

GROUPE
d'ETUDE
des Invertébrés
Armoricains



Réserve Naturelle
BAIE DE SAINT-BRIEUC

ETUDE PRELIMINAIRE DE LA FAUNE DES INVERTEBRES SUR LES HERBUS DE LA RESERVE NATURELLE DE LA BAIE DE SAINT BRIEUC



ETUDE PRELIMINAIRE DE LA FAUNE DES INVERTEBRES SUR LES HERBUS DE LA
RESERVE NATURELLE DE LA BAIE DE SAINT BRIEUC

octobre 2007

Rédaction : Julien PETILLON et Etienne BRUNEL

Relecture : Floriane KARAS

Contributions :

Nous tenons particulièrement à remercier pour :

- la détermination des taxons : Etienne BRUNEL, Didier CADOU, Mathieu DEFLORES, Claire MOUQUET, Julien PETILLON
- l'aide aux prospections de terrain : Muriel CHEVRIER
- le relevé des pièges *in situ* : Jérémy ALAIN et Justine VIDAL, Réserve Naturelle de la Baie de St-Brieuc.

Sources des photographies :

Première de couverture : *Arctosa fulvolineata*, espèce d'araignée inféodée aux marais salés, trouvée lors de l'étude – Photo : Julien Pétillon.

Ce document doit être référencé comme suit :

GRETIA, 2007. Etude préliminaire de la Faune des Invertébrés sur les herbues de la réserve naturelle de la Baie de Saint-Brieuc. Rapport pour la Réserve Naturelle de la Baie de St-Brieuc. 43 p.

Sommaire

I. INTRODUCTION	1
II. PROTOCOLE D'INVENTAIRE DE LA FAUNE DES INVERTEBRES.....	2
II.1. DESCRIPTION DES SECTEURS PROSPECTES.....	2
II.1.1. Les marais salés : structure, fonctionnement et conservation	2
II.1.2. Choix des stations d'étude	3
II.2. PRESENTATION DES GROUPES TAXONOMIQUES INVENTORIES	6
II.2.1. Liste des groupes taxinomiques.....	6
II.2.2. Les Amphipodes Talitridae	7
II.2.3. Les Arachnides Aranéides	7
II.2.4. Les Diptères Dolichopodides.....	11
II.2.5. Les Diptères Syrphidae.....	13
II.3. PRESENTATION DES METHODES D'ECHANTILLONNAGE	14
II.3.1. Le piégeage au sol	14
II.3.2. Le piège jaune	14
II.3.3. La chasse à vue.....	15
II.3.4. Le fauchage	15
II.4. PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE	15
II.5. ANALYSE DES DONNEES	16
III. RESULTATS	18
III.1. POPULATIONS D'AMPHIPODES	18
III.2. PEUPEMENTS D'ARANEIDES	19
III.3. PEUPEMENTS DE DOLICHOPODIDES	27
III.4. PEUPEMENTS DE SYRPHIDES	34
III.5. AUTRES TAXONS RECENSES	34
IV. CONCLUSION	36
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	38

I. Introduction

Les herbous de la réserve naturelle de Saint Brieuc se répartissent sur trois zones : l'anse d'Yffiniac, Bon Abri et l'estuaire du Gouessant. La zone principale, d'une surface de 130 à 140 hectares, se situe au niveau du fond de la Baie de Saint Brieuc.

Afin d'apporter des éléments de connaissance sur le fonctionnement global de cet écosystème, le GRETIA a proposé au gestionnaire de la réserve de réaliser une première étude portant sur la biodiversité des invertébrés terrestres des herbous et sur le rôle fonctionnel de ces espèces. Nous tenons à préciser que concernant ce dernier point, seuls des éléments de réflexion seront fournis puisqu'il existe peu d'informations à ce sujet.

Pour cette première étude, seuls les herbous de l'anse d'Yffiniac ont été étudiés au cours de l'année 2002.

Les analyses des résultats de l'étude de la biodiversité des invertébrés terrestres ou semi-terrestres (Amphipodes) et de la valeur conservatoire des herbous de la Réserve Naturelle de St-Brieuc ont porté sur 3 champs d'investigation :

- L'inventaire d'espèces représentant les principaux groupes fonctionnels,
- L'estimation de l'impact du pâturage sur les peuplements d'invertébrés en zones d'herbus,
- L'apport de premiers éléments de réponse concernant le rôle fonctionnel des herbous de la Baie de St-Brieuc, notamment en terme de ressources alimentaires avec les populations d'Amphipodes.

II. Protocole d'inventaire de la faune des invertébrés

II.1. Description des secteurs prospectés

II.1.1. Les marais salés : structure, fonctionnement et conservation

Les marais salés, "écotones intertidaux" entre des écosystèmes terrestres et marins, constituent l'un des habitats naturels les plus limités de la planète, couvrant au total une surface inférieure à 0,01% de la surface du globe (MEIRE et KUIJEN, 1988 *in* DESENDER & MAELFAIT, 1999). Ils présentent une répartition linéaire et fragmentée le long des côtes européennes. Ces caractéristiques, associées au déclin dramatique de leur surface depuis plusieurs années en Europe (DIJKEMA, 1984), confèrent de fait à ces écosystèmes un fort intérêt en terme de conservation de la nature (par exemple GIBBS, 2000; BAKKER *et al.*, 2002), intérêt conforté par leurs caractéristiques structurales et fonctionnelles.

La forte valeur conservatoire (ou patrimoniale) des marais salés est principalement due au fait que ces écosystèmes sont régulièrement soumis à une immersion par la mer. A cause de ces évènements réguliers (journaliers en Amérique du Nord et mensuels en Europe), les marais salés présentent des caractéristiques structurales très particulières, notamment une couverture végétale spécifique (succession spatiale des communautés depuis le haut vers le bas marais : par exemple CHAPMAN, 1940; ZELDER, 1977; RAND, 2002 ; voir figure 1) et des peuplements d'invertébrés originaux, adaptés à une submersion régulière et à la salinité qui en résulte (FOSTER & TREHERNE, 1976; KIRBY, 1992 ; IRMLER *et al.*, 2002). La valeur conservatoire des marais salés est ainsi justifiée par la spécialisation de son compartiment biotique, actuellement menacé par de nombreux impacts humains, directs ou indirects, parmi lesquels la destruction des habitats (notamment par endiguement), les pollutions d'origine marine et terrestre par les nappes phréatiques, l'eutrophisation, le surpâturage ou une élévation du niveau de la mer (DESENDER & MAELFAIT, 1999; GOELDNER-GIANELLA, 1999; SIMAS *et al.*, 2001 ; WIJNEN & BAKKER , 2001 ; HUGHES, 2004 ; revue exhaustive dans ADAM, 2002).

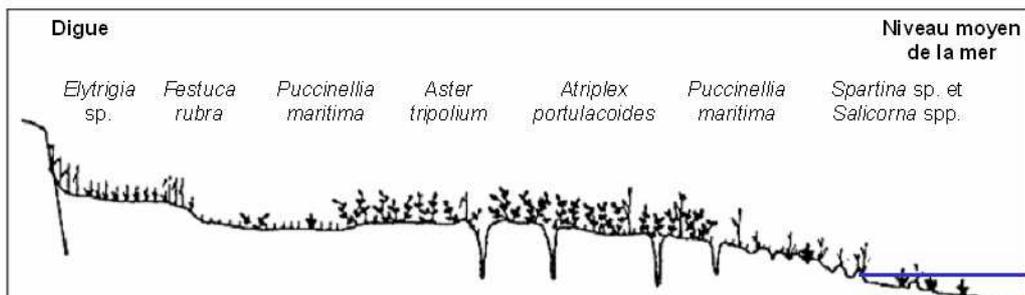


Figure 1. Illustration d'une zonation végétale théorique en marais salé (depuis la digue à gauche jusqu'au niveau moyen de la mer à droite).

D'un point de vue fonctionnel, les marais salés se singularisent par leur très forte productivité primaire, l'une des plus élevées de la biosphère (jusqu'à 44 tonnes de Matière Sèche $\text{ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ pour des marais salés américains : LONG & MASON, 1983 et jusqu'à 30 tonnes de Matière Sèche $\text{ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ en Europe : LEFEUVRE *et al.*, 2000). Cette forte production de matière organique est à l'origine d'une production secondaire élevée, principalement représentée par des populations d'Amphipodes (Crustacés terrestres) (FOUILLET, 1986 ; ELKAIM & RYBARCZYCK, 2000), et est à l'origine des ressources trophiques pour de nombreux oiseaux, migrateurs ou nicheurs (NORRIS, 2000). Depuis l'introduction du concept d'outwelling (TEAL, 1962 ; ODUM, 1968), qui suppose que la matière organique produite dans les marais salés peut être exportée vers la mer lors des marées submergeantes, de nombreuses études ont pu montrer que cet export existait bien, soit de manière directe (apports de nutriments dans les écosystèmes côtiers : VALIELA & TEAL, 1979 ; JORDAN *et al.*, 1983 ; DAME *et al.*, 1986 ; CHILDERS *et al.*, 1993), soit de manière indirecte par des poissons, en particulier juvéniles (par exemple, BOESCH & TURNER, 1984 ; LAFFAILLE *et al.*, 2001 et 2002) qui se nourrissent d'invertébrés du marais. Les marais salés possèdent donc, par les ressources trophiques qu'elles représentent pour la biodiversité côtière et terrestre, une valeur fonctionnelle élevée.

II.1.2. Choix des stations d'étude

Cinq stations ont été choisies au sein de la Baie de St-Brieuc : quatre en marais salés (partie est de la Baie) et une dans la roselière (partie ouest de la Baie). Dans les marais salés, nous avons distingué trois stations situées le long d'un gradient terre-mer et une

station soumise à un pâturage bovin (voir la localisation de ces 4 stations sur la figure 2). Le tableau ci-dessous résume les principales caractéristiques des stations échantillonnées (d'après nos relevés de terrain). La correspondance entre station d'échantillonnage et formation végétale est basée sur le travail de OUSTIN (2003), en fonction de la localisation de nos stations et de leurs espèces végétales (caractérisées en terme de recouvrement dans un rayon d'1 m autour de chaque piège d'interception).

Tableau 1. Présentation des stations d'échantillonnage.

Code	Situation	Espèce(s) dominante(s)	Formation végétale
R	partie ouest (Roselière)	<i>Phragmites australis</i>	<i>Atriplici hastata</i> - <i>Phragmitetum communis</i>
P	moyen schorre Pâturé	<i>Puccinellia maritima</i>	<i>Halimiono portulacoidis</i> - <i>Puccinellietum maritimae</i>
NP	moyen schorre Non Pâturé	<i>Atriplex portulacoides</i>	<i>Bostrychio</i> - <i>Halimionetum portulacoidis</i>
S	moyen - bas schorre	<i>Salicornia sp.</i>	<i>Puccinellio maritimae</i> - <i>Salicornietum perennis</i>
SS	bas schorre	<i>Spartina anglica</i> et <i>Sueda maritima</i>	<i>Spartinetum anglicae</i>

Figure 2, page suivante. Localisation des stations d'échantillonnage dans les marais salés de la Baie de St Brieuc.



II.2. Présentation des groupes taxonomiques inventoriés

II.2.1. Liste des groupes taxonomiques

Les groupes taxonomiques étudiés sur ce site ont été choisis selon plusieurs critères dont la présence d'espèces ou de cortèges d'espèces particulièrement intéressants pour les milieux considérés, leur appartenance à différents niveaux de la chaîne trophique, la connaissance que nous avons de leur biologie et de leur écologie, et la présence de spécialistes pouvant identifier les espèces.

Afin de répondre aux deux objectifs, inventaire et rôle fonctionnel, les taxons sont choisis en fonction de leur appartenance à différents niveaux du réseau trophique : espèces phytophages, prédatrices et saprophages.

Ainsi l'étude portera principalement sur :

- les Araignées
- les Diptères Dolichopodides et Syrphides
- les Amphipodes

La liste des spécialistes qui ont identifié les espèces recensées dans cette étude est reportée dans le tableau 2.

Tableau 2. Liste des groupes taxonomiques étudiés, régime alimentaire et déterminateurs.

Groupe	Régime alimentaire	Déterminateurs
Amphipodes Talitridae	saprophages	cf. ci-dessous
Arachnides Aranéides	prédateurs	Julien Pétillon et Mathieu Deflorès
Diptères Dolichopodidae	prédateurs	Etienne Brunel
Diptères Syrphidae	floricoles - prédateurs	Didier Cadou
Autres taxons	-	Claire Mouquet et Julien Pétillon

Potentiellement, deux espèces d'Amphipodes peuvent fréquenter les marais salés, *Orchestia gammarella* et *O. mediterranea*. Toutefois, la plupart, voire la totalité, des

individus récoltés appartiennent probablement à l'espèce *gammarella*, l'espèce *mediterranea* étant à la fois minoritaire par rapport à *gammarella* et localisée aux plus basses zones du marais salés et à la slikke (FOUILLET, 1986). Les individus d'Amphipodes n'ont donc pas fait l'objet d'une détermination, mais ont été triés et pesés (masses sèches) par Julien Pétillon (voir dans la partie II.5).

II.2.2. Les Amphipodes Talitridae

En raison de leurs grandes densités en marais salés, les Amphipodes constituent une proie importante pour plusieurs espèces de poissons, surtout à des stades juvéniles, qui s'en nourrissent à marée haute lorsque la mer recouvre les marais (LAFFAILLE *et al.*, 2001, 2005). Ces amphipodes (surtout représentés par l'espèce *Orchestia gammarella*) se nourrissent essentiellement des feuilles d'Obione et des diatomées qu'elles contiennent (CREAC'H *et al.* 1997).

II.2.3. Les Arachnides Aranéides

A la différence d'autres groupes zoologiques, il existe chez les araignées une homogénéité dans leur mode de vie : elles sont toutes prédatrices. Une grande diversité caractérise leurs modes de chasse, que ce soit au niveau de leurs pièges pour les araignées à toile, ou de leurs techniques de capture pour les araignées errantes. Pour ces dernières, nous verrons que les adaptations morphologiques relatives à leurs comportements de prédation sont également très diversifiées.

Les araignées sont des **prédateurs généralistes** : elles s'attaquent à de nombreux types de proies comme les Diptères, les Orthoptères, les Hyménoptères entre autres. Il existe même des araignées spécialisées dans la prédation de cloportes (*Dysdera sp.* par exemple). Il faut noter aussi une importante prédation interspécifique, voire intraspécifique, des femelles sur les mâles, principalement lors de la reproduction.

Les araignées utilisent différents modes de chasse pour capturer leurs proies. Selon le mode de chasse adopté, les espèces exploitent de manière différente les milieux et les strates de végétation (figure 3). A titre d'exemple, les araignées à toile géométrique élaborent logiquement leurs toiles dans une végétation assez haute, alors que les araignées à toile en tube, telles que les Segestridae ou les Amaurobiidae ont tendance à construire leurs toiles à partir de fissures, trous, microcavités offertes par les rochers, les murs ou les écorces d'arbres. Ces divers modes de chasse ont conduit les arachnologues à distinguer, au sein des peuplements d'araignées, différents groupes fonctionnels suivant ce critère (tiré de Le VIOL, 1995 et de PETILLON & FRANÇOIS, 2004).

Pour chacun des **groupes de chasse**, des adaptations morphologiques caractérisent les espèces.

Certaines araignées "chassent à course" cherchant à gagner de vitesse leurs proies, comme les Lycosidae (*Pardosa pullata*,...), araignées errantes diurnes, ou les Gnaphosidae et les Clubionidae (*Clubiona neglecta*,...) aux mœurs nocturnes. Elles possèdent des pattes longues et robustes, et se déplacent très vite à la surface du sol ou même de l'eau grâce à leurs poils hydrophobes (*Pirata latitans*).

D'autres, telles les araignées-crabes (Thomisidae) se tiennent dans la végétation à l'affût. Leurs pattes antérieures sont plus développées que leurs pattes postérieures et sont utilisées pour saisir les proies. Elles montrent une forte homochromie par rapport au support sur lequel elles se tiennent, comme la corolle des fleurs par exemple. Certaines Thomisidae sont capables de changer de couleur, en passant du jaune au blanc ou rose avec des dessins plus ou moins marqués.

Les Salticidae, pour leur part, sautent sur leurs proies. Elles ont un corps compact et leurs yeux sont très grands. De plus, à l'extrémité de leurs pattes, la pelote adhésive est bien développée ce qui leur permet un déplacement rapide sur leur terrain de chasse, même sur des surfaces lisses. Ces araignées se retrouvent typiquement dans les milieux ouverts comme les pelouses, les zones nues, les rochers.

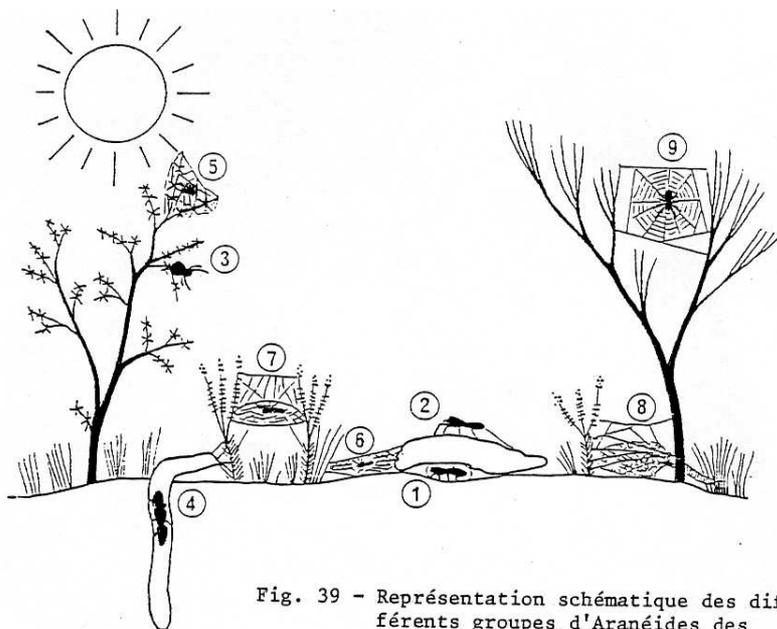


Fig. 39 - Représentation schématique des différents groupes d'Araignées des landes selon leur mode de chasse.

- | | |
|----------------------|---|
| 1 : errante nocturne | 6 : toile en nappe, Erigonidés |
| 2 : errante diurne | 7 : toile en nappe, Linyphiidés |
| 3 : chasse à l'affût | 8 : toile en nappe avec entonnoir et retraite |
| 4 : toile en tube | 9 : toile géométrique |
| 5 : toile en réseau | |

Figure 3. Exemple de représentation schématique des groupes fonctionnels d'araignées sur les landes (CANARD, 1984).

Un grand nombre d'araignées ont aussi développé des pièges : **les toiles**.

La forme, la taille, la nature et la disposition de ces toiles sont alors très variables. Certaines araignées sont regroupées sous le nom d'araignées à toile géométrique ; les plus connues sont les épeires comme l'*Argiope fasciée* (*Argiope bruennichi*).

D'autres construisent des toiles en nappe comme les Linyphiidae : la toile forme une nappe suspendue par des fils de soie au-dessous de laquelle se poste l'araignée.

Plusieurs familles tissent également des toiles en réseau comme les Theridiidae.

Les Tetragnathidae tissent de petites toiles géométriques dont la caractéristique est de posséder un trou au centre. Il est à noter que le genre *Pachygnatha* fabrique une toile en nappe à la différence des autres espèces de cette famille.

Enfin, la Pisaure (*Pisaura mirabilis*) réalise au milieu de l'été, une construction spectaculaire et très facilement visible sur le terrain bien qu'elle ne s'en serve pas pour capturer des proies. Il s'agit d'une tente destinée à abriter le cocon contenant les œufs, la femelle se postant à proximité pour surveiller sa progéniture. Cette toile est confectionnée

peu avant l'émergence des jeunes, après que la femelle ait transporté le cocon dans ses chélicères pendant l'incubation des œufs.

En marais salés, les Araignées forment un groupe d'Arthropodes terrestres parmi les plus diversifiés (FOSTER & TREHERNE, 1976) et comptant de nombreuses espèces dites halophiles, capables de résister à une immersion régulière par la mer et à une forte salinité édaphique (PETILLON *et al.*, sous presse).

Après le tri des prélèvements, les araignées sont conservées en tube à hémolyse dans de l'alcool à 70° ; les espèces sont identifiées à l'aide des ouvrages suivants : ROBERTS (1987), HEIMER & NENTWIG (1991) et ROBERTS (1995). La détermination des araignées au niveau spécifique nécessite presque toujours l'observation des pièces génitales mâles ou femelles grâce à une loupe binoculaire (grossissement x 20 à x 60). Les "pattes-mâchoires" du mâle sont transformées de façon à recueillir le liquide séminal et à s'emboîter précisément dans l'appareil copulateur de la femelle. Ces organes sont donc ornés de carènes, d'appendices et de griffes très variés (figures 4 et 5, ci-dessous) mais très particuliers à chaque espèce, de sorte qu'ils constituent des critères d'identification fiables.



Figure 5. *Zora armillata* (pédipalpe)

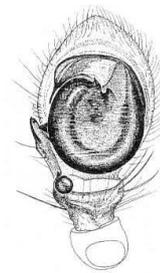


Figure 6. *Xysticus acerbus* (pédipalpe)

(d'après Roberts, 1995)

Environ 700 espèces d'araignées sont actuellement connues du Massif Armoricain (CANARD *et al.*, 1990).

II.2.4. Les Diptères Dolichopodides

Les Diptères Brachycères du groupe des Empidoidea et de la famille des Dolichopodidés sont facilement reconnaissables grâce aux caractères suivants :

- l'absence de lunule au dessus des antennes,
- la présence d'une bosse alaire sur la section apicale de la 4^{ème} nervure longitudinale de l'aile,
- une trompe transformée leur permettant de capturer des insectes de petite taille,
- des palpes d'une seule pièce aplatie sur la trompe,
- une collerette de soies post-oculaires aplaties,
- des pattes généralement longues,
- une coloration métallique sur le corps, souvent verte,
- une chétosité (disposition des soies) bien développée sur le corps.

Les organes génitaux des mâles sont accusés, l'hypopyge est rejeté sur le côté gauche du 8^e segment abdominal. On peut également signaler la particularité suivante : une attitude très caractéristique de l'insecte au repos, l'avant du corps dressé sur les pattes de devant, comme sur la pointe des pieds.

Les adultes de cette famille sont tous prédateurs d'autres insectes de petite taille. Les larves sont en général carnivores et se développent dans des sols humides ou boueux, sableux, dans le bois mort, dans des exsudats d'arbres blessés, etc.

Cette famille a une répartition mondiale. Les estimations du nombre d'espèces varient considérablement. D'ASSIS FONSECA (1981) signale 4500 espèces décrites dans 130 genres. ROBINSON et VOKEROTH (1981) annoncent plus de 6000 espèces et 150 genres. De nouvelles espèces ont encore été décrites (MEUFFELS 1981 ; GROOTAERT & MEUFFELS, 1987). En Europe, 267 espèces sont décrites de 38 genres en Angleterre, 270 espèces sont réparties en Belgique, plus de 370 le sont en France. Les principales données sur cette famille sont fournies par PARENT (plus de 70 publications recensées allant de 1922 à 1954), à qui nous devons une Faune de France remarquable et souvent citée en exemple (PARENT, 1938). Depuis ces travaux, des apports nouveaux ont été apportés sur le plan taxonomique et biologique : par POLLET & BRUYN (1987), POLLET *et al.* (1988), POLLET (1990, 1991) en Belgique ; par MEUFFELS (1981), MEUFFELS & GROOTAERT (1989, 1990) aux Pays-

Bas ; et par ULRICH (1980) en Allemagne. Quelques travaux sont parus en France ces dernières années (BRUNEL *et al.*, 1982, 1990, 1998).

La capture des Dolichopodides peut se faire de diverses manières, en utilisant le filet fauchoir, la tente Malaise ou le piège jaune. Les échantillons obtenus par fauchage au filet sont malheureusement souvent détériorés, ce qui peut rendre les identifications incertaines. Ceux qui sont obtenus au moyen des deux autres méthodes ont l'avantage de conserver les individus intacts. Ces deux méthodes sont par ailleurs intéressantes à associer car complémentaire pour une recherche exhaustive des espèces. Dans plusieurs inventaires faunistiques, la richesse spécifique s'est imposée comme un moyen privilégié de l'analyse des structures de peuplement en raison de l'abondance relative de cette famille par rapport aux autres familles de Diptères.

Les espèces de Dolichopodides sont nombreuses et on les trouve souvent en abondance à proximité des zones humides, dans des milieux méso et xérophiles, aussi bien dans les milieux dits naturels que dans les milieux anthropisés. La richesse spécifique est d'autant plus grande que l'inventaire est réalisé à proximité de milieux humides. Une attention particulière doit être apportée aux espèces capturées en faible nombre qui sont soit rares intrinsèquement, soit parce que les moyens de captures ne sont pas opérants. La diversité des comportements de chasse des insectes peut expliquer les faibles captures en limite de leur biotope. Enfin, certaines espèces sont inféodées à des milieux très particuliers typiques, tels *Chrysotus* en milieu sablonneux acide, riche en graminées et bruyères ; *Dolchopus strigipes*, *D. latipennis*, *Campsicnemus armatus* en zone de marais ; *Hercostomus assimilis* en zone de marais à roseau, etc.

Les Dolichopodides contribuent par leur absence-présence, en tant qu'organismes ou ensemble d'organismes, à l'expression des changements qualitatifs et quantitatifs intervenus dans l'écosystème. Actuellement, l'inventaire des espèces de Dolichopodides existantes sur le massif armoricain se poursuit et atteint plus de 250 espèces. Cette recherche a permis de recenser plusieurs espèces qui n'avaient pas encore été signalées en France, comme par exemple *Sciapus albovittatus* en milieu dunaire (nouvelle espèce pour la faune française) (GRETIA, 2001).

II.2.5. Les Diptères Syrphidae

Parmi les Diptères, les Syrphidés se classent dans les Cyclorhaphes Aschizes, dans la super famille des Syrphidoidea avec les Pipunculidae. En France, la faune des Syrphidés compte actuellement environ 480 espèces, réparties en 78 genres (SPEIGHT, 1994).

Cette famille se définit exclusivement par des caractéristiques alaires :

- présence de deux nervures à l'extrémité apicale de l'aile, plus ou moins parallèles au bord postérieur qui reste membraneux ;
- présence d'une vena spuria (ou fausse nervure), simple pli longitudinal plus ou moins sclérifié qui parcourt la plus grande partie des cellules r4 et r5 et qui traverse donc la nervure transverse r-m mais dont les deux extrémités sont libres.

Les Syrphes constituent un groupe de mouches particulièrement attractives par leur comportement et leur couleur. Ils recherchent des fleurs au stade imaginal et sont phytophages ou saprophages aux stades larvaires, et sont également facilement reconnaissables à leur vol caractéristique, rapide, parfois riche en circonvolutions aériennes et entrecoupées de phases stationnaires. Ils sont de bons marqueurs de l'environnement car ils satisfont à la plupart des critères suivants :

- moins de 5% des espèces posent des problèmes sérieux d'identification aux spécialistes,
- la plupart des espèces ont des exigences écologiques connues dans leurs grandes lignes ou avec précision,
- plusieurs espèces peuvent permettre de mettre en évidence des caractéristiques de biotopes indécélables avec des vertébrés ou des plantes supérieures.

De plus, ces diptères sont de précieux auxiliaires de l'agriculture grâce aux adultes floricoles, participant de ce fait à la pollinisation, et surtout grâce aux larves de nombreuses espèces qui ont un régime zoophage et principalement aphidiphage (consommatrices de pucerons).

Enfin, plusieurs espèces sont migratrices. Plus de 158 espèces ont été recensées en Bretagne depuis 1980 (CADOU, 1991).

II.3. Présentation des méthodes d'échantillonnage

II.3.1. Le piégeage au sol

Il est utilisé pour capturer les insectes qui se déplacent à la surface du sol. Il est effectué à l'aide d'un piège « Barber » (figure 7). Un piège Barber est un tube-PVC de rayon égal à 5 cm enterré de façon à ce que le bord sous-affleure le sol. Un entonnoir est placé à son sommet et un collecteur avec alcool placé en dessous : les insectes sont ainsi interceptés, glissent dans l'entonnoir et tombent dans le collecteur.

Un cache en bois est placé au dessus de ce dispositif afin que l'eau de pluie ne puisse pas entrer dans le tube, mais installé de telle façon qu'il ne gêne pas le passage des insectes. Enfin, ces pièges contiennent de l'alcool à 70° qui permet de tuer les individus piégés, d'éviter toute prédation entre eux, et de les conserver.

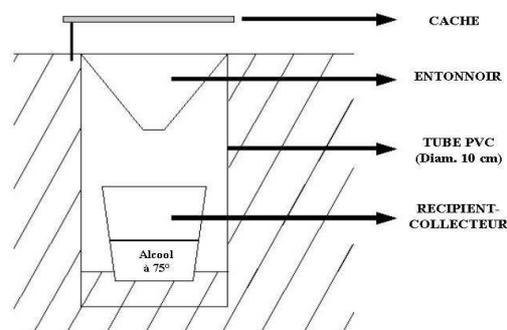


Figure 7. Piège Barber ou pot-piège.

II.3.2. Le piège jaune

Cette méthode de piégeage fait partie des pièges attractifs. Ce sont des pièges à eau colorés en jaune auxquels une petite quantité de détergent est ajoutée. Les insectes sont attirés par la couleur et se noient rapidement grâce à l'action du détergent, ou agent mouillant, qui obstrue le système respiratoire de type trachéen des insectes. Pour une meilleure conservation des espèces capturées, un conservateur type formol peut éventuellement être ajouté.

La couleur jaune a été testée par plusieurs auteurs (SOUTHWOOD, 1978) et permet de capturer une quantité d'espèces et d'individus plus élevée que d'autres couleurs (blanc, bleu, vert ou rouge), ceci étant vrai pour un certain nombre de groupes d'insectes volants comme plusieurs familles de Diptères, Hyménoptères, Hémiptères ou encore Homoptères.

Le piège est constitué d'une cuvette en PVC gris de 30x30x8 cm, dont l'intérieur est recouvert de peinture jaune. La cuvette est remplie à moitié d'eau dans laquelle est dilué un agent mouillant (figure 8).



Figure 8. Piège jaune.

II.3.3. La chasse à vue

Parmi les méthodes de chasse à vue, celle au sol a été privilégiée dans cette étude. Elle permet de capturer les espèces au niveau des zones de passages d'insectes ou sous les différents abris potentiels tels que les morceaux de bois, les cailloux, etc.

II.3.4. Le fauchage

La technique de fauchage (figure 9) permet de capturer les insectes se tenant dans les strates supérieures tels que les Escargots, certaines espèces d'Hétéroptères, les Araignées à toile ...



Figure 9. Technique de fauchage.

II.4. Protocole d'échantillonnage

Une synthèse des modalités d'utilisation des différentes techniques de capture pratiquées dans cette étude est présentée dans le tableau 3.

Tableau 3. Description des techniques de capture utilisées dans cette étude par milieu et par date.

Milieu	Descriptif milieu	Piège Barber	Piège Jaune	Chasse à vue sol	Fauchage
Marais salé	Halophile	3 /station x 4 stations pendant 6 dates x 5 jours	1 / station x 4 stations pendant 6 dates x 5 jours	1 séance / station x 4 stations à 4 dates	1 séance / station x 4 stations à 4 dates
Roselière	Zone humide saumâtre	3 /station x 1 station pendant 6 dates x 5 jours	1 / station x 1 station pendant 6 dates x 5 jours	1 séance / station x 1 station à 4 dates	1 séance / station x 1 station à 4 dates

Les dates de piégeage et de sortie sont résumées dans le tableau 4.

Tableau 4. Calendrier des dates de sorties (Chasse à vue et Filet Fauchoir) et de piégeage (Pièges d'interception et Pièges jaunes). Année 2002.

Mois	Date de sortie	Période de piégeage
mai	17 mai	17/05 - 21/05
juin	31 mai	03/06 - 07/06
	17 juin	17/06 - 21/06
juillet	4 juillet	4/07 - 8/07
		13/07 - 17/07
septembre	13 septembre	29/08 - 2/09

II.5. Analyse des données

Un effort particulier a été porté sur les communautés d'araignées car il s'agit d'un taxon bien diversifié, piégé à l'aide de méthodes standardisées (notamment les pièges d'interception, qui permettent une comparaison des abondances moyennes) et connu sur d'autres marais salés du Massif Armoricaïn (CHEVRIER & PETILLON, 2005 ; PETILLON, 2002, 2005 ; PETILLON *et al.*, 2005, 2006).

Nous avons choisi dans cette étude d'évaluer les effets des activités humaines en nous focalisant sur deux critères de valeur patrimoniale : l'abondance des espèces

halophiles et la richesse spécifique. La richesse spécifique est largement citée comme objectif de conservation (par exemple NOSS, 1990 ; BONN & GASTON, 2005). L'utilisation d'espèces sténoèces est aussi recommandée pour étudier l'impact d'activités humaines sur les peuplements d'arthropodes (SAMWAYS, 1993 ; NEW, 1995 ; DUFRENE & LEGENDRE, 1997). Dans notre cas, les espèces cibles sont les espèces halophiles, définies par leur préférence ou leur présence exclusive dans les marais salés. Ce paramètre peut être estimé en utilisant les cartes de distribution des espèces, information particulièrement complète et fiable en Grande-Bretagne (travaux de HARVEY *et al.*, 2002 pour les araignées).

L'impact du pâturage sera donc surtout apprécié en comparant les biomasses en Amphipodes, les abondances des espèces halophiles et la richesse spécifique en araignées entre la station pâturée et la station à obione. La station à Obione (*Atriplex portulacoides*) a été choisie comme « référence » car il s'agit de la végétation dominante (climacique) des moyens schorres en l'absence de perturbations anthropiques.

Les Amphipodes ont été triés puis laissés à l'air libre durant une semaine (afin d'éliminer l'excédent de liquide collecteur) et enfin passés à l'étuve (60°) pendant 5 jours. Les échantillons issus d'une seule date (celle présentant les plus fortes abondances d'Amphipodes, piégeage du 17 au 21 juin 2002) ont été ainsi pesés. Les masses sèches obtenues ont été moyennées par station (3 pièges d'interception par habitat) et comparées entre habitats par une Analyse de Variance (ANOVA) à une voie (facteur fixé=station) suivie de tests post-hoc de TUKEY.

Les comparaisons d'abondances et de richesses spécifiques en araignées ont été menées en considérant les effectifs totaux, toutes dates d'échantillonnage sommées. Les abondances ont été comparées entre stations pour les principales espèces, c'est-à-dire représentées par au moins 100 individus. Ces comparaisons ont été là aussi effectuées par Analyses de Variance (ANOVA) à une voie (facteur fixé=station) suivies de tests post-hoc de TUKEY.

III. Résultats

III.1. Populations d'Amphipodes

Malgré des fortes différences de biomasse entre la station pâturée et les autres stations du marais salé (figure 10), la comparaison n'amène pas à une différence significative, seule la roselière se distinguant significativement de l'ensemble des autres stations. Toutefois, si cette dernière est omise de l'analyse (en considérant qu'elle n'appartient pas au même milieu que les 4 autres stations), la station pâturée se distingue alors des 3 autres stations de marais salés par une biomasse moyenne en Amphipodes significativement plus élevée.

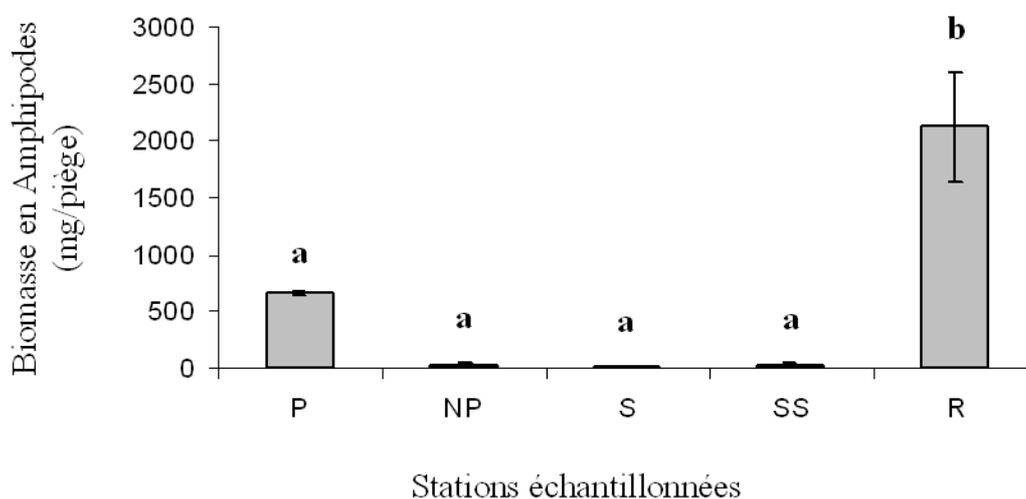


Figure 10. Comparaison des biomasses moyennes en Amphipodes (en mg/pièges) entre les 4 stations de marais salés (P à SS) et la roselière (R). Des lettres successives indiquent des moyennes différant statistiquement (test post-hoc de TUKEY suivant une ANOVA à une voie).

III.2. Peuplements d'Aranéides

Présentation générale

Au total, 1130 individus d'araignées ont été échantillonnés, représentant un total de 24 espèces et 27 taxons au total. Cette différence entre le nombre de taxons et le nombre d'espèces peut s'expliquer par :

- la capture de formes immatures (rarement identifiables à l'espèce) d'espèces également représentées par des formes adultes (cas par exemple de *Pardosa* sp., immatures des différentes espèces de *Pardosa* recensées),
- la capture d'individus immatures et non recensées à l'état d'adulte : il s'agit donc ici de taxons qui ne correspondent à aucun genre identifié. Ces taxons peuvent être considérés comme des espèces supplémentaires potentielles (cas notamment de *Tetragnatha* sp., probablement *T. extensa*, mais impossible à identifier avec certitude en l'absence d'individus adultes).

Richesse spécifique

La majorité des individus et des espèces ont été capturés par piège d'interception (cas de 962 individus et de 19 espèces). Les méthodes d'échantillonnage se sont toutefois avérées complémentaires, chasse à vue et filet fauchoir ayant permis, au travers de la capture de 168 individus, de trouver 5 espèces et 1 taxon absents des pièges d'interception. En particulier les chasses à vue au sol ont permis la récolte d'une espèce halophile de Dyctinide, *Argenna patula*.

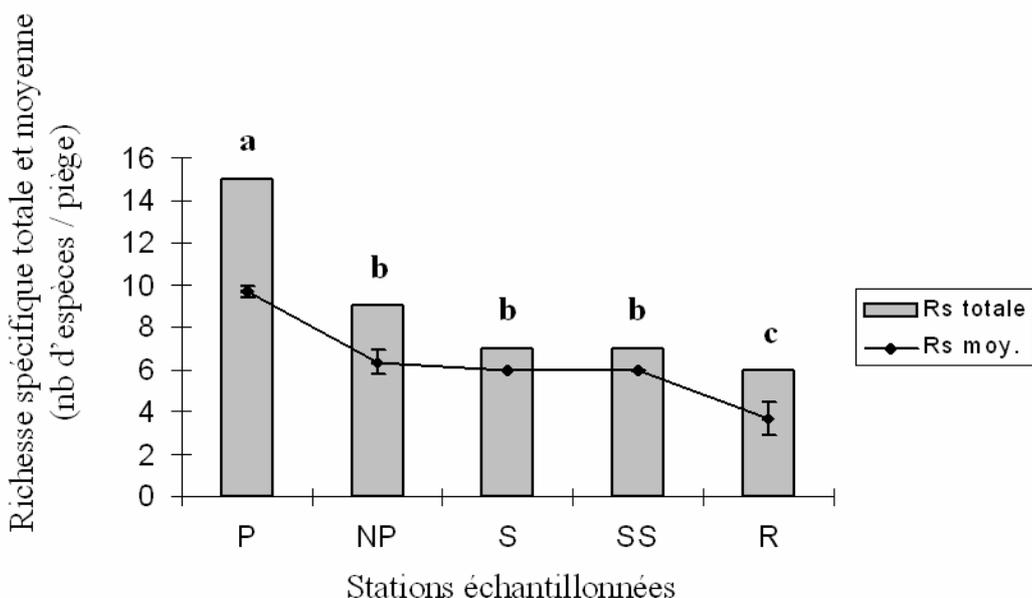


Figure 11. Comparaison des richesses spécifiques totales et moyennes en Araignées entre les 4 stations de marais salés (P à SS) et la roselière (R). Des lettres successives différentes indiquent des moyennes différant statistiquement (test post-hoc de TUKEY suivant une ANOVA à une voie).

L'évolution de la richesse spécifique suit celle du nombre d'individus total : maximale en zone pâturée, elle décroît à mesure que l'on se rapproche de la mer (figure 11).

Répartition des espèces

En termes de présence-absence, nous avons préféré comparer les espèces trouvées dans le marais salé à celles trouvées dans la roselière en ne considérant que les données issues des pièges d'interception, la roselière n'ayant quasiment pas été prospectée par chasse à vue (sol trop humide) ni par filet fauchoir (couvert végétal trop haut). 5 espèces tisseuses de toile ont toutefois été uniquement trouvées par ces deux méthodes dans les marais salés. Il s'agit d'*Araneus diadematus*, *Meioneta rurestris*, *Larinioides cornutus*, *Theridion varians* et de *Tetragnatha sp.* Etant donné la large amplitude écologique de ces espèces, on peut supposer qu'elles sont également présentes dans la roselière.

La comparaison des stations sur la base de la présence/absence des espèces d'araignées permet de mettre en évidence des répartitions différentes d'espèces, que nous affinerons ensuite par l'analyse des abondances. Seules deux espèces, *Erigone atra* et

Tenuiphantes tenuis, deux Linyphiides ubiquistes et aéronautes, ont été recensées sur les 5 stations, sans préférendum marqué.

La roselière présente une très faible richesse spécifique (6 espèces). Seules 2 espèces sont exclusives à cette station et n'ont pas été retrouvées dans le marais salé : *Ozyptila simplex* et *Pirata piraticus*. Ces deux espèces sont plutôt associées à des milieux humides, d'eau douce ou saumâtre, mais elles peuvent également être trouvées en faibles effectifs, dans les marais salés (PETILLON *et al.*, 2004).

4 espèces ont été trouvées dans la roselière et dans le marais salé : *Erigone longipalpis*, *Oedothorax retusus*, *Pardosa purbeckensis* et *Tenuiphantes tenuis*. Deux de ces espèces sont halophiles (*E. longipalpis* et *P. purbeckensis*) et souvent trouvées en grand nombre dans les marais salés et ont probablement diffusé du schorre adjacent vers la roselière tandis que les deux autres sont des espèces à large amplitude écologique et, surtout, sont capables de disperser en grand nombre par voie aérienne (phénomène dit de « ballooning »).

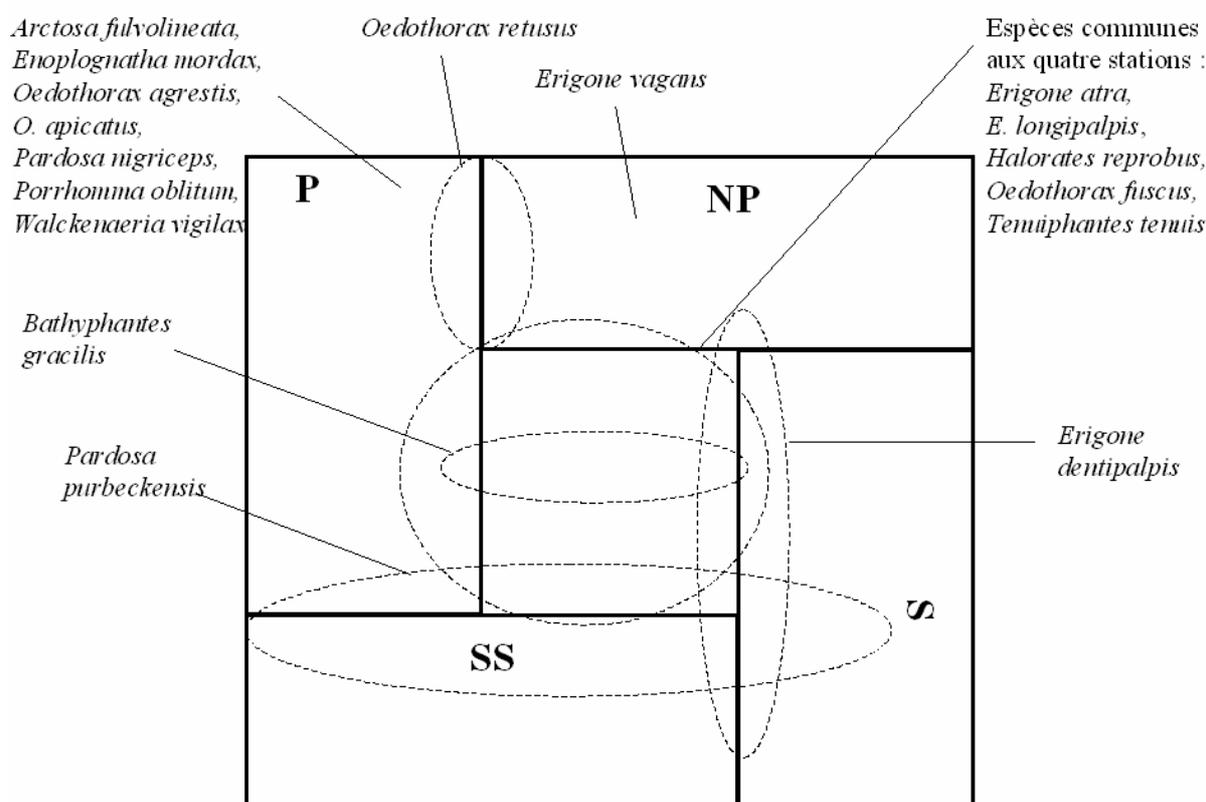


Figure 12. Répartition des espèces d'Aranéides propres à chaque station de marais salé échantillonnée et espèces communes à deux ou plusieurs de ces stations.

Si l'on considère la répartition des espèces au sein des stations de marais salés, on constate que 5 espèces de Linyphiides sont présentes dans les 4 stations (figure 12). *Halorates reprobus* a presque uniquement été capturée dans les stations de marais salés non pâturées (un seul individu trouvé en zone pâturée et aucun dans la roselière). Les 4 espèces restantes (*Bathyphantes gracilis*, *Erigone dentipalpis*, *E. vagans* et *Oedothorax retusus*) présentent une répartition plus diffuse entre les stations.

D'autre part, *Pardosa purbeckensis* est curieusement absente de la station à Salicorne. On peut remarquer aussi que *E. dentipalpis* est la seule espèce trouvée dans les 3 stations non pâturées de marais salés. Seule *E. vagans* est caractéristique d'une station non pâturée, celle à Obione. *B. gracilis* a été trouvée uniquement dans la station à Salicorne et la station pâturée. *Oedothorax retusus* a été trouvée dans les stations pâturée et non pâturée à Obione.

Enfin, la station pâturée se singularise par un grand nombre d'espèces exclusives : *Arctosa fulvolineata*, *Enoplognatha mordax*, *Oedothorax agrestis*, *O. apicatus*, *Pardosa nigriceps*, *Porrhomma oblitum* et *Walckenaeria vigilax*.

Abondances des espèces dominantes

L'analyse de la similarité des peuplements par piège montre tout d'abord un regroupement des pièges issus de la roselière et de la partie pâturée du schorre (figure 13), ceci en raison de leurs abondances en *Pardosa purbeckensis* et en *Oedothorax retusus*, et à la quasi-absence dans ces pièges, et à l'inverse des autres stations, d'*Erigone* spp. (*longipalpis* et *atra*, et dans une moindre mesure, *dentipalpis*) et d'*Halorates reprobus*. La discrimination, relativement forte, entre la roselière et la station pâturée se fait ensuite par les très forts effectifs de *P. purbeckensis* dans la zone pâturée. Les pièges des 3 autres stations de marais salés se regroupent ensuite deux à deux par station (cas des stations non pâturée, NP, et à Salicorne, S). Enfin, les pièges de la station à Spartine et Soude (SS) présentent des peuplements dissimilaires (pas de regroupement de ces 3 pièges), ce qui peut être expliqué par l'hétérogénéité de cet habitat.

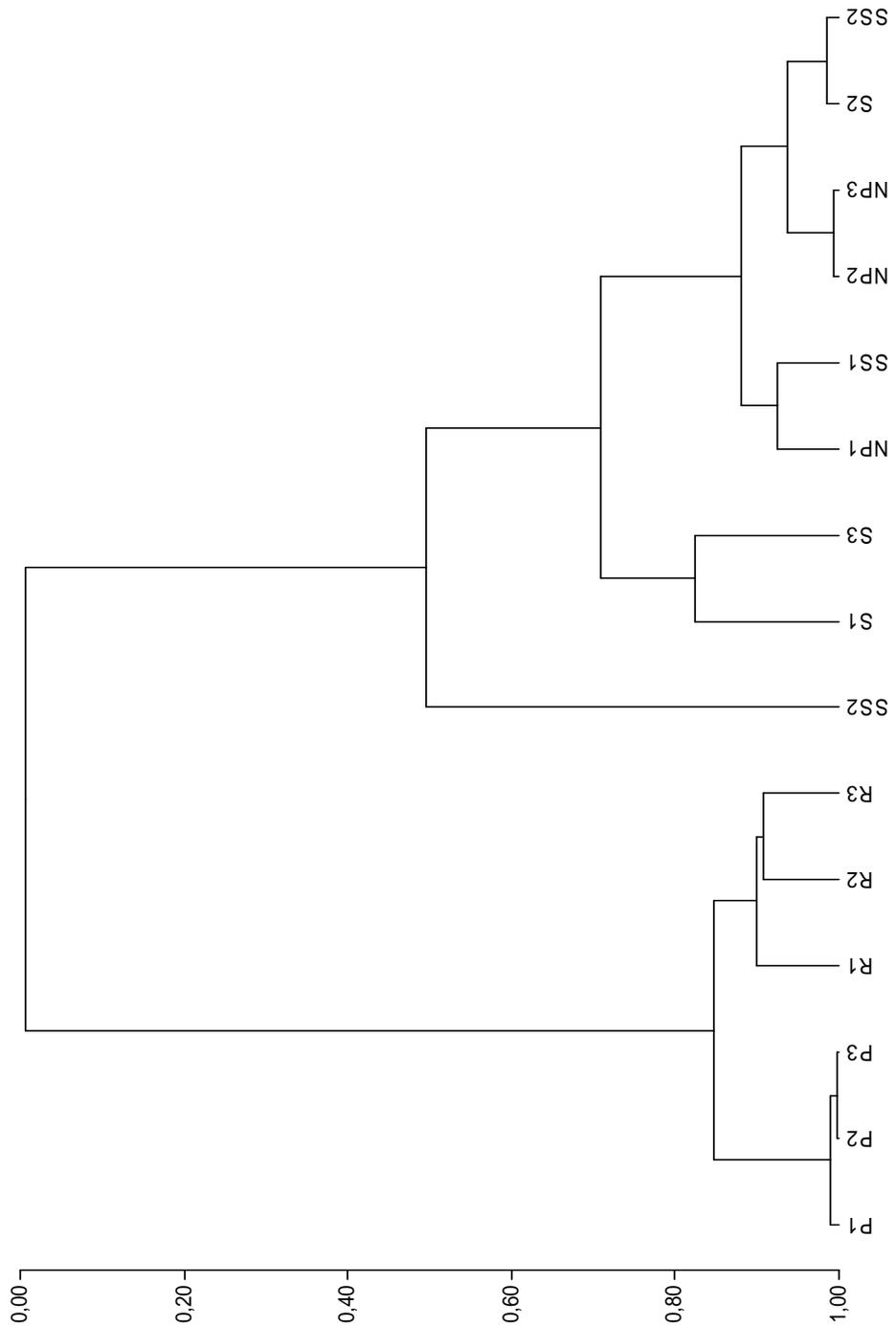


Figure 13. Dendrogramme issu de la Classification Ascendante Hiérarchique des pièges d'interception (effectifs de l'ensemble des espèces traités par coefficient de PEARSON, critère d'agrégation : lien moyen).

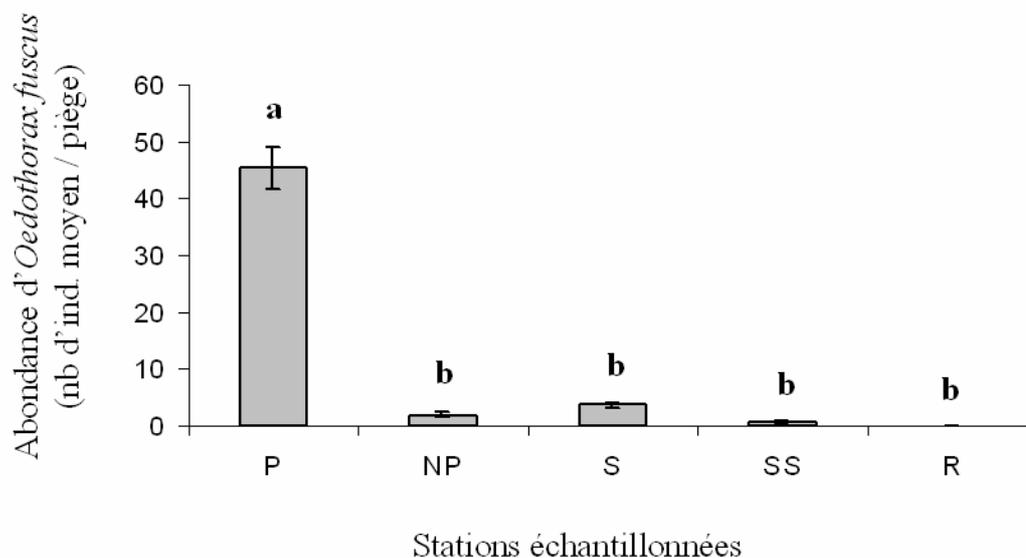


Figure 14. Comparaison des abondances moyennes d'*Oedothorax fuscus* entre les 4 stations de marais salés (P à SS) et la roselière (R). Des lettres successives différentes indiquent des moyennes différant statistiquement (test post-hoc de TUKEY suivant une ANOVA à une voie).

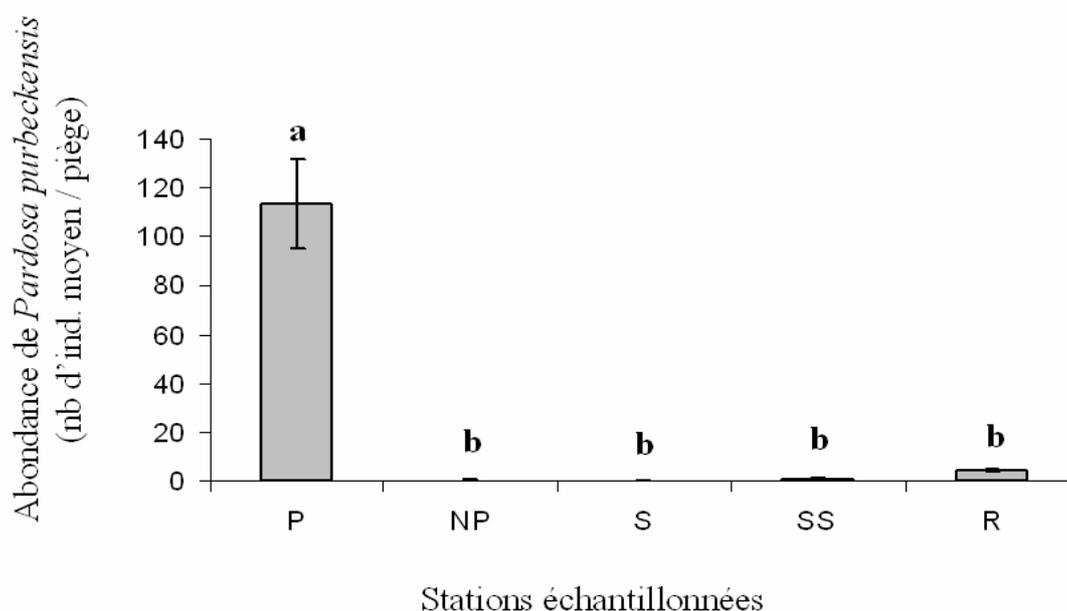


Figure 15. Comparaison des abondances moyennes de *Pardosa purbeckensis* entre les 4 stations de marais salés (P à SS) et la roselière (R). Des lettres successives différentes indiquent des moyennes différant statistiquement (test post-hoc de TUKEY suivant une ANOVA à une voie).

Oedothorax fuscus et *Pardosa purbeckensis* sont toutes deux très caractéristiques de la station pâturée, leurs abondances y étant, pour les deux espèces, largement et significativement supérieures à celles des autres stations. *Erigone longipalpis* est surtout abondante dans la station à obione non pâturée, mais ne diffère pas significativement entre cette station et les 2 autres stations du schorre non pâturé. Par contre, elle y est significativement supérieure à celle mesurée dans la station pâturée et dans la roselière.

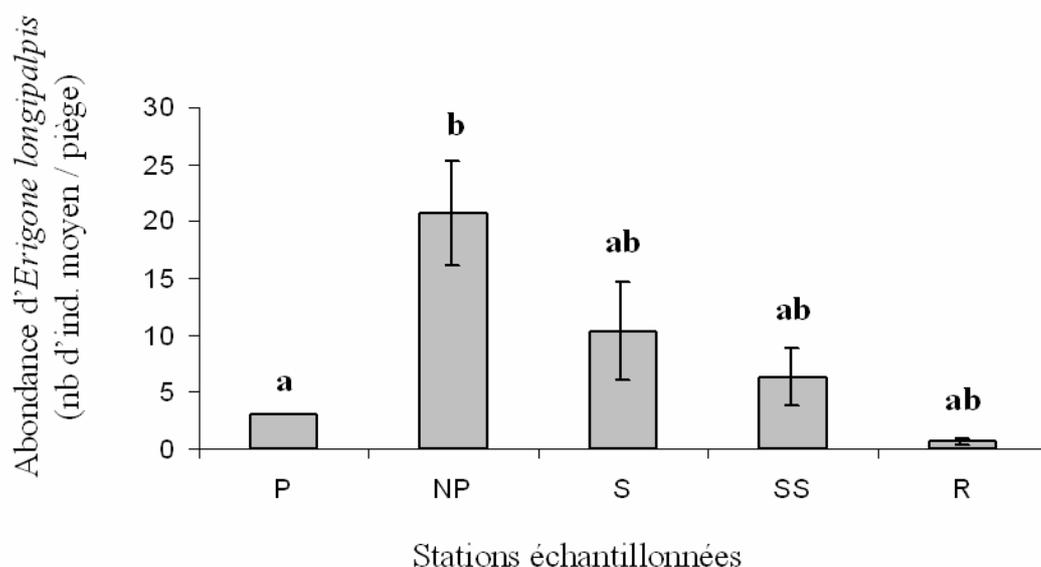


Figure 16. Comparaison des abondances moyennes de *Pardosa purbeckensis* entre les 4 stations de marais salés (P à SS) et la roselière (R). Des lettres successives différentes indiquent des moyennes différant statistiquement (test post-hoc de TUKEY suivant une ANOVA à une voie).

Si l'on considère les autres espèces dominantes du peuplement (présentant des effectifs entre 30 et 100 individus), *Oedothorax retusus* présente des effectifs maximums en station pâturée.

Enfin, les autres espèces ne présentent pas de répartition, en termes d'abondances, marquées.

Espèces halophiles remarquables

Arctosa fulvolineata :

Cette espèce est classée "nationalement rare" en Grande-Bretagne, statut conforté par la grande taille et la détermination aisée de l'espèce qui limite très fortement des risques de surestimation de sa rareté. Cette lycoside (chasseuse à courre) est, comme

Pardosa purbeckensis, exclusivement présente en marais salés et, à la différence de cette dernière, est plutôt trouvée dans la litière et sous les débris tidaux (mode de vie nocturne probable). *Arctosa fulvolineata* est une espèce rare en Europe, appartenant à la catégorie "espèces rares" de la convention RAMSAR, et connue de 5 mentions récentes en Massif Armoricaïn (sous le nom de *Trochosa fulvolineata* : CANARD *et al.*, 1990, auxquels il faut ajouter une mention récente en Baie des Veys : PETILLON *et al.*, 2005). L'endiguement constitue la principale menace pour cette espèce, comme le serait une hypothétique augmentation du niveau de la mer (HARVEY *et al.*, 2002).

Halorates reprobus :

Il s'agit là encore d'une Linyphiidae (petite espèce tisseuse de toile en nappe sur le sol), localement présente dans les écosystèmes littoraux, principalement marais salés et côtes rocheuses. Cette espèce est présente le long des côtes nord-européennes, mais son foyer semble être la Grande-Bretagne (DECLER & BOSMANS, 1989 *in* HARVEY *et al.*, 2002) ; cette espèce est en effet très rare en Bretagne, et, par exemple, apparemment absente des marais salés de la Baie du Mont Saint-Michel, en dépit des prospections ciblées. Cette espèce a toutefois été recensée des marais salés du Moulin de la Mer (Matignon : CHEVRIER & PETILLON, 2005). Les menaces pesant sur *Halorates reprobus* sont les mêmes que pour les autres espèces halophiles ou littorales.

Pardosa purbeckensis :

Pardosa purbeckensis est une Lycose (errante diurne), uniquement trouvée dans les marais salés macro-tidaux et estuariens, où elle est active de jour, courant sur les vasières, les débris tidaux et sous la végétation (comme l'Obione). Cette espèce, localement distribuée en Grande-Bretagne, est dominante dans les marais salés de la Baie du Mont Saint-Michel (Pétillon *et al.*, 2005a,b), également citée de la Baie de Saint-Brieuc et du Golfe du Morbihan (respectivement J. PETILLON, obs. pers. et CANARD *et al.*, 1990). Cette espèce est probablement connue d'autres sites, mais elle est peut-être sous-estimée en raison des difficultés que peut poser son identification (synonymie avec *Pardosa agrestis*, existence d'espèces proches de *Pardosa*) et le manque de prospections dans son habitat.

III.3. Peuplements de Dolichopodides

Tableau 5. Liste des espèces de Dolichopodides capturées dans les herbus de la Baie de St Brieuc (22).

Espèces	SS	S	P	NP	Total
<i>Anepsomyia flaviventris</i> (Meigen 1824)			2	3	5
<i>Argyra elongata</i> (Zett. 1843)	25				25
<i>Campsicnemus curvipes</i> (Fallen 1823)	1			2	3
<i>Chrysotus blepharosceles</i> Kowarz 1874				1	1
<i>Chrysotus collini</i> Parent 1923			1		1
<i>Dolichopus clavipes</i> Haliday 1832	1		29	3	33
<i>Dolichopus eurypterus</i> Gerstäcker 1864			32		32
<i>Dolichopus nubilus</i> Meigen 1824	4		2		6
<i>Dolichopus sabinus</i> Haliday 1838			2		2
<i>Dolichopus strigipes</i> Verrall 1857	22	44	112	51	229
<i>Hercostomus chrysozygos</i> (Weideman 1817)		1	1	3	5
<i>Hercostomus germanus</i> (Weideman 1817)			1		1
<i>Hydrophorus oceanus</i> (Macquart 1838)	348	449	17	132	946
<i>Machaerium maritimae</i> Haliday 1832	49	52		77	178
<i>Macrodolichopus diadema</i> Haliday 1831	1			1	2
<i>Micromorphus albipes</i> (Zetterstedt 1845)			2		2
<i>Raphium riparium</i> Meigen 1824			1		1
<i>Schoenophilus versutus</i> (Walker 1851)		1			1
<i>Sciapus vialis</i> Raddatz 1875	1				1
<i>Sympycnus aeneicoxa</i> Meigen 1824	9	15			24
<i>Syntormon pallipes</i> (Fabricius 1794)	12	6	4	1	23
<i>Syntormon pseudospicatus</i> Strobl 1899	7	2	6	12	27
<i>Thinophilus flavipalpis</i> (Zetterstedt 1843)	1		6		7
<i>Xanthochlorus tenellus</i> (Weideman 1817)				1	1
Nombre individus	452	546	243	282	1523
Nombre d'espèces	14	8	16	13	25

1523 individus ont été identifiés à partir de la Faune de France (PARENT, 1938) en tenant compte des dernières synonymies (NEGROBOV, 1991). La liste de 24 espèces donnée dans le tableau 5 n'est pas exhaustive et devra être complétée par l'utilisation d'une tente Malaise et sur une durée plus longue. On remarquera que aucun Dolichopodide n'a été trouvé dans la roselière, ce qui nous a surpris car ce milieu est plus riche d'espèces dans les milieux d'eaux douces. Le maximum d'espèces a été trouvé dans la zone pâturée. Les trois espèces les plus abondantes sont *Hydrophorus oceanus*, *Dolichopis strigipes* et *Maechaerium maritimae*. Toutes trois sont réputées caractéristiques de ce type de milieu. L'espèce *Sytormon pseudospicatus* a déjà été trouvée dans la Baie de St Brieuc dans les dunes de Bon Abri (HAGUET *et al.*, 2002). Elle devra être confrontée à des captures de la même espèce provenant de l'intérieur des terres car ici les individus paraissent plus forts et d'une couleur jaune plus vive sur les premiers segments abdominaux. Elle s'oppose à *S. pallipes* qui est plus précoce. La phénologie de ces 5 espèces est donnée dans la figure 16, page suivante.

Phénologie

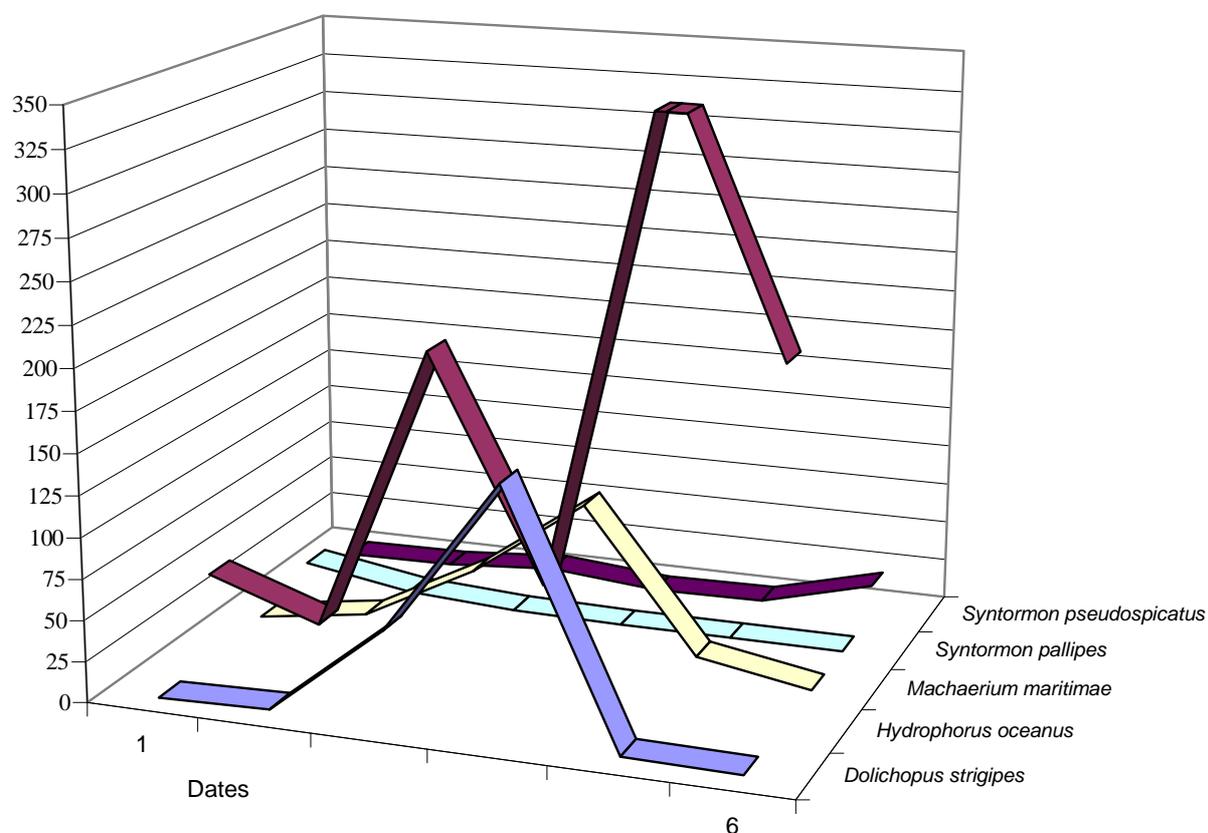


Figure 16. Phénologie des principales espèces de Dolichopodides.

Les courbes reflètent bien la période d'activité des deux espèces principales.

Hydrophorus oceanus est facilement reconnaissable grâce aux caractères de la première paire de patte, qui présente un fémur renflé et une série d'épines légèrement croissante vers l'apex sur le tibia. L'espèce est cantonnée dans la zone de balancement des marées, au voisinage ou sur l'eau des marigots des vases salées des estuaires. Sa présence était attendue. Elle pourrait être trouvée sur toutes les côtes de Bretagne.

Machaerium maritimae est la seule espèce de ce genre connue de France. Elle est facilement reconnaissable grâce à ses antennes noires, longues, le 3^{ème} article étant presque 3 à 4 fois plus long que large à la base, échancré au bord ventral. Cette espèce est localisée sur le littoral, sur les *Fucus* des rochers ou la végétation des vases salées. On pourrait la trouver sur toute la côte bretonne.

Dolichopus strigipes fait partie d'un genre particulièrement riche : 180 espèces dans la zone paléarctique, 220 dans la zone néarctique et 60 espèces recensées de France. Le mâle est facilement reconnaissable par l'examen de ses pièces génitales : un hypopyge noir, assez grêle et relativement court ; des lamelles externes en forme de charrue présentant au coin apical interne un long prolongement en forme de lanière étroite, entièrement jaune. L'espèce paraît propre au littoral, surtout aux estuaires, mais peut également se retrouver à l'intérieur des terres.

Dolichopus clavipes est caractérisé par des cils post oculaires pâles, des fémurs noirs, une ciliation pâle sur le fémur III et un épaissement du tibia III. Cette espèce est réputée propre au littoral.

Dolichopus eurypterus est caractérisé par des cils post oculaires pâles, une soie apico ventrale sur le tibia I, des fémurs noirs, une face jaune, le protarse III entièrement noir. Cette espèce a été trouvée dans plusieurs biotopes en Bretagne.

Dolichopus nubilus présente typiquement des cils post oculaires pâles, une absence de soie apico ventrale sur le tibia I, des lamelles externes de l'hypopyge blanc sale à peine bordée de noir au bord apical. Elle est souvent présente dans des milieux riches en matière organique, de type marécageux ou tourbeux.

Dolichopus sabinus se différencie de la précédente par l'extrémité des ailes ombrée, des lamelles externes plus fortement noircies sur la bordure externe que *D. nubilus*. Elle est présente dans le même type de milieu.

39 espèces du genre *Hercostomus* sont signalées de France parmi les 80 espèces de la zone paléarctique. Dans la baie de St Brieuc, 2 espèces sont présentes dans les herbues : *Hercostomus chrysozygos*, caractéristique par ses fémurs jaunes, des cils post oculaires clairs et sur le tarse I les articles 1 et 2 annelés de jaune et de noir. Les lamelles sont noires triangulaires, ornées de soies falciformes. Cette espèce est rencontrée dans les marais, tourbières et les prairies humides.

Hercostomus germanus présente les mêmes caractéristiques de fémurs et de cils post oculaires mais les antennes sont entièrement noires ; l'hypopyge sessile, épais noir ; les lamelles externes très petites, brun noir, à ciliation courte. Cette espèce est présente dans

toute la France. On la trouve dans de très nombreux milieux aussi bien en zone dégagée qu'en zone bocagère.

Chrysotus collini fait partie d'un genre dont les espèces sont régulièrement présentes dans les milieux prairiaux. C'est une petite espèce (2 à 3 mm) de couleur métallique verte dont les tibias I et II sont jaunes. Elle est souvent confondue avec *Chrysotus gramineus*. Elle est présente dans toute la Bretagne.

Chrysotus blepharosceles est de la même taille et peut se trouver dans les mêmes milieux. Elle diffère de la précédente par le 3^e article des antennes plus large et des pattes plus foncées.

Macrodolichopus diadema est la seule espèce de ce genre connue de France. Sa face présente un magnifique satiné blanc. Elle est connue surtout du littoral.

Micromorphus albipes est une petite espèce (à peine 2 mm). Le troisième article de l'antenne est trois fois moins long que large. On peut la trouver partout en France mais jamais en grand nombre.

Raphium riparium a un fémur I noir, jaune à l'apex. Les appendices externes sont enroulés à la façon des oreillettes foliaires de *Sonchus*. Les adultes de ce genre se trouvent dans les régions marécageuses et les tourbières. On les capture par unité ou en petite quantité.

Schoenophilus versutus est facilement reconnaissable par le brunissement de la nervure transverse et par une tache sur la 4^e longitudinale ; une face allant en se rétrécissant vers la trompe. On la trouve sur les plantes basses des prairies marécageuses, plus particulièrement sur le littoral, mais également à l'intérieur des terres. Comme *M. albipes*, c'est une petite espèce (2-3 mm).

Sciapus vialis se caractérise comme tous les *Sciapus* par une 4^{ème} nervure fourchue. Les hanches et les pattes sont toutes jaunes. Seul le tarse 1 est orné avec l'article 5 noir et élargi et des antennes jaunes, l'article 3 brun. Cette espèce a été trouvée en Bretagne dans plusieurs milieux sur plantes basses et sur le feuillage. Cette espèce se tient de préférence sur le sol, dans les taches de soleil, sur les sentiers ombragés.

Sympycnus anaecoxa présente les caractères du genre, et se caractérise par la présence de soies courtes dressées sur les articles 3 et 4 du tarse III. Les espèces de ce genre sont rencontrées sur les plantes basses des endroits humides. Elle a été rarement rencontrée en Bretagne, et de plus toujours en petit nombre.

Syntormon pallipes, comme plusieurs espèces du genre, se rencontre sur le bord des étangs ou des fossés. Comme l'espèce suivante, elle affectionne les vases salées du littoral ou les marais salants de l'intérieur. Elle est fréquente partout en France et en Bretagne ; elle se rencontre une bonne partie de l'année avec un maximum en juin-juillet (figure 16). Les antennes sont longues le 2^{ème} article des antennes recouvre le 3^{ème} article. Le protarse 3 présente à la face ventrale un crochet arqué. L'abdomen est entièrement noir, à la différence de *Syntormon pseudospicatus*, qui a les deux premiers segments de l'abdomen jaune. Ces deux espèces ont déjà été trouvées dans les dunes de Bon Abri (Haguet *et al.*, 2002).

Thinophilus flavipalpis, comme les autres espèces du genre, nettement halophiles, se rencontre exclusivement sur le littoral ou à l'intérieur près des sources, ou des mares salées. C'est une espèce de grande taille (6 mm) facile à reconnaître par la présence d'une échancrure sur le protarse 1 ; sur le tibia 1 à l'apex un pinceau plat de 3 soies noires et sur les tarsi 2 les articles 3, 4 et 5 déprimés progressivement élargis, triangulaires, noirs à l'apex et frangés de cils noirs sur les côtés.

Xanthochlorus tenellus est une espèce entièrement de couleur jaune et elle se différencie facilement de la 2^{ème} espèce du genre connue de France, *X. ornatus*, dont le thorax est vert métallique. *X. tenellus* est plutôt trouvé dans des endroits ouverts alors que *X. ornatus* est rencontré dans le bocage.

L'abondance des espèces propres au littoral trouvées sur le site montre l'importance d'un site comme celui-ci pour la biodiversité. Le cortège des 9 espèces caractéristiques de ce type de milieu sont : *D. clavipes*, *D. strigipes*, *H. oceanus*, *M. maritimae*, *Macrodolichopus diadema*, *Schoenophilis versutus*, *Syntormon pallipes*, *S. pseudospicatus* et *T. flavipalpis*. Ce milieu rassemble par ailleurs 10 espèces que nous avons placées dans les espèces déterminantes de Bretagne soit pour leur rareté (*A. elongata*, *D. sabinus*, *M. albipes*, *R. riparim*, et *T. flavipalpis*), soit pour leur côté emblématique (*D. strigipes*, *H. oceanus* et *M. maritimae*).

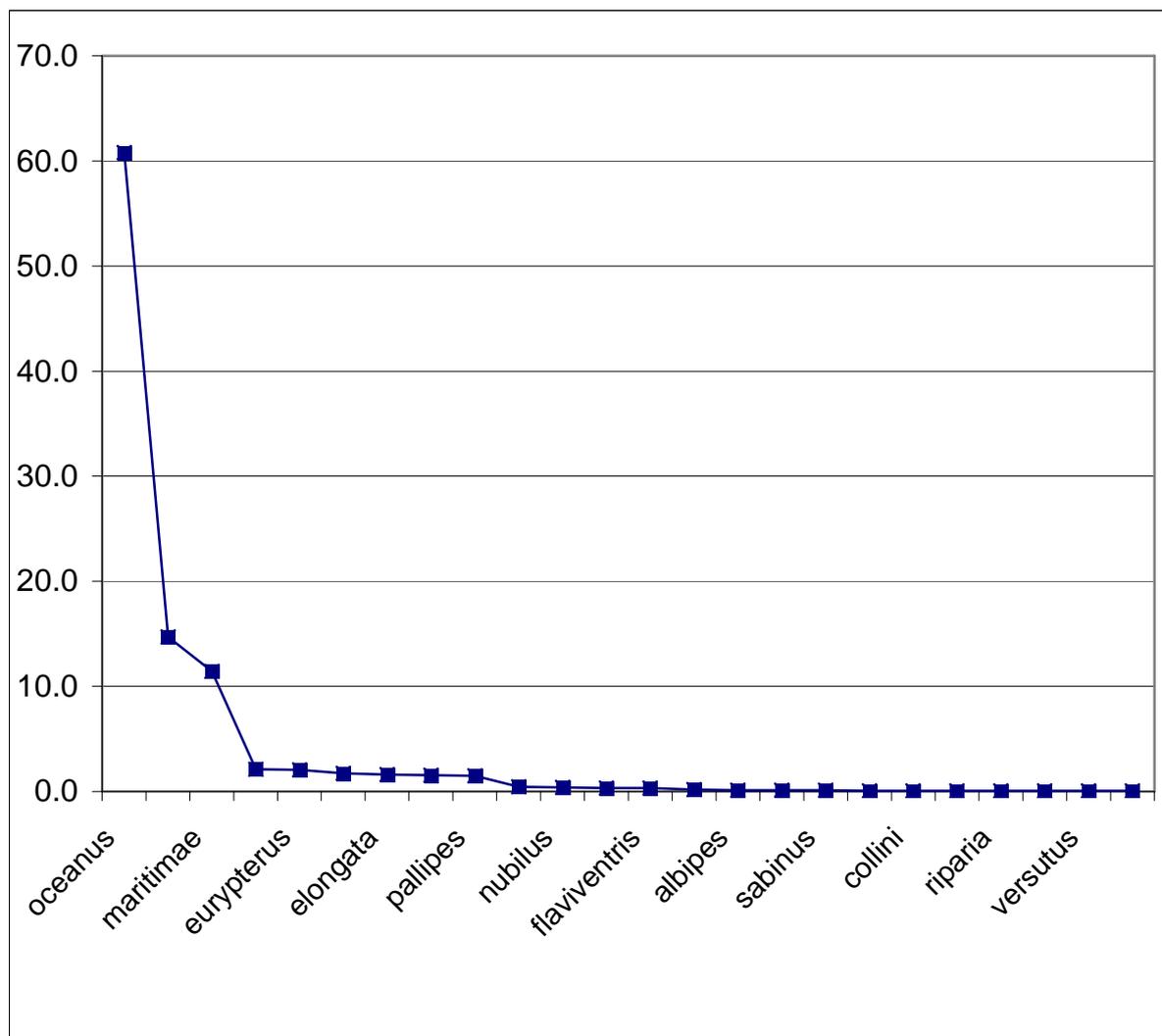


Figure 17. Diagramme rang-fréquence des Dolichopodiés capturés dans la baie de St Brieuc

Le diagramme rang-fréquence confirme la présence d'une espèce dominante, *H. oceanus*, et indique par sa forme un milieu peu perturbé.

Relations avec le milieu

Les pièges ont été placés dans cinq milieux bien distincts : Salicorne et Suedum (SS), Salicorne (S), Obione (NP) et Puccinellie pâturée (P) et une roselière (R). Nous n'avons pas obtenu de captures dans la roselière et les cortèges d'espèces ne sont donnés que des quatre autres sites (tableau 5).

III.4. Peuplements de Syrphides

Seulement 6 espèces de Syrphidés ont été capturées dans cet inventaire. Cinq espèces font partie de la tribu des Eristalini : *Eristalis aeneus*, *E. sepulchralis*, *Eristalis arbustorum*, *E. tenax* et *Helophilus pendulus* ; une de la tribu des Syrphini : *Episyrphus balteatus*. Les larves du premier groupe sont saprophages et sont les plus complexes morphologiquement et les plus grandes des larves ; elles sont appelées « queue-de-rat » à cause de leur segment anal très allongé et au bout duquel se trouvent les stigmates respiratoires. Elles se nourrissent de microorganismes qu'elles filtrent avec leurs lèvres munies de courtes soies. Les larves du second groupe sont prédatrices.

Parmi les espèces recensées, on peut noter que *Eristalinus aeneus* (9 individus capturés) est assez abondant dans les terres et très abondant sur le littoral, et *E. sepulchralis* (2 individus) est très rare dans les terres mais assez abondant sur le littoral et cela, en Bretagne, et dans le nord-ouest de l'Europe (BRUNEL *et al.*, 1998). Les deux Eristales, *Eristalis arbustorum* (7 individus) et *Eristalis tenax* (4 individus), sont communes et fréquentes dans de nombreux sites en particulier à proximité d'élevages, ainsi que *Helophilus pendulus* et *Episyrphus balteatus*. *Episyrphus balteatus* est très répandue dans toute la zone paléarctique comme les espèces précédentes ; c'est aussi une espèce migratrice comme *E. tenax*.

Toutes ces espèces sont attirées par la couleur jaune car toutes sont floricoles. Cependant, le type de piège utilisé est peu efficace pour réaliser un inventaire complet des espèces de syrphes fréquentant ce milieu. Il est vraisemblable que l'utilisation de pièges à interception de type « tente Malaise » maintenus en place durant un cycle annuel permettrait d'augmenter nettement le nombre d'espèces inventoriées.

III.5. Autres taxons recensés

En plus des groupes ciblés, d'autres observations ont pu être réalisées lors des phases de terrain. Nous avons jugé utile de les lister ci-dessous, pour ainsi compléter l'inventaire, toujours imparfait !, du site :

Station de marais salé à Obione, le 17 juin 2002

Heteroptera : *Eysarcoris venustissimus* (Schrank, 1776) (Hemiptera, Pentatomidae) :
Espèce commune en France, plus rare dans la moitié sud, absente des littoraux français et du matorral méditerranéen. Elle fréquente les milieux humides, sur Lamiaceae. Synonyme d'*E. fabricii* (DUSOULIER & LUPOLI, 2006), cette espèce est considérée comme assez commune en Basse-Normandie, observée en situation humide et ombragée comme en forêt, dans les bois, le bocage ou dans les jardins (MOUQUET, comm. pers.).

Station de la roselière, le 13 septembre 2002

Orthoptera : *Conocephalus discolor* (observation de nombreux individus)

Odonata : *Cordulgaster boltonii* (observation d'une femelle en train de pondre)

Lepidoptera : *Cynthia cardui*, *Vanessa atalanta*.

IV. Conclusion

Cette étude a permis de dresser un premier inventaire des invertébrés continentaux des herbues de la Réserve, inventaire qu'il conviendra de compléter par d'autres groupes d'invertébrés diversifiés en marais salés. Au-delà de la liste d'espèces, et de la qualité de celle-ci en termes de valeur patrimoniale, deux principaux résultats originaux sont apparus au cours de cette étude.

D'un point de vue fonctionnel, la roselière est apparue comme un milieu particulièrement riche en Amphipodes et pourrait donc jouer un rôle important comme zone d'alimentation pour certains oiseaux et poissons de la Baie. Ce résultat, non attendu au vu des productions connues en Amphipodes par d'autres formations végétales comme l'Obione (études en Baie du Mont St-Michel), est toutefois à approfondir, l'étude menée ici n'ayant porté que sur une date d'échantillonnage.

D'un point de vue conservatoire, nous avons pu mettre en évidence l'importance de la zone pâturée par les bovins, qui s'est distinguée des autres stations d'étude par sa forte richesse spécifique, son cortège d'espèces halophiles diversifié et abondant et par la présence d'espèces rares. Ainsi, pour les Dolichopodides, il existe un grand intérêt pour la zone pâturée qui présente la plus grande biodiversité. Pour les araignées, cette station abrite le cortège d'espèces halophiles le plus diversifié, avec pas moins de 5 espèces, dont la très rare *Arctosa fulvolineata* et une autre espèce rare, bien que non halophile, *Porrhomma oblitum*. Cette dernière, classée nationalement rare en Angleterre, est une araignée associée à une végétation haute et sensible à la fluctuation du niveau d'eau. Le drainage des zones humides constitue donc une sérieuse menace pour cette espèce.

Par rapport aux connaissances actuelles du pâturage ovin en Baie du Mont St-Michel, ce mode de gestion apparaît tout à fait intéressant, sans que nous sachions si les effets positifs observés sont dus à la charge utilisée (celle-ci est souvent élevée en Baie du Mont St-Michel) ou à la nature des herbivores. Il convient également de souligner que notre dispositif d'échantillonnage est pseudo-répliqué, c'est-à-dire que le seul facteur de variation considéré était celui de la station. Des études ultérieures plus poussées devront

donc appréhender la variance existant entre différents sites d'une même formation végétale, en répliquant les sites en plus de répliquer la méthode entre stations.

En conclusion, les marais salés de la Baie de St-Briec présentent des cortèges d'espèces halophiles intéressants, surtout dans la partie pâturée par les bovins. Nous préconisons de donner suite à cette étude, en :

- **complétant et en affinant l'inventaire : étude de groupes complémentaires, tels que les Coléoptères Carabidés ou les Héteroptères Saldidés, et utilisation de méthodes complémentaires, comme les tentes Malaises.**
- **confirmant les tendances observées sur la zone pâturée et au sein de la roselière par des suivis temporels plus conséquents (notamment par piège d'interception).**

Bibliographie

- ADAM P., 2002. Saltmarshes in a time of change. *Environmental Conservation*, 29 (1): 39-61.
- D'ASSIS FONSECA E.C.M., 1978. Diptera Orthorrhapha Brachycera V Dolichopodidae. *Handbooks for the identification of British insects IX part 5* : 1-90. London: Royal Entomological Society.
- BAKKER J.P., ESSELINK P., DIJKEMA K.S., DUIJN W.E. VAN & JONG D.J. DE, 2002. Restoration of salt marshes in the Netherlands. *Hydrobiologia*, 478: 29-51.
- BOESCH D. F. & TURNER R. E., 1984. Dependence of fishery species on salt marshes: the role of food and refuge. *Estuaries*, 7: 460-468.
- BONN A. & GASTON K.J., 2005. Capturing biodiversity: selecting priority areas for conservation using different criteria. *Biodiversity and Conservation*, 14: 1083-1100.
- BRUNEL E. & TREHEN P., 1982. Caractéristiques générales du peuplement faunistique du bocage de l'Ouest. Inventaire et aspect zoologique de l'aménagement du milieu. INRA, Rennes Multigrade 55p.
- BRUNEL E., LEFEUVRE J.C., MISSONNIER J., ROBERT Y. & TREHEN P., 1980. La faune du bocage. Incidence de l'arasement des talus boisés, conséquences agricoles. *BTI* 335/355, 725-767.
- BRUNEL E., CADOU D., KERBIRIOU C. & LE VIOL I., 1998. Les Dolichopodidés et les Syrphidés des îles de la "réserve de Biosphère" d'Iroise (Finistère, France : premier inventaire (Diptera). *Bull. Soc. entomol. Fr*, 103, 57-62.
- CADOU D., 1991. Les Diptères Syrphidés de Bretagne : première liste et remarques biogéographiques. *Bull. Soc. Scientifique de Bretagne*, 62 (1-4) : 119-134.
- CANARD A., YSNEL F., ASSELIN A., ROLLARD C., MARC P., COUTANT O. & TIBERGHEN G., 1990. Araignées et Scorpions de l'Ouest de la France : catalogue et cartographie provisoire des espèces. *Bulletin de la Société Scientifique de Bretagne*, 61 (h.s. 1) : 1-302.
- CHAPMAN V.J., 1940. Succession on the New England salt marshes. *Ecology*, 21: 279-282.
- CHEVRIER M. & PETILLON J., 2005. Inventaire des invertébrés continentaux de la Vallée du Moulin de la Mer (Matignon, Côtes d'Armor). Rapport d'étude pour le Conseil Général des Côtes d'Armor, GRETIA, 32 p. + annexes.

- CHILDERS D.L., MCKELLAR H.N., DAME R.F., SKLAR F.H. & BLOOD E.R., 1993. A dynamic nutrient budget of subsystem interactions in a salt marsh estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 36: 105-131.
- CREAC'H V., SCHRICKE M. T., BERTRU G. & MARIOTTI A., 1997. Stable isotopes and gut analyses to determine feeding relationships in saltmarsh macroconsumers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44 : 599-611.
- DAME R.F., CHRZANOWSKI T., BILDSTEIN K., KJERFVE B., MCKELLAR H., NELSON D., SPURRIER J., STANCYK S., STEVENSON H., VERNBERG J. & ZINGMARK R., 1986. The outwelling hypothesis and North Inlet, South Carolina. *Marine Ecology Progress Series*, 33: 217-229.
- DESENDER K. & MAELFAIT J.-P., 1999. Diversity and conservation of terrestrial arthropods in tidal marshes along the River Schelde: a gradient analysis. *Biological Conservation*, 87: 221-229.
- DIJKEMA K.S., 1984. *Salt marshes in Europe*. Council of Europe, Strasbourg.
- DUFRENE M. & LEGENDRE, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- DUSOULIER F. & LUPOLI R., 2006.- Synopsis des *Pentatomoidaea* Leach, 1815 de France métropolitaine (Hemiptera, Heteroptera). *Nouv. Revue Ent. (N.S.)*, 23 (1) : 11-44.
- ELKAIM B. & RYBARCZYCK H., 2000. Structure du peuplement des invertébrés des zones halophiles de la Baie de Somme. *Cahiers de Biologie Marine*, 41 : 295-311.
- FOSTER W.A. & TREHERNE J.E., 1976. Insects of marine saltmarshes : problems and adaptations. In L. Cheng (ed.), *Marine insects*. North-Holland Company, Amsterdam, pp. 5-42.
- FOUILLET P., 1986. Evolution des peuplements d'Arthropodes des schorres de la Baie du Mont Saint-Michel : influence du pâturage ovin et conséquences de son abandon. Thèse de doctorat de 3^{ième} cycle en écologie, Université de Rennes 1, 330 p.
- FOSTER W.A. & TREHERNE J.E., 1976. Insects of marine saltmarshes : problems and adaptations. In L. Cheng (ed.), *Marine insects*. North-Holland Company, Amsterdam, pp. 5-42.
- GIBBS J.P., 2000. Wetland loss and biodiversity conservation. *Conservation Biology*, 14 (1): 314-317.
- GOELDNER-GIANELLA L., 1999. Réouverture de polders et restauration des marais salés en Angleterre. Géographie des littoraux : la nature et les hommes. *Revue de Géographie de Lyon*, 74 (1) : 75-84.
- GRETIA, 2001. Les invertébrés des dunes d'Hatainville-Baubigny. *Supplément au bulletin du GRETIA*, 6 p.

- GROOTAERT P. & MEUFFELS H.S.G., 1987. Dolichopodidae (Diptera) from Papua New Guinea
V A new species of *Cryptophleps* Lichtwardt 1898 with notes on other species. *Indo-Malayan Zool.*, 4 : 145-152.
- HAGUET G., CHEVRIER M. & BRUNEL E., 2002. Les invertébrés de la dune de Bon Abri :
premier inventaire. Rapport GRECIA pour la Réserve Naturelle de St-Brieuc, 24 p.
- HARVEY P.R., NELLIST D.R. & TELFER M.G., 2002. *Provisional Atlas of British Spiders*
(*Arachnida, Araneae*). Biological Records Centre, Huntingdon.
- HEIMER S. & NENTWIG W., 1991. *Spinnen mitteleuropas*. Verlag Paul Parey, Berlin, 529 p.
- HUGHES R.G., 2004. Climate change and loss of saltmarshes: consequences for birds. *Ibis*,
146 (suppl. 1): 21-28.
- IRMLER U., HELLER K., MEYER H. & REINKE H.-D., 2002. Zonation of ground beetles
(Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneida) in salt marshes at the North and the
Baltic Sea and the impact of the predicted sea level increase. *Biodiversity and
Conservation*, 11: 1129-1147.
- JORDAN T.E. CORRELL D.L. & WHIGHAM D.F., 1983. Nutrient flux in the Rhodes River: tidal
exchange of nutrients by brackish marshes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 21:
45-55.
- KIRBY P., 1992. *Habitat management for invertebrates : a practical handbook*. Royal
Society for the Protection of Birds, Sandy, 150 p.
- LAFFAILLE P., FEUNTEUN E., LEFEBVRE C., RADUREAU A., SAGAN G. & LEFEUVRE J. -C., 2002. Can
thin-lipped mullet directly exploit the primary and detritic production of European
macrotidal salt marshes? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54: 729-736.
- LAFFAILLE P., LEFEUVRE J. -C., SCHRICKE M. T. & FEUNTEUN E., 2001. Feeding ecology of 0-
group sea bass *Dicentrarchus labrax* in salt marshes of Mont-Saint-Michel bay
(France). *Estuaries*, 24: 116-125.
- LAFFAILLE P., PETILLON J., PARLIER E., VALERY L., AUBERT C., YSNEL F., RADUREAU A., FEUNTEUN E.
& LEFEUVRE J.-C., 2005. Does the invasive plant *Elymus athericus* modify fish diet in
tidal salt marshes? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65: 739-746.
- LEFEUVRE J.-C., BOUCHARD V., FEUNTEUN E., FRARE S., LAFFAILLE P. & RADUREAU A., 2000.
European salt marshes diversity and functioning: The case study of the Mont Saint-
Michel bay, France. *Wetlands Ecology and Management*, 8: 147-161.
- LE VIOL I., 1995. Dispersion des Aranéides et constitution de leurs peuplements. Rapport
bibliographique pour le D.E.A. « Biologie des Populations et Eco-Ethologie »,
Université de Rennes I, 18 p.
- LONG S.P. & MASON C.F., 1983. *Saltmarsh Ecology*. Blackie, Glasgow, 166 p.

- MEUFFELS H.J.G., 1981. *Dolichopus balius* et *Dolichopus pterropedilus* nouveaux dolichopodidae paléarctiques. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, 16 (4) 327-334.
- MEUFFELS H.J.G. & GROOAERT P., 1989. The relative of *Dolichopus plumipes* (Scopoli, 1763) with the description of a new species from Belgium (Diptera Dolichopodidae). *Bull. Annls. Soc. R. belge, Ent.*, 125, 88-98.
- MEUFFELS H.J.G. & GROOAERT P., 1990. The identity of *Sciapus contristans* (Wiedemann, 1817) Diptera Dolichopodidae and a revision of the species group of its relatives. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., Ent.*, 60, 161-178
- NEGROBOV O.P., 1991. Family dolichopodidae. in SOOS A.& PAPP L. (eds) "*Catalog of paleartic Diptera*" Volume 7 Dolichopodidae, Platypezidae" : 11-139.
- NEW T. R., 1995. *An introduction to invertebrate conservation biology*. Oxford University Press, New York.
- NORRIS K., 2000. The conservation and management of saltmarshes for birds. In Sherwood B.R., B.G. Gardiner and T. Harris (eds.), *British saltmarshes*. Forrest Text, Tresaith, pp. 341-357.
- NOSS R. N., 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4: 355-364.
- ODUM E.P., 1968. *A research challenge: evaluating the productivity of coastal and estuarine water*. Proceeding of the Second Sea Grant Conference, University of Rhode Island, pp. 63-64.
- OUSTIN D., 2003. Etude et Cartographie de la végétation des marais salés de l'anse d'Yffiniac. Université de Rennes, 66 p. + annexes.
- PARENT O., 1938. Diptères Dolichopodidés. *Faune de France* 35 : 1-720 1022 figs. (éd) L'Académie des Sciences de Paris.
- PÉTILLON J., 2002. Structure des peuplements d'Aranéides en Baie du Mont Saint-Michel : facteurs de distribution des espèces dans les marais salés et conséquences de la progression du chiendent (*Elytrigia sp.*). Diplôme d'Etudes Approfondies "Environnement : Milieux, Techniques, Sociétés", Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 48 p. + annexes.
- PÉTILLON J., 2005. Evolutions structurales, conservatoires et fonctionnelles de marais salés envahis par le chiendent : études de communautés d'Arthropodes en baie du Mont Saint-Michel. Thèse de Doctotat mention Biologie, Université de Rennes I, 171 p.
- PÉTILLON J., GEORGES A., CANARD A., LEFEUVRE J.-C., BAKKER J.P. & YSNEL F. Influence of abiotic factors on spider and ground beetles communities in different salt-marsh systems. *Basic and Applied Ecology*, sous presse.

- PÉTILLON J., GEORGES A., CANARD A. & YSNEL F. Impact of cutting and sheep-grazing on ground-active spiders and ground beetles in some intertidal salt marshes (Western France). *Animal Biodiversity and Conservation*, sous presse.
- PÉTILLON J., YSNEL F. & CANARD A., 2006. Spiders as indicators of microhabitat changes after a grass invasion in salt-marshes: synthetic results from a case study in the Mont-Saint Michel Bay. *Cahiers de Biologie Marine*, 47: 11-18.
- PÉTILLON J., FRANÇOIS A., GEORGES-LE BREC'H A., YSNEL F. & CANARD A., 2005. Etude des effets du changement climatique sur les écosystèmes côtiers et estuariens en Basse-Normandie : synthèse bibliographique et données existantes pour l'étude entomologique. Rapport d'étape pour le Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres, E.R.T. 52 - Université de Rennes I, 26 p.
- PÉTILLON J., YSNEL F., CANARD A. & LEFEUVRE J.-C., 2005. Impact of an invasive plant (*Elymus athericus*) on the conservation value of tidal salt marshes in western France and implications for management: responses of spider populations. *Biological Conservation*, 126: 103-117.
- PÉTILLON J., YSNEL F., LEFEUVRE J.-C. & CANARD A., 2005. Are salt marsh invasions by the grass *Elymus athericus* a threat for two dominant halophilic wolf spiders? *The Journal of Arachnology*, 33: 236-242.
- PÉTILLON J., YSNEL F., CANARD A. & LEFEUVRE J.-C., 2004. Responses of spider communities to a salinity gradient and tidal flooding in a tidal salt marsh (Mont St-Michel Bay, France). *Arthropoda selecta*, special issue 1: 235-248.
- PÉTILLON J. & FRANÇOIS A., 2004. Les peuplements d'araignées de la vallée du Canut : inventaire en vue d'une évaluation des mesures de gestion conservatoire. Rapport d'étape pour le Conseil Général d'Ille-et-Vilaine, GRECIA, 46 p.
- POLLET M. & BRUYN L., 1987. Contribution à la connaissance des Dolichopodidae (Diptera) en Belgique I La faune des Dolichopodidae du jardin de Schoten (Prov. d'Anvers). *Bulletin et Annales de la Société Royale Belge Entomologie*, 123 (10-12) 371-377.
- POLLET M., GROOTAERT P. & MEUFFELS H.J.G., 1988. Dolichopodid species new to the Belgian fauna with notes on their habitat (Diptera, Dolichopodidae). *Ent. Ber. Amst.*, 48, 44-46.
- POLLET M., 1990. Phenetic and ecological relationships between species of the subgenus *Hercostomus* (*Gymnopternus*) in western Europe with the description of two new species (Diptera, Dolichopodidae). *Syst. Entomol.*, 15 (3), 359-382.
- POLLET M., 1991. Contribution to the knowledge of Dolichopodid flies in Belgium IV Ecology and faunistic of dolichopodid flies collected in some nature reserves (Diptera, Dolichopodidae). *Phegea*, 19, 75-85.

- RAND T.A., 2002. Variation in insect herbivory across a salt marsh tidal gradient influences plant survival and distribution. *Oecologia*, 132: 549-558.
- ROBERTS M. J., 1987. *The Spiders of Great Britain and Ireland*. Harley Books, Colchester, 229 p. (volume 1 : Atypidae - Theridiosomatidae), 204 p. (volume 2 : Linyphiidae), 256 p. (volume 3 : planches et espèces additionnelles).
- ROBERTS M. J., 1995. *Spiders of Britain and Northern Europe*. HarperCollins Publishers, Londres, 383 p.
- ROBINSON H. & VOCKEROTH J., 1981. Dolichopodidae in "A manual of the nearctic Diptera" vol. 1, pp. 625-639, J. McAlpine et al (ed). Biosystematics Research Institute Monogr. 27, Ottawa, 674 pp.
- SAMWAYS M. J., 1993. Insects in biodiversity conservation: some perspectives and directives. *Biodiversity and Conservation*, 2: 258-282.
- SIMAS T., NUNES J.P. & FERREIRA J.G., 2001. Effects of global change on coastal salt marshes. *Ecological Modelling*, 139: 1-15.
- SOUTHWOOD T. R. E., 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Chapman and Hall, Londres : 524 p.
- SPEIGHT M., 1994. Révision des Syrphes de la faune de France : I liste alphabétique des espèces de la sous famille des Syrphinae (Diptera, Syrphidae). *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 98 (1): 35-46.
- TEAL J.M., 1962. Energy flow in the salt marsh ecosystem of Georgia. *Ecology*, 43: 614-624.
- ULRICH H., 1980. Zur systematischen Gliederung der Dolichopodiden (Diptera). *Bonn. Zool. Beitr.* 31 (3-4) 385-402.
- VALIELA I. & TEAL J.M., 1979. The nitrogen budget of a salt marsh ecosystem. *Nature*, 280: 652-656.
- WIJNEN H.J. VAN & BAKKER J.P., 2001. Long-term surface elevation change in salt-marshes: a prediction of marsh response to future sea-level rise. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52: 381-390.
- ZELDER J.B., 1977. Salt marsh community structure in the Tijuana Estuary, California. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 5: 39-53.