

# Direction Régionale de l'Environnement BASSE-NORMANDIE



## Utilisation pastorale des herbus de la Baie du Mont Saint Michel et gestion de la biodiversité



Rapport de synthèse  
Octobre 2007

**Université de Rennes1  
ERT 52, Biodiversité Fonctionnelle et Gestion des  
Territoires**

Le présent document présente la synthèse des travaux menés dans le cadre du contrat :  
« Utilisation pastorale des herbus de la Baie du Mont Saint Michel et gestion de la biodiversité »

Au présent document s'ajoute un cahier cartographique au format A3

Ce travail a été réalisé au sein de l'Equipe de Recherche Technologique n° 52, « Biodiversité Fonctionnelle et Gestion des Territoires » de l'Université de Rennes 1.

Le travail a été conduit par Alain RADUREAU (IR INRA-SAD) avec la participation de Benoit LEFEUVRE (AI contractuel ERT 52, Université de Rennes1) qui a réalisé le travail de cartographie sous SIG,

Julien PETILLON (IR contractuel ERT 52, Université de Rennes1) responsable du travail sur les invertébrés,

Mathieu DE FLORES (stagiaire Master 2 pro, ERT 52, Université de Rennes 1)

Marie Christine EYBERT (CR CNRS, UMR 6553, Université de Rennes 1) pour toutes les données concernant l'avifaune.

# Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>1.- Cartographie de la végétation des marais salés de la Baie du Mont Saint Michel</b>	<b>4</b>
- <i>Méthode utilisée</i>	5
- <i>Quelques éléments d'interprétation</i>	6
<b>2.- A la recherche du bon état écologique des marais salés</b>	<b>10</b>
- <i>Dynamique sédimentaire et marais salés</i>	10
- <i>L'exploitation des marais salés par le pâturage</i>	13
- <i>L'envahissement des marais salés par le chiendent maritime</i>	14
<i>Quelques repères</i>	14
<i>Les effets écologiques de l'envahissement</i>	15
<i>Le problème des causes</i>	16
<i>En guise de conclusion</i>	18
<b>3.- Pâturage et gestion des marais salés</b>	<b>19</b>
- <i>Question de méthodes</i>	19
- <i>Intensité du pâturage en Baie du Mont Saint Michel</i>	20
- <i>Conséquences écologiques</i>	22
<b>4.- Perspectives de gestion</b>	<b>23</b>
- <i>Définir des objectifs</i>	23
- <i>Moyens techniques disponibles</i>	23
- <i>Mettre en place une stratégie globale</i>	25
- <i>Gérer la transition</i>	26
<b>ANNEXE 1 :</b>	<b>28</b>
Evaluation de l'impact du pâturage ovin sur l'arthropofaune des marais salés	

## Introduction

Ce document synthétise le travail réalisé, à la demande de la DIREN Basse Normandie, par l'équipe Biodiversité Fonctionnelle et Gestion des Territoires (ERT 52) de l'Université de Rennes 1, sur l'évolution des marais salés de la Baie du Mont Saint Michel et les possibilités de gestion de cette évolution principalement par le pâturage.

Ce travail se situe à un moment très particulier de l'histoire des préoccupations concernant la gestion de la Baie du Mont Saint Michel. En effet, trois éléments se conjuguent pour conduire à un renouvellement des pratiques de gestion des marais salés de la Baie :

- 1 La mise en œuvre de Natura 2000 principalement sur la partie intertidale de la Baie, impose de mieux comprendre les dynamiques de transformation des marais salés et de mettre en œuvre les mesures qui permettront de maintenir la qualité des habitats.
- 2 Le renouvellement des AOT permettant le pâturage sur les marais salés doit donc s'opérer dans un contexte nouveau intégrant le rôle du pâturage dans l'évolution des marais salés et son impact sur la biodiversité.
- 3 Enfin l'opération de Gestion Intégrée de la Zone Côtière de la Baie du Mont Saint Michel conduit à une réflexion globale sur le devenir de la Baie.

Par ailleurs, l'équipe de l'Université de Rennes 1 qui a réalisé la présente étude travaille depuis de nombreuses années sur les spécificités de la zone intertidale de la Baie et en particulier sur les immenses marais salés qui constituent une particularité de cette Baie.

Le travail de synthèse qui suit, se situe donc à cette confluence. Il doit être lu comme l'apport d'une équipe de scientifiques spécialisés dans l'étude du fonctionnement biologique des systèmes côtiers. Il s'agit donc d'un point de vue particulier (voire réducteur) qui n'a aucune prétention à englober l'ensemble du système complexe de contraintes que doit intégrer un processus de décision en matière de gestion d'un territoire.

# 1. Cartographie de la végétation des marais salés de la Baie du Mont Saint Michel.

Cette cartographie constitue une base fondamentale du travail réalisé sur la gestion des marais salés de la Baie du Mont Saint Michel. Elle s'appuie sur une expérience déjà longue de l'équipe dans ce domaine puisque la première carte de la végétation des marais salés sur l'ensemble de la Baie a été réalisée en 1984 par Louis-Marie Guillon. En 1995, Françoise Digaire et Virginie Bouchard réalisent une carte sur les mêmes principes.

Pour la carte réalisée dans le cadre de ce travail deux types de choix importants devaient être réalisés. Le premier concerne le choix de la date de description cartographique de la végétation.

Pour réaliser une carte couvrant les 40 km<sup>2</sup> que représentent les herbues de la Baie, il est impératif de disposer d'une base de photographies aériennes. Or nous ne disposons actuellement que des photographies réalisées par l'IGN en 2002, sont disponibles sous la forme d'orthophotoplans. Par ailleurs l'ERT 52 de l'Université de Rennes 1 dispose d'une Mission aérienne à basse altitude réalisée sur commande par la société ETALA en 2002.

Nous pensions pouvoir faire réaliser par cette même société une mission identique pendant l'été 2007. Malheureusement en raison des conditions météorologiques très instables de cet été, la société ETALA n'a pas pu réaliser les prises de vue.

Par ailleurs le Conservatoire du Littoral, opérateur pour Natura 2000, a souhaité lors de la première réunion de pilotage de cette étude que la cartographie réalisée propose un état de la végétation en 2002 dans la perspective de l'établissement d'une nouvelle carte conforme aux recommandations du cahier des charges spécifique à Natura 2000 en France et sur la base des photographies aériennes réalisées par l'IGN en 2006 et 2007.

Le choix d'une cartographie représentant l'état du couvert végétal des marais salés en 2002 a donc été acquis.

Ce point acquis, il restait à déterminer sur quel type de légende devait être établie la carte de l'état de la végétation des marais salés en 2002. Compte tenu de l'existence de deux cartes de 1984 et de 1995 il paraissait, en première analyse, souhaitable de reprendre la légende proposée par L.-M. Guillon en 1984 ce qui permettait d'envisager une analyse raisonnablement fiable des tendances d'évolution des marais salés de la Baie.

Cependant cette légende ne correspond pas strictement aux habitats tels que définis par Natura 2000 et ne correspond pas aux catégories phytosociologiques retenues par le Ministère de l'Ecologie pour les cartographies de base des zones Natura 2000.

Par ailleurs, compte tenu de la vitesse d'évolution de la végétation des marais salés il faut bien admettre qu'une cartographie des herbues peut avoir une valeur heuristique utile mais qu'elle est automatiquement obsolète avant même d'être diffusée. Editer fin 2007 une carte de l'état de la végétation en 2002 en vue d'un Document d'Objectifs Natura 2000 à paraître en 2008 n'aurait donc pas été réaliste.

Le choix d'orienter l'effort vers la compréhension des tendances évolutives des marais salés –demande forte de l'opérateur Natura 2000 compte tenu de la difficulté de fixer des objectifs réalistes à la gestion pour les années à venir- a donc prévalu.

La cartographie proposée dans le cadre de ce travail est donc réalisée sur la même base de légende que les cartes précédentes. Une carte conforme au cahier des charges de Natura 2000 sera donc établie, par un prestataire à définir, en 2008 sur la base des photographies aériennes de 2006 (Ille-et-Vilaine) et 2007 (Manche).

## Méthode utilisée

Pour une carte de l'état en 2002 de la végétation des marais salés de la Baie du Mont Saint Michel, nous disposons de deux missions aériennes : la mission 2001 – 2002 de l'IGN sous la forme d'orthophotographies couvrant presque la totalité des herbous ; une mission réalisée sur commande par la société ETALA qui couvrait la totalité des marais salés. Le fait de disposer de deux missions réalisées non simultanément s'est révélé extrêmement positif dans la mesure où les conditions différentes lors des deux missions (en particulier en ce qui concerne l'humidité) ont permis une photo-interprétation plus facile mais surtout plus fine et plus sûre. Tout le travail de photo-interprétation a été réalisé sur le support des orthophotographies de l'IGN afin de disposer de suite d'une base géoréférencée. Deux méthodes complémentaires ont été mises en œuvre :

1. Transcription directe à l'écran du travail d'interprétation grâce aux outils de dessin du logiciel ArcGis ;
2. Transcription sur transparents à partir de tirages puis intégration à la cartographie grâce au logiciel ArcScan.

Cette approche a permis de disposer d'une cartographie en polygones correspondant chacun à une entité homogène (ou du moins perçue comme telle après analyse des photographies aériennes).

Un travail considérable de terrain réalisé au cours de l'été et du début de l'automne 2007 (le début de l'automne est, à notre sens, la période la plus favorable pour réaliser dans les meilleurs délais un travail de terrain de ce type car toutes les espèces ont atteint leur plein développement) est venu compléter le travail déjà effectué en 2003 par Loïc Valéry et Alain Radureau.

En 2003, nous avons choisi une méthode de relevé de séquences homogènes le long de transects perpendiculaires à la ligne de rivage. Cette méthode donne des résultats appréciables mais le choix du transect rectiligne s'est avéré excessivement consommateur en énergie pour les opérateurs.

En conséquence, en 2007, nous avons adopté une méthode de relevés en séquences sinueuses permettant, autant qu'il est possible, d'éviter les traversées aventureuses de grandes criches.

Cette pratique de terrain s'est, à chaque moment, appuyée sur des travaux préalables à partir des photographies aériennes afin de repérer des itinéraires couvrant le plus grand nombre de zones différentes préalablement repérées.

Tous les travaux de relevés ont été effectués (de même qu'en 2003) avec repérage systématique au GPS des coordonnées de toutes les extrémités de séquences et de tous les points de relevé. La carte que l'on trouvera dans le cahier cartographique donne une image de la densité de la couverture de terrain (plusieurs centaines de kilomètres parcourus et répertoriés).

La position de tous les relevés de terrain a ensuite été reportée sur une couche spécifique dans le logiciel ArcGis. La superposition des données de terrain et des résultats de la photo-interprétation a ensuite permis de compléter la qualification des zones délimitées par photo-interprétation.

Ce travail a été assez complexe en raison de l'évolution rapide des herbous qui entre 2002 et 2007 ont subi de nombreuses transformations. Les données de 2003 ont permis de nombreux recalages de même qu'un travail de recombinaison des évolutions locales à partir des différentes données disponibles.

Il faut noter ici que l'enveloppe géographique de la carte de 2002 est légèrement différente de celles des cartes de 1984 et 1995. En effet la partie la plus amont de l'estuaire de la Sélune ne figure pas sur la nouvelle carte car nous ne disposons pas de la photographie

aérienne de ce secteur. De plus, nous avons volontairement négligé les marais salés d'ampleur fort restreinte qui se trouvent à l'Ouest d'Hirel.

Les cartes de 1984 et 1995 initialement réalisées sans outils de géoréférencement, avaient été géoréférencées (par Loïc Valéry) à l'occasion d'un travail réalisé pour le compte du projet Branch. Ce travail initial a été repris pour affiner l'adéquation géométrique entre les trois dates de cartographie. Ce travail d'affinement assez fastidieux a permis un calage quasi parfait des trois cartes.

Par ailleurs une fois le travail de base réalisé (délimitation des zones homogènes et écritures des tables attributaires) nous avons fait un effort particulier pour réaliser une mise en couleur des cartes qui rende compte visuellement de la zonation de la végétation.

La légende de base (que l'on retrouvera en page 7 mais aussi sur les différentes cartes fournies dans le cahier cartographique) comporte une trentaine de types de formations végétales. L'expérience montre qu'en dépit de la richesse de ce catalogue, de multiples zones sont occupées en mosaïque ou en imbrication totale par deux, voire parfois trois, de ces formations. Les représentations adoptées jusqu'à maintenant ne prenaient en compte graphiquement que la végétation dominante (seule la lecture de l'étiquette permettait de percevoir cette complexité).

Nous avons réussi à systématiser une représentation par hachures des végétations dominantes et des végétations sous dominantes. Cette représentation a été généralisée aux trois cartes (1984, 1995 & 2002) de manière à permettre des comparaisons visuelles instantanées.

### Quelques éléments d'interprétation.

Surfaces en hectares (Végétations dominantes)	1984	1995	2002
Végétations pionnières	621	519	271
Puccinellie	1542	1490	1182
Obione	393	532	496
Chiendent	120	650	933
Fétuque & Agrostis	1136	646	944

**Tableau des superficies occupées par chaque type de végétation dominante sur l'ensemble des marais salés de la Baie du Mont Saint Michel**

Le tableau précédent fournit une indication sur les évolutions relatives, en terme de surface, pour chacun des grands types de végétation dominante. Les formations sous dominantes ne sont pas prises ici en compte pour de simples raisons de simplicité. Avant d'analyser ces données, il faut souligner un point important. Les trois cartographies ont été réalisées sur une période de plus de 20 ans par des opérateurs différents. L'expérience montre que, compte tenu de la superficie de marais salés qu'il faut couvrir, le recueil des données de terrain fait automatiquement appel à une marge d'appréciation de l'opérateur, en particulier,

pour apprécier les dominantes de végétation par rapport aux végétations sous dominantes. Cette marge, combinée aux variations de perception qu'entraîne des phénologies différentes selon les espèces, peut conduire à faire porter la dominante tantôt sur une espèce tantôt sur l'autre.

Ces variations sont de moindre importance lors d'une étude de la carte (puisque les végétations sous dominantes sont indiquées) mais peuvent créer un certain trouble dans l'analyse des données chiffrées. Il faut donc interpréter avec précaution le tableau précédent.

Le premier élément remarquable est la régression des végétations pionnières. Par nature, ces végétations ne peuvent, dans des marais salés anciens comme ceux de la Baie du Mont Saint Michel, couvrir qu'une très faible fraction de la surface totale des marais salés. Ce sont par ailleurs les plus labiles des formations qui composent les marais salés.

Les données recueillies sur le terrain en 2007 indiquent, sur beaucoup de secteurs, une très forte progression de ces formations depuis 2002. On peut donc envisager que la faible superficie des végétations pionnières en 2002 corresponde à une valeur minimale au sein d'un cycle lié aux phénomènes sédimentaires qui restent globalement très actifs en Baie. Ce point méritera vérification lorsque les dernières orthophotographies aériennes de l'IGN seront disponibles.

Le deuxième phénomène marquant est incontestablement la progression du Chiendent. En 2002 le chiendent est l'espèce dominante sur près du quart de la surface végétalisée des marais salés.

Compte tenu de l'importance des zones au sein desquelles il apparaît en sous dominante, mais aussi des zones extrêmement dispersées où il est présent mais en faible proportion (ces zones ne peuvent pas apparaître dans une cartographie qui, par nature, constitue une image simplifiée de la réalité), il nous semble évident que sa progression va se poursuivre. On peut même penser qu'une poursuite de la tendance actuelle conduirait à des marais salés très largement dominés par le chiendent dans une quinzaine d'années (on verra au chapitre suivant quelles sont les causes et les implications écologiques de cet envahissement).

L'interprétation cartographique permet de comprendre que la croissance brutale, entre 1984 et 1995, des surfaces occupées par le chiendent, correspond pour une bonne part à changement de dominance (inversion du couple Fétuque - Chiendent) dans les zones de haut marais. Ce changement est confirmé par la diminution symétrique des surfaces dominées par les végétations « traditionnelles » du haut schorre : Fétuque + Agrostis.

La superficie principalement occupée par de la Puccinellie est aussi en diminution constante depuis 1984. Ici, nous apercevons les effets des facteurs anthropiques et en particulier du pâturage. Les surfaces de marais salés effectivement exploitées par le pâturage sont en diminution significative en Baie. Et ce phénomène se poursuit puisque nos notes de terrain de 2007 signalent des secteurs importants (sur les deux grands herbous) récemment délaissés par les ovins.

Cette régression du pâturage qui affecte surtout les zones situées au plus loin des accès à l'herbu devrait entraîner une progression des surfaces occupées par l'Obione. Or les variations des surfaces en Obione sont très loin d'avoir l'amplitude des variations des surfaces en Puccinellie.

L'analyse concrète des phénomènes permet de comprendre l'évolution. Les surfaces abandonnées par le pâturage sont parfois colonisées par le Chiendent mais le plus souvent par l'Obione. Cependant, dans le même temps (particulièrement entre 1995 et 2002), le Chiendent remplace l'Obione en maintes zones. Le résultat global est donc la régression



légère de l'Obione à l'échelle des marais salés. Concrètement en 2002 les formations à Obione n'occupent que 12 à 13% de la surface en végétation des marais salés. Compte tenu du rôle spécifique des formations à Obione dans le fonctionnement et la biodiversité des marais salés, nous sommes ici devant un véritable enjeu de conservation.

Le dernier chiffre qu'il faut commenter est celui de la progression nette des formations à Fétuque et/ou Agrostis typiques des hauts schorres. Cette évolution marque incontestablement un phénomène de continentalisation progressive des marais salés. L'analyse cartographique nous montre que cette progression des formations de haut marais s'opère principalement dans les zones pâturées.

Le pâturage paraît donc influencer très profondément la dynamique des marais salés en agissant aussi par diffusion des espèces les plus continentales au détriment des espèces plus spécifiques des marais salés.

Il est cependant possible que cette transformation soit réversible. En effet, dans certains secteurs où le pâturage est en régression nous avons constaté que l'Obione (espèce typique du moyen schorre) peut venir s'implanter dans des zones qui, sous pâturage, étaient dominées par la Fétuque !

La question (évidemment sans réponse) est de savoir si dans l'hypothèse ou, après quelques années, le pâturage réinvestissait ces zones, on y retrouverait de la Puccinellie ou de la Fétuque.

Ce phénomène ne simplifiera pas la délimitation, sans doute nécessaire dans le cadre de Natura 2000, entre le haut et le moyen schorre.

Enfin toujours dans ce contexte de continentalisation, on doit souligner que les herbous situés le plus à l'intérieur des estuaires voient leur couvert végétal perdre progressivement les spécificités des marais salés. Le caractère globalement labile des formations de marais salés pourrait donc conduire à retirer (d'un strict point de vue écologique) à certaines parties du DPM la qualification de marais salés.

## LEGENDE COMMUNE aux CARTES de VEGETATION des MARAIS SALES de la BAIE du MONT SAINT MICHEL établies en 1984, 1995 et 2002

### 1 / 2 : Végétation pionnière des hautes slikkes

- 1a Groupement ouvert à salicornes annuelles
- 1b Groupement ouvert à *Suaeda maritima*
- 2 Groupement en tâches à *Spartina townsendii*

### 3 : Pelouse à dominante vivace : *Puccinellia maritima*

- 3a Pelouse à *Puccinellia maritima* accompagnée de touffes de *Arthrocnemum perenne*
- 3b Pelouse à *Puccinellia maritima* avec dominance estivale de *Suaeda maritima* en strate supérieure
- 3c Pelouse rase et dense à *Puccinellia maritima* (typique)
- 3d Pelouse à *Puccinellia maritima* parsemée de petits buissons nains de *Atriplex portulacoides*
- 3e Pelouse ouverte à *Puccinellia maritima* avec dominance estivale de *Salicornia ramosissima*
- 3f Pelouse à *Puccinellia maritima* parsemée de tâches de *Triglochin maritima*
- 3g Pelouse à *Puccinellia maritima* accompagnée d'*Aster tripolium*

### 4 : Formation semi-ligneuse à *Atriplex portulacoides*

- 4a Fourrés ras, monospécifiques à *Atriplex portulacoides*
- 4b Fourrés ras, avec faciès estival d'*Aster tripolium*

### 5 : Prairie à dominance vivace : *Festuca rubra*

- 5a Prairie dense à *Festuca rubra*
- 5b Prairie rase à *Festuca rubra* avec apparition estivale de *Parapholis strigosa*
- 5c Prairie rase à *Festuca rubra* avec voile annuel de *Hordeum marinum*
- 5d Prairie rase à *Festuca rubra* parsemée de tâches de *Limonium lychnidifolium*

### 6 : Prairie dense de hautes herbes à *Elymus athericus*

- 6a Prairie dense de hautes herbes à *Elymus athericus*
- 6b Prairie à *Elymus athericus* peuplée localement de Chénopodiacées nitrophiles

### 7 : Prairie rase, pâturée, à dominance *Agrostis stolonifera*

- 7a Prairie rase paucispécifique à *Agrostis stolonifera*
- 7b Prairie rase à *Agrostis stolonifera* avec tâches estivales de *Trifolium fragiferum*
- 7c Prairie de contact supérieur mésophile
- 7d Prairie ouverte à *Agrostis stolonifera* avec *Glaux maritima*

### 8 : Jonçaias

- 8a Formation de type prairial à *Juncus gerardii*
- 8b Touffes hautes et denses à *Juncus maritimus*

### 9 : Roselières

- 9a Roselière à *Phragmites communis*
- 9b Roselière à *Scirpus maritimus*

### 10 / 11 : Végétation des milieux de contact

- 10a Groupement de la dune fixée à *Tortula ruraliformis*
- 10b Végétation ouverte des cordons coquilliers stabilisés
- 11 Pelouse de haut estuaire dominée par *Lolium perenne*

Légende établie par Louis-Marie GUILLON en 1984 et actualisée par Virginie BOUCHARD et Françoise DIGAIRE en 1995 (Université de Rennes 1)

## 2. A la recherche du bon état écologique des marais salés

La lecture de la bibliographie classique sur les marais salés donne une image assez simple de ceux-ci. On devrait retrouver sur les marais salés non exploités de nos régions, une zonation en quatre ensembles répartis selon un axe mer-terre.

1. A la limite entre slikke et schorre, une zone pionnière constituée principalement en Baie par la Soude, la Spartine, la Salicorne et la Puccinellie, et formant un tapis très discontinu. La dimension de cette formation est très variable en fonction de la dynamique récente du marais salé. En période de progression rapide (comme cela s'est produit sur les herbous de Genets, Saint Léonard il y a quelques années), cette zone pionnière peut se développer sur plusieurs centaines de mètres (dans le sens terre-mer) ; En période d'érosion du marais salé elle disparaît généralement.
2. En remontant vers la terre on trouve ensuite une zone dite de bas marais dont la composante principale est la Puccinellie qui forme alors un couvert quasi continu.
3. La zone centrale du marais salé (moyen marais ou moyen schorre), la plus importante en surface relative, est normalement occupée principalement par l'Obione qui peut former de très vastes ensembles monospécifiques.
4. Enfin la partie haute du marais salé est essentiellement occupée par des graminées (Chiendent maritime et Fétuque)

On peut trouver sur les cartes de végétation de 1984 des fragments de marais salés qui globalement répondent à ce schéma (partie orientale du grand herbu de l'Ouest en particulier) mais lorsque l'on confronte ce schéma théorique à la réalité du couvert végétal actuel des herbous, de très fortes incohérences apparaissent. Ces incohérences ont trois causes principales :

1. Les conditions sédimentaires induisent une ampleur et une topographie spécifique des marais salés de la Baie du Mont Saint Michel.
2. Une exploitation traditionnelle très prégnante des marais salés par le pâturage (ovins et bovins).
3. L'envahissement récent des marais salés de la Baie par le chiendent maritime.

Nous allons examiner ces différents points de manière plus approfondie afin de délimiter de façon plus précise ce qui relève de l'évolution normale des marais salés par rapport à ce qui pourrait être identifié comme conséquence directe ou indirecte des actions anthropiques.

### ***Dynamique sédimentaire et marais salés.***

La Baie du Mont Saint Michel est connue comme un modèle sédimentaire exceptionnel et à ce titre a été fort bien étudié.

Rappelons simplement que ce secteur constitue un puit sédimentaire important pour l'ensemble du Golfe Normano-Breton ce qui explique qu'environ 1,5 millions de m<sup>3</sup> de sédiment s'y accumulent chaque année depuis 7000 ans. Cette accumulation sédimentaire a produit une baie qui est, depuis longtemps, ourlée de marais salés (voir les travaux de Morzadec).

Cette ancienneté des marais salés de la Baie est indéniable puisque l'ensemble des poldérisations (du marais blanc à partir du 11<sup>ème</sup> siècle jusqu'à l'estuaire du Couesnon à la fin du 19<sup>ème</sup> et au début du 20<sup>ème</sup> siècles) se sont effectués aux dépens de marais salés. Ces surfaces poldérisées nous donnent ainsi une image de l'énorme dynamique des marais salés. Elles nous rappellent aussi que ce milieu, considéré majoritairement comme un milieu

naturel, a été transformé, dans sa structure même, par l'homme depuis un millénaire au moins.

Compte tenu de sa répartition spatiale complexe et alternée, cette dynamique reste, en revanche, difficile à cerner sur les pas de temps courts qui sont ceux de l'écologie (voir à ce sujet les travaux de J.-E. Levasseur).

Cette dynamique sédimentaire induit une progression globale de la surface des marais salés. Mais contrairement à une idée fort répandue, cette progression ne découle pas d'une élévation globale du niveau altimétrique des marais salés qui émergeraient ainsi progressivement de la Baie.

En fait les marais salés de la baie ne présentent qu'une pente insignifiante (et même, par endroit, des pentes négatives) sauf dans leur partie la plus proche de la slikke, le bas marais qui présente souvent une déclivité perceptible.

Cette caractéristique découle du mode d'évolution sédimentaire de ces marais. En effet les travaux menés dans le cadre de la Zone-Atelier pour la recherche en Environnement « la Baie du Mont Saint Michel et ses bassins versants », par l'Institut National des Sciences Appliquées de Rennes montrent :

1. Que la sédimentation (mesure par un système de « tables » spécifiques) est extrêmement faible sur le haut et le moyen marais.
2. Que la part principale de l'accumulation sédimentaire s'opère sur la partie « basse » du marais salé.

Ces deux facteurs conduisent à un développement en plateau, par progradation du marais salé.

Ce mode de développement des marais salés n'est pas sans conséquence sur la structure du couvert végétal.

En premier lieu, on peut s'interroger sur la possibilité d'une zonation végétale sur de tels marais salés. En effet, la zonation de la végétation découle théoriquement d'une variation dans la durée d'immersion des différentes zones du marais salés. Dans la mesure où les herbues de la Baie du Mont Saint Michel ne présentent pas une pente régulière il paraît improbable que la zonation classique y soit perceptible. Pourtant, dans certains secteurs des marais salés cette zonation reste pertinente.

Nos travaux antérieurs montrent qu'en dépit d'une topographie quasi plane, le sol des marais salés présente un gradient de salinité entre « l'aval et l'amont » qui explique sans doute l'expression de cette zonation.

De plus, le développement « à plat » induit des zones de dépression située parfois assez haut sur les herbues. Ces zones de dépression restent longtemps en eau et sont donc occupés par des végétations de bas marais, voire par des végétations pionnières. Ces remontées « vers le haut » des végétations de Bas schorre découlent aussi de la profondeur (dans le sens terre mer) des marais salés. En effet cette caractéristique implique la multiplication des chenaux de drainage sur la surface des herbues. Or, ces chenaux, par les fluctuations de leurs méandres (phénomène de terrasses temporaires), induisent également des remontées des espèces de bas schorre voire des espèces pionnières sur la partie amont des herbues.

Ainsi, même lorsque les herbues présentent, dans certains secteurs, une zonation globale proche de la zonation théorique, un transect détaillé ne donnait pas toujours une image très explicite de cette zonation !

Un autre facteur naturel vient perturber cette zonation végétale : **la dynamique des cordons coquilliers**. En effet, ces dunes hydrauliques qui croissent en remontant progressivement sur la slikke finissent par « s'échouer » sur la haute slikke dans une zone où la mer n'a plus assez d'énergie pour les faire évoluer. Ces formations (a priori de type dunaire on y trouve d'ailleurs des plantes telles que *Matthiola sinuata* ou *Glaucium flavum*) vont donc isoler une partie de la haute slikke et/ou du bas schorre provoquant une maturation accélérée.

Immédiatement à l'arrière du cordon coquillier stabilisé va souvent apparaître un secteur très mal drainé qui indépendamment de son altimétrie va porter des plantes normalement caractéristiques du bas schorre ou de la haute slikke.

De plus, la zone de contact entre la vasière et le cordon coquillier (altimétriquement plus élevée et mieux drainée) est souvent colonisée par des plantes de moyen voire de haut schorre qui contribuent aussi à perturber la zonation. Depuis le début de la forte progression du Chiendent maritime sur les marais salés, celui-ci s'implante souvent sur les cordons coquilliers ce qui aide aussi à son implantation sur l'ensemble des étages du schorre.

Enfin ces cordons coquilliers isolent parfois de véritables dépressions qui ne vont plus être soumises à l'action de la mer qu'épisodiquement et qui vont tendre à se transformer en lagunes saumâtres. Un bon exemple de cette évolution nous est fourni par le secteur situé à l'Ouest de la chapelle Sainte Anne dont la physionomie a, sous l'effet de cette dynamique des cordons coquilliers, totalement changé depuis 1995.

Il faut ici souligner qu'une véritable « digue » de cordons coquilliers en connexion est en cours de constitution dans la partie occidentale du grand marais de l'ouest (à l'Est de la Chapelle Sainte Anne). Des mesures de gestion des cordons coquilliers pourront être envisagées pour éviter la multiplication des mares saumâtres en aval de cette « deuxième digue ».

Enfin et ce point n'est pas négligeable, l'évolution par progradation avec augmentation constante de la profondeur (dans le sens terre mer) conduit inéluctablement à une continentalisation progressive (augmentation de la part des végétaux non strictement spécifiques des milieux salés) de la partie la plus amont des herbous. Ce phénomène est surtout perceptible dans les zones pâturées mais, progressivement, devient de plus en plus net sur l'ensemble des grands herbous de la Baie.

Par ailleurs, on constate une dynamique radicalement différente sur les herbous de la zone estuarienne. En effet, en raison des conditions topographiques, ces herbous ne disposent actuellement plus d'aire d'expansion. Les évolutions s'opèrent donc par des phases successives d'érosion puis d'accrétion qui dépendent uniquement des méandres des rivières de la zone estuarienne. Compte tenu de cette situation, ces herbous sont, pour l'essentiel, constitués de végétation de haut schorre, les végétations de bas ou de moyen schorre n'apparaissant que dans des zones maintenues artificiellement très humides ou, transitoirement sur des zones récemment reconstituées par accrétion.

Enfin il faut souligner le caractère particulier des herbous de Genets et de Saint Léonard qui présentent une dynamique alternée de progression puis de régression liée aux fluctuations considérables des chenaux de la Sée et de la Sélune. Ces herbous sont les seuls qui, en quelques années, peuvent voir leur surface se réduire ou s'amplifier considérablement avec évidemment la dynamique des successions végétales qui en découle.

On mesure donc que même en l'absence de perturbation d'origine anthropique, la formalisation d'un modèle théorique de marais salés en bon état écologique est relativement complexe à atteindre (si l'on souhaite en rester à des définitions simples) du simple fait de la dynamique sédimentaire particulière des marais salés de la Baie du Mont Saint Michel.

## ***L'exploitation des marais salés par le pâturage***

Les marais salés de la Baie sont traditionnellement exploités par le pâturage. Autrefois (au début du 20<sup>ème</sup> siècle) ce pâturage semblait être un pâturage mixte (moutons, bovins, chèvres et même -dans certains secteurs comme Genets- oies). Mais le pâturage était, à cette époque, toujours conduit par un berger.

Aujourd'hui le pâturage dominant en Baie est le pâturage ovin (il est le seul présent sur les grands herbous de l'Est et de l'Ouest du Couesnon) même si, sur certains herbous, on trouve des zones affectées aux chevaux (partie nord de l'herbu de Genets) aux bovins (deux secteurs sur l'herbu de Genets et la totalité de l'herbus de Vains), voire des zones où ovins, bovins et équins coexistent (rive gauche de la Sélune). La carte disponible dans le cahier cartographique fournit les limites effectives de ces emprises.

Dans tous les cas, le pâturage transforme les marais salés et en particulier le moyen marais. Sur les zones de haut marais dominées par des graminées, on passe d'un paysage de hautes herbes à un paysage plus ouvert avec des modifications relativement limitées de composition végétale (apport de quelques espèces par l'activité). Dans les zones de moyen marais dominées, en l'absence de pâturage, par l'Obione, on assiste sous l'effet du pâturage et du piétinement à une modification radicale de la couverture végétale : l'Obione qui supporte mal le pâturage est remplacée par la Puccinellie, parfois sur de très vastes zones. On passe donc d'un couvert constitué par une végétation sub-arbustive à une prairie plus ou moins rase.

### Cette transformation physiologique et spécifique de la végétation dans les zones pâturées a un effet marqué sur les fonctions du marais salés.

En premier lieu, la fonction d'exportateur de matière organique vers le système marin des marais salés se trouve très largement altérée (l'exportation se fait vers le continent). De plus la production primaire de la Puccinellie (de l'ordre de 0,5 kg MS / m<sup>2</sup> / an) est très faible par rapport à celle de l'obione par exemple (de l'ordre de 2,5 kg MS / m<sup>2</sup> / an) ce qui élimine toute possibilité de production au delà de celle nécessaire à l'alimentation des animaux.

En deuxième point il faut souligner l'impact fortement négatif du pâturage sur les invertébrés (araignées –certaines espèces spécifiques de ces milieux et présentes en Baie du Mont Saint Michel sont considérées comme menacées- et carabes).

Par ailleurs cet effet sur la faune invertébrée altère sérieusement (par réduction drastique de la densité d'*Orchestia gammarella*) la fonction de nourricerie que jouent les marais salés pour certaines espèces de poissons côtiers.

Enfin pour les oiseaux nicheurs, le pâturage présente aussi des effets plutôt négatifs.

En revanche il est évident que le pâturage est absolument indispensable à certaines espèces d'anatidés hivernants en particulier au Canard siffleur et à la Bernache cravant.

En fait, l'ensemble du bilan plutôt négatif du pâturage des marais salés au regard de la biodiversité, se trouve compensé, dans l'esprit de beaucoup d'acteurs de la Baie par ce rôle vis-à-vis d'une richesse naturelle importante de la Baie. Il ne faut cependant pas oublier que ce rôle vis-à-vis des anatidés n'est effectif que dans le cas d'un pâturage modéré laissant une hauteur de végétation comprise entre 3 et 6 cm (on se reportera au chapitre spécifiquement consacré au pâturage pour disposer d'information plus précises sur le respect de ce critère).

Dans un tout autre domaine, on ne peut pas négliger d'autres fonctions du pâturage en particulier ovin. Cet élevage est une activité économique faisant vivre au travers d'une exploitation potentiellement raisonnable et durable d'une richesse naturelle, un groupe significatif d'éleveurs. Les mesures qu'il faudra prendre ne peuvent donc, en aucun cas, avoir pour effets de mettre ce groupe social en difficulté.

Mais il faut aussi prendre en compte la dimension symbolique et esthétique de cet élevage. Sans vouloir outrepasser les limites étroites de nos compétences techniques, il reste possible de souligner que l'agneau de prés salé fait incontestablement partie de l'image de la Baie du Mont Saint Michel.

Et il suffit de venir tôt le matin au départ des troupeaux pour rencontrer des photographes et des simples curieux venus admirer ce paysage particulier que créent les moutons. Il est incontestable que pour beaucoup de nos concitoyens les marais salés présentent un attrait beaucoup plus grand lorsqu'ils sont pâturés.

Au regard des effets du pâturage sur la biodiversité, Il est clair que l'ensemble des herbus de la Baie ne doit pas être soumis au pâturage. Le maintien de zones non pâturées est en effet, nécessaire pour garantir le maintien d'un certain nombre de fonctions spécifiques des marais salés, elles aussi, supports de biodiversité.

En revanche il faut impérativement garantir une certaine surface de pâturage pour pérenniser l'hivernage de certains anatidés et la survie économique de cette activité.

Cette remarque de relatif bon sens posée, le pâturage doit être considéré pour ce qu'il est réellement, à savoir, une forme de transformation, par une activité humaine, du fonctionnement écologique et de la structure de biodiversité d'un milieu.

Nos approches en matière de valeurs relatives des différentes composantes de la biodiversité sont trop embryonnaires pour nous permettre, aujourd'hui, de déterminer si le bilan global est positif, neutre, ou négatif.

Cependant au regard des directives Européennes et compte tenu de l'importance accordée à l'avifaune migratrice, il est peut être légitime, pour déterminer une politique de conservation, de considérer ce bilan comme neutre si ce n'est positif.

## ***L'envahissement des marais salés par le Chiendent maritime***

### *Quelques repères*

Jusqu'à une date relativement récente (début des années 1990), le chiendent maritime était considéré, en Baie du Mont Saint Michel comme une espèce caractéristique du haut marais, de même que la Fétuque.

Autour de 1990 on voit le chiendent progresser de façon très linéaire le long des chenaux de drainage sur certains herbus (particulièrement dans la partie orientale du grand herbu de l'Ouest). Cette progression va s'accélérer et on va assister à un véritable envahissement qui touchera, en premier lieu, les deux secteurs de part et d'autre du Couesnon.

Aujourd'hui on peut remarquer que le chiendent poursuit sa progression mais de manière irrégulière selon les secteurs. On se reportera à la carte fournie dans le cahier d'illustration pour mieux appréhender le phénomène en détail. On note en particulier que l'invasion est déjà implantée de manière très ancienne (à l'échelle de nos données c'est-à-dire dès 1984) dans la zone estuarienne de la Sée. La progression du Chiendent a globalement affecté la zone estuarienne ainsi que les deux grands herbus de part et d'autres du Couesnon.

Cependant certains secteurs semblent miraculeusement épargnés ; c'est le cas de la partie orientale du grand herbu de l'Est (en dépit d'une implantation qui ne semble pas progresser à proximité de l'ancienne digue submersible de la Roche Torin) mais aussi de la partie occidentale du grand herbu de l'Ouest. Cette irrégularité de la progression reste encore, en l'état de nos connaissances, impossible à expliquer de manière sûre.

### Les effets écologiques de l'envahissement des marais salés par le chiendent maritime

Le remplacement d'une plante par une autre, en l'occurrence principalement le remplacement de l'Obione par le Chiendent (c'est dans la zone de moyen marais que la progression du chiendent est la plus importante) peut avoir des effets significatifs sur le fonctionnement du milieu et sa biodiversité. Nous avons donc établi dès 2001 un programme de recherche (soutenu par le Ministère chargé de l'Ecologie dans le cadre de l'APR « Invasions biologiques ») pour tenter d'identifier les modifications induites par ce phénomène. On peut résumer les résultats en quelques points.

1. Les zones envahies par le chiendent présentent un taux d'accumulation sédimentaire plus élevé que les zones non envahies. Ce phénomène qui découle sans doute à la densité et à la structure de la végétation aura, à long terme, des conséquences significatives sur la topographie des marais salés donc sur les durées d'inondations et donc, in fine, sur la continentalisation des marais salés.
2. La production primaire du Chiendent (souvent supérieure à 3 kg de matière sèche par mètre carré et par an) est la plus élevée parmi les plantes des marais salés, elle est donc plus importante que celle de l'Obione.
3. La vitesse de décomposition du Chiendent (qui contient une forte proportion de lignine) est significativement plus lente que celle de l'Obione.
4. La combinaison des deux facteurs précédents induit sous Chiendent, une accumulation de litière. Ce phénomène constitue une transformation nette dans le fonctionnement du moyen marais non pâturé puisque sous Obione la litière est pratiquement inexistante. On passe donc d'un système qui exportait toute sa production primaire à un système qui stocke sur place une partie du carbone produit. Nous ne pouvons pas encore déterminer quels seront les effets de cette transformation mais il est certain qu'elle peut modifier substantiellement la trajectoire d'évolution des marais salés.
5. L'invasion a un impact très négatif sur la fonction de nourricerie des marais salés pour les juvéniles de poissons côtiers. Ce résultat découle d'une densité bien moindre que sous Obione d'*Orchestia gammarella* (proie favorite des juvéniles de poissons dans les marais salés) et sans doute aussi d'une accessibilité moindre de cette espèce.
6. En ce qui concerne les araignées, la situation est complexe. En effet le peuplement d'araignées est plus diversifié et plus dense sous Chiendent que sous Obione en raison de l'arrivée, sur les schorres envahis par le Chiendent, d'espèces continentales non spécialisées dans les milieux salés (des espèces tisseuses de



toiles géométriques en particulier). Si on regarde l'évolution des espèces spécifiques de ces milieux (dont certaines sont considérées comme menacées compte tenu de la relative rareté des milieux salés) on constate que certaines espèces sont favorisées par le Chiendent alors que d'autres voient leurs populations décroître.

7. L'analyse des effets de l'invasion sur les oiseaux utilisant les marais salés comme zones de nidification donne également des résultats contrastés. Certaines espèces comme la Caille des blés sont favorisées, d'autres espèces, comme l'Alouette des champs sont, au contraire, défavorisées.
8. La progression du Chiendent réduit les surfaces exploitables par le pâturage ovin puisque les ovins (à l'inverse des bovins et des chevaux) refusent de brouter le Chiendent, sauf à l'état de très jeunes pousses.
9. Cette réduction pourrait, à terme, avoir un retentissement sur la capacité d'accueil des anatidés hivernants herbivores qui exploitent la Puccinellie dans les zones pâturées.

On mesure, au regard de ce rapide résumé, que l'envahissement par le Chiendent d'une part significative des herbus, constitue une transformation importante et sans doute une perte de spécificité significative pour les marais salés.

On peut donc, en l'état actuel des connaissances, considérer les zones de moyen marais où le chiendent a remplacé l'Obione comme des zones dégradées.

### Le problème de causes de l'envahissement des marais salés par le chiendent maritime

Cet envahissement qui a été globalement nié lorsqu'à la fin des années 1990 nous avons commencé à le mettre en évidence, a fait l'objet de multiples explications.

Parmi les explications le plus souvent proposées, on note l'élévation du niveau des herbus qui, alors deviendraient plus favorables pour des espèces plus continentales comme le Chiendent. On a vu dans les paragraphes précédents que cette élévation globale reste extrêmement limitée. Par ailleurs on constate que le chiendent s'est assez facilement implanté dans des zones de bas schorre qui sont les seules à être immergées plus fréquemment que l'ensemble des marais salés. Ce phénomène altère fortement la portée de l'explication par la simple continentalisation des marais salés.

Une hypothèse développée par certains utilisateurs de la Baie du Mont Saint Michel et en particulier par les éleveurs de moutons de près salés est celle d'une insuffisance de la pression de pâturage. On constate en effet que l'envahissement des marais salés s'est initialement manifesté dans des zones non pâturées. L'observation attentive des évolutions permet, cependant, de réfuter cette hypothèse. La progression de l'invasion dans les zones pâturées est plus lente mais elle reste néanmoins réelle dans certains secteurs de la Baie (les exemples de la partie occidentale du grand herbu de l'Est et du marais du Val Saint Père sont, de ce point de vue, très significatifs).

Il faut cependant souligner un fait : dans les secteurs pâturés où le chiendent est en progression lente, l'abandon ou régression du pâturage conduisent automatiquement à une avancée rapide du chiendent.

Par ailleurs nous avons observé comment s'opère l'avancée du front pionnier du chiendent dans les zones pâturées par les ovins. Les rhizomes des pieds installés produisent à

quelques centimètre ou dizaines de centimètres du pied initial de petites pousses. Ces jeunes pousses sont broutées par les moutons. Le chiendent réagit alors en développant de nouvelles pousses à l'horizontale jusqu'à ce que la tige principale atteigne 15 à 20 centimètres. A ce stade le chiendent n'est déjà plus appétant pour les moutons et la pousse peut donc se redresser et se développer en toute sécurité. Le même phénomène de broutage des jeunes pousses s'opère sur les germinations liées à la dissémination des graines, mais dans ce cas, ce simple broutage initial condamne la plantule.

Le pâturage ovin joue donc bien un rôle de frein à l'envahissement des marais salés par le chiendent mais l'absence de pâturage ne saurait expliquer l'expansion de cette plante.

Il faut d'ailleurs souligner qu'un secteur de marais salés anciennement envahi par le chiendent maritime est l'herbus de Vains sur la rive droite de la Sée qui est constamment pâturé par des bovins qui pourtant consomment le chiendent même développé.

Parmi les hypothèses plausibles sur les causes de cet envahissement, nous avons proposé l'hypothèse d'une mutation génétique donnant un avantage compétitif particulier à un clone. Cette hypothèse a été testée à notre demande par une équipe de l'UMR 6553 de l'Université de Rennes 1 en 2004. Il s'avère que la population de chiendent de la Baie du Mont Saint Michel présente une diversité génétique tout à fait classique pour une population répartie sur plus de 40 km<sup>2</sup>.

Ce point vient corroborer les observations directes que nous avons effectuées et qui montrent des implantations par touffes isolées (situées parfois assez loin du « front pionnier ») indiquant une propagation de graines. Cette propagation est souvent assurée par les grandes marées d'automne qui submergent les marais salés, emportent de nombreux épis qui regroupés sous forme de laisses de mer déposées au gré des courants et des vents (la combinatoire entre les vents et les courants de marée est particulièrement complexe et aléatoire en Baie du Mont Saint Michel), germent vigoureusement dès le mois de novembre. Cette modalité d'expansion des zones à chiendent contribue probablement à la diversité génétique des plants de chiendent.

L'hypothèse génétique pour expliquer l'invasion doit donc être abandonnée.

En l'état actuel des connaissances, la dernière hypothèse disponible pour expliquer ce phénomène d'invasion est l'hypothèse d'une stimulation de la population de chiendent par un phénomène d'eutrophisation côtière. Cette hypothèse a été émise de manière explicite et construite par notre équipe dès 2001. Elle s'appuyait sur les travaux théoriques dans le domaine des invasions, sur l'observation d'un certain nombre de phénomènes en Baie, mais aussi, sur des travaux menés au Pays Bas (en mer des Wadden) dès 1999 qui montraient une forte affinité du Chiendent avec l'azote.

Les travaux réalisés par l'équipe Laurent Leport et Alain Bouchereau (UMR 6553 Université de Rennes1) dans le domaine de la physiologie du chiendent viennent largement renforcer cette hypothèse. En effet, il s'avère que le chiendent maritime est parfaitement capable de s'adapter à un fort stress salé (par production de composés osmoprotecteurs) pourvu qu'il dispose d'azote en quantité suffisante.

Par ailleurs le travail cartographique réalisé dans le cadre de ce contrat apporte également des éléments pour renforcer cette hypothèse.

Depuis le début de l'invasion des marais salés par le chiendent maritime, nous avons toujours constaté que l'emprise de plus en plus grande du Chiendent semblait précédée ou

accompagnée par la progression de deux espèces connues pour être nitrophiles : *Aster tripolium* et *Atriplex hastata*.

Il faut souligner que la présence de ces deux plantes dans les relevés de végétation de 1984 était tellement faible que la catégorie « Puccinellie accompagnées d'*aster tripolium* » n'existait pas et a été proposée par F. Digaire et V. Bouchard lors de l'établissement de la carte de 1995. De même la catégorie « formation semi ligneuse à *Atriplex portulacoides* avec facies estival d'*Aster tripolium* » a été remaniée en 1995 pour s'adapter davantage à la réalité de l'évolution de la végétation des marais salés.

Après avoir établi la cartographie complète des marais salés de la Baie nous avons donc effectué une sélection des polygones où la présence des espèces nitrophiles était patente (chiendent + les deux catégories précitées).

La cartographie comparée entre 1984, 1995 et 2002 de ces zones est particulièrement spectaculaire et nous montre qu'une évolution majeure de la végétation des marais salés est une dérive progressive vers les espèces nitrophiles.

Malheureusement la légende telle quelle se présente aujourd'hui ne nous a pas permis de mentionner les secteurs de présence d'*Atriplex hastata* mais ceux-ci s'avèrent extraordinairement nombreux à tous les niveaux des schorres ; nous chercherons, sans doute, une solution pour intégrer cette plante à la légende lorsque nous établirons la carte de l'état 2007 de la végétation des marais salés.

Ces résultats viennent renforcer encore l'hypothèse selon laquelle l'invasion par le chiendent est, pour une part importante, le résultat d'une stimulation de cette population par un phénomène d'eutrophisation côtière qui, par ailleurs, au vu des résultats du chantier PNEC en particulier, ne semble pas évident.

### En guise de conclusion provisoire

Il importe de rappeler que la recherche des causes de l'invasion n'est pas seulement une coquetterie de scientifique.

En effet si la progression du Chiendent était un phénomène naturel simplement lié à l'évolution des marais salés de la Baie soumis à une dynamique sédimentaire particulièrement forte, cette progression ne constituerait pas un état de dégradation des marais salés. Si au contraire on considère, comme nous le faisons, que cet envahissement découle, au moins pour une part significative, de l'action anthropique, cet envahissement devient un signe de dégradation, voire de dénaturation des marais salés de la Baie.

Par ailleurs, l'envahissement des herbues par le Chiendent maritime est aujourd'hui un phénomène reconnu comme inquiétant par tous les acteurs de la Baie. Tout le monde cherche des solutions, des idées, des méthodes pour enrayer, voire faire régresser cet envahissement.

Il est bien évident que les chances de maîtriser l'invasion dépendent pour partie (toutes choses égales par ailleurs) des causes de cette invasion.

Si notre hypothèse de l'importance de l'eutrophisation côtière dans le développement de l'invasion est la bonne (pour l'instant les résultats renforcent tous cette hypothèse) nos moyens, dans le cadre de Natura 2000, pour agir sur les causes du phénomène sont très réduits. Il faut donc envisager l'idée que la progression globale du chiendent ne s'arrêtera pas et que notre marge de manœuvre ne porte que sur la possibilité de maintenir ou de faire reculer ponctuellement le chiendent.

Cela implique aussi que toutes les stratégies de gestion des herbus doivent –à notre sens– être examinées au regard de leurs effets sur la dynamique du chiendent maritime.

### 3. Pâturage et gestion des marais salés

Une partie importante de ce travail est consacrée au problème du pâturage. Les questions qui restent à résoudre dans ce domaine peuvent s'articuler autour de trois axes :

1. Quelle est la réalité écologique du pâturage en Baie aujourd'hui
2. Peut-on envisager des méthodes simples pour suivre l'état des herbus pâturés
3. Existe-t-il des compromis en terme d'emprise et d'empreinte du pâturage pour assurer un maintien de la biodiversité des marais salés

#### Question de méthodes

La première question que nous avons tenté de résoudre est celle de la mise au point de méthodes permettant d'apprécier simplement l'état des marais salés pâturés. Il faut noter ici que cette démarche qui d'ailleurs a été initiée par la commission d'expert formée par l'institut National des Appellations d'Origine dans le cadre d'une demande d'AOC « Agneaux de près salés », est particulièrement intéressante puisqu'elle implique, dès l'origine, que c'est l'état du marais salés qui doit déterminer concrètement les contraintes imposées à l'élevage.

Nous avons donc, lors de nos investigations de terrains déjà décrites dans le chapitre précédent, effectué une série de relevés complémentaires dans les zones soumises au pâturage. Ces relevés comportaient :

1. Une mesure de la hauteur moyenne de la végétation (en excluant les inflorescences). En secteur pâturé cette mesure se réalise de manière simple et très fiable en mesurant la hauteur de végétation sur une bonne dizaine de points autour du point de référence.
2. Un relevé de l'ensemble des espèces présentes autour du point référence.
3. Une estimation du pourcentage de sol nu effectué sans mesure spécifique.
4. Pour certains points un prélèvement de la totalité de la biomasse aérienne sur une surface de 20 cm par 20 cm. Ce prélèvement est ensuite séché à l'étuve à 60°C pendant au moins 72 heures. La simple pesée de l'échantillon sec conduirait à des surévaluations aléatoires liées au sédiment recueilli au cours du prélèvement. L'échantillon est donc pesé puis calciné au four à moufle (3h 30 à 550°C), les cendres sont ensuite pesées et cette masse est défalquée du poids sec.

La méthode floristique s'est avérée jusqu'à maintenant inexploitable. Il ne semble pas y avoir de rapport entre la composition floristique et l'intensité du pâturage. L'utilisation de *Glaux maritima* souvent suggérée comme plante indicatrice s'avère inopérante puisque cette plante a été retrouvée dans toutes les situations de pâturage. Il faut à ce propos souligner que les herbus de la Baie sont globalement anciens et, de plus, anciennement pâturés (des situations de pâturage plus ou moins intensif ayant pu se succéder dans le temps), il est donc possible que des phénomènes de résilience des espèces éventuellement indicatrices viennent perturber les possibilités d'analyse.

La seule espèce qui paraît systématiquement indicatrice de surpâturage est *Plantago coronopus* lorsqu'il se trouve en grande densité. Mais lorsque cela se produit la situation de surpâturage est si évidente (hauteur moyenne de végétation inférieure à 1 cm voire à 0,5 cm !) que l'utilisation de plantes indicatrices n'est plus nécessaire.

L'évaluation du pourcentage de sol nu paraît également être un paramètre assez peu pertinent. En effet se combinent des effets d'arrachage qui, à piétinement équivalent, semblent variables en fonction de l'humidité du sédiment et des effets de densité de la végétation qui renvoient aussi à l'histoire de l'herbu et à l'histoire du pâturage sur cet herbu. Par ailleurs à moins d'inventer un génial outil de mesure, l'appréciation dépend significativement de l'observateur. Ce point n'est pas critique pour une campagne globale telle celle que nous venons de réaliser mais pose un problème pour analyser l'évolution dans le temps. Cette difficulté peut cependant être contournée par la formation des enquêteurs ou la réalisation collective du relevé.

Les résultats de la mesure de la biomasse aérienne fournissent des données intéressantes mais, pour une bonne part, redondantes avec la simple mesure de la hauteur moyenne de végétation. Compte tenu de la lourdeur de la manipulation et du matériel qu'elle nécessite (étuve, four à calcination, balance de précision) ces résultats sont cependant de faible portée.

La seule méthode qui ait répondu à nos attentes est donc celle de la simple mesure de la hauteur moyenne (en excluant les inflorescences) de la végétation. Cette méthode n'est pas absolue mais elle apporte tout de même une première approche objective d'un critère qui semble globalement très représentatif (à condition de comparer des zones de pâturage ovin entre elles sans interférence avec des zones de pâturage bovin) de l'intensité du pâturage. D'autre part, sa simplicité de mise en œuvre permet d'envisager d'en généraliser l'usage dans une optique de suivi de l'évolution des zones pâturées des marais salés.

### *Intensité du pâturage en Baie du Mont Saint Michel*

Globalement nous sommes obligés de considérer que le pâturage ovin sur les marais salés de la Baie du Mont Saint Michel est un pâturage assez intensif. En effet on constate que hors quelques secteurs, la hauteur moyenne de la végétation est de l'ordre de 3 cm.

Par ailleurs on constate dans certains secteurs un surpâturage très marqué. C'est le cas particulièrement dans toute la partie nord de l'herbus du Val Saint Père mais aussi dans toute la partie orientale du grand herbu de l'Est (secteur de Courtils) sur une profondeur de plusieurs centaines de mètres à partir de l'origine de l'herbu et du secteur de la Rive.

A contrario certaines zones paraissent supporter un pâturage raisonnable ; c'est le cas, par exemple des herbus de Vains, de Genets et de Saint Léonard mais aussi de la zone du grand herbu de l'Ouest située immédiatement à l'ouest de la limite de la réserve de chasse et évidemment de la réserve de chasse elle-même.

Enfin il faut souligner qu'on note un recul progressif du pâturage ovin dans le secteur central du grand herbu de l'Ouest et dans toute la partie occidentale du grand herbu de l'Est.

Pour comprendre ces différences importantes il faut aborder le problème de la charge en brebis mais aussi le problème de la conduite des élevages.

En ce qui concerne la charge en brebis, les chiffres généralement utilisés (y compris par l'INAO) sont un simple rapport entre la surface de l'herbu et le nombre de brebis. L'analyse, à partir de notre travail cartographique, des surfaces effectivement pâturées amène quelques surprises.

La superficie totale, telle que référencée par l'INAO, du grand herbu de l'Ouest est de 1523 hectares. Cet herbus accueille en 2005 un troupeau de 4473 brebis. Nos travaux cartographiques indiquent une surface effectivement pâturée de 668 hectares ! Dans les faits cette surface est légèrement sous évaluée car les troupeaux exploitent toujours de manière très légère les surfaces adjacentes aux zones considérées comme pâturées. Nous pensons que la sous estimation est d'environ 15% ; La surface corrigée s'établit donc à 768 hectares ce qui nous donne une charge de 5,8 brebis à l'hectare. Globalement cette charge effective nous paraît compatible avec nos observations de terrain.

Si on applique le même calcul au grand herbu de l'Est on aboutit à une surface corrigée de 600 hectares pour un troupeau de 4026 brebis soit une charge effective de 6,7 brebis à l'hectare.

Ces chiffres « rectifiés » paraissent plus représentatifs de la densité du pâturage constatée sur le terrain ; ils permettent par ailleurs d'envisager la reconquête de certaines zones délaissées par le pâturage pour permettre une meilleure répartition de la pression de pâturage et donc un pâturage plus léger sur certaines zones.

Dans ces conditions, on imagine bien que l'attribution des AOT ne peut plus se faire sur la simple base de calculs abstraits mais doit, pour pouvoir maintenir les troupeaux actuels, intégrer des mesures permettant, de reconquérir une partie des zones délaissées par le pâturage et de mieux répartir la charge sur l'ensemble des zones affectées au pâturage.

Cette analyse n'est pas réalisable sur les petits herbus de la Baie. En effet, le système de répartition des AOT ne permet pas d'isoler des entités fonctionnelles pertinentes pour évaluer les densités autorisées.

Mais il faut, maintenant, essayer de comprendre pourquoi les zones de pâturage semblent se rétracter en Baie.

L'itinéraire technique retenu par les éleveurs de la baie est le pâturage diurne en libre service. Concrètement, les troupeaux sont lâchés sur l'herbu le matin. Ils partent alors en file indienne vers leur secteur de pâturage habituel. Ils vont revenir en éventail en broutant tout au long de la journée. Mais il est connu que la plupart des éleveurs complètent l'alimentation lors du retour à la bergerie (il reste très difficile de disposer d'informations sérieuses sur ces pratiques qui sont même niées par certains éleveurs).

Cette pratique a des effets curieux ; ainsi, au mois de Mars on voit souvent les troupeaux revenir stationner à proximité de l'accès à l'herbu dès 14 heures. Ce comportement traduit la faible ressource fournie, à cette saison, par le marais salé et la compensation attendue par les animaux à leur retour à la bergerie.

Ce système en libre service avec complémentation a probablement aussi des conséquences sur la sélectivité des choix alimentaires des moutons. On constate que dans certaines zones, les moutons sélectionnent fortement les végétaux qu'ils prélèvent. Cette sélection induit un couvert végétal en touffes (ces touffes constituent d'ailleurs un excellent refuge pour le développement des graines de chiendent). Au fil du temps, les touffes couvrent une surface de plus en plus grande et la zone est finalement totalement délaissée par les moutons. Il est probable que si la complémentation était moins régulière et moins importante, les animaux exerceraient une pression moins sélective sur le milieu.

Cette dualité surpâturage aigu de certaines zones et régression du pâturage dans d'autres secteurs est donc bien la conséquence des choix effectués par les éleveurs –certes pour partie sous la contrainte d'impératifs économiques- des modalités concrètes de leur élevage.

La reconquête de certaines zones sous-pâturées passera probablement par une phase de fauche pour permettre à la végétation de ces secteurs de retrouver une physionomie appétante pour les ovins.

### Conséquences écologiques

On a vu précédemment que la hauteur de végétation était, le plus souvent, dans les zones pâturées de l'ordre de 3 cm. Ce chiffre doit être appréhendé avec prudence car il a été établi lors du travail de terrain de l'été et du début de l'automne 2007, c'est-à-dire lors d'une année au climat exceptionnellement favorable pour la pousse des graminées. Il est bien évident qu'après un été sec les résultats auraient été nettement moins flatteurs. On voit au travers de cet exemple, toute la difficulté à établir, a priori, des règles sur la charge en brebis acceptable sur un herbu donné.

Cette hauteur moyenne de la végétation pâturée est néanmoins à peine suffisante pour une exploitation de la ressource par les anatidés hivernants. En effet toutes les publications indiquent qu'une hauteur comprise en 3 et 6 cm est optimum pour l'alimentation des anatidés hivernants.

Les effets négatifs du pâturage sur la biodiversité et les fonctionnalités écologiques des marais salés ont été soulignés au chapitre précédent. Dans le cadre du présent contrat nous avons cherché à approfondir la question de la situation des peuplements d'invertébrés sous différents niveaux de pression de pâturage. L'objectif était de repérer des états de marais salés pâturés plus ou moins intéressants vis-à-vis des peuplements d'araignées principalement (les densités en *Orchestia gammarella* ont aussi été étudiées en raison de leur implication dans la fonction de nourricerie des juvéniles de poissons côtiers).

Pour les sites de prélèvement le choix s'est porté sur trois secteurs différents mais tous situés sur les deux herbous principaux avec des intensités de pâturage différentes. Le site pâturé le plus énergiquement était situé au lieu dit La Rive (hauteur de la végétation de l'ordre de 0,5 cm !), une zone dite de pâturage moyen correspondait à une hauteur moyenne de végétation de l'ordre de 3 cm. Enfin une zone faiblement pâturée, marquée par un début de reconquête par l'obione a été sélectionnée à la limite ouest de la réserve de chasse.

On trouvera en annexe un rapport spécifique fournissant le détail de la méthode et des résultats. La conclusion globale reste néanmoins assez décevante : Il faudrait probablement aller vers des intensités de pâturage encore beaucoup plus faibles pour retrouver des peuplements offrant un intérêt écologique et conservatoire se rapprochant vraiment de ceux des zones non pâturées.

La conclusion en apparence la plus paradoxale est que, pour certains aspects, les zones totalement envahies par le Chiendent sont plus intéressantes que les zones pâturées.

Pour ce qui concerne la densité de la population d'*Orchestia gammarella* le niveau du pâturage agit de manière nette, mais les densités restent extrêmement faibles même par rapport aux densités mesurées dans le Chiendent.

On mesure bien au travers de ces différents éléments que les modalités actuelles de la gestion du pâturage ne permettent pas à celui-ci d'assurer un rôle intéressant pour la gestion globale de la biodiversité des marais salés de la Baie.

## 4. Perspectives de gestion

### Définir des objectifs

La première question qu'il faut résoudre est celle de la définition des objectifs à assigner à une gestion des marais salés de la Baie du Mont Saint Michel.

Toute perspective de gestion doit, à notre avis (rappelons encore une fois de caractère unidimensionnel de cet avis), intégrer les trois éléments clefs qui ressortent de la présente étude :

1. L'envahissement des marais salés de la Baie par le Chiendent a atteint un niveau tel que des actions de reconquête sont maintenant nécessaires.
2. Si on souhaite garder aux marais salés de la Baie une partie de leur spécificité, la gestion des herbus doit favoriser le maintien et si possible le redéploiement des zones à Obione.
3. Enfin pour garantir le rôle des marais salés vis-à-vis des populations d'anatidés hivernants il est indispensable de maintenir un pâturage raisonnable sur une partie des herbus.

Dans le cadre du document d'objectifs Natura 2000, ces objectifs devront être formalisés et concrétisés spatialement (dans quels secteurs fait-on porter l'effort pour chacun de ces aspects ?). Il faudrait donc réaliser un véritable zonage des marais salés en déterminant, pour chaque zone, sa trajectoire d'évolution probable et le type de gestion qui serait souhaitable compte tenu des objectifs globaux de conservation des habitats.

De notre point de vue, l'effort devra porter en priorité sur les deux grands herbus (à l'Est et à l'Ouest du Couesnon), sur les herbus situés à l'ouest de la chapelle Sainte Anne et sur les herbus de Genets et Saint Léonard qui sont les seuls à présenter encore une dynamique réelle de marais salés. En second plan, les marais salés de Vains et du Val Saint Père (estuaire de la Sée) doivent aussi être gérés en particulier compte tenu de leur rôle dans l'accueil des Bernaches cravant en hivernage.

A l'inverse, les herbus les plus internes de la zone estuarienne ne sont plus redevables, compte tenu de l'évolution de leur structure végétale, d'une gestion spécifique aux marais salés. L'approche par les simples potentialités agronomiques dans le cadre d'une gestion extensive et durable paraît suffisante.

### Moyens techniques disponibles

Fixer des objectifs est facile, encore faut-il disposer de quelques moyens techniques qui permettent d'envisager atteindre ces objectifs.

Pour envisager la reconquête d'une petite partie des zones envahies par le Chiendent maritime, les quelques éléments expérimentaux dont nous disposons (expérience de la gestion de la Réserve de Chasse, expérience des opérations menés par les éleveurs de près salés de la Baie de Somme) nous indiquent que la seule voie réaliste, aujourd'hui disponible, est d'associer des pratiques de fauche et des pratiques de pâturage forcé.



Les effets du pâturage ont été évoqués précédemment, avant de préconiser l'utilisation de la fauche comme outil pour la gestion des marais salés, il importe d'apprécier les effets de cette pratique sur la biodiversité.

Les seuls exemples suffisamment explicites de fauche régulière des marais salés en Baie se situent sur des zones où le Chiendent occupe une place prépondérante et ce sont ces secteurs que peuvent viser prioritairement les actions de gestion évoquées au paragraphe précédent. La comparaison portera donc sur les évolutions de biodiversité entre des secteurs dominés par le Chiendent dont certains sont soumis à une pratique régulière de fauche.

Le premier constat que l'on doit poser est celui de l'évolution de la végétation dans les secteurs fauchés. Sur les zones fauchées du haut marais des grands herbus de l'Ouest (secteur du polder Molinié), que nous suivons depuis de nombreuses années, on constate nettement que la fauche ne supprime pas le Chiendent. En revanche cette fauche régulière permet un maintien de la Fétuque. On aboutit donc à une formation constituée sensiblement à part égale (la mesure de la part relative exacte de chaque espèce est très lourde à réaliser) de Chiendent (il semble actuellement légèrement dominant) et de Fétuque. Cette formation relativement stable de le temps est bien produite par la fauche régulière car sur les secteurs immédiatement contigus (qui présentent, a priori, les mêmes conditions écologiques) mais non fauchés, le Chiendent a totalement éradiqué la Fétuque et forme un peuplement quasi mono spécifique seulement ponctué, dans certains secteurs, par des pieds d'*Atriplex hastata*.

Sur la zone gérée de la Réserve de Chasse, on constate que l'utilisation conjointe d'une fauche relativement tardive (gyrobroyage sans exportation) suivie par un pâturage systématiquement conduit par un berger sur les zones fauchées, permet un recul du Chiendent. La question de savoir sur combien d'années ce recul va se poursuivre reste posée. De même, la part que l'on doit attribuer, dans ce résultat, à l'ensemble des aménagements réalisés (compris des re-profilages qui ont changé les conditions hydrologiques) reste à déterminer. Ces résultats sont cependant encourageants.

Le second point qui mérite évocation est celui de la production de litière. Nos travaux ont mis en évidence une vitesse de décomposition du Chiendent suffisamment lente pour permettre la formation d'une litière relativement importante. Ces travaux ont été effectués sur des zones de moyen marais et en comparaison avec les formations à Obione. Or, sous l'Obione, la litière est, du fait de la rapidité des processus de décomposition et d'une production primaire plus étalée dans le temps, quasi nulle. En revanche nous ne disposons pas de point de comparaison avec les zones de haut marais dans la mesure où celles-ci sont, presque en totalité, exploitées par la fauche ou le pâturage.

Sur les zones fauchées, l'exportation vers le système continental de la production primaire, induit également une faible litière. On peut donc penser que, paradoxalement, la fauche conduit à ralentir la continentalisation des parties du haut marais ainsi exploitées.

L'évolution des peuplements d'invertébrés et en particulier d'araignées sous Chiendent et parallèlement dans les zones fauchées apporte quelques éléments complémentaires. Les peuplements d'araignées sous Chiendent sont très diversifiés puisqu'on y retrouve les espèces spécifiques des marais salés mais que viennent aussi s'y installer des espèces plus terrestres (en particulier de nombreuses espèces tisseuses de toiles) qui colonisent plus facilement le marais salé en raison de la physionomie du Chiendent.

La comparaison des peuplements de zones gérées par la fauche par rapport à ceux de zones naturelles et de zones envahies par le Chiendent, montre le rapprochement des peuplements des zones gérées de ceux des zones naturelles non envahies par le Chiendent. Ainsi, la fauche favorise l'abondance d'espèces halophiles tout en limitant la progression d'espèces continentales dont les tisseuses de toiles géométriques. D'autres

espèces absentes ou peu abondantes dans les zones envahies, sont abondantes dans les zones gérées (comme dans les zones naturelles à Obione).

En raison de ses effets positifs sur les peuplements d'araignées mais aussi de carabiques (à la fois en termes de richesse spécifique et de populations d'espèces halophiles), la fauche apparaît, pour le moment, comme une bonne technique de gestion conservatoire. En revanche, d'un point de vue fonctionnel, la fauche, qu'elle soit pratiquée précocement ou tardivement, réduit quasiment à néant, tout comme le pâturage ovin, les populations d'Amphipodes.

En ce qui concerne les oiseaux nicheurs, la situation est également complexe. On sait que le Chiendent favorise certaines espèces comme la Caille des Blés, le Pipit farlouse et le Bruant des roseaux mais en défavorise d'autres comme l'Alouette des champs.

La question est donc de délimiter, pour ces espèces, l'effet de la fauche du chiendent. Le Bruant des roseaux est défavorisé par la fauche de même que le Pipit farlouse mais pour cette dernière espèce l'impact de la fauche est très faible. En revanche la fauche est plutôt favorable à la Caille des blés.

On voit que l'arbitrage n'est pas simple ; Il faut simplement rappeler ici que les deux espèces de passereaux défavorisées par la fauche ne sont pas considérées comme des espèces en danger. A l'inverse la Caille des blés reste une espèce menacée pour laquelle les marais salés constituent un habitat de substitution. Pour cette espèce, les densités de couples nicheurs rencontrées sur les marais salés de la Baie sont, d'ailleurs, du même ordre que celles trouvées dans les agrosystèmes les plus favorables.

Il est bien évident que ces approches sur l'effet de la fauche sur les oiseaux nicheurs n'ont de pertinence que dans l'hypothèse d'une fauche tardive permettant aux deux nichées successives de se développer. Pour que cette condition soit réalisée il importe que la fauche ait lieu après le 15 juillet.

Compte tenu des différentes composantes de ce bilan il paraît envisageable d'utiliser la fauche comme un des outils de gestion des marais salés envahis par le Chiendent.

On doit cependant souligner que ce choix est fait par analogie. En effet nous ne disposons pas de données sur les effets de la fauche en moyen marais envahi par le Chiendent. Cette absence de données découle de l'absence de pratique de fauche dans les secteurs de moyens marais. Il restera à trouver des modalités techniques pour pratiquer la fauche dans les zones de moyen marais dont l'accessibilité est très réduite pour des engins agricoles classiques.

### *Mettre en place une stratégie globale*

L'objectif est de continger le Chiendent mais aussi de tenter de favoriser un redéploiement de l'Obione. Comme il ne paraît pas envisageable, pour l'instant, de faire reculer le Chiendent au profit direct de l'Obione, il faut permettre la reconquête par l'Obione de zones de moyen marais actuellement pâturées.

Il faut donc libérer certains secteurs du pâturage de préférence dans des secteurs non encore atteints par le Chiendent. On obtiendra ainsi un retour de l'Obione en remplacement de la Puccinellie. Mais on sait bien que la probabilité est grande pour que ces nouvelles formations à Obione soient, à termes, envahies par le Chiendent.

C'est donc un véritable système global (au moins à l'échelle de chaque herbu) de rotation entre les différents types de formation qu'il faut maintenant imaginer si nous souhaitons

arriver à maintenir une part suffisante de la biodiversité spécifique des marais salés de la Baie.

Pour parvenir à ce résultat, il faudra reconquérir, au profit du pâturage, des zones en cours d'invasion par le chiendent (sans doute en utilisant une combinaison fauche estivale, puis pâturage forcé –par conduite par un berger ou par mise en place de clôtures électriques- éventuellement complétés par une fauche printanière toujours suivie d'un pâturage forcé), puis profiter de la surface retrouvée pour libérer du pâturage des zones susceptibles d'être colonisées par l'Obione etc. .. dans un cycle sans doute sans fin.

De plus il paraît indispensable de revoir totalement les itinéraires techniques des éleveurs pour aboutir à un pâturage plus homogène dans les zones qui restent pâturées sans objectif spécifique de reconquête.

Dans ce contexte la gestion du pâturage par un système passif d'AOT est évidemment obsolète. Il faudra impérativement arriver à une véritable gestion contractuelle avec des groupes d'éleveurs affectés à des territoires bien définis. Cette contractualisation devra préciser les moyens à mettre en œuvre et prévoir les contreparties financières indispensables en échange d'une obligation claire de résultats.

### Gérer la transition

Il est évident qu'une telle gestion, compte tenu de son coût probable, compte tenu de sa complexité mais aussi compte tenu de son caractère manipulateur vis-à-vis d'un milieu considéré comme naturel et largement pourvu de protections, ne peut être mise en place rapidement. Il faudra automatiquement s'acheminer par étapes progressives vers cette gestion globale.

Aujourd'hui, on ne peut que dessiner sommairement ce que pourraient être les premiers pas d'une telle démarche si elle était validée par l'ensemble des services de l'Etat et aussi par les éleveurs exploitants le DPM dont la collaboration active sera indispensable. En effet, une opération de ce type ne peut être menée qu'en réajustant progressivement la démarche à chaque étape en fonction des résultats obtenus sur différents plans (efficacité par rapport aux objectifs, effets connexes, évolution des coûts, acceptabilité sociale, etc.). Planifier d'entrée la démarche dans son ensemble paraît donc peu réaliste.

En premier lieu, il paraît indispensable de revoir le cadre géographique de la gestion des herbues de manière à cerner, au plus près, la spécificité de chaque entité. De ce point de vue, le système de découpage de la Baie employé actuellement dans le cadre des AOT, ne paraît pas pertinent.

Il paraît difficile de discerner des limites fonctionnelles au sein des deux grands herbues de l'Est et de l'Ouest du Couesnon (bien que ce dernier soit coupé par la frontière régionale), en revanche il paraît indispensable d'individualiser les autres herbues en veillant bien à distinguer les herbues de fond d'estuaire de ceux qui relèvent encore d'une dynamique spécifique de marais salés.

La simple notion d'entité fonctionnelle basée sur les possibilités ou impossibilités de transit des troupeaux devrait déjà permettre de décanter ce premier problème.

Parallèlement, la démarche devra s'orienter vers l'exploration systématique des possibilités (techniques et économiques) de conduite du pâturage dans le contexte bien particulier (grande distances parcourues chaque jour par les troupeaux, distance des bergeries, retrait

en période de grande marées etc.) des marais salés de la Baie. Cette approche ne pourra s'effectuer qu'en collaboration très étroite avec les éleveurs.

L'objectif est double : préparer les opérations plus complexes de reconquête de certaines zones envahies par le Chiendent, mais surtout, mettre progressivement en place une véritable gestion des zones pâturées de manière à garantir la compatibilité du pâturage avec les autres fonctionnalités potentielles des marais salés.

Enfin les opérations de tentative de reconquête de certaines zones envahies par le Chiendent ne peuvent être envisagées sans une série d'expérimentations préalables destinées à en valider la pertinence et à en préciser les conditions.

Ces expérimentations menées sur des secteurs relativement restreints devront être réalisées selon des protocoles soigneusement et strictement définis et faire l'objet d'un suivi sérieux et exhaustif.

Pour réaliser une telle série d'expérimentations, il faudra mobiliser des moyens, des compétences techniques et des volontés politiques. Le cadre de l'opération de Gestion Intégrée de la Zone Côtière pourrait, peut être, constituer de ce point de vue, un appui intéressant.

Cette expérimentation devra s'effectuer non pas automatiquement sur des secteurs prioritaires en terme de gestion du milieu mais sur des secteurs où une collaboration est possible avec des éleveurs.

# ANNEXE 1

## **Evaluation de l'impact du pâturage ovin sur l'arthropofaune de marais salés : étude des Aranéides et des Amphipodes en baie du Mont Saint-Michel**

Rapport de stage Master 2 pro de Mathieu de Flores

ERT 52, Université de Rennes 1, Septembre 2007

## D) Introduction

Inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 1979, la baie du Mont Saint Michel est une juxtaposition de grandes unités écologiques : les marais littoraux (périphériques), les polders (terre agricoles à forte productivité, gagnées sur la mer), les marais salés (ou schorres) et les vasières (ou slikkes). Toute la partie maritime de la baie (schorre et slikke) fait partie du réseau européen NATURA 2000 (Zone de Protection Spéciale) et les marais salés en sont des habitats prioritaires (la baie du Mont Saint Michel est considérée comme un site très important pour l'habitat 1330, Prés salés Atlantiques et comme un site important pour l'habitat 1310, Végétation pionnière à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses). Ces marais sont des écosystèmes structurellement simples, influencés par des contraintes très particulières, à savoir une immersion régulière (tous les mois en Europe) et une très forte salinité du sol résultante. Ils possèdent donc une faune et une flore peu diversifiées mais hautement spécialisées, qui contribuent à leur donner une très forte valeur conservatoire. De plus, ces écosystèmes ont une production primaire parmi les plus importantes de la planète (jusqu'à 30 tonnes de Matière Sèche  $\text{ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$  en Europe : LEFEUVRE et al., 2000) et une production secondaire en découlant très élevée, principalement représentée par des populations d'Amphipodes (Crustacés terrestres). Les marais salés assurent donc, de par leur productivité très importante, des fonctions écologiques majeures, comme par exemple l'exportation directe de matière organique vers les écosystèmes côtiers lors des marées submergeantes (fonction d'outwelling : ODUM, 1969 in NOUGUES, 2004), ou indirecte, les Amphipodes servant de ressource alimentaire principale pour de nombreuses espèces de poissons (fonction de nurserie : LAFFAILLE et al., 2000) et en particulier pour les juvéniles d'espèces comme le Bar (*Dicentrarchus labrax*), poisson à forte valeur commerciale.

Or ces écosystèmes sont très rares de par le monde, couvrant au total une surface inférieure à 0,01% de la surface du globe (MEIRE & KUIJEN, 1988, cités par DESENDER & MAELFAIT, 1999) et présentent une répartition très fragmentée le long de la côte européenne. Les enjeux de conservation et de gestion des fonctionnalités des marais salés ainsi que de leur biodiversité sont donc très importants

(LEFEUVRE & al., 2003), alors même qu'ils connaissent des problèmes communs à toutes les zones humides, tels que la pollution, l'eutrophisation, la fragmentation des sites, le pompage ou la modification des pratiques agricoles (CHAMPION et al., 2000). De plus, la baie connaît une autre menace, rencontrée dans de nombreux autres marais salés européens, qui est le développement envahissant d'une espèce autochtone, le Chiendent (*Elymus athericus*). Ce phénomène modifie considérablement le couvert végétal, entraînant une modification des marais tant sur le plan conservatoire que sur le plan fonctionnel (PETILLON et al., 2005a, b). Il faut ajouter que les marais salés ont aussi un rôle économique fort grâce à l'élevage de moutons de « prés salés » (Fig. 1). La majeure partie des marais salés (appelés « herbus ») de la baie sont pâturés à des intensités très différentes selon les sites. C'est dans ce contexte que la DIREN Basse Normandie a commandé à l'Equipe de Recherche Technologique (ERT) 52 de l'Université de Rennes I (présentation en Annexe 1) une étude permettant de définir un degré optimum de pâturage, viable au niveau économique et respectant les objectifs de NATURA 2000 sur les habitats et la biodiversité.

L'étude qui va suivre est une partie de l'étude globale commandée par la DIREN et a pour but d'évaluer l'impact du pâturage ovin sur les populations d'arthropodes des marais salés de la baie du Mont Saint Michel. Nous nous intéresserons en particulier aux Aranéides, groupe abondant et diversifié dans cet écosystème (PETILLON et al., 2004, 2006), dont la structure des peuplements dépend essentiellement de l'architecture de la végétation et de l'épaisseur de la litière (WISE, 1993). Nous nous intéresserons donc dans cette étude aux abondances et aux richesses spécifiques en Aranéides dans différentes formations, pâturées ou non. Nous nous focaliserons en particulier sur la structure des peuplements de six espèces d'araignées halophiles à très fort enjeu patrimonial et ceci afin de déterminer un optimum de pâturage. Les Amphipodes seront étudiés par l'intermédiaire de leur biomasse en raison de leur importance fonctionnelle dans les marais salés.



**Figure 1** : Pâturage ovin dans la baie du Mont Saint Michel.

## **II) Matériel et méthodes**

### **II) 1- Choix des groupes taxonomiques**

Les Aranéides ont été choisis pour cette étude en raison de leur dominance, de leur abondance et de leur diversité en marais salés. Elles sont en effet présentes en très grand nombre dans toutes les strates de la végétation (MAELFAIT & BAERT, 1988 ; DÖBEL et al., 1990) et sont très sensibles aux variations de la structure de celles-ci et de celles de la litière, la richesse et la composition spécifique des communautés pouvant varier rapidement. Ce sont des prédateurs généralistes et elles renseignent indirectement sur l'abondance et la diversité des proies. Plusieurs groupes fonctionnels existent au sein des Aranéides selon les méthodes utilisées par celles-ci pour capturer les proies. Il existe dans les marais salés des espèces tisseuses parmi lesquelles certaines tissent des toiles géométrique (familles des Araneidae et Tetragnathidae), en réseau (familles des Dictynidae et Therididae) ou en nappes (Linyphiidae et Tetragnathidae). D'autres ne tissent pas de toile pour capturer leurs proies mais sont des errantes diurnes (famille des Lycosidae), nocturnes (certaines espèces de la famille des Lycosidae, des Gnaphosidae et des Liocranidae) ou chassent à l'affût (comme certaines Thomisidae). Les strates de la végétation sont donc exploitées de différentes manières selon le mode de chasse adopté.

Les araignées sont identifiables à l'espèce et il est aisé de mettre en place un échantillonnage assurant la récolte d'un grand nombre d'individus et d'espèces grâce à des méthodes complémentaires (pour échantillonner dans les différentes strates de la végétation). Pour toutes ces raisons, ce groupe est considéré comme un bon bioindicateur de l'évolution fonctionnelle des habitats ainsi que de leur valeur patrimoniale. Dans notre étude, nous nous intéresserons particulièrement aux espèces d'Aranéides halophiles, définies par leur préférence ou leur présence exclusive dans les marais salés (voir fiches de ces espèces en Annexe 2 (notamment basées sur HÄNGGI et al., 1995, espèces en gras dans liste taxonomique en Annexe 3). 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).

L'identification des araignées nécessite d'observer les pièces génitales (pédipalpes chez les mâles, épigynes chez les femelles) des individus à l'aide d'une loupe binoculaire performante (x10 à x85) en



raison de la petite taille de certaines espèces (parfois à peine plus d'un mm.). Les détails de ces organes sont propres à chaque espèce. Les araignées sont donc déterminées à l'espèce à l'aide de ces ouvrages de référence : ROBERTS (1987), HEIMER & NENTWIG (1991) et ROBERTS (1995).

Les Amphipodes ne nécessitent pas d'identification particulière puisqu'il n'existe au sein des stations étudiées qu'une seule espèce, *Orchestia gammarella*.

## II) 2- Protocole d'échantillonnage et paramètres environnementaux

### II) 2.1- Méthodes d'échantillonnage

Cinq formations végétales ont été étudiées dont deux sont caractérisées par une absence de pâturage : une zone d'herbe haute envahie par le Chiendent ainsi qu'une zone recouverte d'Obione. Les trois autres formations sont quant à elles des zones pâturées selon un gradient d'intensité, du pâturage léger au pâturage intensif en passant par un pâturage intermédiaire dit « moyen ». Les formations à pâturage moyen et intensif sont toutes deux isolées géographiquement (deux sites bien distincts) alors que les formations à Obione, Chiendent et Pâturage léger sont spatialement proches (sur un seul et même site) (voir Annexe 4). Quatre pièges d'interception ont été disposés dans chacune des formations, plus deux réplicats (de quatre pièges à chaque fois) pour les formations à Obione, à Chiendent et à Pâturage léger. Ceci a été fait afin d'évaluer la variabilité (hétérogénéité spatiale) au sein de ces formations. On obtient donc 11 stations de quatre pièges dont seules 5 seront utilisées pour l'exploitation statistique.

Station	Code des pièges	Espèce végétale dominante	Principale(s) espèce(s) associée(s)
<b>Pâturage léger 1</b>	1,6,7,8	Puccinellie	Obione et Fétuque rouge
Pâturage léger 2	2 à 5	Puccinellie	Obione et Fétuque rouge
Pâturage léger 3	9 à 12	Puccinellie	Obione et Fétuque rouge
Chiendent 1	13 à 16	Chiendent	-
Chiendent 2	17 à 20	Chiendent	-
<b>Chiendent 3</b>	21 à 24	Chiendent	-
<b>Pâturage intensif</b>	25 à 28	Puccinellie	Agrostis, Orge, Jonc de Gérard
Obione 1	29 à 32	Obione	Puccinellie
Obione 2	33 à 36	Obione	Puccinellie
<b>Obione 3</b>	37 à 40	Obione	Puccinellie
<b>Pâturage moyen</b>	41 à 44	Puccinellie	Fétuque rouge

**Tableau 1** : Caractéristiques des stations étudiées (en gras : stations utilisées pour l'exploitation des données).

Les pièges d'interception (pièges Barbers) utilisés dans cette étude se composent d'un cylindre de PVC (10 cm de diamètre, 17 cm de profondeur) enterré dans le sol dans lequel sont disposés un collecteur en plastique contenant de l'éthylèneglycol (liquide préconisé pour ce type de capture car non attractif et assurant la conservation des individus) ainsi qu'un entonnoir en plastique positionné de façon à affleurer la surface du sol. Un toit en bois est placé au dessus de ce dispositif afin de limiter la pénétration d'eau de pluie. Des toits beaucoup plus solides, constitués d'une pièce de bois plus épaisse ainsi que de quatre tiges métalliques au lieu d'une (Figs. 2 et 3), ont été conçus et utilisés pour les stations pâturées, les moutons ayant tendance à « bousculer » toute structure dépassant du sol. Après la période d'activation, les collecteurs sont retirés et référencés en vue du tri et de l'identification des araignées. Les Amphipodes sont passés à l'étuve au minimum 48h afin de les sécher et de les peser. De plus, des mesures des paramètres environnementaux ont été réalisées dans un rayon d'un mètre autour de chaque piège. En effet, ces variables sont susceptibles d'expliquer les variations dans la structure des peuplements d'araignées. Un relevé phytosociologique a donc été effectué (voir liste des principales espèces végétales relevées en Annexe 5) ainsi que des mesures de hauteur de végétation maximale (à 0.5cm près) et d'épaisseur de litière maximale (à 0.5mm près), les hauteurs moyennes pouvant être inférieures. Des mesures de température, d'hygrométrie et de salinité du sol ont aussi été effectuées à l'aide d'une sonde à proximité de chaque piège.



**Figures 2 et 3 :** Piège d'interception en zone intensément pâturée, montrant le chapeau et l'entonnoir servant à récolter les arthropodes errants.

Les distances entre pièges d'interception dépendent du groupe taxonomique étudié. Pour les Aranéides, une distance de dix mètres environ entre chaque piège dans une même formation semble suffisante pour assurer un fonctionnement indépendant de chacun d'entre eux (PETILLON, 2002).

Les pièges Barber permettent de récolter les arthropodes se déplaçant à la surface du sol et donc de calculer une Activité - Abondance des araignées capturées. Cela est fait en rapportant le nombre d'individus récoltés au nombre de jours d'activité du piège.

Ce système de piégeage est valable pour les espèces mobiles sur le substrat mais de nombreuses espèces échappent à ce mode de capture (CANARD, 1989), car elles exploitent de manière différente les strates de la végétation. Des séances normalisées de chasse à vue et de filet fauchoir ont donc permis de compléter le piégeage d'interception.

## **II) 2.2- Stratégie d'échantillonnage**

La durée d'ouverture des pièges a été fixée à 3 jours afin de permettre une récolte suffisante d'individus sans pour autant saturer les collecteurs ce qui affecterait le fonctionnement des pièges. En effet, dans certaines stations les Amphipodes peuvent être très nombreux et rapidement remplir les collecteurs, empêchant la capture des araignées et une bonne comparaison de leurs populations.

Les pièges ont ainsi été activés et relevés trois fois, toutes les deux semaines, le 28 mai, le 8 juin ainsi que le 22 juin.

Trois séances de chasse à vue et de captures par filet fauchoir ont aussi été effectuées, décalées dans le temps par rapport au piégeage en raison des conditions climatiques défavorables. Les chasses à vue ont eu lieu le 8 juin, le 25 juin et le 6 juillet, tandis que les transects de filet fauchoir ont été réalisés le 11 juin, le 22 juin et le 13 juillet.

Pour chaque station et à chaque date, quatre chasses à vue et quatre transects de filet fauchoir (20m de long, 30 coups de filet) sont effectués. Les chasses à vue de la première date ont été effectuées à l'aide d'un quadrat en aluminium (50 cm de côté) disposé sur le sol. Les araignées étaient alors prélevées jusqu'à épuisement du quadrat. Cette méthode, à priori efficace et très reproductible, n'était pas

satisfaisante car certaines araignées très rapides comme les *Pardosa* (espèces diurnes errantes) pouvaient s'échapper par les jours dus aux reliefs du sol et aux tiges de certains végétaux (comme l'Obione). De plus, le nombre d'individus ainsi capturés semblait faible. Une durée précise de chasse à vue (cinq minutes à deux personnes) sans quadrat a donc été préférée pour les dates suivantes.

## **II) 3- Traitement statistique des données et paramètres utilisés**

Les variables environnementales ainsi que les peuplements d'araignées ont été comparés à partir des paramètres suivants :

- différences de température, d'hygrométrie et de salinité du sol entre stations (testées par des ANOVA).
- analyse de similarité sur la composition spécifique des pièges (par Classification Ascendante Hiérarchique basée sur l'indice de Pearson).
- une Analyse Factorielle des Correspondances a été menée sur les pièges des cinq stations étudiées (4 pièges par station, pour un total de 20 pièges) et les effectifs totaux des 18 espèces capturées.
- richesses spécifiques des formations et des stations (testées par ANOVA).
- abondances relatives et spécifiques (testées par ANOVA)

Les différences entre stations des biomasses d'*Orchestia gammarella* sont testées par ANOVA.

Les ANOVA ont toutes été suivies de comparaison post-hoc de type Tukey (sous MINITAB version 12.1.) et les analyses multivariées ont été réalisées sous StatBoxPro version 5.0

Les paramètres de peuplements, d'abondances et de biomasses sont présentés graphiquement avec comme abscisse les stations rangées dans un ordre de succession théorique, de l'état supposé le plus « jeune » au plus « mature » (stations : pâturage intensif, pâturage moyen, pâturage léger, Obione, Chiendent).

### III) Résultats

#### III) 1- Analyse des variables environnementales

	% recouvrement	Tempe (°C)	Teneur eau (%)	Salinité (mS/m)	H.vég.(cm)	Ep.lit.(mm)
Pâturage intensif	Pu.90/Ag.10/Org.10	20,4	70,5	343,73	20	0
	Pu.90/Ag.5/Org.5/Gl.5	19,93	67,1	363,77	21	0
	Pu.90/Tr.5/Ag.5	19,97	66,63	223,23	12	0
	Pu.90/Jo.10/Ag.10	19,7	73,27	382,63	19	0
Pâturage moyen	Pu.90/Or.10/Fé.10	25,2	48,97	279,97	49	0
	Pu.90/Fe.5	27,43	47,27	265,77	33	0
	Pu.90/Fe.5	24,47	42,2	247,4	53	0
	Pu.90/Fe.10	26,47	45,27	283,73	57	0
Pâturage léger	Ob.70/Pu.30	22,8	50,5	286,03	37	0
	Ob.30/Pu.70	22	52,67	270	34	0
	Ob.30/Pu.70/Ch.5	22,47	47,33	318,97	74	0
	Ob.70/Pu.40	21,4	53,3	428,47	34	0
Chiendent	Chiendent 100	24,33	39,37	181	79	35
	Chiendent 100	22,37	48,27	474	92	38
	Chiendent 100	22,3	38,97	286,57	77	70
	Chiendent 100	22,6	37,2	305,5	86	40
Obione	Ob.90/Pu.10	21,03	45,93	386,33	47	0
	Obione 90	20,9	45,9	395,3	39	0
	Obione 95	20,8	42,13	543,93	44	0
	Ob.90/Pu.10	20,87	44,17	351,13	48	0

**Tableau 2 :** Paramètres environnementaux mesurés autour de chaque piège des stations sélectionnées (Ob.=Obione, Pu.=Puccinellie, Ch.=Chiendent, Ag.=Agrostis, Org.=Orge, Gl.=Glaux, Tr.=Trigloch, Jo.=Jonc de Gérard, Fé.=Fétuque rouge)(voir liste systématique en Annexe 5).

La station « Pâturage intensif » est caractérisée par une végétation très rase (hauteur maximale de 18cm) et une forte dominance de la Puccinellie. On peut remarquer la présence d'autres espèces comme l'Agrostis, l'Orge, le Jonc de Gérard ou le Trigloch.

La Puccinellie est toujours l'espèce végétale dominante dans la station « Pâturage moyen » mais la hauteur de la végétation est plus importante (48cm) et les espèces « accessoires » ont changé : c'est la Fétuque rouge qui est la mieux représentée.

La station « pâturage léger » retenue est quant à elle majoritairement recouverte par de l'Obione et de la Puccinellie. La hauteur maximale de la végétation dans cette station est de 44,75cm et on peut constater, comme pour les autres stations pâturées, qu'il n'y a pas de litière. La seule où une épaisseur de litière soit mesurable est la station à Chiendent. Les habitats envahis par cette plante sont par ailleurs très pauvres en diversité végétale, le pourcentage de recouvrement du Chiendent étant proche

de 100%. Les hauteurs de végétation y sont bien plus importantes que dans les autres habitats, atteignant 83,5cm.

La dernière station étudiée est caractérisée par un recouvrement en *Obione* très important (au moins 90%). La végétation est plus basse que dans la station à Chiendent mais atteint tout de même 45cm.

Les paramètres abiotiques ont été testés afin de voir s'il existait une différence significative entre stations. Il existe effectivement des différences significatives entre stations en ce qui concerne la température et l'hygrométrie mais des tests complémentaires ont montré que ces paramètres ont en fait varié avec l'heure des mesures et donc avec un échauffement du sol par le soleil (régressions linéaires, respectivement  $y=0,0171x+20,9$ ,  $R^2=8,5$ ,  $p<0,001$  et  $y=0,134x+57,4$ ,  $R^2=31,6$ ,  $p<0,001$ ,  $N=20$ ).

Par contre, les tests n'ont pas montré de différences significatives entre stations en ce qui concerne la salinité du sol (ANOVA,  $F=1.84$ ,  $p=0.173$ , 19 ddl).

### **III) 2- Présentation générale des peuplements d'Aranéides**

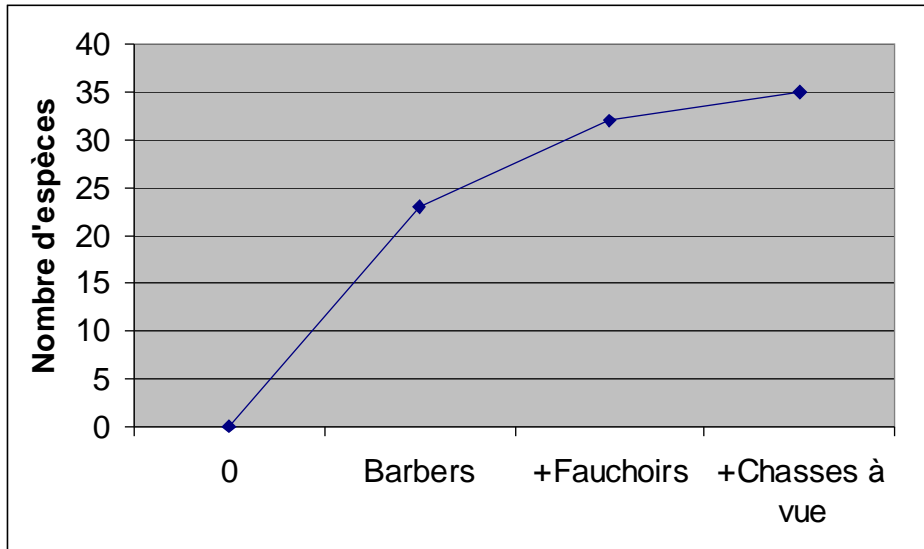
Pendant cette étude, 5070 individus ont été récoltés et identifiés, appartenant à 47 taxons, pour un total de 35 espèces réparties au sein de 10 familles (voir liste systématique en Annexe 3) (toutes les stations sont ici prises en compte). Cette différence entre nombre de taxons et nombre d'espèces s'explique par :

- la capture d'un individu immature dont le taxon n'a pas été recensé à l'état adulte (*Zelotes sp.*).

- la capture d'individus immatures appartenant à des espèces représentées par des formes adultes mais rarement identifiables à l'espèce (cas des *Pardosa sp.*, immatures des différentes espèces recensées de ce genre)

- la capture d'individus immatures, identifiés à la famille, en raison de leur trop jeune stade (cas d'immatures de Lycosidae, de Linyphiidae, de Clubionidae et d'Aranéidae).

Les différentes méthodes d'échantillonnage ont permis la capture d'espèces communes, présentes dans les trois types de prélèvements, tout en révélant la présence d'espèces propres à chacune (Fig. 4).



**Figure 4** : Nombre d'espèces apportées par chaque méthode.

### III) 2.1- Les pièges barbers

Le piégeage d'interception a permis la capture de 2753 individus appartenant à 23 espèces réparties dans 9 familles. Cinq espèces propres à ce mode de capture ont été recensées dont trois espèces diurnes errantes appartenant à la famille des Lycosidae (*Pardosa pallustris*, *P. prativaga* et *P. proxima*) ainsi qu'une espèce de Linyphiidae (*Oedothorax agrestis*) et une espèce de Thomisidae (*Ozyptila simplex*).

### III) 2.2- Les chasses à vue

Les chasses à vue ont permis de capturer 1611 individus pour un nombre total de 21 espèces appartenant à 7 familles. Trois espèces propres à ce mode de capture ont été identifiées, une Mimetidae (*Ero cambridgei*) et deux Linyphiidae (*Centromerita bicolor* et *Gnathonarium dentatum*). Ces espèces sont des tisseuses de toiles et échappent donc aux pièges d'interception.

### III) 2.3- Les fauchages

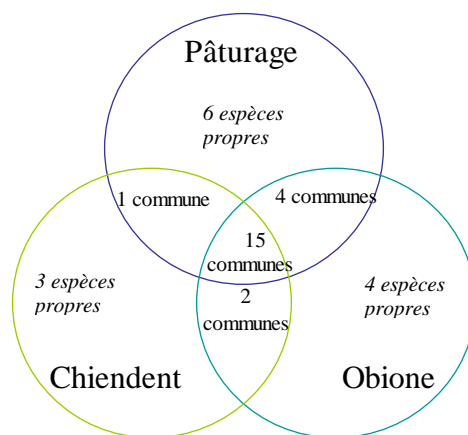
Cette technique a permis la capture de 706 individus parmi lesquels 22 espèces appartenant à 4 familles. La famille la mieux représentée dans ces prélèvements est sans conteste la famille des Linyphiidae avec 16 espèces sur les 22 et ceci certainement à cause de leur aptitude au « ballooning » : les adultes de cette famille peuvent être transportés par le vent grâce à un fil de soie qu'elles tissent et qu'elles laissent s'envoler, accroché à leur abdomen. Par beau temps, ces araignées grimpent en haut de la végétation afin de se laisser emporter et se retrouvent donc facilement dans le filet fauchoir. Les

autres espèces appartiennent à la famille des Araneidae tisseuses de toiles géométriques en hauteur dans la végétation ainsi qu'aux Therididae et aux Tetragnathidae.

### III) 3- Evaluation de l'impact de l'intensité du pâturage sur les Aranéides

#### III) 3.1- Composition spécifique et hétérogénéité des formations végétales

En additionnant les espèces par formations végétales, toutes dates, toutes stations et toutes techniques confondues, il est aisé d'apprécier le nombre d'espèces présentes dans plusieurs formations ou au contraire trouvées exclusivement dans une. On peut constater que beaucoup d'espèces sont communes aux trois formations végétales (15 espèces sur les 35 : Fig. 5).



**Figure 5** : Nombre d'espèces propres et communes des formations végétales étudiées.

Les six espèces considérées comme halophiles (en gras dans l'Annexe 3) sont présentes dans les trois formations.

Le nombre élevé d'espèces communes peut aussi s'expliquer par la présence d'espèces à large spectre écologique comme *Pachygnatha degeeri* ou *Tenuiphantes tenuis*.

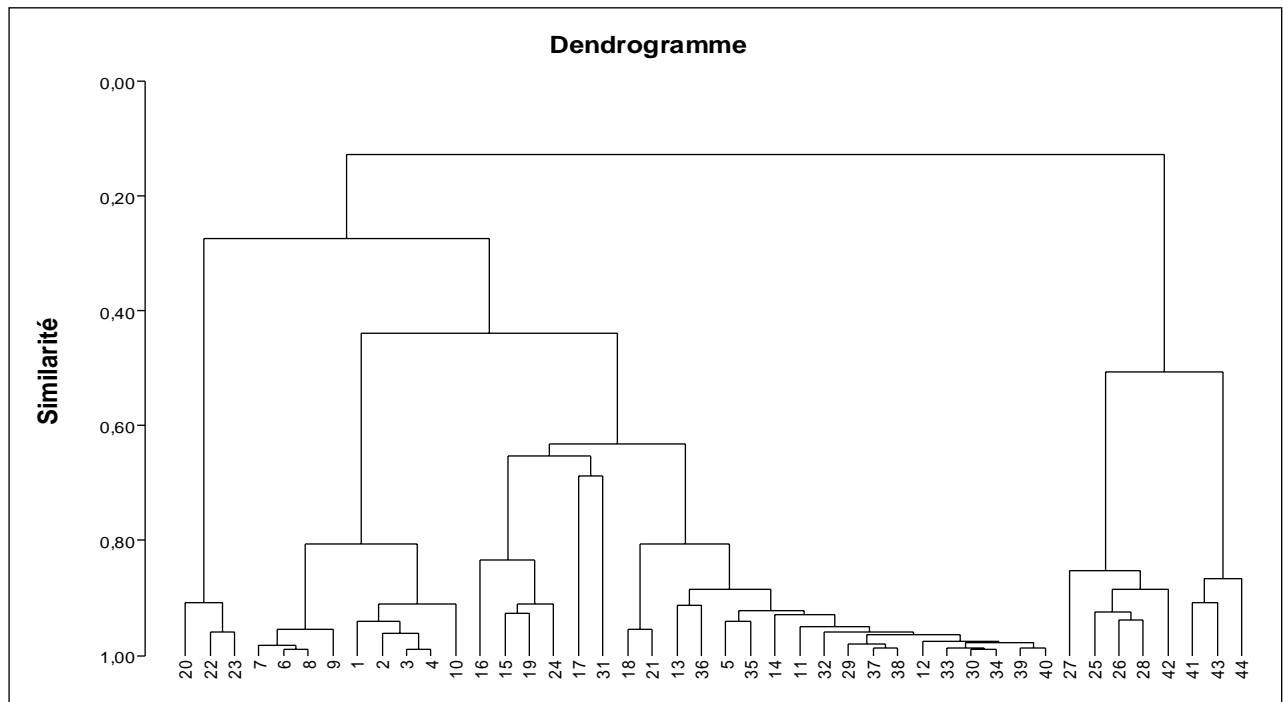
- La formation à Obione compte 4 espèces propres dont seuls des individus isolés ont été trouvés, à savoir *Araniella cucurbitina*, *Agyneta conigera*, *Ero cambridgei* et *Pardosa prativaga*.

-La formation à Chiendent est caractérisée par la présence de trois espèces propres dont deux Araneidae trouvées en grand nombre, *Argiope bruennechi* et *Neoscona adianta*. Ce sont deux tisseuses de toiles géométriques vivant exclusivement dans les hauteurs de la strate herbacée. Une Linyphiidae,



*Hilaira excisa*, très bonne aéronaute, vient compléter la liste. Un seul individu de cette espèce a été trouvé.

-La formation pâturée est quant à elle caractérisée par la présence de six espèces propres dont cinq sont des Linyphiidae (*Centromerita bicolor*, *Erigone vagans*, *Gnathonarium dentatum*, *Gongydiellum vivum*, *Oedothorax agrestis*) et une Lycosidae, *Pardosa proxima*.

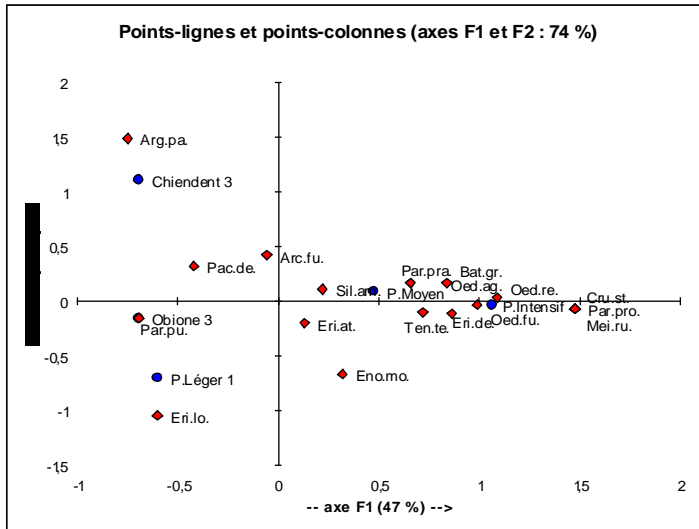


**Figure 6 :** Classification Hiérarchique des pièges d'interception basée sur l'indice de Pearson (critère du lien moyen).

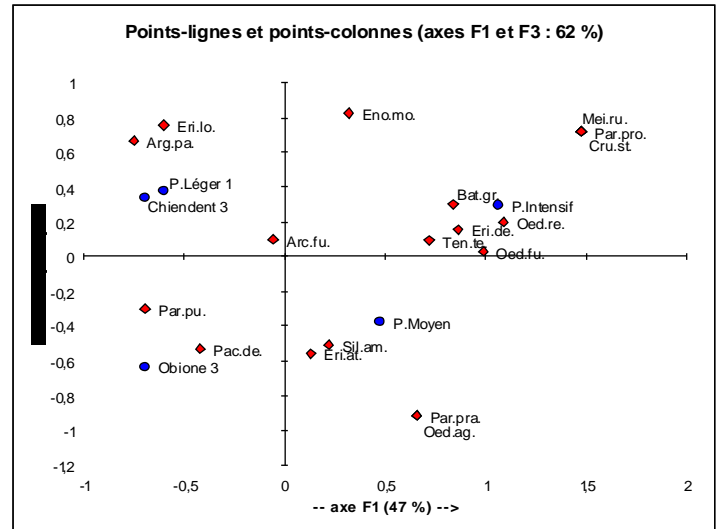
Le dendrogramme ci-dessus (Fig. 6) nous permet de vérifier, à partir des captures réalisées pendant l'ensemble de la durée d'étude, si les formations sont homogènes. On peut constater que les formations « Pâturage moyen » (pièges 41 à 44) et « Pâturage intensif » (pièges 25 à 28) sont similaires à près de 50% alors qu'elles sont distantes de plusieurs kilomètres. La formation « pâturage léger » (pièges 1 à 12) est assez homogène, hormis les pièges 5, 11 et 12, assez proches des formations à Obione et Chiendent. La formation à Obione (pièges 29 à 40) est quant à elle très homogène, seul le piège 31 est plus proche de la formation à Chiendent (pièges 13 à 24). Celle-ci est quant à elle assez hétérogène, les pièges 15, 16, 17, 19 et 24 étant dissimilaires à environ 40% des autres pièges de la formation.

### III) 3.2- Organisation générale des peuplements par station

Les stations sélectionnées, caractérisées par les effectifs totaux de toutes les espèces capturées (sur l'ensemble de la durée d'étude), ont été soumises à une Analyse Factorielle des Correspondances.



**Figure 7 :** Représentation sur les axes 1 et 2 de l'A.F.C. réalisée sur les abondances des espèces les plus fréquentes dans chaque station retenue.

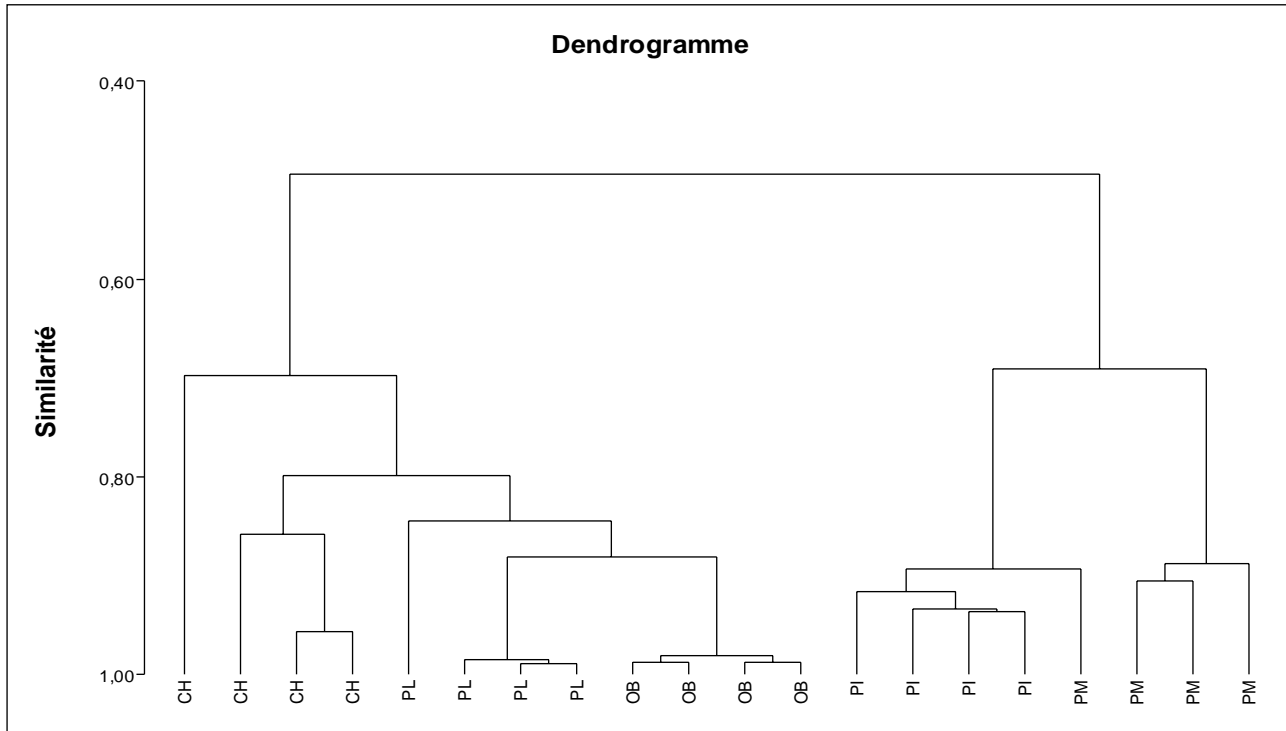


**Figure 8 :** Représentation sur les axes 1 et 3 de l'A.F.C. réalisée sur les abondances des espèces les plus fréquentes dans chaque station retenue.

L'axe 1 (47% d'inertie) individualise la station Pâturage intensif et l'oppose aux stations Obione 3, Chiendent 3 et Pâturage léger 1 (Fig. 7). La station Pâturage intensif est principalement associée aux espèces *Oedothorax fuscus* (33,084% de contribution à l'axe F1) et *Oedothorax retusus* (13,023% de contribution à F1). A l'opposé, les stations Obione 3, Chiendent 3 et Pâturage léger 1 sont associées à *Pardosa purbekensis* (26,101% de contribution à l'axe F1).

L'axe 2 (27% d'inertie) individualise fortement la station Chiendent 3 et l'oppose à la station Pâturage léger 1. Seuls deux points colonnes suffisent à expliquer la quasi-totalité de l'inertie de cet axe : il s'agit d'*Argenna patula*, espèce associée à la station Chiendent 3 (Arg.pa. : 54,527% de contribution à F2) et de *Erigone longipalpis* (Eri.lo. : 36,340% de contribution à l'axe F2).

Enfin, l'axe 3 (15% d'inertie) individualise la station Obione 3 et l'oppose aux stations Pâturage léger 1 et Chiendent 3 (Fig. 8). La station Pâturage léger 1 est associée à l'espèce *Erigone longipalpis* (33.839% de contribution à F3).

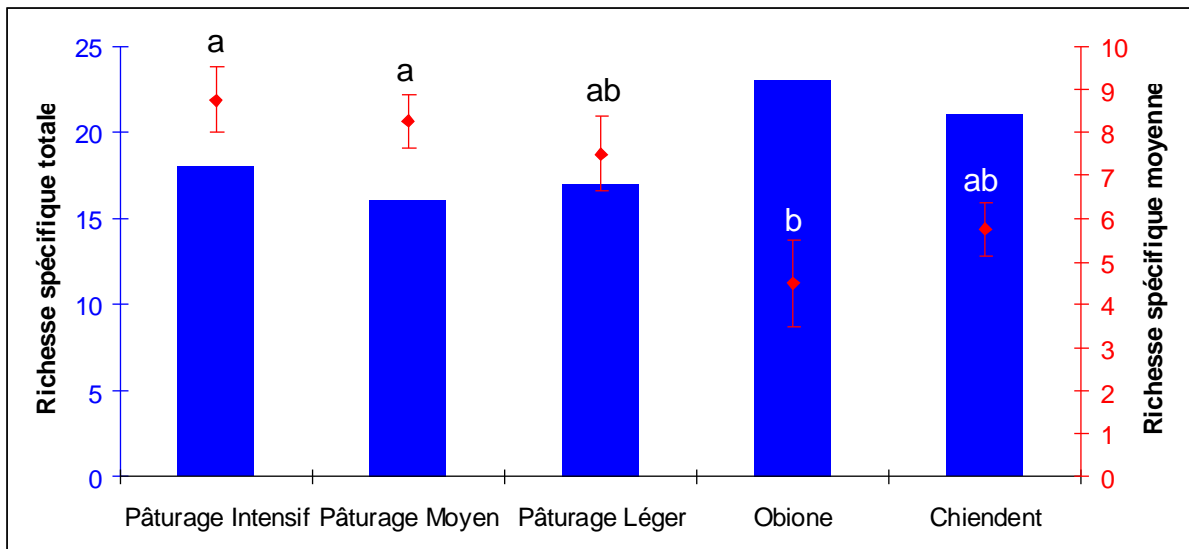


**Figure 9 :** Classification hiérarchique des pièges des stations étudiées basée sur l'indice de Pearson.

La figure 9 analyse les effectifs totaux par pièges des stations et montre bien les regroupements des pièges en fonction de leur station d'appartenance. Celles-ci sont toutes bien homogènes, sauf la « Pâturage moyen » (pièges codés PM) dont un des pièges est plus proche de ceux de la station « Pâturage intensif » (PI). Cette analyse confirme la similarité de ces deux stations pourtant distantes de plusieurs kilomètres. De plus, la partie gauche du dendrogramme fait apparaître la proximité entre les stations à Obione (OB), à Chiendent (CH) et à Pâturage léger (PL) (environ 80% de similarité).

### III) 3.3- Comparaison des richesses spécifiques entre stations

La figure 10 représente la richesse spécifique totale (nombre d'espèces présentes dans la station, toutes techniques de prélèvement confondues) et la richesse spécifique moyenne (moyenne des richesses spécifiques des quatre pièges d'interception d'une station), pour les 5 stations.

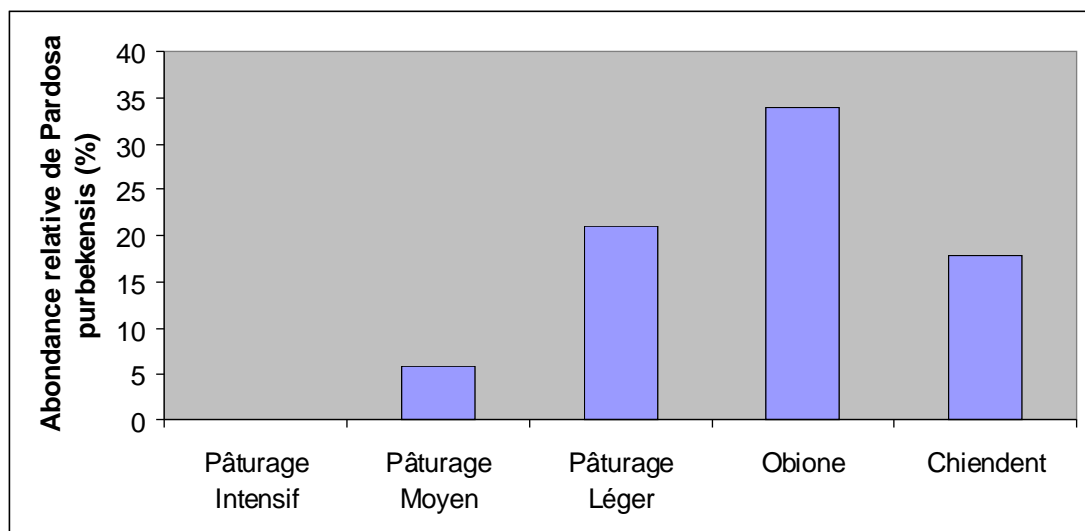


**Figure 10 :** Richesses spécifiques totales et moyennes (plus ou moins écart-type) des cinq stations étudiées. Des lettres successives différentes indiquent des différences significatives par test de Tukey.

La richesse spécifique moyenne varie significativement entre stations (test ANOVA, 15 ddl.,  $F=4,30$ ,  $p=0,016$ ) avec en particulier une augmentation de ce paramètre dans les habitats à pâturages intensif et moyen par rapport aux habitats à Obione (Fig. 10).

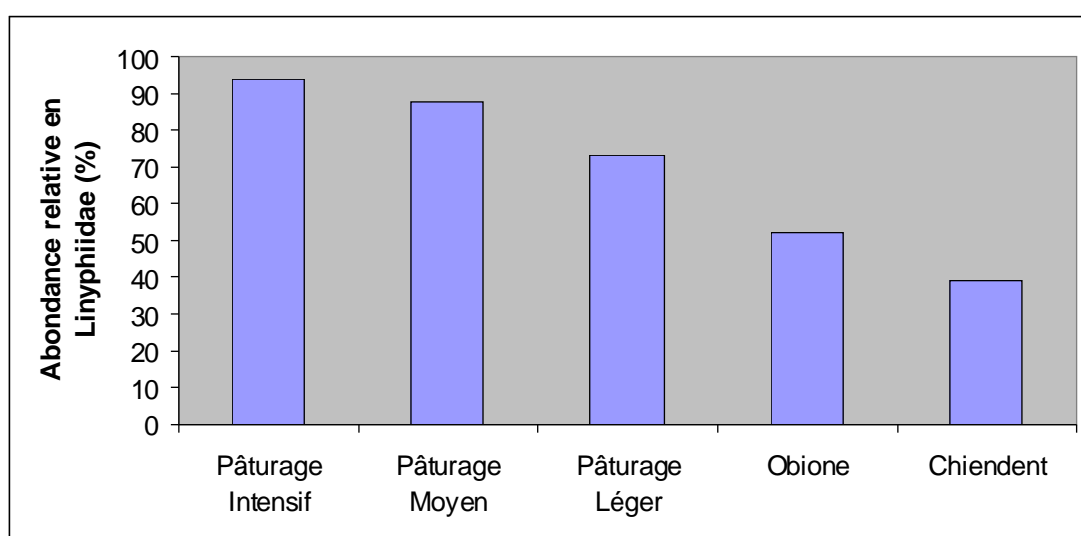
### III) 3.4- Comparaison des abondances relatives entre stations

Les figures suivantes présentent les abondances relatives (en pourcentage d'individus) de *Pardosa purbekensis*, des Linyphiidae et des espèces halophiles dans les différentes stations étudiées.



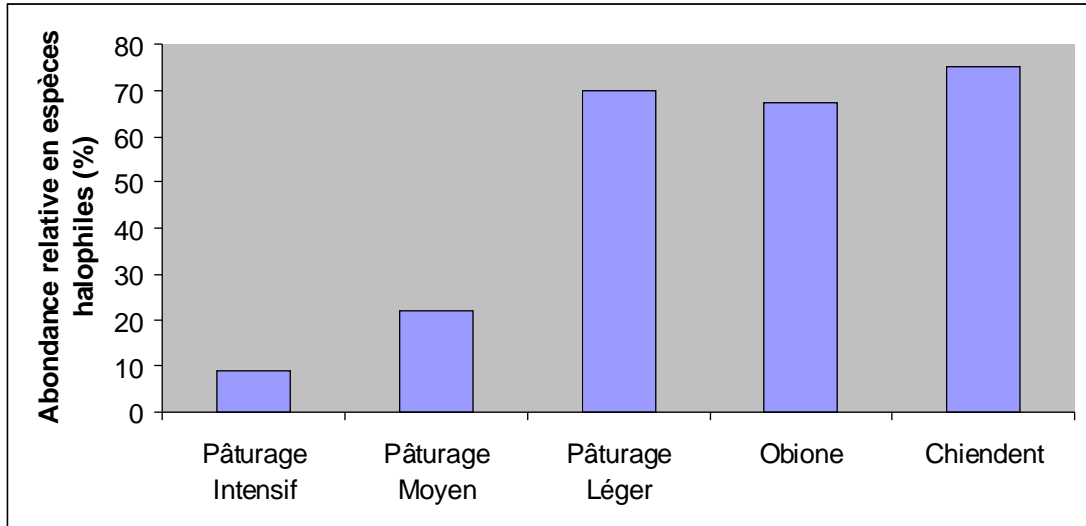
**Figure 11 :** Abondance relative de *Pardosa purbekensis* dans les différentes stations étudiées.

Sur ce graphique, on peut constater que les effectifs de *Pardosa purbekensis*, l'espèce la plus abondante en marais salés, suivent un gradient selon l'intensité du pâturage (Fig. 11). En effet, ils passent de zéro pour la station intensément pâturée à 21% pour la station peu pâturée, en passant par 6% dans la situation de pâturage intermédiaire. Le maximum est atteint pour la station à Obione où cette espèce représente presque 35% des effectifs totaux alors que pour la station à Chiendent *Pardosa purbekensis* ne représente que 18%.



**Figure 12** : Abondance relative en Linyphiidae dans les différentes stations étudiées.

On peut constater que l'abondance relative des araignées de la famille des Linyphiidae suit un gradient selon l'intensité de pâturage qui est inverse à celui suivi par *Pardosa purbekensis* (Fig. 12). En effet, l'abondance relative est maximale en pâturage intensif (94% des effectifs totaux) et décroît ensuite avec l'intensité du pâturage (pâturage moyen, 88% et pâturage léger, 73% des effectifs totaux). Dans le cas des stations à Obione et Chiendent, les abondances relatives en Linyphiidae continuent de chuter pour atteindre respectivement 59 et 32% des effectifs totaux.



**Figure 13 :** Abondance relative en espèces halophiles dans les différentes stations étudiées.

Si maintenant on s'intéresse aux abondances relatives des espèces halophiles, on peut voir qu'il existe de nouveau un gradient en ce qui concerne les stations pâturées (Fig. 13). En effet, si on cumule pour chaque station les effectifs totaux des six espèces halophiles présentes, on constate que le résultat ne dépasse pas les 10% en ce qui concerne le pâturage intensif. Ce pourcentage augmente rapidement avec la diminution de l'intensité du pâturage : on atteint les 22% pour une situation intermédiaire et les 70% dans le cas d'un pâturage léger. Dans le cas de l'Obione et du Chiendent, les abondances relatives en espèces halophiles atteignent respectivement 67 et 75% des effectifs totaux.

### III) 3.5- Comparaison des abondances spécifiques entre stations

Les abondances des 9 espèces principales (plus de 20 individus au total) ont été testées. Les abondances de *Argenna patula*, *Erigone longipalpis*, *Oedothorax fucus*, *O. retusus*, *Pardosa purbeckensis*, *Silometopus ambiguus* et *Tenuiphantes tenuis* sont significativement différentes entre stations (test ANOVA, 15 ddl., respectivement :  $F=11,76$ ,  $p<0,001$  ;  $F=138,30$ ,  $p<0,001$  ;  $F=14,36$ ,  $p<0,001$  ;  $F=8,75$ ,  $p=0,001$  ;  $F=6,31$ ,  $p=0,003$  ;  $F=7,59$ ,  $p=0,001$  ;  $F=4,86$ ,  $p=0,010$ ), à l'inverse de celles de *Arctosa fulvolineata* et de *Pachygnatha degeeri* qui ne montrent pas de différences significatives entre stations (test ANOVA, 15 ddl., respectivement :  $F=0,87$ ,  $p=0,867$  ;  $F=1,03$ ,  $p=0,423$ ).

Les figures suivantes présentent les 7 espèces dont les abondances moyennes sont significativement différentes entre stations.

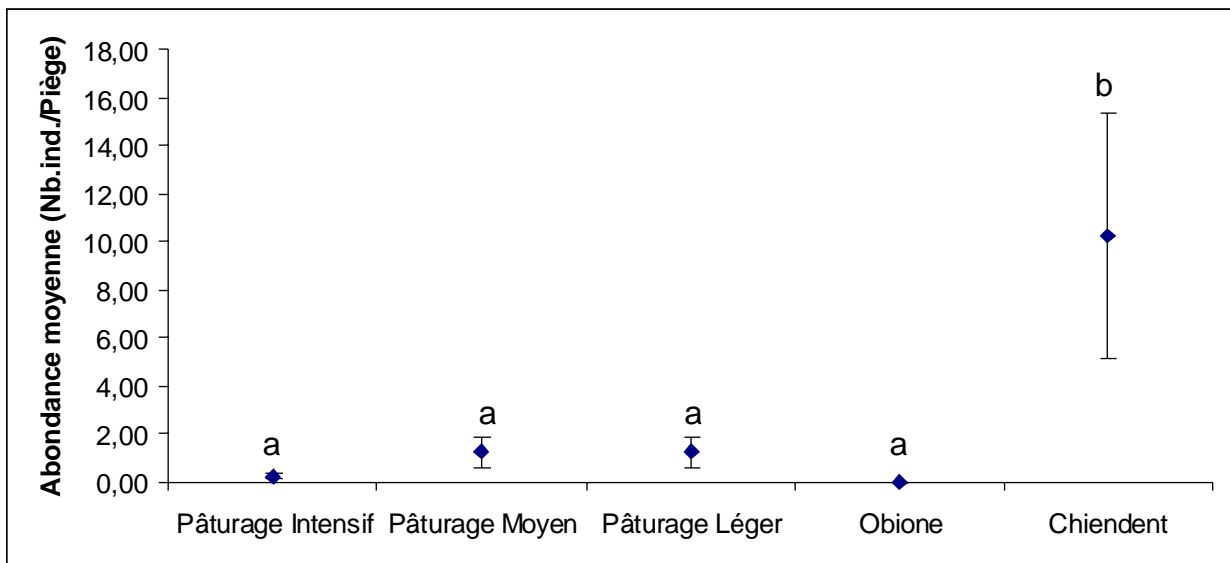


Figure 14 : Abondance moyenne de l'espèce *Argenna patula*. Des lettres successives différentes indiquent des différences significatives par test de Tukey.

*Argenna patula* apparaît caractéristique des habitats à Chiendent, son abondance dans cette station était significativement supérieure à celle de toutes les autres stations (Fig. 14).

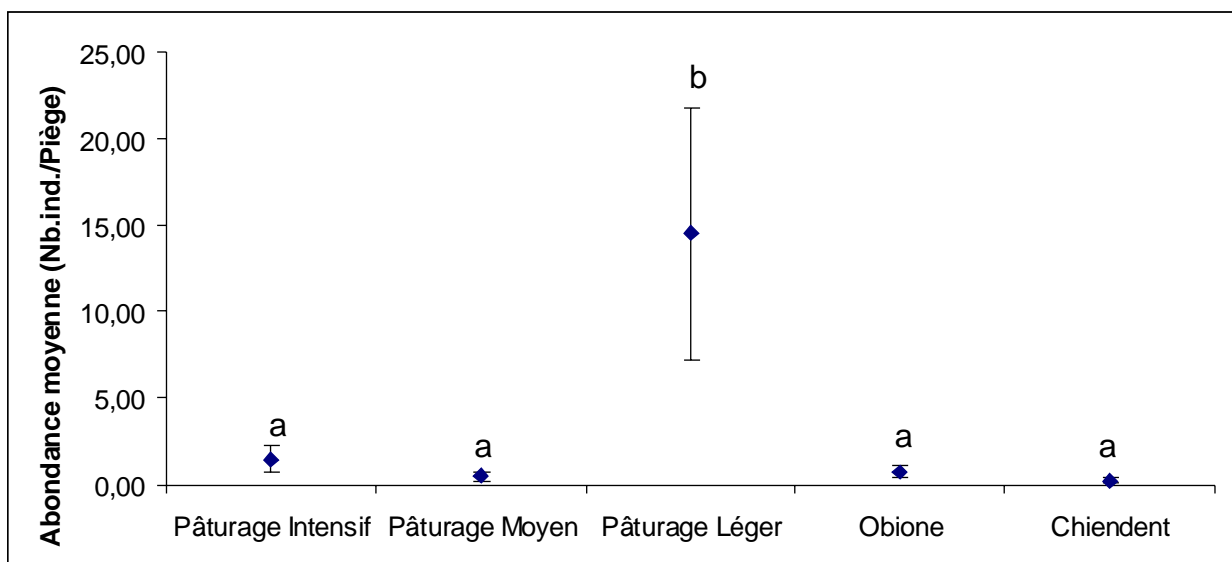
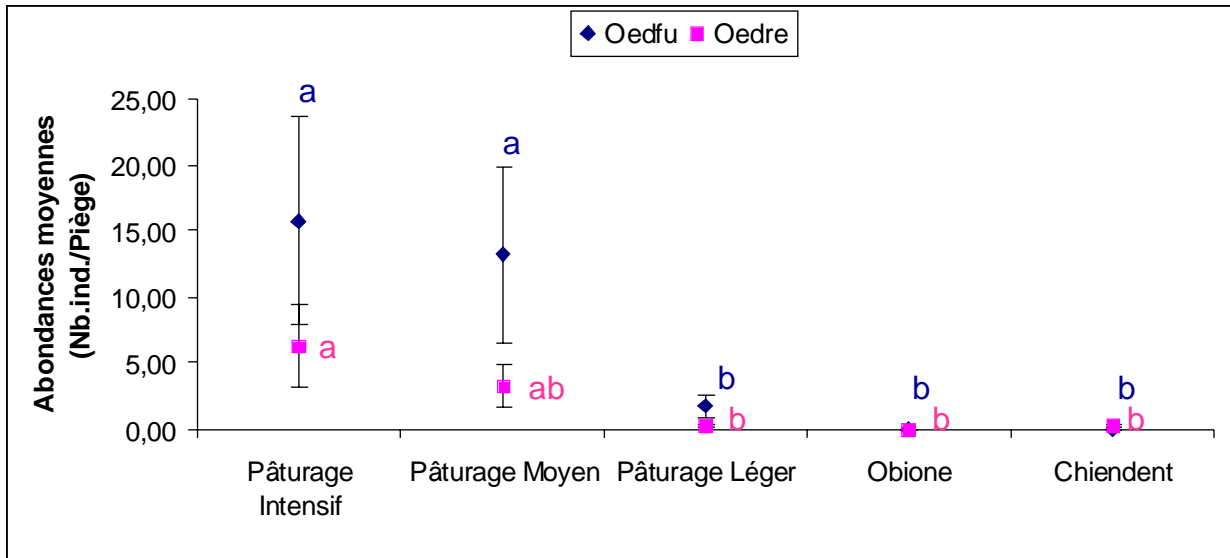


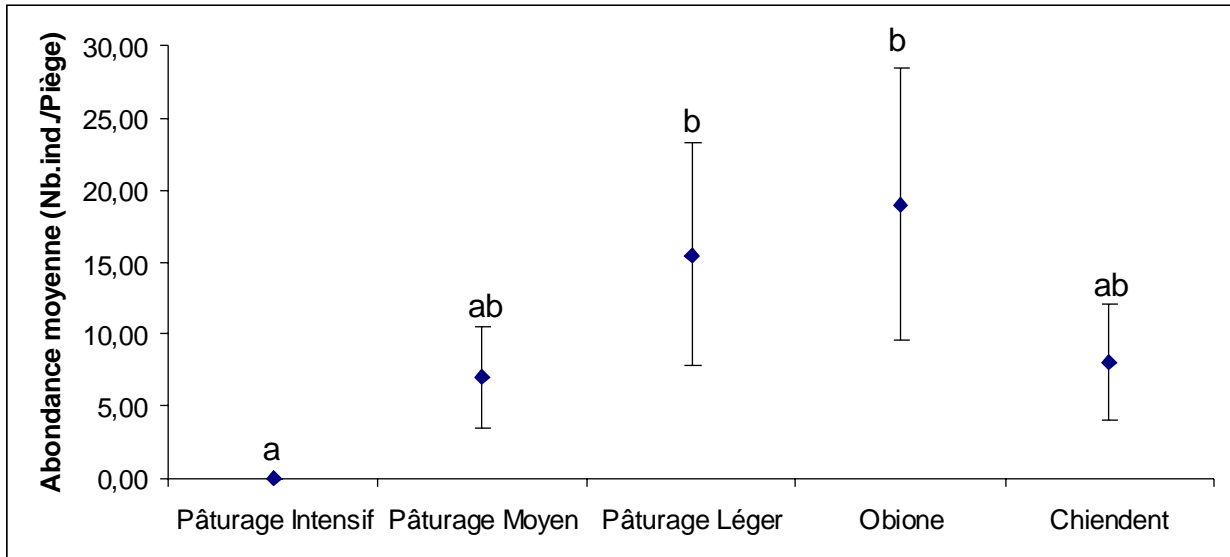
Figure 15 : Abondance moyenne de l'espèce *Erigone longipalpis*. Des lettres successives différentes indiquent des différences significatives par test de Tukey.

*Erigone longipalpis* apparaît caractéristique des zones légèrement pâturées, son abondance dans cette station était significativement supérieure à celle de toutes les autres stations (Fig. 15).



**Figure 16 :** Abundances moyennes des espèces *Oedothorax fuscus* et *Oedothorax retusus*. Des lettres successives différentes indiquent des différences significatives par test de Tukey.

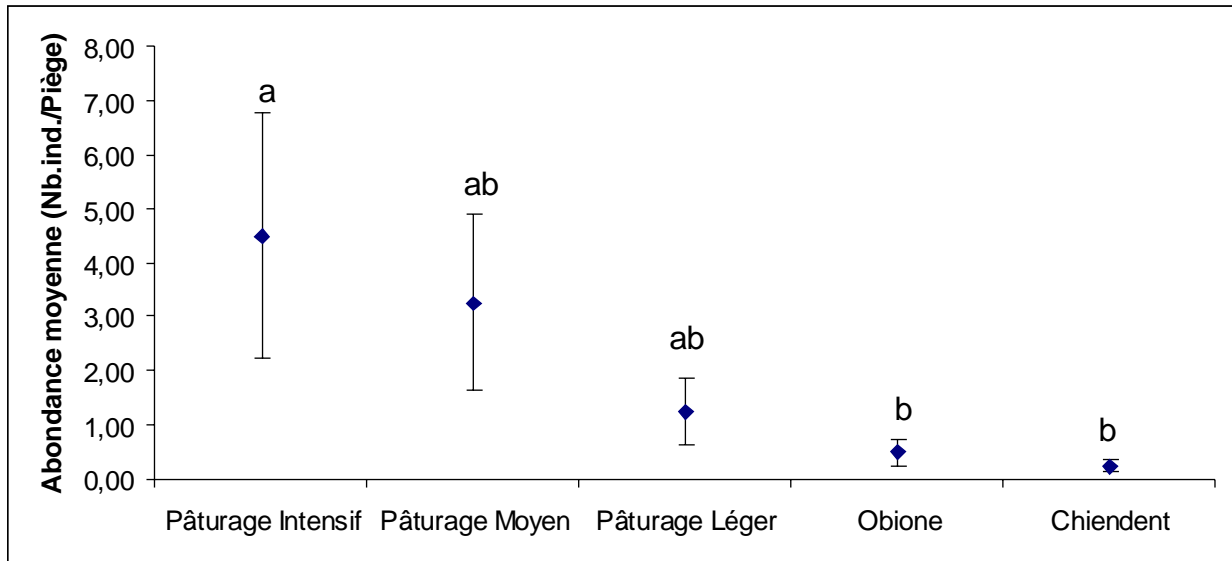
*Oedothorax fuscus* et *O. retusus* sont surtout abondantes dans les stations intensément pâturées, *O. fuscus* présentant en plus une augmentation significative dans les stations moyennement pâturées (Fig. 16). *O. retusus* suit la même tendance mais ses plus faibles effectifs empêchent probablement une validation statistique des différences observées.



**Figure 17 :** Abondance moyenne de l'espèce *Pardosa purbeckensis*. Des lettres successives différentes indiquent des différences significatives par test de Tukey.

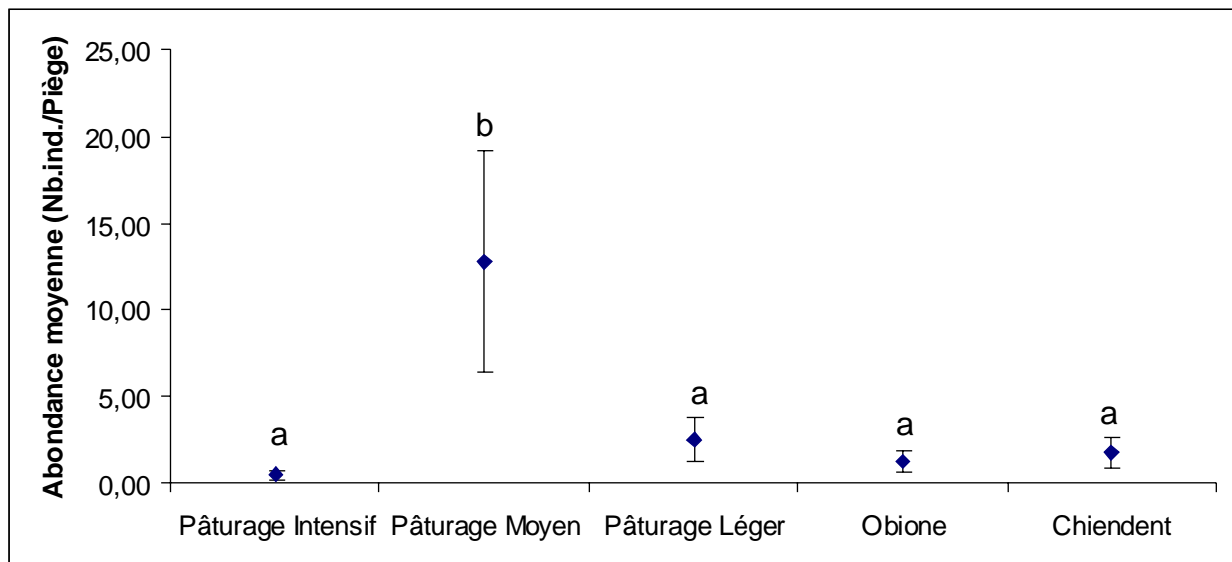
*Pardosa purbeckensis* présente une abondance particulièrement forte dans les habitats à Obione et légèrement pâturées mais ces différences ne sont significatives qu'entre ces deux habitats et celui intensément pâturé (Fig. 17).





**Figure 18 :** Abondance moyenne de l'espèce *Tenuiphantes tenuis*. Des lettres successives différentes indiquent des différences significatives par test de Tukey.

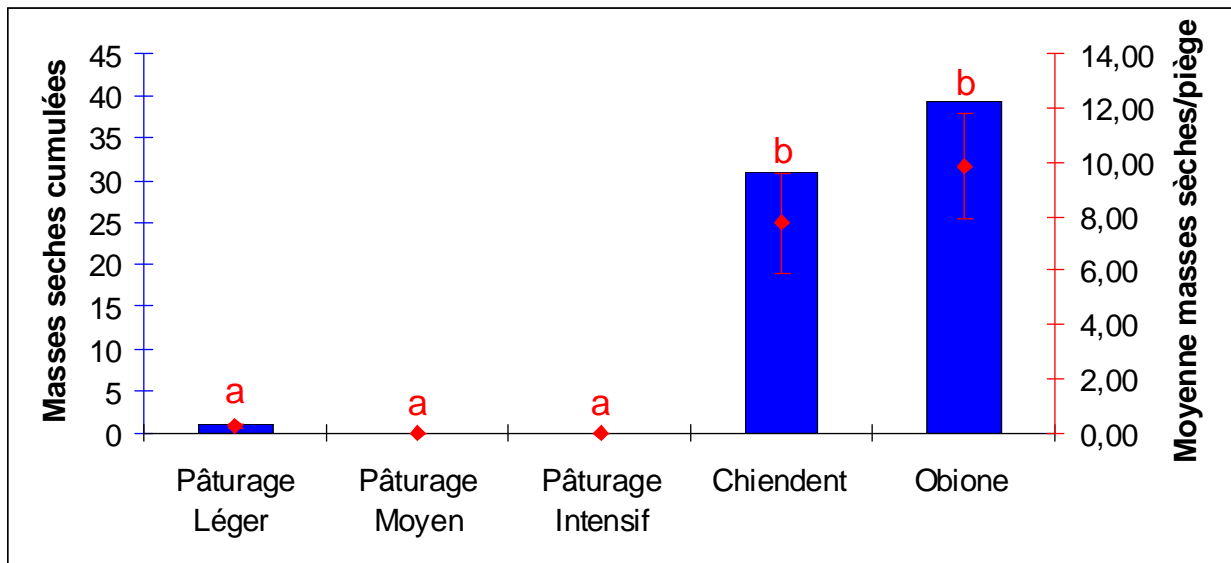
*Tenuiphantes tenuis* présente une abondance particulièrement forte en zones intensément pâturées, significativement supérieures à celles des habitats à Obione et à Chiendent mais ne différant pas de celles des autres stations pâturées (Fig. 18).



**Figure 19 :** Abondance moyenne de l'espèce *Silometopus ambiguus*. Des lettres successives différentes indiquent des différences significatives par test de Tukey.

*Silometopus ambiguus* apparaît caractéristique des zones moyennement pâturées, son abondance dans cette station était significativement supérieure à celle de toutes les autres stations (Fig. 19).

### III) 4- Evaluation de l'impact de l'intensité du pâturage sur les Amphipodes



**Figure 20 :** Masses sèches cumulées et moyennes d'*Orchestia* (en grammes, moyennes plus ou moins écart-type) des stations étudiées. Des lettres successives différentes indiquent des différences significatives par test de Tukey.

On peut aisément constater qu'il existe une grande différence de densité en Amphipodes entre les stations étudiées (ANOVA, 19 ddl,  $F=10,90$  et  $p=0,016$ ). En effet, dans les stations pâturées les masses d'*Orchestia* sont environ 32 à 2000 fois moins importantes que dans les stations à Obione et à Chiendent (Fig. 20).

Pour les pièges disposés dans la station à Chiendent, la biomasse d'Amphipodes moyenne capturée est moins importante que dans la station à Obione mais le test post-hoc révèle que la différence n'est pas significative.

## IV) Discussion - Conclusion

### IV) 1- Efficacité et pertinence du protocole d'étude.

Dans cette étude trois méthodes d'échantillonnage ont été utilisées, à savoir : le piégeage d'interception, les chasses à vue et le filet fauchoir. Ces trois méthodes se sont révélées parfaitement complémentaires, chacune d'entre elle apportant un certain nombre d'espèces nouvelles.

-Les pièges d'interception ont été particulièrement intéressants et efficaces du point de vue des Aranéidae, apportant la majorité des espèces de cette étude.

Cependant, en ce qui concerne les Orchestias, il semble qu'une activation de trois jours dans l'Obione et le Chiendent soit trop longue. En effet, dans notre étude aucune différence de biomasse n'a pu être montrée entre les stations à Obione et à Chiendent alors que LAFFAILLE et al. (2003) ont montré que les densités en amphipodes dans les zones à Chiendent étaient trois fois inférieures à celles des zones à Obione et ceci en relevant les pièges tous les jours.

Il faut préciser que les chapeaux spécifiquement conçus pour les zones pâturées ont été très efficaces, aucun d'entre eux n'ayant été arraché et ceci même en zone intensément pâturée. Il serait intéressant de les tester avec du plus gros bétail comme des bovins ou des équins.

-Les chasses à vue se sont aussi révélées efficaces mais l'expérience montre, en ce qui concerne le nombre d'individus récoltés, qu'il vaut mieux définir un temps précis de chasse plutôt qu'une surface limitée (une surface de 0,25m<sup>2</sup> semble en tous cas trop faible pour une capture efficace des araignées).

-La normalisation du protocole pour le filet fauchoir semble avoir été bonne même si aucune exploitation statistique n'est venue le confirmer. Cependant il faut noter qu'une période plus tardive de prélèvement aurait été bénéfique (juillet-août), le nombre d'individus immatures récoltés dans cette étude ayant été très élevé.

Les formations à Obione, Chiendent et Pâturage léger étudiées étaient sur le même site et l'on peut se demander si cette proximité a influencé les peuplements d'Aranéides. Les analyses de similarité effectuées (projetées par dendrogrammes) ont montré une forte similarité de deux stations pourtant très éloignées, les pâturages intensif et moyen. A l'inverse, la proximité des stations à Chiendent, Obione et pâturage léger n'a eu que peu d'effet sur leur similitude de peuplement, uniquement pour les quelques espèces d'aéronautes mais très peu pour les autres espèces.

#### **IV) 2- Impact du pâturage sur les populations et les peuplements d'Aranéides.**

Le pâturage, quelque soit son intensité, modifie le couvert végétal (l'Obione, préférentiellement pâturée par les moutons (DURANT, 2002, 2003), ne supporte pas cette pression et disparaît rapidement) et donc les peuplements d'Aranéides. On peut observer dans les stations pâturées une grande simplification de l'architecture de la végétation ce qui implique des changements des microclimats et des microhabitats (PETILLON, 2005) alors même que la structure des peuplements d'araignées dépend principalement de ces facteurs (WISE, 1993).

Si l'on s'intéresse à la composition spécifique au niveau des formations étudiées (pâturage, Obione, Chiendent, toutes dates, toutes techniques et toutes stations confondues), on peut constater que la formation la plus riche est la formation pâturée. Elle se distingue des deux autres par un nombre important d'espèces propres en plus des espèces communes à toutes les formations. Cinq de ces six espèces propres sont des Linyphiidae, petites espèces généralement associées à un couvert végétal bas. Or ces espèces n'ont été trouvées qu'en très petit nombre. On peut alors se demander si leur présence est accidentelle ou véritablement due à des populations pérennes. Seul un suivi à long terme de ces espèces permettrait de confirmer l'une ou l'autre des hypothèses. De plus, on ne peut pas vraiment comparer ces compositions spécifiques à l'échelle des formations car la formation pâturée a bénéficié d'un effort d'échantillonnage plus important, celle-ci étant divisée en trois formations distinctes, à savoir Pâturage intensif, Pâturage moyen et Pâturage léger, cette dernière étant elle-même divisée en trois stations de 4 pièges. Des prélèvements par filet fauchoir et chasses à vue ont été effectués dans chacune de ces trois « sous formations ». Les prélèvements de la formation pâturée comprenaient donc à chaque date vingt pièges, ainsi que 12 chasses à vues et 12 transects de filet fauchoir alors que les formations à Obione et à Chiendent ne comptaient chacune que 12 pièges, 12 chasses à vue et 12 transects de filet fauchoir. Il paraît donc logique qu'un plus grand nombre d'espèces ait été trouvé, l'effort d'échantillonnage ayant été plus important.

Il est toutefois possible de comparer les richesses spécifiques en s'intéressant aux seules cinq stations étudiées.

C'est dans la station à Obione que la richesse spécifique totale est la plus élevée. Viennent ensuite la station à Chiendent puis les stations pâturées.

Cela peut être expliqué par le fait que le pâturage simplifie considérablement la structure du couvert végétal alors que les populations d'Aranéides sont dépendantes de ce facteur.

A l'inverse, si l'on compare les richesses spécifiques totales aux richesses spécifiques moyennes, on constate qu'il existe une différence : dans les stations pâturage intensif et pâturage moyen, la richesse spécifique moyenne est plus importante que dans la station à Obione. Cette différence entre les deux types de richesses spécifiques est due au fait que les richesses totales sont calculées à partir de toutes les techniques alors que les moyennes sont calculées à partir des effectifs prélevés par les pièges d'interception. La végétation dans les stations pâturées est beaucoup plus rase que dans la station à Obione. Or beaucoup d'espèces ne se déplacent presque jamais au sol lorsqu'il existe une végétation avec des strates plus hautes. Dans les stations pâturées, ces strates étant presque inexistantes, la probabilité que ces espèces soient capturées par les pièges est donc bien supérieure à celle qui existe dans la zone à Obione. De plus, il y a de la litière dans le Chiendent et la strate herbacée est beaucoup plus haute. Dans l'Obione cette strate est aussi très importante. Les chasses à vue et les transects de filet fauchoir ont donc pu révéler un plus grand nombre d'espèces.

Le pâturage a un effet notable sur une des espèces patrimoniales des marais salés, à savoir *Pardosa purbekensis*. Cette Lycosidae est une araignée diurne qui chasse en poursuivant ses proies. Son abondance par rapport aux autres espèces (abondance relative) est très inférieure dans les trois stations pâturées et dans la station à Chiendent par rapport à la station à Obione. En effet, cette espèce est favorisée dans les habitats à Obione, plante dite à canopée. Dès qu'une zone à Obione est pâturée, la Puccinellie prend le dessus et l'architecture même de la végétation est profondément modifiée. Le couvert végétal s'homogénéise et le nombre de refuges disponibles diminue sensiblement (PETILLON, 2005), ce qui est très préjudiciable pour cette espèce diurne. Cependant les abondances moyennes de *Pardosa purbekensis* (nombre d'individus par piège) ne diffèrent significativement qu'entre la station intensément pâturée et les stations pâturage léger et Obione. Il est possible d'en déduire que la modification du couvert végétal n'est assez importante pour réduire les populations de cette espèce qu'à partir du pâturage intensif.

Il est intéressant de constater que les abondances d'*Arctosa fulvolineata*, une autre Lycosidae halophile à forte valeur patrimoniale, considérée comme rare et en danger en Angleterre (elle n'y est mentionnée que sur trois sites et en nombre réduit d'individus : HARVEY et al., 2002) et jamais trouvée dans les marais salés de Belgique (BAERT & MAELFAIT, 1999), ne varient pas significativement entre les différentes stations. Lors de précédentes études sur les peuplements d'Aranéides dans les habitats à Obione et à Chiendent, PETILLON et al. (2005b) ont montré que les abondances d'*Arctosa fulvolineata* ne présentaient pas non plus de différences significatives entre ces habitats alors que leurs densités variaient. Le comportement nocturne et leur mode de vie enfoui ont été avancés pour expliquer ces résultats. Ainsi, l'absence de différences significatives peut être expliquée par un problème méthodologique et les populations de cette espèce à très forte valeur patrimoniale restent donc à évaluer en situations pâturées.

Les effectifs totaux en espèces halophiles dans notre étude peuvent masquer des différences de populations entre les habitats étudiés suivant le même schéma que *Pardosa purbekensis*, même si certaines de ces espèces, comme *Erigone longipalpis* et *Silometopus ambiguus* (deux Linyphiidae) sont plus abondantes dans les stations Pâturage léger et Pâturage moyen. Pour *Erigone longipalpis*, ceci est explicable par le fait que c'est une aéroneute fréquente, favorisée par un couvert végétal bas. Beaucoup d'araignées de la famille des Linyphiidae, comme *Erigone atra*, *Oedothorax fuscus* et *Oedothorax retusus* sont favorisées par le pâturage pour les mêmes raisons, et particulièrement par un pâturage intensif (BONTE et al., 2000).

#### **IV) 3- Impact du pâturage sur les populations d'*Orchestia gammarella*.**

Le résultat le plus évident pour cette partie est bien sûr la très forte différence de biomasse en Amphipodes entre les stations pâturées d'une part et les stations à Obione et à Chiendent d'autre part. En ce qui concerne l'absence de différence de biomasse entre la station à Obione et celle à Chiendent, de nombreux facteurs n'ont pas pu être étudiés. Par exemple, nous savons que le Chiendent s'étend très rapidement mais nous ne savons pas précisément depuis quand la zone étudiée est envahie. Il pourrait exister une certaine résilience des populations d'Amphipodes qui ferait qu'ils sont encore nombreux dans une zone de Chiendent récente. De plus, les zones à Chiendent et à Obione étudiées

étant proches, on peut se demander si les *Orchestias* présentes dans la station à Chiendent ne pourraient pas venir coloniser celle-ci depuis la zone à Obione. Mais cette hypothèse est mise à mal par le fait que ces Amphipodes sont presque totalement absents de la zone à pâturage léger, pourtant à la même distance de la zone à Obione.

Les *Orchestias* sont donc nettement défavorisées par le pâturage, même s'il est très léger. En effet, ce sont des décomposeurs et cette espèce est tributaire de l'Obione, plante très productive dont les feuilles mortes sont la principale nourriture (BOUCHARD, 1996). Les feuilles qui tombent sont constamment dégradées et de ce fait il n'y a presque pas de litière. La Puccinellie, remplaçant l'Obione dans les zones pâturées, est beaucoup moins productive et ne peut donc pas nourrir les populations de cet Amphipode. Or le rôle d'*Orchestia gammarella* est primordial dans l'écosystème marais salé et côtier. En effet, ces Amphipodes sont une ressource alimentaire importante pour de nombreuses espèces de poissons (fonction de nurricerie : LAFFAILLE et al., 2000) et sont primordiaux pour la dégradation de la matière organique (phénomène essentiel pour assurer la fonction d'outwelling : PETILLON, 2005).

#### **IV) 4- Recommandations pour une gestion des marais salés.**

En conclusion, nous avons pu montrer lors de cette étude que :

- Le pâturage, quelle que soit son intensité, conduit à une quasi-disparition des populations d'Amphipodes.
- Les pâturages intensifs et moyens entraînent la mise en place de peuplements relativement similaires entre eux, plus riches que ceux des autres formations (en termes de nombre d'espèces), dominés par des Linyphiides aéronautes et où les espèces halophiles patrimoniales sont toujours présentes mais en effectifs fortement réduits. Certaines espèces halophiles comme *Silometopus ambiguus* sont tout de même favorisées par le pâturage moyen mais pas par l'intensif.
- Le pâturage léger permet quant à lui le maintien d'abondances relatives en espèces halophiles satisfaisantes tout en permettant l'implantation d'un certain nombre d'espèces aéronautes plus continentales.

Tout ceci met en exergue le problème du choix de la biodiversité à préserver et à favoriser.

D'un côté, la biodiversité en termes de nombre d'espèces d'Aranéides semble favorisée par un pâturage intensif alors que la biodiversité originale des marais salés (espèces halophiles) chute en terme d'effectifs dès que l'intensité du pâturage dépasse un certain stade.

Il est donc relativement aisé de préconiser une charge de pâturage en ce qui concerne les Aranéides. Un gestionnaire pourrait favoriser un pâturage modéré, afin de maintenir la biodiversité halophile et de permettre à des espèces plus continentales de coloniser les marais salés.

Il ne faut cependant pas oublier les résultats obtenus pour les Amphipodes qui montrent que le pâturage est néfaste pour leurs populations, même à une très faible intensité. Connaissant l'importance de ces crustacés pour l'écosystème de la baie, il ne paraît pas logique de vouloir favoriser et étendre le pâturage, sous peine d'une perte pure et simple de ces fonctionnalités écologiques majeures.

Le Chiendent, malgré son caractère invasif, paraît moins néfaste que le pâturage pour les populations d'invertébrés. NOUGUES (2004) a montré que le Chiendent, géré par une fauche annuelle, favorise le maintien et l'abondance d'espèces d'Aranéides halophiles. Il conviendrait d'étudier les densités en *Orchestias* de ces zones fauchées afin de vérifier si elles favorisent aussi les Amphipodes.

Dans la littérature, les auteurs recommandent, pour différents milieux, de favoriser une hétérogénéité structurelle des écosystèmes pour augmenter la biodiversité. Dans le cas de zones pâturées, il est souvent recommandé de mettre en place une mosaïque de patchs pâturés et non pâturés afin de favoriser une biodiversité optimale (DENNIS et al., 2001 ; PETILLON & FRANCOIS, 2004).

Pour les prés salés, cette solution semble satisfaisante. ZULKA et al. (1997) font la même recommandation pour des prés salés autrichiens (marais salés continentaux). Dans le cas de la baie du Mont Saint Michel, la solution serait une alternance de zones à Chiendent fauché, de zones naturelles à *Obione* et des zones pâturées à diverses intensités (tout en limitant au maximum la superficie des zones à pâturage intensif).



## V) Bibliographie

- BAERT L. & MAELFAIT J.P., 1999. The spider fauna of the Belgian salt marshes. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, **69** : 5-18.
- BONTE D., MAELFAIT J.P. & HOFFMANN M., 2000. The impact of grazing on spider communities in a mesophytic calcareous dune grassland. *Journal of Coastal Conservation*, **6** : 135-144.
- BOUCHARD V., 1996. Production et devenir de la matière organique des halophytes dans un marais sale européen en système macrotidal (Baie du Mont Saint-Michel). Thèse de l'Université de Rennes I, Université de Rennes I, 209 p.
- CANARD A., 1989. Utilisation comparée de quelques méthodes d'échantillonnage pour l'étude de la distribution des araignées des landes. *Atti della Societa Toscana di Scienze Naturali*, **88** : 84-94.
- CANARD A. & YSNEL F., 2000. Practical use of a single index to estimate the global range of rarity of spiders communities in Western France. Proceedings of the 19<sup>th</sup> European Colloquium of Arachnology, Arhus, 17-22 July.
- CANARD A., 2005. Catalogue of Spiders species from Europe and the Mediterranean basin. Parts I & II. Revue Arachnologique, tome 15 fascicule 3, J.C. Ledoux Imprimeur-Editeur. 255p.
- CHAMPION E., BLANCHON J.J., EGRETEAU C., METAIS M., 2000. Gestion patrimoniale des zones humides des marais centre atlantiques. Guide technique et recueil d'expériences. Ligue de Protection des Oiseaux, Poitiers, 121p.
- DENNIS P., YOUNG M.R., BENTLEY C., 2001. The effects of varied grazing management on epigeal spiders, harvestmen and pseudoscorpions of *Nardus stricta* grassland in upland Scotland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **86**: 39-57.
- 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.
- DÖBEL H.G., DENNO R.F. & CODDINGTON J.A., 1990. Spider (Araneae) Community Structure in an Intertidal Salt Marsh: Effects of Vegetation Structure and Tidal Flooding. *Environmental Entomology*, **19**(5) : 1356-1370.
- DURANT D., 2002. Conséquences du pâturage ovin et du broyage sur la végétation de la réserve de chasse maritime de la Baie du Mont Saint-Michel. Rapport d'étude pour le compte de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage et le centre d'étude Biologique de Chizé. 22p.+ Annexes
- DURANT D., 2003. Conséquences du pâturage ovin et du broyage sur la végétation de la réserve de chasse maritime de la Baie du Mont Saint-Michel. Rapport d'étude pour le compte de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage et le centre d'étude Biologique de Chizé. 21p.+ Annexes
- HÄNGGI A., STOCKLIE E. & NENTWIG W., 1995. *Habitats of central European spiders*. Série Miscellanea Faunistica Helvetiae, volume 4. Neuchâtel: Centre suisse de cartographie de la faune. 460 p.
- HARVEY P.R., NELLIST D.R. & TELFER M.G., 2002. Provisional atlas of British spiders (Arachnida, Araneae). Volumes 1 & 2. Biological Records Centre, Huntington (Angleterre), 406 p.
- HEIMER S. & NENTWIG W., 1991. *Spinnen Mitteleuropas*. Verlag Paul Parey, Berlin (Allemagne), 529p.

- LAFFAILLE P., LEFEUVRE J.C. & FEUNTEUN E., 2000. Impact of sheep grazing on juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., in tidal salt marshes. *Biological conservation*, **96** : 271-277.
- LAFFAILLE P., PETILLON J., PARLIER E., VALERY L., AUBERT C., YSNEL F., RADUREAU A., FEUNTEUN E., & LEFEUVRE J.C., 2003. Does the invasive plant *Elytrigia* spp. modify fish nursery function 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 Managements*, **8**: 147-161.
- LEFEUVRE J.C., LAFFAILLE P., FEUNTEUN E., BOUCHARD V. & RADUREAU A., 2003. Biodiversity in salt marshes : from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont Saint-Michel bay. *Comptes rendus Biologies*, **326** : 125-131.
- MAELFAIT J.P. & BAERT L., 1988. Les araignées sont-elles de bons indicateurs écologiques? *Bulletin de la société scientifique de Bretagne*, **59** : 155-160.
- NOUGUES D., 2004. Conséquences de la gestion du Chiendent sur la restauration de la biodiversité en marais salés : exemple des peuplements d'Aranéides. Mémoire de Maîtrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes. Institut de Biologie et d'Ecologie Appliquée d'Angers, 39p. + Annexes.
- PETILLON J., 2002. Structure des peuplements d'Aranéides en Baie du Mont Saint-Michel : facteurs de répartition 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 - Université de Paris VII, 48p. + Annexes.
- PETILLON J., FRANCOIS A., 2004. Les peuplements d'araignées de la vallée du Canut : inventaire en vue d'une évaluation des mesures de gestion conservatoire. Rapport d'étude du GRETIA pour le compte du conseil général d'ILLE-et-VILAINE. 43p. + Annexes.
- PETILLON J., YSNEL F., LE GLEUT S., LEFEUVRE J.C. & CANARD A., 2004. Responses of spider communities to salinity and flooding in a tidal salt marsh (Mont St-Michel Bay, France). *Arthropoda Selecta*, **1 (h.s.)** : 235-248.
- PETILLON J., 2005. Evolutions structurales, conservatoires et fonctionnelles de marais salés envahis par le Chiendent : étude de communautés d'arthropodes en baie du Mont Saint-Michel. Thèse de Doctorat mention Biologie, Université de Rennes I. 171p.
- PETILLON J., YSNEL F., VALERY L., CANARD A. & LEFEUVRE J.C., 2005a. Impact of 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.
- PETILLON J., YSNEL F., LEFEUVRE J.-C. & CANARD A., 2005b. 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., 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.

ROBERTS M.J., 1987. *The spiders of Great Britain and Ireland*. Harley Books. Colchester (Angleterre), 229p. (Volume 1: Atypidae – Theridiosomatidae), 204p. (Volume 2 : Linyphiidae) 256p. (Volume 3: Planches et espèces additionnelles).

ROBERTS M.J., 1995. *Spiders of Britain and Northern Europe*. Harper Collins Publishers. Londres (Angleterre), 383p.

WISE D.H., 1993. *Spiders in Ecological Webs*. Cambridge studies in ecology. Cambridge University Press, Cambridge (Angleterre), 328p.

ZULKA K.P., MILASOWSZKY N. & LETHMAYER C., 1997. Spider biodiversity potential of an ungrazed and a grazed inland salt meadow in the National Park 'Neusiedler See-Seewinkel' (Austria): implications for management (Arachnida: Araneae). *Biodiversity and Conservation*, **6**: 75-88.

### **Crédits photographiques :**

**Première de couverture :** M. de Flores (Zone de pâturage ovin dans la baie du Mont Saint Michel)

**Page 2 :** M. de Flores (Pâturage ovin dans la baie du Mont Saint Michel)

**Page 5 :** M. de Flores (Pièges Barber)

**Annexes pages 2, 3 et 4 :** M. de Flores (Photos des espèces halophiles à la loupe trinoculaire)

**Annexes page 6 :** Institut Géographique National (Photographie aérienne des formations à Obione, Chiendent et pâturage léger)

# ANNEXES

Liste des annexes :

**Annexe 1** : Présentation de la structure d'accueil.

**Annexe 2** : Fiches descriptives des espèces halophiles présentes dans la baie du Mont Saint Michel.

**Annexe 3** : Liste taxonomique des araignées capturées pendant l'étude (Nomenclature selon Canard, 2005).

**Annexe 4** : Carte des stations à Obione, Chiendent et Pâturage léger.

**Annexe 5** : Liste des principales espèces végétales relevées pendant l'étude.



Direction Régionale de l'Environnement  
BASSE-NORMANDIE

# Direction Régionale de l'Environnement de Basse Normandie

## Utilisation pastorale de herbus de la Baie du Mont Saint Michel et gestion de la biodiversité

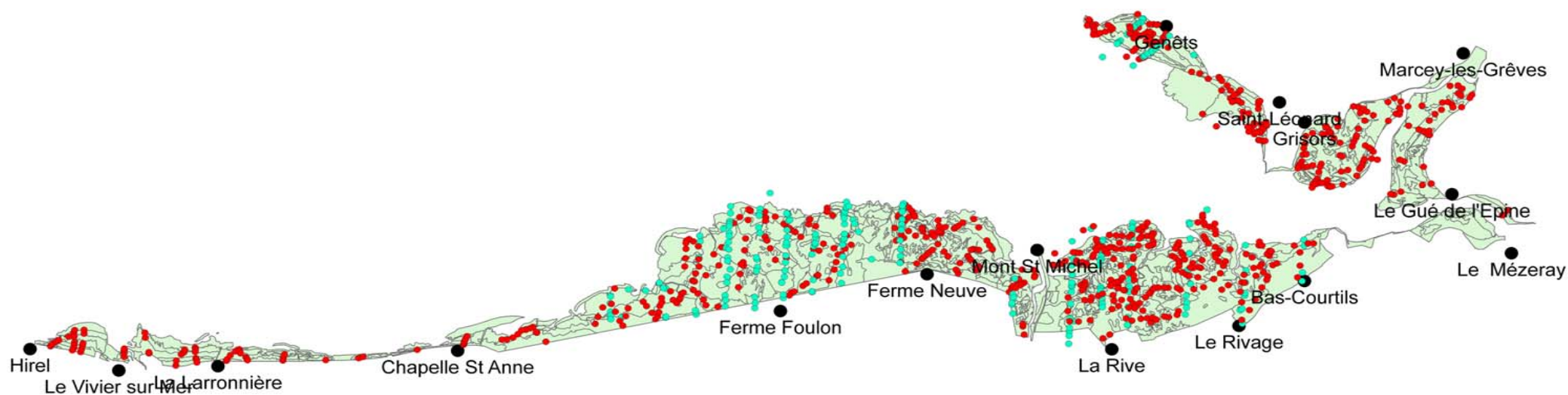


Cahier cartographique  
Octobre 2007

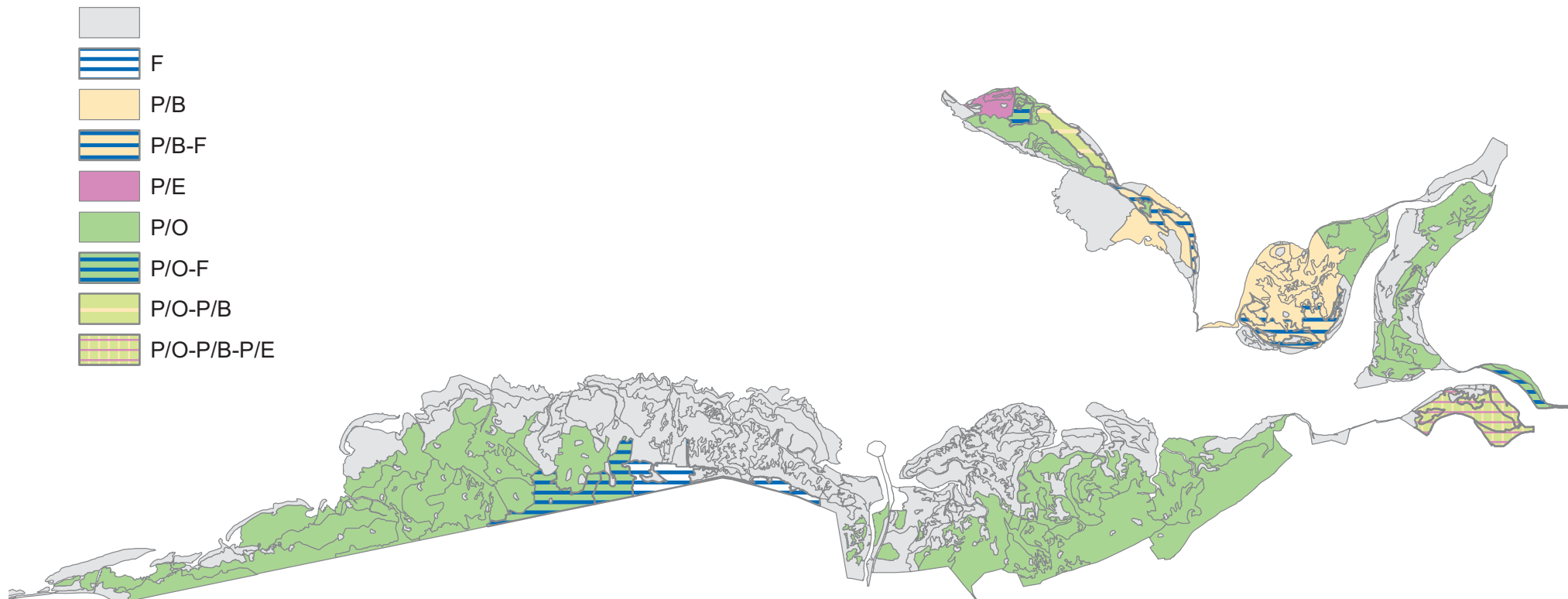


# Ensemble des points et séquences de relevés de végétation pour l'établissement de la carte de la végétation des marais salés de 2002

En bleu les relevés de 2003 (Loïc Valéry & Alain Radureau) et en rouge les relevés de 2007 (Benoît Lefeuvre & Alain Radureau)



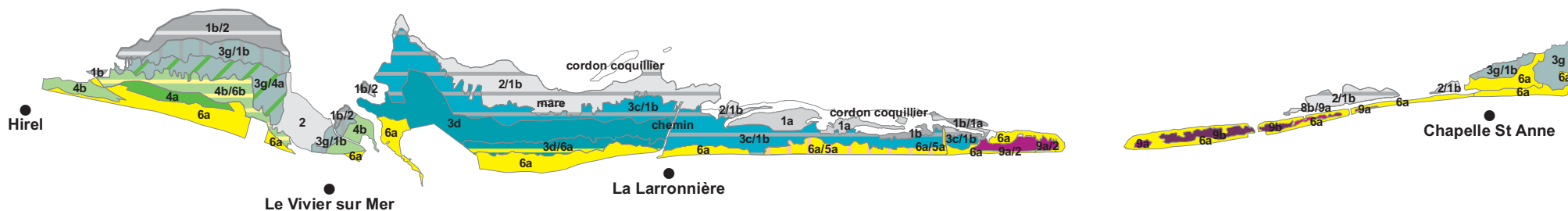
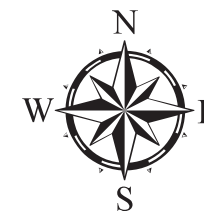
# Utilisation des marais salés de la Baie du Mont St Michel



0 875 1 750 3 500 Mètres

# Cartographie de la végétation des marais salés de la Baie du Mont St Michel

## Herbus du Vivier 2002



### Végétation pionnière des hautes slikkes

- 1a- Groupement ouvert à salicornes annuelles
- 1b- Groupement ouvert à Suaeda maritima
- 2- Groupement en tâches à Spartina townsendii

### Pelouse à dominante vivace Puccinella maritima

- 3a- Pelouse à Puccinella maritima accompagnée de touffes de Arthrocnemum perenne
- 3b- Pelouse ouverte à Puccinella maritima avec dominance estivale de Suaeda maritima en strate supérieure
- 3c- Pelouse rase et dense à Puccinella maritima (typique)
- 3d- Pelouse à Puccinella maritima parsemée de petits buissons nains de Atriplex portulacoides
- 3e- Pelouse ouverte à Puccinella maritima avec dominance estivale de Salicornia ramosissima
- 3f- Pelouse à Puccinella maritima parsemée de tâches de Triglochin maritima
- 3g- Pelouse à Puccinella maritima parsemée de tâches d'Aster tripolium

### formations semiligneuses à Atriplex portulacoides

- 4a- Fourrés ras, monospécifiques à Atriplex portulacoides
- 4b- Fourrés ras, avec faciès estival d'Aster tripolium

### prairie à dominante vivace Festuca rubra

- 5a- Prairie dense à Festuca rubra
- 5b- Prairie rase à Festuca rubra avec apparition estivale de Parapholis strigosa
- 5c- Prairie rase à Festuca rubra avec voile annuel de Hordeum marinum
- 5d- Prairie rase à Festuca rubra parsemée de tâches de Limonium lychidifolium

### Prairie dense de hautes herbes à Elymus athericus

- 6a- Prairie dense de hautes herbes à Elymus athericus
- 6b- Prairie à Elymus athericus peuplée localement de Chénopodiacées nitrophiles

### Prairie\_rase, pâturée, à dominante Agrostis stolonifera

- 7a- Prairie rase paucispécifique à Agrostis stolonifera
- 7b- Prairie à Agrostis stolonifera, avec tâches estivales de Trifolium fragiferum
- 7c- Prairie de contact supérieur mésophile
- 7d- Prairie ouverte à Agrostis stolonifera avec Glaux maritima

### Jonçaiés

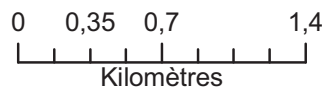
- 8a- Formation de type prairial à Joncus gerardii
- 8b- Touffes hautes et denses à Joncus maritimus

### Roselières

- 9a- Roselière à Phragmites communis
- 9b- Roselière à Scirpus maritimus

### Végétation des milieux de contact

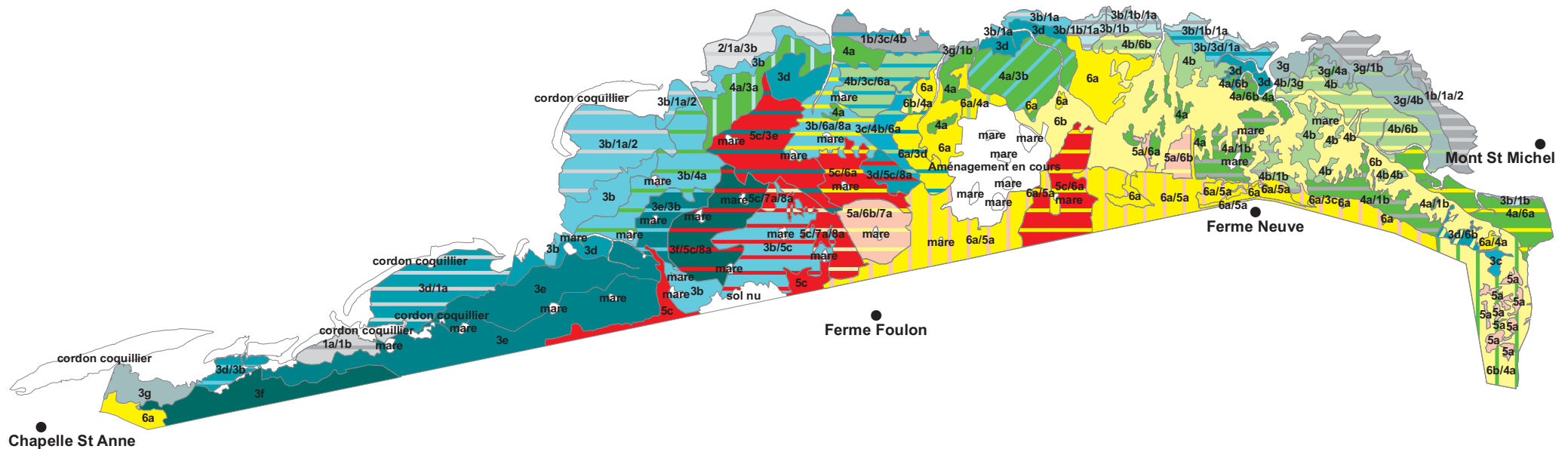
- 10b- Végétation ouverte des cordons coquilliers stabilisés
- 11- Pelouse de haut estuaire dominée par Lolium perenne





# Cartographie de la végétation des marais salés de la Baie du Mont St Michel

Herbus de l'OUEST  
2002



## Végétation pionnière des hautes slikkes

- 1a- Groupement ouvert à salicornes annuelles
- 1b- Groupement ouvert à Suaeda maritima
- 2- Groupement en tâches à Spartina townsendii

## Pelouse à dominante vivace Puccinellia maritima

- 3a- Pelouse à Puccinella maritima accompagnée de touffes de Arthrocnemum perenne
- 3b- Pelouse ouverte à Puccinella maritima avec dominance estivale de Suaeda maritima en strate supérieure
- 3c- Pelouse rase et dense à Puccinella maritima (typique)
- 3d- Pelouse à Puccinella maritima parsemée de petits buissons nains de Atriplex portulacoides
- 3e- Pelouse ouverte à Puccinella maritima avec dominance estivale de Salicornia ramosissima
- 3f- Pelouse à Puccinella maritima parsemée de tâches de Triglochin maritima
- 3g- Pelouse à Puccinella maritima parsemée de tâches d'Aster tripolium

## formations semiligneuses à Atriplex portulacoides

- 4a- Fourrés ras, monospécifiques à Atriplex portulacoides
- 4b- Fourrés ras, avec faciès estival d'Aster tripolium

## prairie à dominante vivace Festuca rubra

- 5a- Prairie dense à Festuca rubra
- 5b- Prairie rase à Festuca rubra avec apparition estivale de Parapholis strigosa
- 5c- Prairie rase à Festuca rubra avec voile annuel de Hordeum marinum
- 5d- Prairie rase à Festuca rubra parsemée de tâches de Limonium lychidifolium

## Prairie dense de hautes herbes à Elymus athericus

- 6a- Prairie dense de hautes herbes à Elymus athericus
- 6b- Prairie à Elymus athericus peuplée localement de Chénopodiacées nitrophiles

## Prairie\_rase, pâturée, à dominante Agrostis stolonifera

- 7a- Prairie rase paucispécifique à Agrostis stolonifera
- 7b- Prairie à Agrostis stolonifera, avec tâches estivales de Trifolium fragiferum
- 7c- Prairie de contact supérieur mésophile
- 7d- Prairie ouverte à Agrostis stolonifera avec Glaux maritima

## Jonçaias

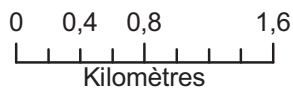
- 8a- Formation de type prairial à Juncus gerardii
- 8b- Touffes hautes et denses à Juncus maritimus

## Roselières

- 9a- Roselière à Phragmites communis
- 9b- Roselière à Scirpus maritimus

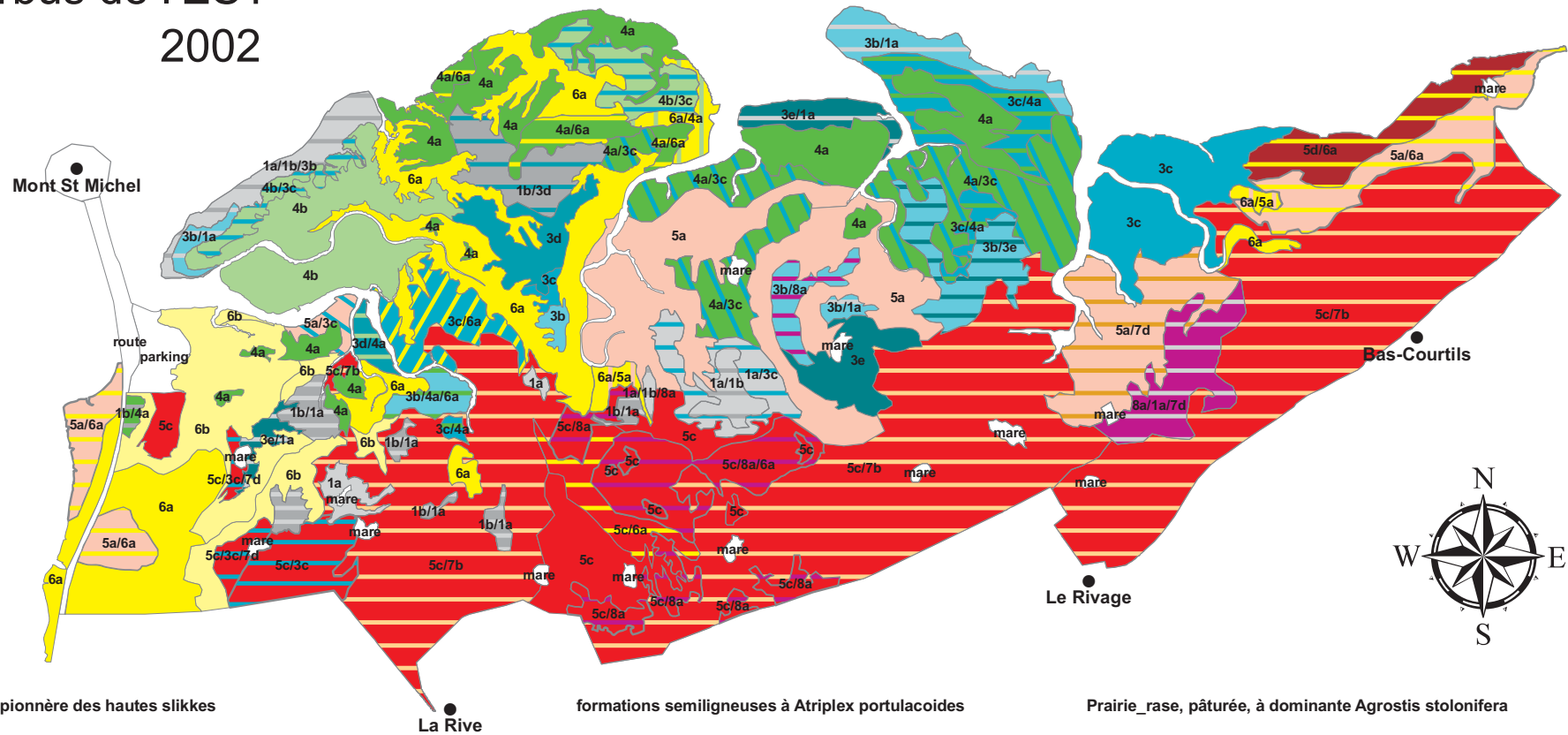
## Végétation des milieux de contact

- 10b- Végétation ouverte des cordons coquilliers stabilisés
- 11- Pelouse de haut estuaire dominée par Lolium perenne



# Cartographie de la végétation des marais salés de la Baie du Mont St Michel

Herbus de l'EST  
2002



## Végétation pionnière des hautes slikkes

- 1a- Groupement ouvert à salicornes annuelles
- 1b- Groupement ouvert à *Suaeda maritima*
- 2- Groupement en tâches à *Spartina townsendii*

## Pelouse à dominante vivace *Puccinella maritima*

- 3a- Pelouse à *Puccinella maritima* accompagnée de touffes de *Arthrocnemum perenne*
- 3b- Pelouse ouverte à *Puccinella maritima* avec dominance estivale de *Suaeda maritima* en strate supérieure
- 3c- Pelouse rase et dense à *Puccinella maritima* (typique)
- 3d- Pelouse à *Puccinella maritima* parsemée de petits buissons nains de *Atriplex portulacoides*
- 3e- Pelouse ouverte à *Puccinella maritima* avec dominance estivale de *Salicornia ramosissima*
- 3f- Pelouse à *Puccinella maritima* parsemée de tâches de *Triglochin maritima*
- 3g- Pelouse à *Puccinella maritima* parsemée de tâches d'*Aster tripolium*

## formations semiligneuses à *Atriplex portulacoides*

- 4a- Fourrés ras, monospécifiques à *Atriplex portulacoides*
- 4b- Fourrés ras, avec faciès estival d'*Aster tripolium*

## prairie à dominante vivace *Festuca rubra*

- 5a- Prairie dense à *Festuca rubra*
- 5b- Prairie rase à *Festuca rubra* avec apparition estivale de *Parapholis strigosa*
- 5c- Prairie rase à *Festuca rubra* avec voile annuel de *Hordeum marinum*
- 5d- Prairie rase à *Festuca rubra* parsemée de tâches de *Limonium lychidifolium*

## Prairie dense de hautes herbes à *Elymus athericus*

- 6a- Prairie dense de hautes herbes à *Elymus athericus*
- 6b- Prairie à *Elymus athericus* peuplée localement de *Chénopodiacées nitrophiles*

## Prairie\_rase, pâturée, à dominante *Agrostis stolonifera*

- 7a- Prairie rase paucispécifique à *Agrostis stolonifera*
- 7b- Prairie à *Agrostis stolonifera*, avec tâches estivales de *Trifolium fragiferum*
- 7c- Prairie de contact supérieur mésophile
- 7d- Prairie ouverte à *Agrostis stolonifera* avec *Glaux maritima*

## Jonçaiés

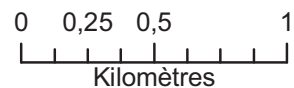
- 8a- Formation de type prairial à *Juncus gerardii*
- 8b- Touffes hautes et denses à *Juncus maritimus*

## Roselières

- 9a- Roselière à *Phragmites communis*
- 9b- Roselière à *Scirpus maritimus*

## Végétation des milieux de contact

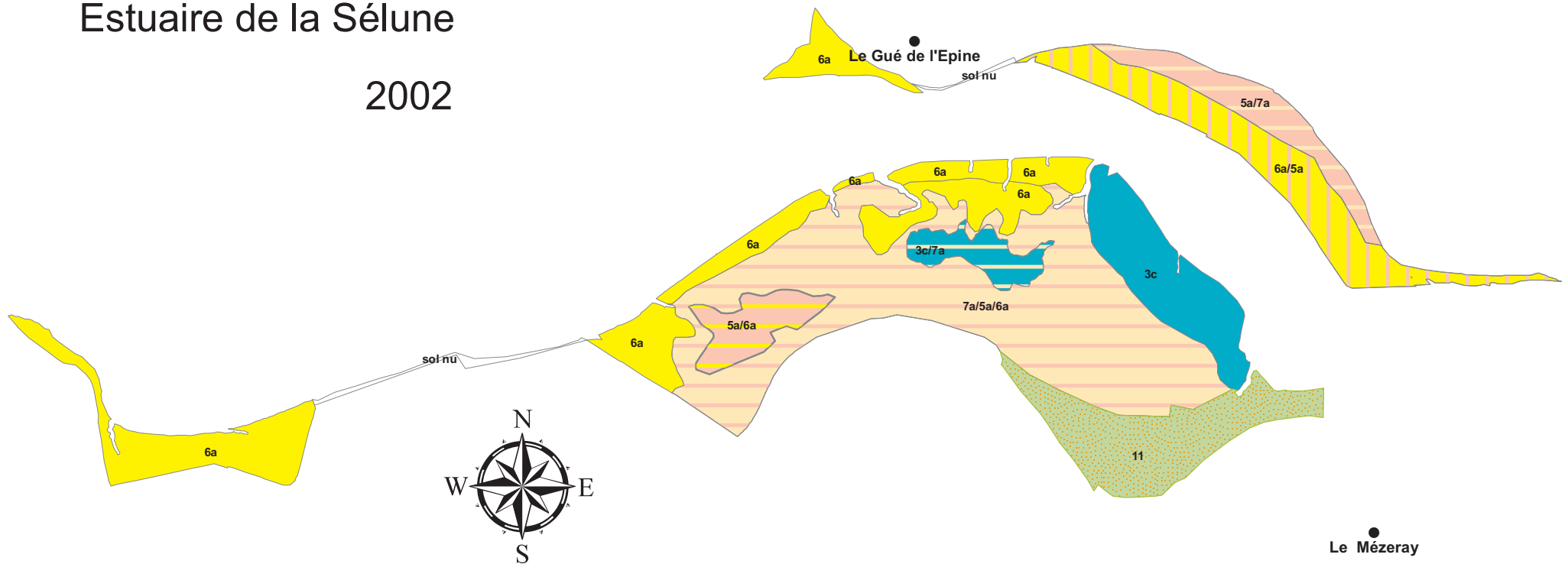
- 10b- Végétation ouverte des cordons coquilliers stabilisés
- 11- Pelouse de haut estuaire dominée par *Lolium perenne*



# Cartographie de la végétation des marais salés de la Baie du Mont St Michel

Estuaire de la Sélune

2002



## Végétation pionnière des hautes slikkes

- 1a- Groupement ouvert à salicornes annuelles
- 1b- Groupement ouvert à Suaeda maritima
- 2- Groupement en tâches à Spartina townsendii

## Pelouse à dominante vivace Puccinella maritima

- 3a- Pelouse à Puccinella maritima accompagnée de touffes de Arthrocnemum perenne
- 3b- Pelouse ouverte à Puccinella maritima avec dominance estivale de Suaeda maritima en strate supérieure
- 3c- Pelouse rase et dense à Puccinella maritima (typique)
- 3d- Pelouse à Puccinella maritima parsemée de petits buissons nains de Atriplex portulacoides
- 3e- Pelouse ouverte à Puccinella maritima avec dominance estivale de Salicornia ramosissima
- 3f- Pelouse à Puccinella maritima parsemée de tâches de Triglochin maritima
- 3g- Pelouse à Puccinella maritima parsemée de tâches d'Aster tripolium

## formations semiligneuses à Atriplex portulacoides

- 4a- Fourrés ras, monospécifiques à Atriplex portulacoides
- 4b- Fourrés ras, avec faciès estival d'Aster tripolium

## prairie à dominante vivace Festuca rubra

- 5a- Prairie dense à Festuca rubra
- 5b- Prairie rase à Festuca rubra avec apparition estivale de Parapholis strigosa
- 5c- Prairie rase à Festuca rubra avec voile annuel de Hordeum marinum
- 5d- Prairie rase à Festuca rubra parsemée de tâches de Limonium lychnidifolium

## Prairie dense de hautes herbes à Elymus athericus

- 6a- Prairie dense de hautes herbes à Elymus athericus
- 6b- Prairie à Elymus athericus peuplée localement de Chénopodiacées nitrophiles

## Prairie\_rase, pâturée, à dominante Agrostis stolonifera

- 7a- Prairie rase paucispécifique à Agrostis stolonifera
- 7b- Prairie à Agrostis stolonifera, avec tâches estivales de Trifolium fragiferum
- 7c- Prairie de contact supérieur mésophile
- 7d- Prairie ouverte à Agrostis stolonifera avec Glaux maritima

## Jonçaias

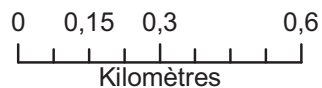
- 8a- Formation de type prairial à Joncus gerardii
- 8b- Touffes hautes et denses à Joncus maritimus

## Roselières

- 9a- Roselière à Phragmites communis
- 9b- Roselière à Scirpus maritimus

## Végétation des milieux de contact

- 10b- Végétation ouverte des cordons coquilliers stabilisés
- 11- Pelouse de haut estuaire dominée par Lolium perenne



# Cartographie de la végétation des marais salés de la Baie du Mont St Michel

## Estuaire de la Sée

### 2002

#### Végétation pionnière des hautes slikkes

- 1a- Groupement ouvert à salicornes annuelles
- 1b- Groupement ouvert à *Suaeda maritima*
- 2- Groupement en tâches à *Spartina townsendii*

#### Pelouse à dominante vivace *Puccinellia maritima*

- 3a- Pelouse à *Puccinella maritima* accompagnée de touffes de *Arthrocnemum perenne*
- 3b- Pelouse ouverte à *Puccinella maritima* avec dominance estivale de *Suaeda maritima* en strate supérieure
- 3c- Pelouse rase et dense à *Puccinella maritima* (typique)
- 3d- Pelouse à *Puccinella maritima* parsemée de petits buissons nains de *Atriplex portulacoides*
- 3e- Pelouse ouverte à *Puccinella maritima* avec dominance estivale de *Salicornia ramosissima*
- 3f- Pelouse à *Puccinella maritima* parsemée de tâches de *Triglochin maritima*
- 3g- Pelouse à *Puccinella maritima* parsemée de tâches d'*Aster tripolium*

#### formations semiligneuses à *Atriplex portulacoides*

- 4a- Fourrés ras, monospécifiques à *Atriplex portulacoides*
- 4b- Fourrés ras, avec faciès estival d'*Aster tripolium*

#### prairie à dominante vivace *Festuca rubra*

- 5a- Prairie dense à *Festuca rubra*
- 5b- Prairie rase à *Festuca rubra* avec apparition estivale de *Parapholis strigosa*
- 5c- Prairie rase à *Festuca rubra* avec voile annuel de *Hordeum marinum*
- 5d- Prairie rase à *Festuca rubra* parsemée de tâches de *Limonium lychnidifolium*

#### Prairie dense de hautes herbes à *Elymus athericus*

- 6a- Prairie dense de hautes herbes à *Elymus athericus*
- 6b- Prairie à *Elymus athericus* peuplée localement de *Chénopodiacées nitrophiles*

#### Prairie\_rase, pâturée, à dominante *Agrostis stolonifera*

- 7a- Prairie rase paucispécifique à *Agrostis stolonifera*
- 7b- Prairie à *Agrostis stolonifera*, avec tâches estivales de *Trifolium fragiferum*
- 7c- Prairie de contact supérieur mésophile
- 7d- Prairie ouverte à *Agrostis stolonifera* avec *Glaux maritima*

#### Jonçaiés

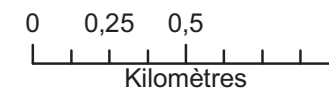
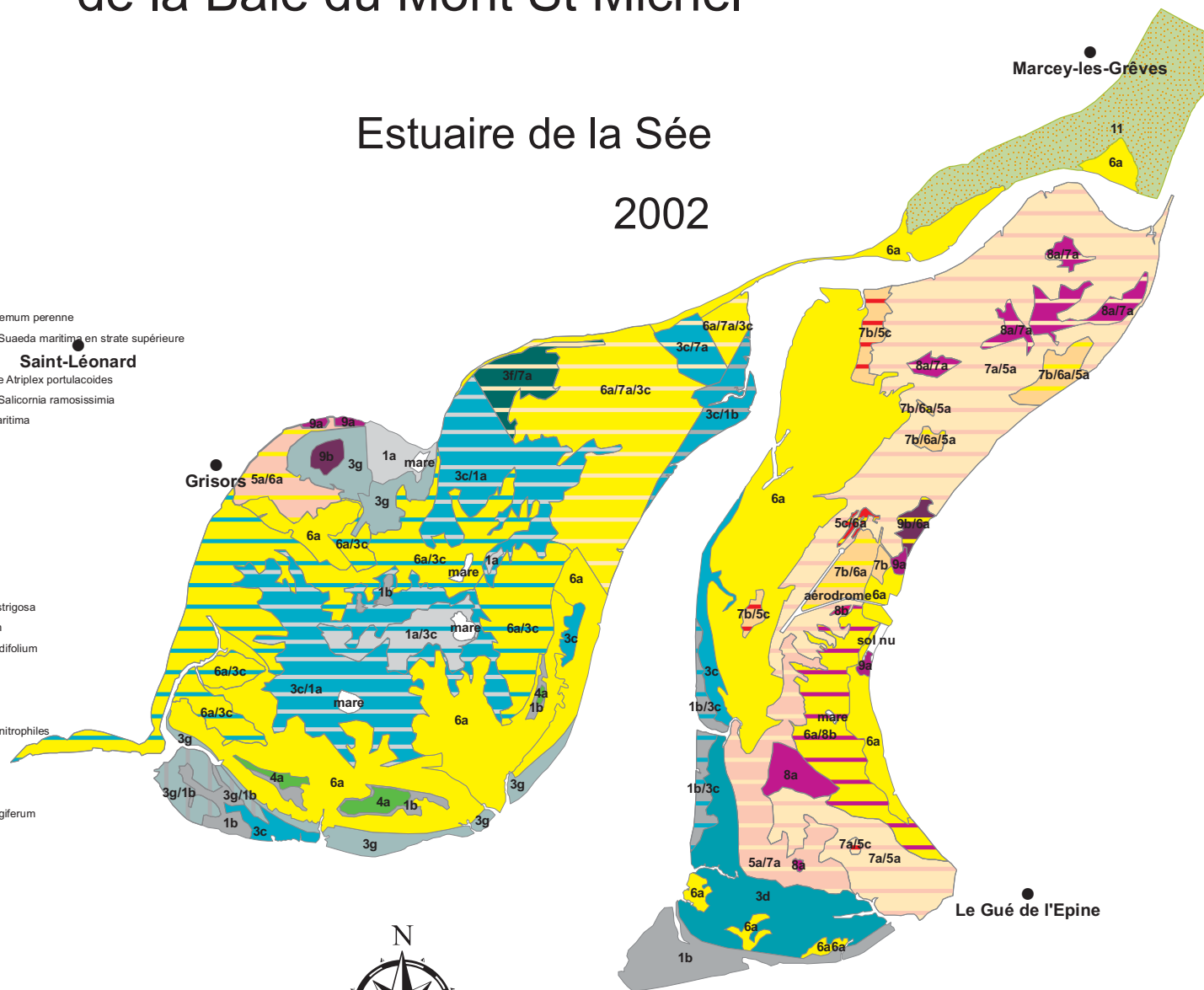
- 8a- Formation de type prairial à *Joncus gerardii*
- 8b- Touffes hautes et denses à *Joncus maritimus*

#### Roselières

- 9a- Roselière à *Phragmites communis*
- 9b- Roselière à *Scirpus maritimus*

#### Végétation des milieux de contact

- 10b- Végétation ouverte des cordons coquilliers stabilisés
- 11- Pelouse de haut estuaire dominée par *Lolium perenne*



# Cartographie de la végétation des marais salés de la Baie du Mont St Michel

## Herbus Genêts-Léonard

2002

### Végétation pionnière des hautes slikkes

- 1a- Groupement ouvert à salicornes annuelles
- 1b- Groupement ouvert à *Suaeda maritima*
- 2- Groupement en tâches à *Spartina townsendii*

### Pelouse à dominante vivace *Puccinella maritima*

- 3a- Pelouse à *Puccinella maritima* accompagnée de touffes de *Arthrocnemum perenne*
- 3b- Pelouse ouverte à *Puccinella maritima* avec dominance estivale de *Suaeda maritima* en strate supérieure
- 3c- Pelouse rase et dense à *Puccinella maritima* (typique)
- 3d- Pelouse à *Puccinella maritima* parsemée de petits buissons nains de *Atriplex portulacoides*
- 3e- Pelouse ouverte à *Puccinella maritima* avec dominance estivale de *Salicornia ramosissima*
- 3f- Pelouse à *Puccinella maritima* parsemée de tâches de *Triglochin maritima*
- 3g- Pelouse à *Puccinella maritima* parsemée de tâches d'*Aster tripolium*

### formations semiligneuses à *Atriplex portulacoides*

- 4a- Fourrés ras, monospécifiques à *Atriplex portulacoides*
- 4b- Fourrés ras, avec faciès estival d'*Aster tripolium*

### prairie à dominante vivace *Festuca rubra*

- 5a- Prairie dense à *Festuca rubra*
- 5b- Prairie rase à *Festuca rubra* avec apparition estivale de *Parapholis strigosa*
- 5c- Prairie rase à *Festuca rubra* avec voile annuel de *Hordeum marinum*
- 5d- Prairie rase à *Festuca rubra* parsemée de tâches de *Limonium lychnidifolium*

### Prairie dense de hautes herbes à *Elymus athericus*

- 6a- Prairie dense de hautes herbes à *Elymus athericus*
- 6b- Prairie à *Elymus athericus* peuplée localement de *Chénopodiacées nitrophiles*

### Prairie\_rase, pâturée, à dominante *Agrostis stolonifera*

- 7a- Prairie rase paucispécifique à *Agrostis stolonifera*
- 7b- Prairie à *Agrostis stolonifera*, avec tâches estivales de *Trifolium fragiferum*
- 7c- Prairie de contact supérieur mésophile
- 7d- Prairie ouverte à *Agrostis stolonifera* avec *Glaux maritima*

### Jonçaies

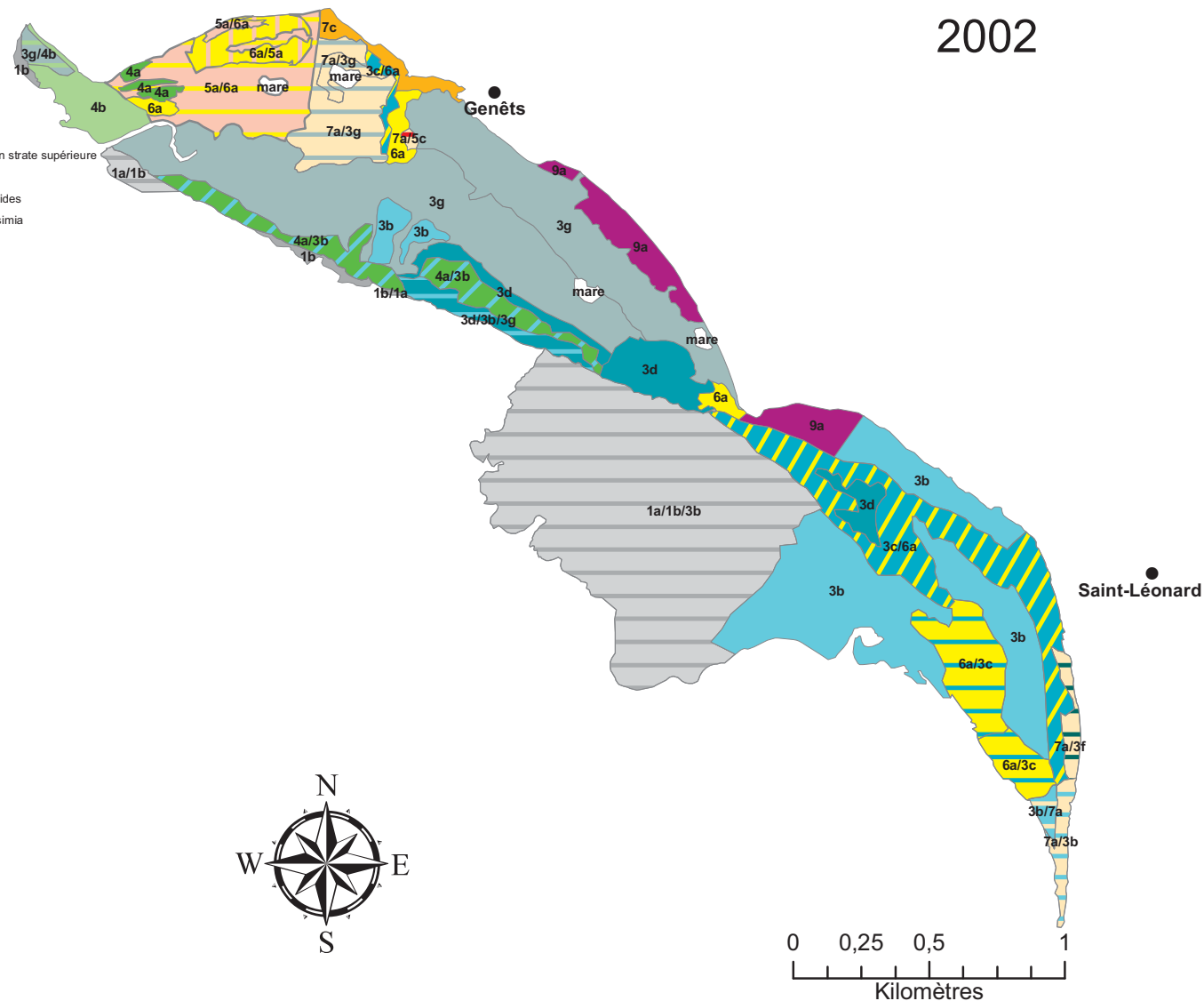
- 8a- Formation de type prairial à *Joncus gerardii*
- 8b- Touffes hautes et denses à *Joncus maritimus*

### Roselières

- 9a- Roselière à *Phragmites communis*
- 9b- Roselière à *Scirpus maritimus*

### Végétation des milieux de contact

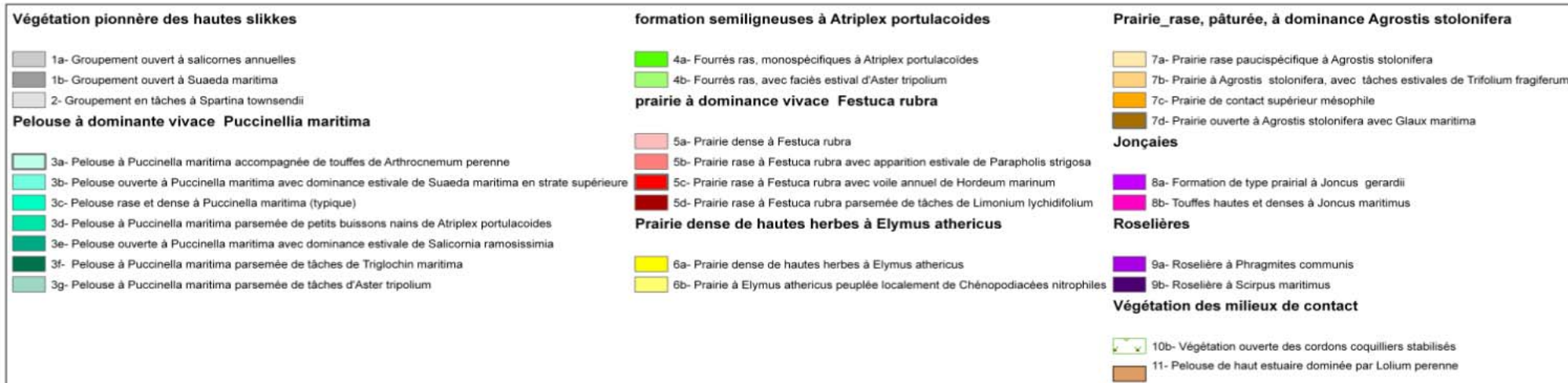
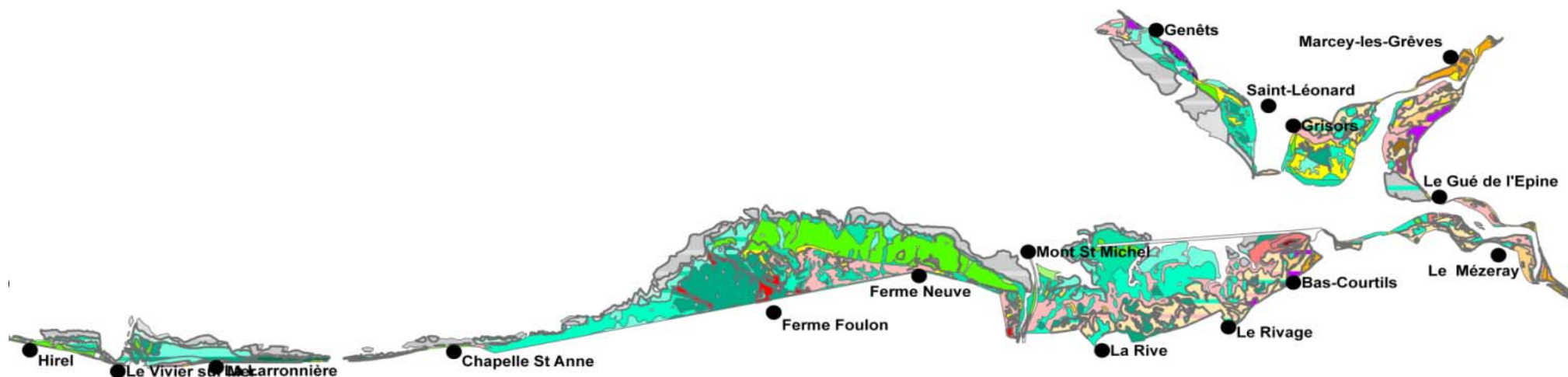
- 10b- Végétation ouverte des cordons coquilliers stabilisés
- 11- Pelouse de haut estuaire dominée par *Lolium perenne*





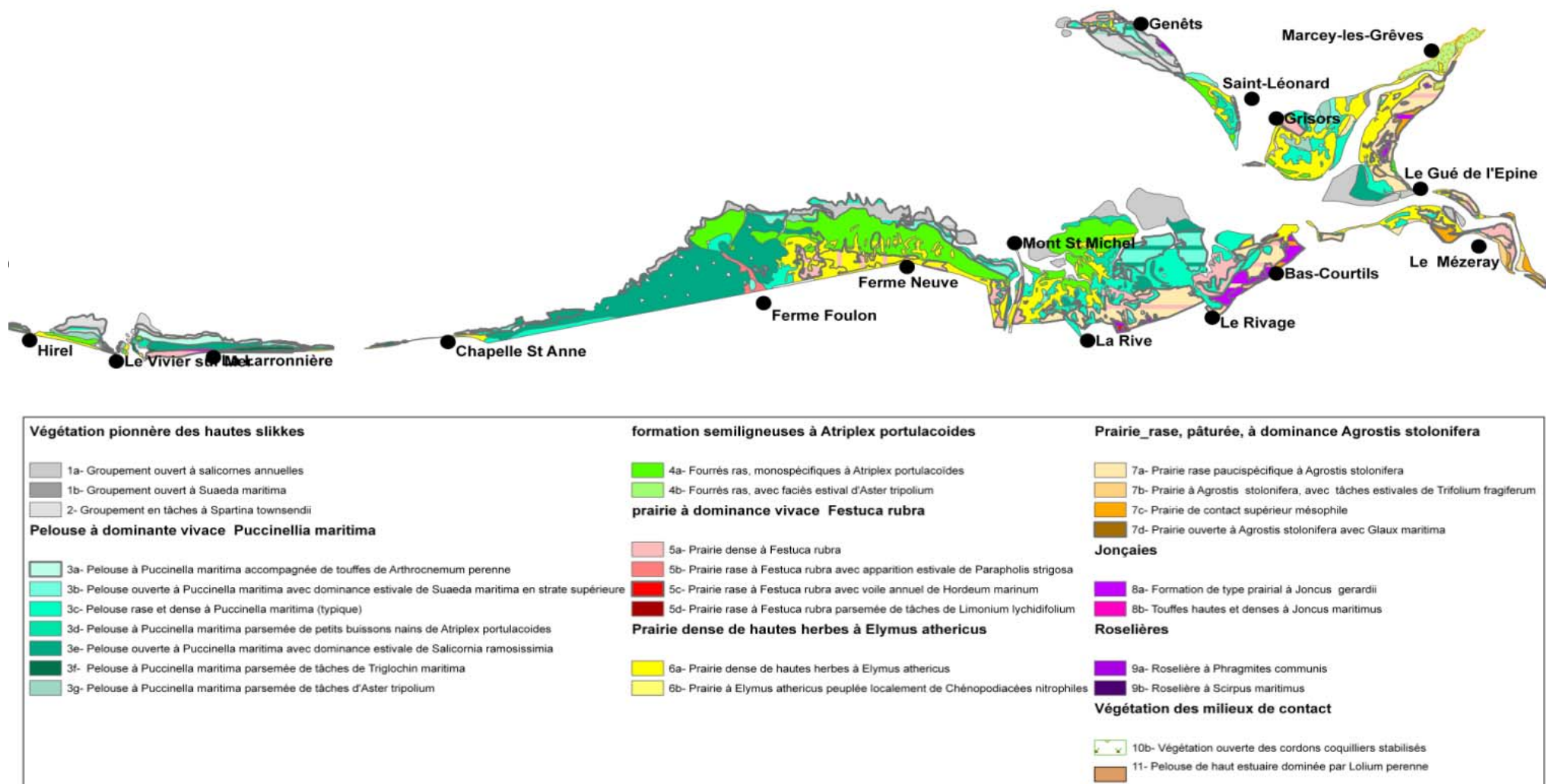
# Cartes de la végétation des marais salés de la Baie du Mont Saint Michel en 1984

Carte établie par Louis-Marie Guillon



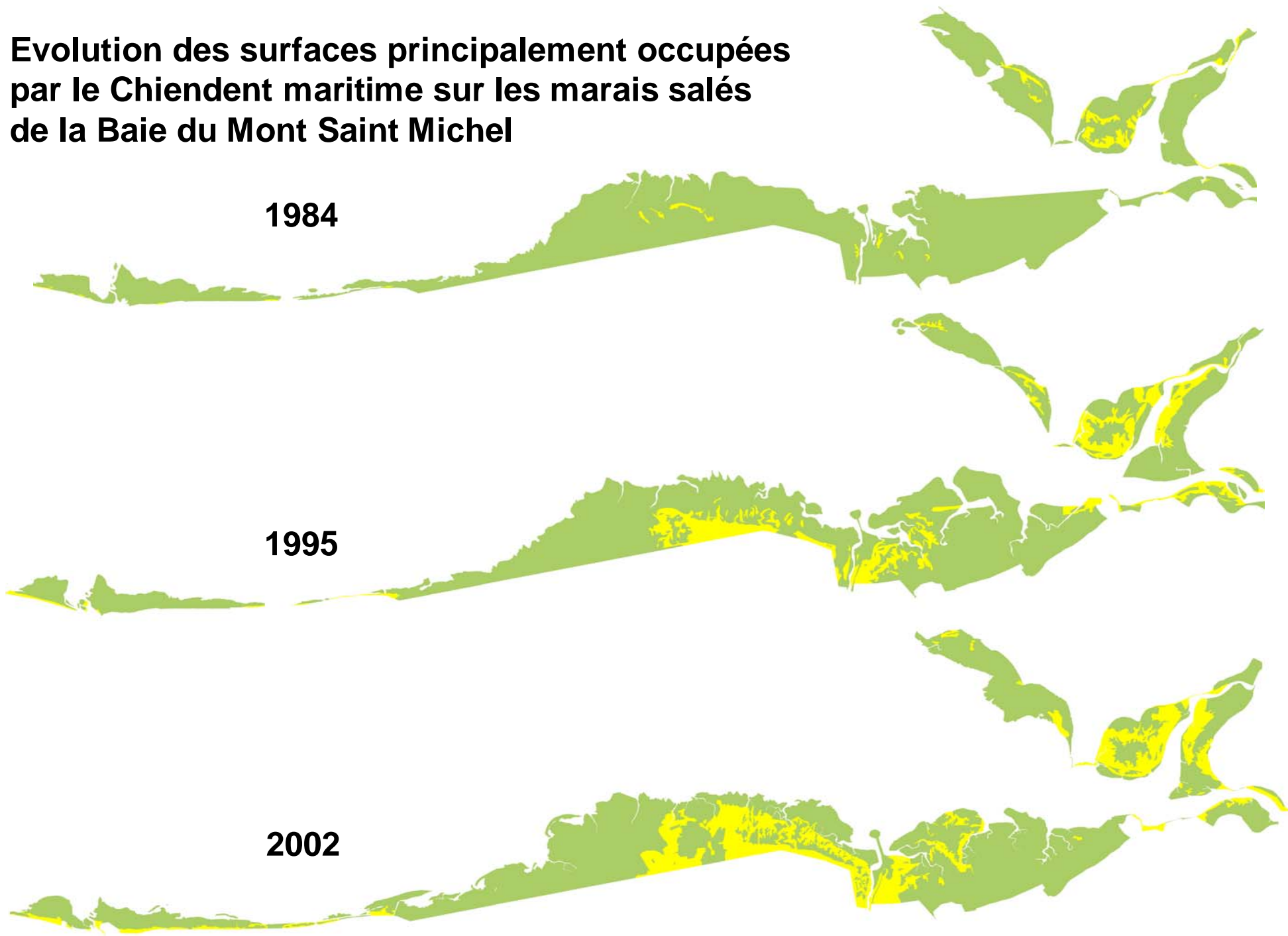
# Cartes de la végétation des marais salés de la Baie du Mont Saint Michel en 1995

Carte établie par Françoise Digaire & Virginie Bouchard



# Evolution des surfaces principalement occupées par le Chiendent maritime sur les marais salés de la Baie du Mont Saint Michel

En jaunes les zones dominées par le Chiendent, en vert les autres végétations des marais salés





# Evolution des surfaces occupées par des espèces nitrophiles sur les marais salés de la Baie du Mont Saint Michel

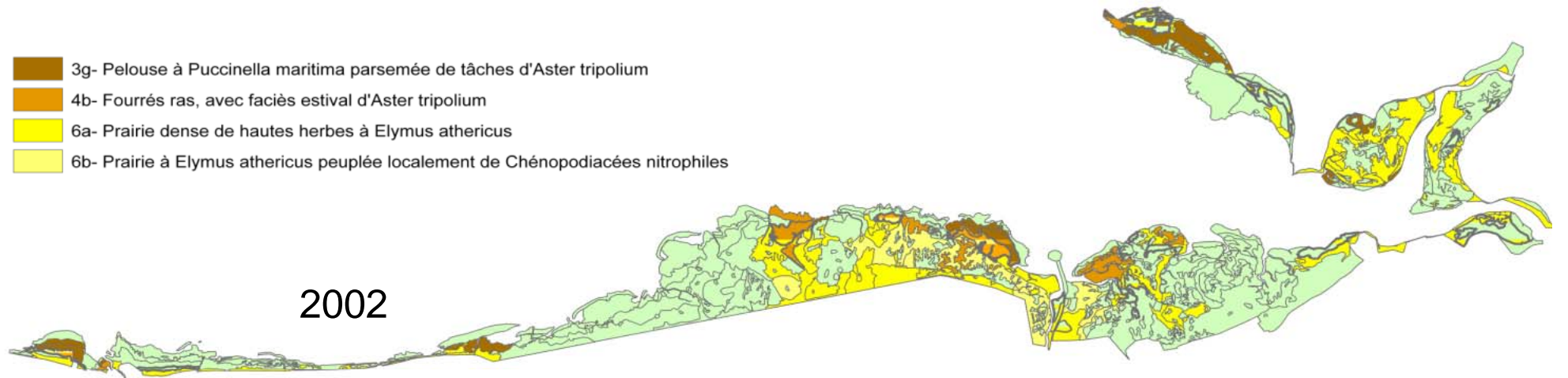
1984



1995

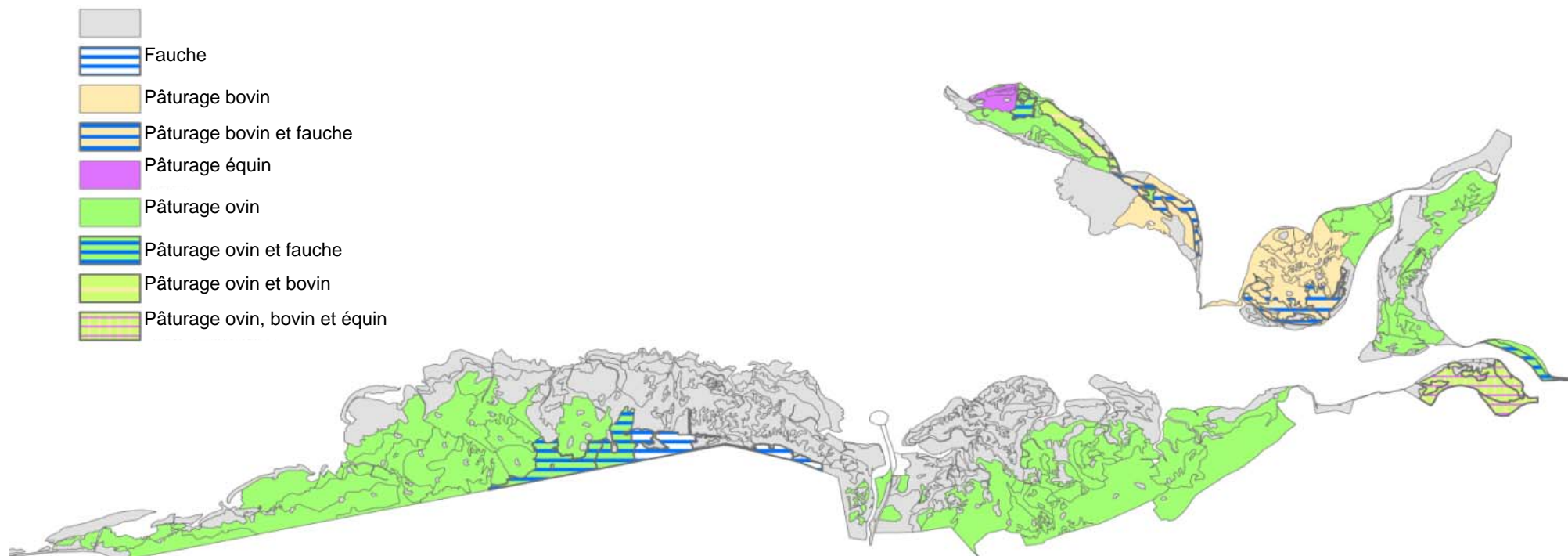


2002



- 3g- Pelouse à *Puccinella maritima* parsemée de taches d'*Aster tripolium*
- 4b- Fourrés ras, avec faciès estival d'*Aster tripolium*
- 6a- Prairie dense de hautes herbes à *Elymus athericus*
- 6b- Prairie à *Elymus athericus* peuplée localement de Chénopodiacées nitrophiles

# Exploitation des marais salés de la Baie du Mont Saint Michel



- Fauche
- Pâturage bovin
- Pâturage bovin et fauche
- Pâturage équin
- Pâturage ovin
- Pâturage ovin et fauche
- Pâturage ovin et bovin
- Pâturage ovin, bovin et équin



0 875 1 750 3 500 Mètres