides méso- à eutrophes.

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2015_THIRY Joseph UBO.pdf

Evaluation de la dénitrification dans des zones humides ripariennes réhabilitées

Stage réalisé de mars à septembre 2015 par Sébastien Vidal à l'INRA, visant à modéliser le potentiel de dénitrification de zones humides et à comparer les valeurs obtenues dans les zones réhabilitées en comparaison aux zones témoins.

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2015_SebastienVidal_INRA.pdf

2014

Evaluation du succès de réhabilitation de zones humides dans le Finistère à partir des communautés d'arthropodes terrestres - Mise en place méthodologique et état initial des sites

Stage réalisé au GRETIA par Pierre Devogel, dans le but de caractériser les peuplements de carabiques et d'araignées sur les sites avant travaux.

<http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2014-DevogelPierre-Gretia.pdf>

Création d'un référentiel écologique pour l'évaluation du succès d'opérations de réhabilitation de zones humides

Stage réalisé de mars à septembre 2014 par Judith Chevalier à l'UBO. Ce stage visait à mettre au point un référentiel de prairies humides méso- à eutrophes afin d'avoir un panel de valeurs permettant d'évaluer le succès des opérations de réhabilitation.

http://www.zoneshumides29.fr/telechargement/ComRERZH/Stage2014_JudithChevalier_UBO.pdf

Annexes

1 Annexe 1. Protocoles de suivi des indicateurs ou descripteurs

1.1 Caractéristiques générales du site

1.1.1 Profil pédologique

1.1.1.1 Méthode

Réalisation de profils pédologiques sur un transect suivant le gradient d'humidité du site, à l'aide d'une tarière. Les profils seront réalisés avant travaux et trois ans après travaux.

1.1.1.2 Matériel et équipement nécessaires

Une tarière manuelle avec allonges.

1.1.2 Granulométrie

Une analyse de la granulométrie a été réalisée sur un échantillon de sol composite par station (3 sous-échantillons regroupés) homogénéisé, par méthode au laser en laboratoire d'analyse.

1.1.3 pH du sol

Dilution dans de l'eau distillée à un ratio 1 : 5 poids/volume d'eau (5 g de sol pour 25 ml d'eau) et agitation de l'échantillon pendant 1h.

Mesure du pH du surnageant après décantation, à l'aide d'une sonde pH.

1.2 Fonctionnement hydrologique

Les protocoles ont été développés en collaboration avec l'INRA de Rennes, qui apportera également son expertise technique au moment de la mise en place des dispositifs de suivis ainsi que sur la pédologie et la réalisation des levés topographiques.

1.2.1 Diagnostic du fonctionnement hydrologique général de la zone humide

1.2.1.1 Réseau hydrographique, sens de circulation et connectivité hydraulique

Une cartographie du réseau hydrographique existant avant et après travaux sera réalisée, matérialisant les connexions avec l'aval et l'amont de la zone humide.

Un relevé de la topographie sur l'ensemble du site nous permettra par ailleurs de déterminer le sens de circulation de l'eau en surface.

1.2.1.2 Variation du niveau de la nappe

Mise en place de piézomètres à une profondeur de 0,8 à 1 m, constitués de tubes PVC de diamètre 5 cm, percés de trous sur l'ensemble de la partie enterrée.

Les relevés sont réalisés à l'aide d'une sonde manuelle tous les 15 jours pour suivre l'évolution annuelle de la nappe.

1.2.2 Teneur en eau du sol et paramètres déterminants

1.2.2.1 Stratégie d'échantillonnage du sol avant analyses physico-chimiques

Dans chaque station d'échantillonnage (réplicas d'un même traitement), trois échantillons sont prélevés, chacun constitués d'une carotte de sol de 6 cm de diamètre et de 20 cm de profondeur prélevées à proximité l'une de l'autre.

Afin de réduire les coûts d'analyses, les trois échantillons sont combinés. Les traitements étant répliqués trois fois, on obtiendra donc par site, 3 mesures par traitement représentant une valeur moyenne pour chaque station.

1.2.2.2 Densité apparente

La densité apparente est déterminée en pesant une carotte de sol d'un volume connu après dessiccation, à 105°C pendant 72 h.

1.2.2.3 La porosité

La porosité d'un sol peut être évaluée à partir de la densité apparente et de la densité particulaire d'un sol, selon la formule :

$$Ps (\%) = 100 * \left(1 - \frac{Ds}{Dp}\right)$$

où Ds est la densité apparente du sol ;

Dp est la densité particulaire du sol ($Dp = 2,65 \text{ g.cm}^3$ pour un sol minéral).

Une autre méthode consiste à saturer une carotte de sol en eau (ajouter de l'eau dans un tube contenant une carotte de sol non remaniée, jusqu'à ce qu'on voie l'eau en surface) et de faire la différence de masse entre la carotte saturée et la carotte après dessiccations. Le volume de pores correspond au volume d'eau que peut contenir la carotte de sol.

1.2.2.4 Humidité du sol

L'humidité du sol est déterminée par la perte de poids d'un échantillon frais de sol après passage à l'étuve à 105°C pendant 72h, après tamisage sur une maille de 2 mm.

1.3 Fonctionnement biogéochimique

Les protocoles ont été élaborés en collaboration avec l'INRA de Rennes, qui apportera également son expertise lors de la mise en place des dispositifs de suivis. L'encadrement d'un stagiaire de niveau M2 est prévu sur le développement de la modélisation des potentiels de dénitrification. Les analyses physicochimiques seront réalisées en grande partie au sein du laboratoire IDHESA.

1.3.1 Recyclage de la matière organique du sol

1.3.1.1 Matière organique du sol

La teneur en matière organique du sol est mesurée par différence entre le poids sec et le poids après combustion pendant 16h à 375°C.

1.3.1.2 Qualité de la matière organique : teneur en C, N et P

La teneur en C organique, P assimilable et N total du sol est mesurée par le laboratoire Laboceca.

1.3.1.3 Teneur du sol en éléments minéraux dissous

Les éléments sont extraits du sol à l'aide d'une solution KCl 1M, permettant de libérer les ions adsorbés sur les particules de sol. L'extraction se fait à une dilution de 1 : 5 masse/volume, soit par exemple 10 g de sol frais pour 50 ml de KCl. Le taux d'humidité du sol est mesuré afin d'exprimer la concentration d'éléments par unité de poids sec, ou de pouvoir le rapporter à un volume de sol. Pour cela un échantillon de sol frais est pesé puis étuvé à 105°C pendant 48h afin d'obtenir le poids sec. Le taux d'humidité correspond à la différence de poids entre les deux pesées, ramenée au poids sec.

Les analyses porteront sur NO₃⁻ et NH₄⁺.

1.3.2 Abatement de l'N et de P par la zone humide

1.3.2.1 Variation des teneurs en éléments dissous mesurées dans la nappe

Trois transects de 5 piézomètres sont placés dans la zone humide. Une série en amont de la zone humide, deux séries espacées de 10 m en entrée de zone humide et deux séries espacées de 10 m en sortie de zone humide.

Les piézomètres sont vidangés la veille de l'échantillonnage car une floculation apparaît dans l'eau des piézomètres après un certain temps. Les piézomètres de l'ensemble du site à réhabiliter et du site témoin sont échantillonnés le même jour.

Les échantillons d'eau sont filtrés puis les teneurs en ions nitrate et ammonium, l'N total et orthophosphates, sont mesurées par méthodes colorimétriques. L'azote organique dissous est déduit de la teneur en azote total dissous à laquelle est soustraite la teneur en azote minéral dissous.

1.3.2.2 Estimation de la dilution par la nappe profonde

En parallèle des concentrations en éléments minéraux dissous, les concentrations en Cl⁻ sont mesurées dans les piézomètres. Cet élément d'origine majoritairement anthropique se trouve principalement dans la nappe superficielle et provient des exploitations agricoles. Lorsque la nappe superficielle ou de subsurface est diluée par une nappe profonde, pauvre en Cl⁻, sa concentration diminue dans la zone humide.

Une corrélation entre les concentrations en Cl⁻ et NO₃⁻ met en évidence des phénomènes de dilution.

1.3.2.3 Estimation de l'abattement d'éléments dissous lors du passage dans la zone humide

On peut quantifier quelle part de l'abattement d'un élément dissous (par exemple ici le nitrate) est lié aux phénomènes de dilution et en déduire la part liée à la rétention ou transformation dans le site (absorption par les végétaux, immobilisation bactérienne, dénitrification...).

$$NO_3^- (P2) \text{ non dilué} = NO_3^- (P1) * \frac{Cl (P2)}{Cl (P1)}$$

Où $NO_3^- (P2)$ non dilué est la concentration théorique de NO_3^- dans le second piézomètre d'un transect, s'il n'y avait pas de dilution par l'eau de nappe sur le parcours de l'eau entre les deux ;

$NO_3^- (P1)$ est la concentration de NO_3^- dans le premier piézomètre ;

Cl(P1) et Cl(P2) sont les concentrations en chlore dans les piézomètres 1 et 2.

1.4 Flore et habitats

Les protocoles ci-dessous sont développés par le Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB). Les suivis sont réalisés par le CBNB ou dans le cadre de stages de niveau master 2 co-encadrés par l'UBO et le CBNB.

1.4.1 Inventaire de la flore

Sur chaque site étudié, une liste la plus exhaustive possible des espèces floristiques présentes est établie. Cet inventaire permettra de disposer d'un inventaire le plus complet possible des espèces floristiques et de signaler d'éventuelles espèces à forte valeur patrimoniale.

1.4.2 Inventaire et cartographie des végétations

La méthode classiquement utilisée pour échantillonner, décrire, caractériser finement les végétations sur le terrain est la méthode phytosociologique sigmatiste. Elle permet d'évaluer l'état des végétations et leur contexte écologique ; la même méthode de récolte des données répétée sur des placettes permanentes peut également permettre de suivre finement les changements dans la végétation. Cette méthode permet aussi de disposer de nombreuses données à l'échelle régionale, nationale voire européenne et de bénéficier de référentiels pour lesquels des évaluations patrimoniales existent. La méthode de recueil de l'information sur le terrain retenue ici est donc celle des relevés phytosociologiques.

1.4.2.1 Réalisation des relevés phytosociologiques

Sur le terrain, l'échantillonnage de la végétation à l'intérieur de la parcelle est réalisé avec une approche phytosociologique : dans une zone homogène au niveau phytosociologique, écologique et floristique et sur une aire minimale (= individu d'association). Les différentes communautés végétales présentes font l'objet de relevés.

La méthode consiste en l'établissement d'une liste exhaustive et précise de taxons floristiques présents sur une zone d'échantillonnage (zone homogène au niveau phytosociologique, écologique et floristique avec une aire minimale) ; chaque taxon de la liste se voit attribuer deux coefficients :

- coefficient d'abondance-dominance (BRAUN-BLANQUET 1921 adaptée par BARKMAN et al. 1964) : l'abondance correspond au nombre d'individus par unité de surface et la dominance au recouvrement total des individus de l'espèce considérée :

+ : individus peu abondants, recouvrement faible (< 5%) ;

1 : individus nombreux mais recouvrement < 1 % ou nombre d'individus quelconque mais recouvrement de 1 à 5 % ;

2m : individus très nombreux mais recouvrement < 5 % ;

2a : recouvrement de 5 à 15 %, abondance quelconque ;

2b : recouvrement de 15 à 25 %, abondance quelconque ;

3 : recouvrement de 25 % à 50 % de la surface, abondance quelconque ;

4 : recouvrement de 50 % à 75 % de la surface, abondance quelconque ;

5 : recouvrement supérieur à 75 % de la surface, abondance quelconque.

- coefficient de sociabilité (GILLET 2000) facultatif et de moins en moins utilisé mais néanmoins intéressant dans le cadre d'un suivi : exprime le comportement social de l'espèce (**figure 1**). C'est une estimation globale du mode de répartition spatiale et du degré de dispersion des individus de l'espèce considérée dans l'aire-échantillon :

1 : éléments repartis de façon ponctuelle ou très diluée (individus isolés) ;

2 : éléments formant des peuplements ouverts, fragmentés en petites taches à contours souvent diffus (groupes restreints, touffes, bouquets) ;

3 : éléments formant des peuplements fermés mais fragmentés en petits îlots (groupes étendus, nappes, bosquets) ;

4 : éléments formant plusieurs peuplements fermés, souvent anastomosés, à contours nets (réseaux, petites colonies) ;

5 : éléments formant un seul peuplement très dense (serré et continu).

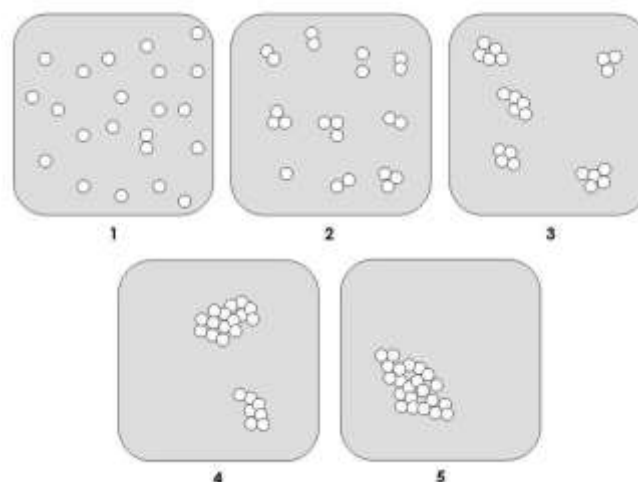


Figure 1 - Représentation schématique des indices de sociabilité

Des éléments contextuels (lieu, date, observateur, recouvrement et hauteur de la végétation, type de sol...), nécessaires à la description d'un individu d'association et à l'interprétation des résultats du suivi, sont également indiqués.

Les relevés phytosociologiques sont réalisés à l'aide d'un bordereau phytosociologique (**Annexe 1**). Les relevés sont localisés sur le terrain grâce à un GPS.

1.4.2.2 Saisie et interprétation des données

Les données phytosociologiques relevées sur le terrain ont été saisies sous format informatique dans le logiciel *Turboveg for windows*.

Le nombre de relevés ne permettait pas de réaliser des analyses numériques. Les compositions floristiques des relevés réalisés ont donc été comparées « manuellement » entre elles et avec celles issues de la bibliographie. Sur le seul fait des balances floristiques, les relevés de terrain et ceux issus de la bibliographie ont été rapprochés ou au contraire séparés. Plusieurs syntaxons ont ainsi été mis en évidence sur les sites d'étude.

La mise en correspondance des végétations avec les référentiels d'habitats nationaux et européens (CORINE Biotopes, EUNIS...) a été effectuée *a posteriori* à partir du rattachement phytosociologique (synsystématique) des végétations, selon les correspondances citées dans le référentiel typologique des habitats naturels et semi-naturels de Basse-Normandie, Bretagne et Pays-de-la-Loire² :

- la nomenclature phytosociologique lorsque cela était possible (rattachement à l'association ou l'ordre, l'alliance, la sous-alliance) ; référentiel utilisé : classification physiognomique et phytosociologique des végétations de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire (DELASSUS, MAGNANON *et al.* 2014) ;
- la nomenclature "CORINE Biotopes" (BISSARDON *et al.* 1997) ;
- la nomenclature "EUNIS" (European topic centre on biological diversity, 2008) ;
- la nomenclature "EUR 28" du manuel d'interprétation des habitats de l'Europe des 28 (habitat générique) (Commission européenne, DG Environnement 2013) ;
- la nomenclature des cahiers d'habitats français (habitat décliné).
-

1.4.2.3 Cartographie des végétations

Le contour des différentes végétations est reporté sur un fond orthophotographique à l'échelle 1/1500. Chaque polygone est ensuite renseigné avec les informations suivantes : nom du site, observateur(s), organisme, date de l'observation, surface, nom latin du syntaxon. Lorsque cela s'est avéré nécessaire, des unités composites ont été cartographiées en précisant la part relative des différentes végétations (estimation en %). Les données relevées ont ensuite été informatisées pour aboutir à une couche d'information géographique (projection : Lambert 93). Les cartes produites dans ce rapport sont à l'échelle 1/2500.

La cartographie des végétations devra être de nouveau réalisée 3 ans après travaux.

1.4.3 Mise en place de transects de suivi de la végétation

Afin de suivre les changements de végétation après travaux, des transects ont été mis en place cette année sur trois sites : **Coat Carriou**, **Boullac'h** et la tourbière de **Roc'h Plat**.

L'**objectif** des suivis est de **suivre l'impact de la modification du fonctionnement hydraulique** (effacement de drainage). Les **paramètres étudiés** sont l'occupation de l'espace dynamique spatiale des végétations par comparaison diachronique des transects et la composition floristique des végétations.

Le principe d'un transect consiste en une succession de relevés quantifiés de taxons dans des quadrats de taille déterminée et contigus le long d'une ligne permanente. Le transect se présente ainsi sous la forme

² Disponible sous www.cbnbrest.fr/site/Refer_typo/habit0.php

d'une bande de quadrats successifs de 2 x 2 m (**figure 2**). Dans chaque carré, les taxons sont recensés et se voient attribuer un recouvrement (en %).

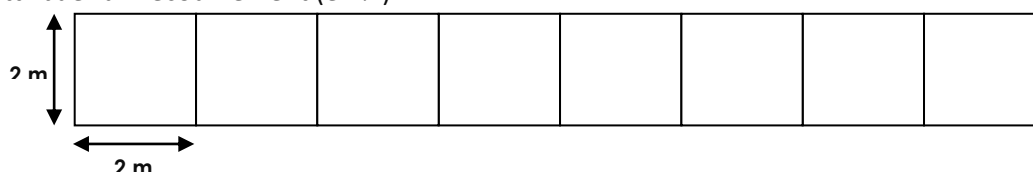


Figure 2 - Représentation schématique d'un transect par quadrats successifs

Les transects sont positionnés perpendiculairement aux fossés sur des longueurs variables en fonction des sites. Ils sont localisés par GPS et plusieurs points de repères physiques sont notés sur le terrain afin de faciliter leur repositionnement dans les années à venir. Les transects seront reproduits annuellement durant au minimum 3 ans.

1.5 Inventaires faunistiques

Les protocoles ont été élaborés en collaboration avec Bretagne Vivante et le Groupe Mammalogique Breton (GMB).

Les suivis sont réalisés par le FMA après formation par le GMB pour les micromammifères, qui apporte son expertise ponctuellement pour l'identification de traces et directement par Bretagne Vivante pour les autres groupes.

1.5.1 Batraciens

Un inventaire des batraciens présents sur les différents sites sera réalisé par prospection de terrain en février. Cette période coïncide avec la période de reproduction de la grenouille rousse et de la salamandre, deux espèces qui sont susceptibles de se reproduire dans les dépressions présentes dans les prairies humides.

Une prospection de jour permettra de repérer les pontes et juvéniles. Elle sera complétée par une prospection de nuit qui permettra de repérer et identifier les individus adultes qui se rassemblent à cette période de l'année dans les zones favorables à leur reproduction.

1.5.2 Lépidoptères

Trois passages seront réalisés par site, en mai, juin et août afin d'intégrer les périodes d'émergences d'un maximum d'espèces. Les prospections se feront par temps ensoleillé en absence de vents forts.

Les lépidoptères seront identifiés à vue et en utilisant un filet à papillon.

1.5.3 Orthoptères

Les orthoptères seront inventoriés à l'automne, lors du pic d'émergence des adultes de ce groupe. Ils seront identifiés au chant et à la vue. Un seul passage par site est prévu.

1.5.4 Micromammifères

La présence de micromammifères sera recensée à travers l'observation de traces (coulées, fèces...) au niveau des fossés et cours d'eau. Une cartographie des indices de présence sera réalisée sous SIG afin de pouvoir suivre l'évolution de l'occupation spatiale des espèces dans le temps.

Maîtrise d'ouvrage



Assistance à maîtrise d'ouvrage



Supervision des travaux et démarches administratives :

Jean-Christophe Gautier et Gildas Martin, Brest Métropole.



Travail réalisé en partenariat avec



et le soutien de

