



Conservatoire Botanique National de Brest Antenne régionale de Basse-Normandie

Parc Estuaire Entreprise

Route de Caen

14310 - Villers-Bocage

Tél/Fax : 02-31-96-77-56

E-mail : cbn.bassenormandie@cbnbrest.com

Cartographie des herbus de la Baie du Mont-Saint-Michel et évaluation de leur état de conservation



Halimione pedunculata, T. Bousquet

Anaïse Bertran
Loïc Delassus
Catherine Zambettakis

Avril 2009



Direction Régionale de l'Environnement
BASSE-NORMANDIE

Cartographie des herbiers de la Baie du Mont-Saint-Michel
et évaluation de leur état de conservation
Avril 2009

Introduction.....	1
I. Méthodologie.....	2
A. Inventaire et cartographie des habitats.....	2
1. Typologie des habitats.....	2
B. Cartographie des habitats.....	2
C. Évaluation de l'état de conservation des habitats.....	2
D. Traitement des données au sein du Système d'Information Géographique.....	5
II. Résultats.....	6
A. La carte de la végétation et la description des associations végétales.....	6
1. La haute slikke.....	6
2. Les bas et moyen schorres.....	8
3. Le haut schorre.....	9
4. La végétation des cordons coquilliers.....	15
5. Synsystème.....	18
6. L'évolution du recouvrement des principales espèces végétales de 1984 à 2008.....	20
B. Les habitats d'intérêt communautaire.....	20
C. L'état de conservation de la végétation.....	21
1. Influence des différents critères évalués.....	21
2. Les superficies des différents niveaux topographiques en fonction du secteur.....	23
III. DISCUSSION.....	23
A. Évolution des superficies.....	23
B. L'invasion d' <i>Elymus pycnanthus</i>	24
1. La progression d' <i>Elymus pycnanthus</i>	24
2. Facteurs explicatifs de l'invasion du Chiendent.....	24
3. Les conséquences sur la composition des associations végétales.....	26
4. Les conséquences sur le milieu.....	26
5. Le contrôle de la progression d' <i>Elymus pycnanthus</i>	27
C. Les recouvrements en <i>Aster tripolium</i> , en <i>Atriplex hastata</i> et en <i>Urtica dioica</i>	28
D. Le recouvrement en <i>Spartina anglica</i>	28
E. L'impact du pâturage sur les communautés végétales et les charges recommandées.....	28
F. Les conséquences du pâturage sur la chaîne trophique et sur la biodiversité animale.....	29
G. Critiques de la méthode.....	29
CONCLUSION.....	30
Bibliographie.....	30

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'élaboration du Document d'Objectif du SIC FR2500077 "Baie du Mont-Saint-Michel", l'antenne bas-normande du Conservatoire Botanique National de Brest a réalisé la cartographie des habitats des marais salés et cordons coquilliers de la baie pour le compte de la DIREN Basse-Normandie. La méthode utilisée suit les recommandations du "Guide méthodologique pour la cartographie des habitats naturels et des espèces végétales appliquée aux sites terrestres du réseau Natura 2000" (MEDD/MNHN/Fédération des conservatoires botaniques, à paraître). De nombreux partenaires scientifiques ayant une bonne connaissance de la baie, site très complexe, le CBN a réuni un comité scientifique (composition annexe 1) afin de discuter et valider certaines étapes méthodologiques des travaux notamment concernant les descripteurs de l'état de conservation. Les données récoltées sur le terrain ont été intégrées à un Système d'Information Géographique (format ArcView et MapInfo). L'exploitation de

cette Base d'Information Géographique permet l'édition de diverses cartes thématiques ainsi que des analyses statistiques sur la représentativité des différents habitats. La synthèse bibliographique réalisée sur la Baie du Mont et sur les habitats de pré salés de côtes atlantiques européennes complète l'analyse en terme de compréhension de l'évolution et de la représentation des divers habitats de la baie.

I. MÉTHODOLOGIE

A. Inventaire et cartographie des habitats

1. Typologie des habitats

La typologie des habitats se base sur leur caractérisation phytosociologique. Ainsi, la première phase de terrain sur le site a consisté en l'identification des végétations par des relevés phytosociologiques. Ces données ont été complétées et analysées au regard de celles de la bibliographie. 94 relevés ont été effectués sur les marais salés et sur les cordons coquilliers.

Concernant les cordons coquilliers, la caractérisation de la végétation a été faite à partir des relevés que nous avons effectués et en tenant compte de la typologie faite par Thierry *et al.* de St Méloir des Ondes à Cherruex en 2008.

La nomenclature phytosociologique utilisée jusqu'au niveau de la sous-alliance est celle du "Prodrome des végétations des France" (Bardat et al. 2004). La déclinaison à l'association ou à la sous-association suit le "référentiel typologique des habitats naturels et semi-naturels bretons, bas-normands et des Pays-de-Loire" (CBN Brest, Mars 2006 ; consultable sur le site du CBN de Brest : www.cbnbrest.fr). Systématiquement le niveau de précision le plus fin a été recherché. Cependant, il n'a pas toujours été possible de descendre sous le niveau de l'alliance. Chaque groupement identifié a été rattaché aux différentes nomenclatures européennes (Corine Biotope, EUNIS et EUR25) ainsi qu'à la déclinaison française des habitats d'intérêt communautaire (Cahiers d'habitats).

B. Cartographie des habitats

Les prospections de terrain ont eu lieu de mai à août 2008. L'ensemble des marais salés et cordons coquilliers du site a été parcouru. La cartographie des habitats couvre environ 4200 hectares.

Les contours des unités végétales identifiées sur le terrain ont été reportés sur des impressions couleur des orthophotographies numériques de l'IGN (campagne 2006) pour l'Île-et-Vilaine et du Conseil Général de la Manche (campagne 2007) pour la Manche. L'échelle des sorties est de 1/5 000^e.

Chaque unité de végétation est caractérisée par sa végétation et, le cas échéant, par les dégradations qui affectent l'habitat.

C. Évaluation de l'état de conservation des habitats

Dans le cadre de la directive habitats-faune-flore, les états membres de l'Union Européenne s'engagent à "assurer le maintien ou le rétablissement, dans un état de conservation favorable, des habitats naturels et des espèces de faune et de flore sauvages d'intérêt communautaire" (article 2 de la directive). Les résultats des mesures de conservation entreprises après approbation du document d'objectifs seront évalués tous les six ans. Cette exigence de la directive habitats nécessite d'établir un bon état initial qui ne prendra pas seulement en compte la présence et la localisation d'un habitat mais également son état de conservation.

Afin d'appréhender d'une façon la plus objective et reproductible l'état d'un habitat de la Baie du Mont-Saint-Michel, un certain nombre de critères supplémentaires est venu compléter l'identification d'un habitat pour chaque polygone.

La naturalité de la végétation

Le critère de naturalité permet de rendre compte des modifications des différents groupements végétaux dues aux activités anthropiques. Une succession est le constat d'une variation de la couverture végétale d'un lieu donné avec le temps (Levasseur, J. E., 1998). Si la succession est autogène, c'est-à-dire si elle est le fait des espèces elles-mêmes dans leur dynamique réciproque, nous considérons que la végétation est **primaire**. Si elle est exogène, c'est-à-dire si elle a été modifiée par des facteurs extérieurs à la végétation tels que la fauche, le pâturage ou le piétinement humain, nous la qualifions de **secondaire**.

Par exemple, en situation de moyen schorre, l'association caractéristique est l'*Halimionetum portulacoidis* Kuhnholz-Lordat 1927 alors que l'*Halimiono portulacoidis-Puccinellietum maritimae* Géhu 1976 occupe caractéristiquement le bas schorre. Sous l'effet du pâturage ovin, on constate la substitution de l'Obione (*Halimione portulacoides*) par la Puccinellie (*Puccinellia maritima*). En effet, l'Obione est une plante qui se développe sur les milieux bien drainés (Géhu, J. M., 1979). Le piétinement entraîne d'une part une augmentation de l'hydromorphie liée au tassement du sol et d'autre part le bris des parties aériennes de l'Obione (Guillon, L. M., 1984, Géhu, J. M., 1979). L'*Halimiono portulacoidis-Puccinellietum maritimae* se développe donc en situation non caractéristique au dépend de l'*Halimionetum portulacoidis*. On distinguera donc un *Halimiono-Puccinellietum* primaire du bas schorre d'un *Halimiono-Puccinellietum* secondaire du moyen schorre.

Le niveau perçu

Le niveau (haute slikke, bas schorre, moyen schorre et haut schorre) est déterminé en fonction de la zonation de la végétation des marais salés et en tenant compte des effets que les perturbations peuvent avoir sur les formations végétales. L'évaluation de ce niveau n'a pas porté sur les espèces dominantes (voir le cas de l'Obione et de la Puccinellie décrit dans le paragraphe précédent) mais sur la présence ou l'absence d'espèces indicatrices des différents niveaux.

Le pourcentage de recouvrement des espèces envahissantes

Sur le terrain, le pourcentage de recouvrement est déterminé pour deux espèces envahissantes : *Elymus pycnanthus* et *Spartina anglica* (Tableau II). *A posteriori*, il a été déterminé trois niveaux de dégradation pour ce facteur en fonction du recouvrement. Nous avons considéré les synthèses de Géhu et Géhu-Franck de 1979 et de Géhu de 1979 comme état de référence. En effet, ces deux synthèses ont été effectuées avant l'expression d'envahissement de ces deux espèces. En fonction des tableaux de synthèse il a donc été fixé les taux d'occupation considérés comme "normaux", puis les taux dénotant d'une certaine dégradation.

Tableau II : les différentes classes de recouvrement des espèces envahissantes utilisées pour l'évaluation de l'état de conservation.

Espèce	<i>Elymus pycnanthus</i>		<i>Spartina anglica</i>	Classe
	haut schorre	moyen et bas schorres	haut, moyen et bas schorres	
	< 25	< 5	< 10	1

Espèce	<i>Elymus pycnanthus</i>		<i>Spartina anglica</i>	Classe
Recouvrement (%)	25 à 50	5 à 25	10 à 30	2
	>50	> 25	> 30	3

Les traces d'eutrophisation

Le pourcentage de recouvrement est évalué pour les espèces nitrophiles (Tableau III), celles-ci pouvant rendre compte d'un enrichissement du milieu en éléments nutritifs : *Aster tripolium*, *Atriplex hastata* et *Urtica dioica*. La présence des voiles nitrophiles du *Paraphiloso strigosae-Hordeetum marini* (Géhu & al. 1975) Géhu & de Foucault 1978 dans les parties supérieures du schorre a également été considéré comme un indicateur d'eutrophisation.

Tableau III : les différentes classes de recouvrement de trois espèces nitrophiles utilisées pour l'évaluation de l'état de conservation.

<i>Urtica dioica</i>	<i>Aster tripolium</i>	<i>Atriplex sp.</i>	Classe
Présence/Absence	Recouvrement (%)		
Absence	< 10	< 5	1
Présence	10 à 30	5 à 25	2
	> 30	> 25	3

Remarques : le recouvrement d'*Atriplex hastata* dans les zones de dépôt de laisses indique un enrichissement d'origine naturelle et non une perturbation d'origine anthropique.

La hauteur de la végétation

Différentes classes de hauteur de végétation ont été définies selon les niveaux (Tableau IV), le groupement de végétation théoriquement présent servant de référence. Elles ont été choisies en prenant en compte deux critères : la taille de la végétation théorique en l'absence de pâturage intensif, c'est-à-dire celle qui est notée dans les flores, ainsi que la hauteur de végétation favorable à l'accueil des anatidés. Notons qu'une hauteur comprise entre 3 et 6 centimètres est optimale pour l'alimentation des anatidés hivernants (Radureau, A., 2007).

Tableau IV : les différentes classes de taille utilisées pour l'évaluation de l'état de conservation, en cm.

Niveau	Bas schorre	Moyen schorre	Haut schorre	Classe
Hauteur de la végétation (cm)	> 6	> 25	> 20	1
	3 à 6	10 à 25	6 à 20	2
	< 3	< 10	< 6	3
Groupement de référence	<i>Puccinellietum</i>	<i>Halimionetum</i>	<i>Festucetum</i>	

Puccinellia maritima peut se développer horizontalement en formant des stolons (Provost, M., 1998), ce phénomène étant particulièrement marqué lorsqu'elle est pâturée (la hauteur des individus ne rend donc pas aussi bien compte de l'impact du pâturage que dans le cas des deux autres espèces). C'est pourquoi les classes qui sont proposées délimitent de faibles tailles, largement inférieures aux moyennes qui sont indiquées dans les flores (Tableau V).

Tableau V : taille des espèces de référence, en cm. Source : *Flore vasculaire de Basse-Normandie*, tome 2 (Provost, M., 1998).

Groupement de référence	<i>Puccinellietum</i>	<i>Halimionetum</i>	<i>Festucetum</i>
Espèce de référence	<i>Puccinellia maritima</i>	<i>Halimione portulacoides</i>	<i>Festuca rubra</i>
Taille (cm)	20 à 50	30 à 70	20 à 70
Morphologie	graminée stolonifère	sous-arbrisseau ligneux	graminée drue à rhizomes

Le recouvrement de Puccinellia maritima

Le pourcentage de recouvrement de *Puccinellia maritima* (Tableau VI) est utilisé pour évaluer l'impact du pâturage au niveau du haut schorre et du moyen schorre. La valeur significative de cet indicateur est moindre pour le bas schorre puisque l'espèce y est naturellement abondante, un pourcentage ne rendant pas systématiquement compte du degré de dégradation par le pâturage.

Tableau VI : les différentes classes de recouvrement en *Puccinellia maritima* utilisées pour l'évaluation de l'état de conservation.

Recouvrement de <i>Puccinellia maritima</i> (%)	Classe
< 5	1
5 à 50	2
> 50	3

Le pourcentage de sol nu

Afin d'apprécier l'influence de la fréquentation, le pourcentage de sol nu dû au pâturage ou à la surfréquentation a été relevé (Tableau VII).

Tableau VII : les différentes classes de pourcentage de sol nu utilisées pour l'évaluation de l'état de conservation.

Pourcentage de sol nu	classe
<10	1
10 à 30	2
>30	3

Les activités anthropiques

Char à voile, piétinement, fauche, chasse, dépôt d'ordures, remblais, parking à proximité...

Les marques d'érosion

Ce critère rend compte de la dynamique sédimentaire de l'herbu. L'érosion signifie que la surface de l'herbu diminue. Au contraire celui-ci progresse en cas d'accrétion. Ce critère a été relevé sur le terrain à titre informatif mais il n'est pas directement utilisé pour l'évaluation de l'état de conservation de la végétation.

D. Traitement des données au sein du Système d'Information Géographique

Suite à la cartographie de terrain, les données récoltées sont intégrées dans un SIG (Système d'Information Géographique) géré sous ArcGis 9.1. Les informations techniques concernant les couches d'information géographique produites sont synthétisées dans des fiches de métadonnées (Annexe 4).

Les contours des habitats délimités sur le terrain sont numérisés à l'écran sur fond d'orthophotographies numérique de l'IGN (campagne 2006) et du Conseil Général de la Manche (campagne 2007). Un lien est ensuite établi entre d'une part les données issues de l'inventaire de terrain et associées aux polygones numérisés et d'autre part des données descriptives supplémentaires comme les codes Corine Biotope, EUNIS, et Natura 2000 (Générique et décliné). Les correspondances entre la nomenclature phytosociologique utilisée lors de l'inventaire de terrain et les codes européens sont établies selon le "référentiel typologique des habitats naturels et semi-naturels bretons, bas-normands et des Pays-de-Loire" (CBN Brest, 2006).

II. RÉSULTATS

A. La carte de la végétation et la description des associations végétales

La carte 2 de l'atlas cartographique présente la localisation des différentes végétations rencontrées sur le marais salé de la Baie du Mont-Saint-Michel.

Les végétations des marais salés de la Baie du Mont-Saint-Michel peuvent être résumées selon cinq grands compartiments : la haute slikke, les bas, moyen et haut schorres et le système des cordons coquilliers. Ces compartiments correspondent à une zonation allant des végétations composées d'espèces capables de répondre à un stress de la haute slikke vers des végétations du haut schorre composées d'espèces capables de répondre à la concurrence. Ainsi, la zonation des végétations de prés salés est essentiellement fonction de la fréquence et de la durée d'immersion par les eaux de mer.

Dans les herbus de la Baie du Mont-Saint-Michel, si le haut schorre se différencie bien, les végétations des bas et moyen schorres par contre sont assez imbriquées. Ceci s'explique probablement par des eaux marines très chargées en sel (conditions océaniques) et par les amplitudes de marées très élevées. Dans la description, les bas et moyen schorres seront donc traités ensemble.

1. La haute slikke

La haute slikke correspond à la partie de l'estran recouverte quasiment à chaque marée par les eaux marines (en dehors des marées de morte eau). Elle comprend donc les espaces juste en avant des herbus mais également les espaces de vase nue des chenaux de vidange du schorre. Les végétations qui s'installent dans ses milieux sont bien adaptées à l'immersion par les eaux marines. Il s'agit des **végétations annuelles à Salicornes de la haute slikke** et des **prés halophiles denses à Spartine anglaise**. À cause de leur caractère éphémère, les végétations annuelles à salicornes participent peu à l'avancée du schorre. Cependant, elles peuvent retenir les propagules de *Puccinellia maritima*. Ces dernières peuvent alors s'installer et favoriser localement la sédimentation, permettant ainsi l'avancée du schorre sur la slikke. Les prairies à Spartines favorisent également les phénomènes de sédimentation au niveau des touffes denses qu'elles forment. Ainsi, *Puccinellia maritima* et *Spartina spp.* vont contribuer à la dynamique d'avancée du schorre sur la slikke. Les végétations de la haute slikke sont alors en contact direct avec les végétations du bas schorre. En fonction des conditions, il est possible d'avoir à l'inverse un phénomène d'érosion du schorre. Dans ces secteurs, la haute slikke est généralement dépourvue de végétation et la limite avec le schorre prend la forme de microfalaises. Le haut de ces microfalaises peut être occupé par des végétations des moyen et haut schorres.

Enfin, dans les secteurs eutrophisés ou au niveau supérieur des chenaux alimentés en eau douce (contact slikke/schorre), les **végétations à Soude maritime et Aster maritime des vases eutrophes** vont se substituer aux autres végétations de la haute slikke. Ces

végétations sont plus nitrophiles que les végétations à salicornes. Elles sont généralement directement en contact avec des groupements de bas schorre.

Végétations annuelles à salicornes de la haute slikke

- * Rattachement phytosociologique : *Salicornion dolichostachyo-fragilis* Géhu & Rivas-Martínez ex Géhu in Bardat et al. 2004
- * Corine biotope : 15.1111 - Gazons à salicorne des côtes basses (*Salicornion dolichostachyo-fragilis*)
- * EUNIS : A2.651 - [*Salicornia*], [*Suaeda*] and [*Salsola*] pioneer saltmarshes
- * EUR25 : 1310 - Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses
- * Cahiers d'habitats : 1310-1 - Salicorniaies des bas niveaux (haute slikke atlantique)

Cette alliance regroupe les associations pionnières à structure ouverte des plateaux limoneux de la haute slikke. Une forme à *Suaeda maritima* peut s'installer dans les niveaux plus élevés, plus sableux, ou à plus faible salinité. La période de floraison des Salicornes ayant lieu en automne, il n'a pas été possible de déterminer les espèces présentes sur le site et donc de descendre jusqu'à l'association. Dans les cuvettes du moyen et du haut schorre elle laisse place à l'alliance du *Salicornion europaeo-ramosissimae* Géhu & Géhu-Franck ex Rivas-Martínez 1990.

Pré halophile dense à Spartine anglaise

- * Rattachement phytosociologique : *Spartinetum anglicae* Corillon 1953 corr. Géhu & Géhu-Franck 1984
- * Corine biotope : 15.21 - Prairies à Spartine à feuilles plates
- * EUNIS : A2.6541 - [*Spartina anglica*] pioneer saltmarshes
- * EUR25 : -
- * Cahiers d'habitats : -

Ce pré halophile colonise la slikke et peut se trouver en mosaïque sur le bas schorre. Il est quasi-monospécifique et peut se superposer à d'autres groupements de la slikke et du schorre par le fort pouvoir colonisateur de la Spartine qui forme des rhizomes étendus et vigoureux. Dans la baie du Mont-Saint-Michel, il est caractérisé par la présence de *Spartina anglica*.

Végétation à Soude maritime et Aster maritime des vases eutrophes

- * Rattachement phytosociologique : *Astero tripolium-Suaedetum maritimae* (De Litardière et Malcuit 1927) Géhu & Géhu-Franck 1969
- * Corine biotope : 15.1111 - Gazons à salicorne des côtes basses (*Salicornion dolichostachyo-fragilis*)
- * EUNIS : A2.6512 - [*Suaeda maritima*] pioneer saltmarshes
- * EUR25 : 1310 - Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses
- * Cahiers d'habitats : 1310-1 - Salicorniaies des bas niveaux (haute slikke atlantique)

Ce groupement dominé par *Aster tripolium* et/ou *Suaeda maritima* (variété *macrocarpa*) est favorisé en milieu estuarien par les arrivées d'eau douce fluviales et par l'eutrophisation du site et son enrichissement azoté (Géhu, J. M., 1969). Il est

généralement rencontré en limite du schorre et de la slikke, sur la vase des microfalaises de sédiments ou le long des chenaux.

2. Les bas et moyen schorres

Les bas et moyen schorres constituent le véritable marais salé. Généralement parcourus de nombreux marigots, ils sont régulièrement immergés par l'eau de mer. Ils constituent l'élément d'avancée du schorre sur la slikke. La série dynamique part du **pré salé à Glycérie maritime des bas et moyen schorres** jusqu'aux **groupements du moyen schorre à Obione faux-pourpier**. En effet, la Glycérie maritime (*Puccinellia maritima*) est la plante de colonisation et de fixation des vases. Elle va constituer des îlots épars au niveau desquels la sédimentation va être accélérée. Il s'ensuit une élévation locale du niveau du sol permettant ainsi aux espèces du bas schorre de s'implanter. Ces îlots vont s'agrandir et se rejoindre pour former une mosaïque de bas schorre et de slikke. Ces groupements ras à *Puccinellia maritima* vont vite être colonisés par *Halimione portulacoides* pour former les groupements du moyen schorre à Obione faux-pourpier qui constituent le stade climacique des bas et moyen schorre. Cette dynamique peut être bloquée en situation asphyxiante ou en cas de pâturage. Bien que les groupements à *Halimione portulacoides* se rencontrent typiquement en arrière des prés à *Puccinellia maritima* par rapport à la mer, on assiste parfois à des inversions zonales naturelles (non liées au pâturage). En effet, dans les estuaires où le sédiment est trop compact ou lorsque la morphologie du site empêche une évacuation rapide des eaux, l'asphyxie du substrat ne permet pas l'installation d'*Halimione portulacoides*. L'espèce se cantonne alors aux ruptures de pente au contact entre la slikke et le schorre ou aux rives de criches et bordures de marigots.

Lorsque la haute slikke est soumise à une certaine agitation de l'eau, l'installation des communautés à *Puccinellia maritima* peut être devancée par le développement du **pré salé à Salicorne pérenne du bas schorre**.

Pré salé à Glycérie maritime des bas et moyen schorres

- * Rattachement phytosociologique : *Puccinellietum maritimae* Christiansen 1927
- * Corine biotope : 15.31 - Prés salés avec *Puccinellia maritima* (*Puccinellion maritimae*) pour le bas schorre ou 15.321 - Prés salés avec graminées et Pourpier marin pour le moyen schorre
- * EUNIS : A2.646 - [*Puccinellia maritima*] low-mid saltmarshes
- * EUR25 : 1330 - Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)
- * Cahiers d'habitats : 1330-1 - Prés-salés du bas schorre ou 1330-2 - Prés-salés du schorre moyen

Ce groupement, dominé par *Puccinellia maritima*, est présent naturellement sur le bas schorre, juste au-dessus des salicorniaies ou des prés à Spartine. Il constitue dans ce cas une végétation primaire, plus au moins infiltrée d'espèces de la classe des *Arthrocnemetea fruticosi* comme *Arthrocnemum perenne* ou *Halimione portulacoides*. Il peut cependant s'étendre sur de vastes zones du moyen schorre soumises au pâturage (sous sa forme secondaire) ou sur des substrats trop compacts pour permettre le développement de *Halimione portulacoides*. Dans les secteurs intensément pâturés par les ovins ou ayant subi une période de saturation en eau suivie d'un assèchement, l'association *Paraphiloso strigosae-Hordeetum marini* (Géhu & al., 1975) Géhu & de Foucault 1978 peut s'ajouter en voile à cette végétation.

Groupements du moyen schorre à Obione faux-pourpier

- * Rattachement phytosociologique : *Halimionion portulacoidis* Géhu 1976
- * Corine biotope : 15.62 - Fourrés des marais salés atlantiques (*Halimionion portulacoidis*)
- * EUNIS : A2.645 - [*Halimione portulacoides*] low-mid saltmarshes
- * EUR25 : 1330 - Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritima*)
- * Cahiers d'habitats : 1330-2 - Prés-salés du schorre moyen

Il s'agit d'une végétation très largement dominée par *Halimione portulacoides* et inféodée aux plateaux limoneux du moyen schorre bien drainés par un réseau de marigots. Au niveau des cordons coquilliers on retrouve cette végétation dans les zones basses protégées par les cordons mais régulièrement atteintes pas la marée. Supportant très mal l'abroustissement, le bris des tiges et le tassement du sol, elle est progressivement altérée (sous-association *Halimionetum portulacoidis asteretosum* marquée par la présence d'*Aster tripolium*) puis remplacée par le *Puccinellietum* dans les zones pâturées. L'association n'occupe plus que des surfaces très restreintes dans la baie du Mont-Saint-Michel, du fait du pâturage.

Pré salé à Salicorne pérenne du bas schorre

- * Rattachement phytosociologique : *Puccinellio maritima*-*Salicornietum perennis* (Arènes 1933) Géhu 1976
- * Corine biotope : 15.622 - Fruticées atlantiques d'*Arthrocnemum perennis* (*Puccinellio maritima*-*Arthrocnemum perennis* p.)
- * EUNIS : A2.658 - [*Arthrocnemum perenne*] pioneer saltmarshes, sometimes with [*Halimione*], [*Puccinellia*] and [*Suaeda*]
- * EUR25 : 1330 - Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritima*)
- * Cahiers d'habitats : 1330-1 - Prés-salés du bas schorre

Cette végétation typique du bas schorre est marquée par l'abondance de *Puccinellia maritima* et d'*Arthrocnemum perenne*. Elle se développe bien sur les zones graveleuses à caillouteuses et soumises à l'agitation de l'eau. Outre sa forme typique (sous-association *typicum*), elle peut être subdivisée en deux sous-associations : une de niveau inférieur à Salicornes (*Puccinellio maritima*-*Arthrocnemetum perennis salicornietosum*) et une de niveau supérieur à Obione (*Puccinellio maritima*-*Arthrocnemetum perennis halimionetosum*).

3. Le haut schorre

Le haut schorre est le compartiment le plus diversifié et complexe des herbus littoraux. L'influence des chlorures est renforcée par d'autres facteurs influençant le développement des communautés végétales. En effet, les groupements végétaux de ces milieux vont également être influencés par les assèchements estivaux parfois très prononcés, qui peuvent fortement augmenter le taux de salinité du sol ou au contraire des arrivées d'eau douces plus ou moins importantes. La description du haut schorre se fera donc selon le regroupement suivant : les prairies sub-sèches, les prairies humides, les végétations amphibies, les groupements à Chiendents, les cas particuliers.

Les prairies sub-sèches

Ces prairies se développent sur des surfaces très planes. Elles sont rarement atteintes par la marée et l'eau (de mer ou douce) ne stagne pas à cause d'un ressuyage important. En Baie du Mont-Saint-Michel, cette place est occupée le **pré salé à Fétuque littorale** du

haut schorre, parfois sur des surfaces très importantes. Cette végétation caractérise les prairies des hauts schorres secs peut pourvus en éléments nutritifs.

Pré salé à Fétuque littorale du haut schorre

- * Rattachement phytosociologique : *Festucetum littoralis* Corillion 1953 *nom. em.* Géhu 1976
- * Corine biotope : 15.333 · Gazons à *Festuca rubra* ou *Agrostis stolonifera*
- * EUNIS : A2.63A · [*Festuca rubra*] mid-upper saltmarshes
- * EUR25 : 1330 · Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)
- * Cahiers d'habitats : 1330-3 · Prés-salés du haut schorre

Cette végétation dominée par *Festuca rubra littoralis* est très caractéristique du haut schorre peu atteint par la marée ; elle est bien représentée sur l'ensemble des herbus de la baie, excepté sur l'herbu de Genêt. Il existe une sous-association de contact inférieur à *Puccinellia maritima* favorisée par le pâturage et une sous-association plus élevée ou plus continentalisée à *Agrostis stolonifera* (Géhu, J. M., 1975). Elle englobe très souvent dans son cortège *Glaux maritima* et *Trifolium fragiferum*. Ces deux espèces dominent le groupement dans les secteurs les plus pâturés par les ovins où la végétation s'élève à moins d'un centimètre. *Juncus gerardii* est très fréquemment présent dans cette association. Le groupement est dominé par *Agrostis stolonifera* sur les herbus de Saint-Léonard, du Val-Saint-Père, de Pontaubault et celui de Céaux. D'après les données bibliographiques (Géhu, J. M., 1975), *Agropyrum pycnanthus* est une espèce caractéristique de cette association et son recouvrement dans ce groupement peut s'élever jusqu'à 50% (coefficient d'Abondance-Dominance de 3).

Les prairies humides

Les prairies humides du haut schorre sont physionomiquement marquées par la dominance des graminoides (*Juncus gerardi*, *Juncus maritimus*, *Carex extensa*...). Le cas particulier du **pré salé à Plantain maritime et Lavande de mer du schorre moyen à supérieur** se distingue par une végétation dominée par les dicotylédones. Il se développe dans les secteurs de stagnation de l'eau, au milieu des prairies sub-sèches décrites précédemment, sur des sols sableux à horizons supérieurs striés de limons.

Les autres groupements sont liés à des suintements d'eau douce plus ou moins importants. Les secteurs inondés en hiver subissant un ressuyage l'été sont occupés par les **groupements du haut schorre à Jonc de Gérard** ou par la **prairie subhalophile à Jonc de Gérard et Agrostide stolonifère** en fonction de la fréquence d'immersion par les eaux de mer. Les secteurs un peu plus engorgés sont, quant à eux, occupés par la **prairie saumâtre à Jonc maritime et Laïche étirée du haut schorre** ou la **prairie saumâtre à Jonc maritime et Oenanthe de Lachenal du haut schorre** en fonction également du rythme d'immersion par la mer. Ces végétations ne sont jamais inondées en permanence.

Pré salé à Plantain maritime et Lavande de mer du schorre moyen à supérieur

- * Rattachement phytosociologique : *Plantagini maritimae-Limonietum vulgaris* Westhoff & Segal 1961
- * Corine biotope : 15.332 · Formations dominées par *Plantago maritima*
- * EUNIS : A2.63B · Mid-upper saltmarshes: sub-communities of [*Festuca rubra*] with [*Agrostis stolonifera*], [*Juncus gerardi*], [*Puccinellia maritima*], [*Glaux maritima*], [*Triglochin maritima*], [*Armeria maritima*] and [*Plantago maritima*]
- * EUR25 : 1330 · Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)

* Cahiers d'habitats : 1330-3 - Prés-salés du haut schorre

Ce groupement est fréquent sur le littoral de la Manche et du Sud de la Bretagne (Géhu, J. M., 1979). Sa situation stationnelle correspond à des schorres moyens à supérieurs extrêmement plats voire en sub-cuvette, où le drainage est ralenti après le passage de la marée. Son substrat est à dominante sableuse, avec une striation limoneuse vers le haut du profil. Ce groupement est dominé par *Limonium vulgare* et *Plantago maritima*. Dans notre étude elle se développe essentiellement à proximité des cordons coquilliers et *Limonium vulgare* est inexistant.

Groupements du haut schorre à Jonc de Gérard

- * Rattachement phytosociologique : *Limonio vulgaris-Juncetum gerardii* Warming 1906 em. Géhu & Géhu-Franck 1982 ?
- * Corine biotope : 15.331 - Formations dominées par, ou riches en, *Juncus gerardii*
- * EUNIS : A2.63B - Mid-upper saltmarshes: sub-communities of [*Festuca rubra*] with [*Agrostis stolonifera*], [*Juncus gerardii*], [*Puccinellia maritima*], [*Glaux maritima*], [*Triglochin maritima*], [*Armeria maritima*] and [*Plantago maritima*]
- * EUR25 : 1330 - Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)
- * Cahiers d'habitats : 1330-3 - Prés-salés du haut schorre

Ce groupement végétal de haut schorre, dominé par le Jonc de Gérard (*Juncus gerardii*), est présent sur l'ensemble des côtes françaises (Géhu, J. M., 1979). La forme monospécifique à *Juncus gerardii* se développe sur des substrats à granulométrie plus sablonneuse ou légèrement infiltrés de suintements d'eau douce phréatique, ou en fond de baie baignée d'eau saumâtre. Elle est favorisée par le pâturage (Géhu, J. M., 1976, Bakker, J. P., Ruyter, J. C., 1981). Dans la baie, c'est sur les herbus est et ouest que ce groupement est le mieux représenté.

Prairie subhalophile à Jonc de Gérard et Agrostide stolonifère

- * Rattachement phytosociologique : *Juncus gerardii-Agrostietum albae* Tüxen (1937) 1950
- * Corine biotope : 37.2 - Prairies humides eutrophes (*Molinietalia* : *Calthion palustris*, *Bromion racemosi*, *Deschampsion caespitosae*, *Juncion acutiflori*, *Cnidion duii* ; *Agrostietalia stoloniferae* : *Agropyro-Rumicion* p.)
- * EUNIS : E3.4 - Moist or wet eutrophic and mesotrophic grassland
- * EUR25 : -
- * Cahiers d'habitats : -

Cette prairie subhalophile est généralement rencontrée en arrière des marais salés. Dans la baie elle est retrouvée en limite supérieure de haut schorre dans la partie estuarienne. Cette association n'est pas citée dans les cahiers d'habitats à l'exception de sa forme thermophile. Actuellement il nous semble pourtant qu'elle a sa place parmi les végétations de l'habitat 1330 "Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)". En effet, son développement est conditionné par certains facteurs qu'on ne retrouve que dans les prés salés. Cependant, il s'agit dans nos régions d'une formation typiquement secondaire actuellement classée parmi les *Agrostietea stoloniferae*. Une étude sur ce groupement est à envisager pour savoir s'il s'inscrit dans un fonctionnement de prés salé et dans ce cas confirmer le rattachement à l'habitat 1330 ou non.

Prairie saumâtre à Jonc maritime et Laïche étirée du haut schorre

- * Rattachement phytosociologique : *Juncus maritimi-Caricetum extensae* (Corillion 1953) Parriaux in Géhu 1976
- * Corine biotope : 15.336 - Formations riches en *Carex extensa*
- * EUNIS : A2.635 - [*Juncus maritimus*] mid-upper saltmarshes
- * EUR25 : 1330 - Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritima*)
- * Cahiers d'habitats : 1330-3 - Prés-salés du haut schorre

Cette végétation, caractérisée par la combinaison de *Carex extensa* et de *Juncus maritimus*, occupe sur le haut schorre des situations nettement plus continentales que le *Juncetum maritimi*. *Carex extensa* est indifférent à la nature granulométrique du substrat mais il est dépendant des suintements phréatiques d'eau douce. Le groupement peut être assez éphémère face à la dynamique des roselières.

Prairie saumâtre à Jonc maritime et Oenanthe de Lachenal du haut schorre

- * Rattachement phytosociologique : *Oenanthe lachenalii-Juncetum maritimi* Tüxen 1937
- * Corine biotope : 15.33A - Zones à *Juncus maritimus*
- * EUNIS : A2.635 - [*Juncus maritimus*] mid-upper saltmarshes
- * EUR25 : 1330 - Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritima*)
- * Cahiers d'habitats : 1330-3 - Prés-salés du haut schorre

L'association est caractéristique des zones humides saumâtres. Elle se développe sur des sols constamment humides, mais à engorgement moins fort que celui des roselières à *Scirpus maritimus*. Parmi les espèces de son cortège floristique sont présentes *Juncus maritimus* et *Oenanthe lachenalii*.

Les végétations amphibies

En Baie du Mont-Saint-Michel, les végétations amphibies sont essentiellement représentées par les **roselières saumâtres à Scirpe maritime**. Cependant, bien que leur représentativité sur l'ensemble du site soit faible, les **roselières oligo-halines à Phragmite commun** se rencontrent fréquemment en arrière des cordons coquilliers.

Roselière saumâtre à Scirpe maritime

- * Rattachement phytosociologique : *Scirpetum compacti* (Van Langend. & Beeftink 1931) Beeft. 1957
- * Corine biotope : 53.17 - Végétation à Scirpes halophiles (*Scirpion maritimi*)
- * EUNIS : C3.27 - Halophile [*Scirpus*] beds
- * EUR25 : -
- * Cahiers d'habitats : -

Ce groupement, dominé par le Scirpe maritime (*Scirpus maritimus*), existe sous toutes les côtes Atlantiques françaises (Géhu, J.M., 1979). Il est lié aux cuvettes du schorre imprégnées d'eau oligo à poly haline. Cette association peut se développer en contact avec les roselières oligo-halophiles à *Phragmites australis* (*Atriplici hastatae-Phragmitetum communis* Géhu 1995) dans les secteurs plus saumâtres issus de résurgences d'eau douce. L'association peut être remplacée par celle du *Scirpetum tabernaemontani* Soó (1927) 1947 dans les zones légèrement saumâtres et inondées de façon permanente. Dans la baie du Mont Saint-Michel, l'association est présente

principalement sur le haut schorre de l'herbu de Genêt où elle est favorisée par la stagnation d'eau saumâtre engendrée par la pente inverse (Levasseur, J. E., 1998). Elle descend plus bas dans un chenal de l'herbu du Val Saint-Père, celui-ci étant davantage soumis à l'influence estuarienne. Elle est également présente au niveau de la commune de Cherruix, en bordure des cuvettes situées entre les cordons coquilliers.

Les groupements à Chiendents

Ces végétations sont souvent considérées comme climaciques dans le haut schorre.

La limite extrême d'influence des flots (zone de dépôts des laisses de mer) est généralement occupée par les **groupements du très haut schorre à chiendents**. Ces végétations originellement décrites comme linéaires ont aujourd'hui tendance à se développer en nappe sur l'herbu. Ce phénomène fait l'objet d'une discussion dans le chapitre III.B. page 24.

En situation plus humide (suintement d'eau douce) les groupements du très haut schorre à Chiendents accueillent des espèces des mégaphorbiaies pour former la **prairie saumâtre à Guimauve officinale et Chiendent des vases salées**.

Groupements du très haut schorre à chiendents

- * Rattachement phytosociologique : *Agropyron pungentis* Géhu 1968
- * Corine biotope : 15.35 - Végétation à *Elymus pycnanthus* (*Agropyron pungentis*)
- * EUNIS : A2.611 - Atlantic saltmarsh and drift rough grass communities
- * EUR25 : 1330 - Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)
- * Cahiers d'habitats : 1330-5 - Prairies hautes des niveaux supérieurs atteints par la marée

Ce groupement de végétation haute est dominé par le Chiendent littoral (*Elymus pycnanthus*, Syn *Agropyrum pungens*, *Agropyrum pycnanthus*, *Elytrigia athericus*, *Elymus athericus*), espèce halo nitrophile et thermophile. Il est présent sur des bordures estuariennes où s'accumulent les dépôts organiques. Il se développe typiquement sur le haut schorre et sa présence sur le moyen schorre traduit une eutrophisation du milieu (Géhu, J. M., 1975).

Prairie saumâtre à Guimauve officinale et Chiendent des vases salées

- * Rattachement phytosociologique : *Agropyro pungentis-Althaeetum officinalis* Géhu & Géhu-Franck 1976
- * Corine biotope : 15.35 - Végétation à *Elymus pycnanthus* (*Agropyron pungentis*)
- * EUNIS : A2.611 - Atlantic saltmarsh and drift rough grass communities
- * EUR25 : 1330 - Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)
- * Cahiers d'habitats : 1330-5 - Prairies hautes des niveaux supérieurs atteints par la marée

Situé sur quelques secteurs des herbues de la partie estuarienne, en limite supérieure de schorre, ce groupement se développe sur des sols enrichis en matière organique, peu ou non pâturés. Il est favorisé par les affleurements d'eau douce.

Cas particuliers

Lorsque la vase du schorre est remise à nu pour une raison ou pour une autre, la végétation pionnière est là encore dominée par les salicornes et autres espèces annuelles.

Ces groupements à salicornes annuelles ont été regroupés sous l'appellation **végétations annuelles à salicornes du haut schorre**. Elles se développent sur des vases salées soumises à de fortes variations de la valeur hydrique et de la salinité, contrairement aux salicorniaies de la slikke.

Dans les secteurs les plus hauts atteints par les marées, les dépôts de laisses de mer étouffent localement la végétation, généralement constituée par les groupements du très haut schorre à chiendents. La décomposition des différents débris va entraîner un enrichissement local du substrat en éléments nutritifs. La **végétation annuelle des laisses de mer à Arroche du littoral des hauts de plage vaseux** occupe ces milieux halo-eutrophes. Ce groupement végétal ouvert marqué par *Beta vulgaris* subsp. *maritima*, *Cakile maritima*, *Atriplex hastata* var. *salina* et localement *Atriplex littoralis* (non rencontré lors de la campagne 2008) va peu à peu se refermer. *Elymus pycnanthus* va alors reprendre la dominance et on verra à nouveau se développer le groupement du très haut schorre à chiendents.

Les zones de contact entre les herbus et les dunes sont occupées par la **pelouse à Frankénie lisse et Statice normand des zones de contact entre systèmes dunaires et vases salées**. A l'instar de celle-ci, les contacts entre les herbus et les cordons coquilliers vont accueillir la **pelouse ouverte à Statice à deux nervures et Lepture raide des cordons coquilliers**.

Végétations annuelles à salicornes du haut schorre

- * Rattachement phytosociologique : *Salicornion europaeo-ramosissimae* Géhu & Géhu-Franck ex Rivas-Martínez 1990
- * Corine biotope : 15.1112 - Groupements à *Suaeda* et *Salicornia* (*Salicornion europaeo-ramosissimae* p. (*Thero-Suaedion* auct.))
- * EUNIS : A2.6513 - [*Salicornia*] spp. pioneer saltmarshes
- * EUR25 : 1310 - Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses
- * Cahiers d'habitats : 1310-2 - Salicorniaies des hauts niveaux (schorre atlantique)

Cette végétation, caractérisée par la présence de *Sergularia media* en faible recouvrement dans des cuvettes du schorre.

Végétation annuelle des laisses de mer à Arroche du littoral des hauts de plage vaseux

- * Rattachement phytosociologique : *Beto maritimae-Atriplicetum littoralis* Géhu 1976
- * Corine biotope : 16.12 - Groupements annuels des plages de sable (*Cakiletea maritimae* (*Atriplici-Salsolion kali* = *Salsolo-Honckenyon peploidis*, *Thero-Suaedion*, *Euphorbion peplis* p.))
- * EUNIS : B1.12 - Middle European sand beach annual communities
- * EUR25 : 1210 - Végétation annuelle des laisses de mer
- * Cahiers d'habitats : 1210-1 - Laisses de mer sur substrat sableux à vaseux des côtes Manche-Atlantique et Mer du Nord

Ce groupement d'annuelles et de bisannuelles se développe en frange au niveau des laisses de mer, sur des substrats vaseux à sableux bien drainés. Elle comporte entre autres *Cakile maritima*, *Beta maritima* ainsi que des espèces d'arroches.

**Pelouse à Frankénie lisse et Statice normand des zones de contact entre systèmes
dunaires et vases salées**

- * Rattachement phytosociologique : *Frankenio laevis-Limonietum normannici* (Lemée 1952) Géhu & Bioret 1992
- * Corine biotope : 15.33D - Tapis de *Frankenia laevis*
- * EUNIS : A2.631 - Atlantic upper shore communities
- * EUR25 : 1330 - Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)
- * Cahiers d'habitats : 1330-4 - Prés-salés du contact haut schorre/dune

Cette végétation se développe au niveau des contacts entre le schorre et les levées sablonneuses très peu atteints par la marée. On retrouve *Limonium binnervosum* ainsi que *Limonium normanicum*, espèce de statice endémique du golfe Normand Breton et inscrite sur la liste des espèces menacées du massif armoricain. Dans la baie, on retrouve à la Roche Torin en mosaïque avec les pelouses typiques des dunes abrouties et le pré salé.

Pelouse ouverte à Statice à deux nervures et Lepture raide des cordons coquilliers

- * Rattachement phytosociologique : *Parapholiso strigosae-Limonietum binervosi* Lahondère & Bioret 1995 *nom. prov.*
- * Corine Biotope : 15.33D - Tapis de *Frankenia laevis*
- * EUNIS : A2.631 - Atlantic upper shore communities
- * EUR25 : 1330 - Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)
- * Cahiers d'habitats : 1330-4 - Prés-salés du contact haut schorre/dune

Ce groupement semble typifier les secteurs de contact entre le pré salé et les végétations plus séchardes des cordons coquilliers. Décrite en 1995 par Lahondère et Bioret à Cherrueix, cette végétation se rencontre régulièrement dans tout le secteur des cordons coquilliers et semble localisée à cet ensemble pour la façade atlantique. Ce groupement est notamment caractérisé par *Limonium binervosum*, statice habituellement cantonné aux falaises soumises aux embruns pour la Basse-Normandie.

4. La végétation des cordons coquilliers

"Les cordons coquilliers sont issus de phénomènes météo-océaniques et sédimentaires spécifiques que l'on retrouve en baie du Mont-Saint-Michel. Avec l'action violente des houles et des tempêtes, des coquilles de bivalves en situation infratidale sont dégagées et remises en mouvement, triées puis acheminées vers le haut de l'estran où elles s'amoncellent progressivement sur la base initiale de replats sableux. Ces éléments très dynamiques peuvent progresser jusqu'à 10 mètres par an pour les bancs en début de formation (bancs d'estran) (Thierry et al., 2007)".

Lorsque les cordons coquilliers vont venir "butter" sur l'herbus, leur progression va s'en trouver ralentie. Cette relative stabilité va permettre à la végétation de coloniser ces amas.

Sur les cordons composés de coquilles entières, seules les végétations des hauts de plages vont pouvoir s'installer. En effet, dans ce milieu particulièrement drainant, il est impossible pour le substrat de garder les réserves en eau ou en nutriments. Ainsi, il n'y a qu'au niveau des dépôts de laisse de mer qu'on peut retrouver des conditions favorables au développement de la **pelouse annuelle à Arroche de Babington et Renouée de Ray des hauts de plages de graviers**.

Au cours du temps, les coquilles vont se briser et le sol va devenir moins drainant. Le sol va se compacter et le cordon se tasser. On observe qu'en général, ce sont les groupements du très haut schorre à chiendents qui vont venir coloniser ces milieux.

Un autre type de cordons coquilliers mélange les débris organiques avec du sable. Sur ces milieux toujours très drainant vont se développer des végétations proches de celles des dunes. On va alors avoir une répartition spatiale des végétations suivant l'organisation :

- front exposé à la mer ;
- replat de haut de cordon ;
- revers de cordon.

Sur le front exposé, on va retrouver les végétations de laisses de mers décrites précédemment et mélange avec la **pelouse à Chiendent des sables des dunes embryonnaires nord-atlantiques**. Celle-ci est capable de supporter des variations importantes des niveaux du sol. Elle supporte également une immersion ponctuelle par l'eau de mer.

Le haut de cordon traduit tout à fait la dualité de ce milieu. En effet, les végétations rencontrées sont à la fois caractéristiques des prés salés et des dunes. Ainsi, si la **prairie à Pourpier de mer et Chiendent aigu du haut schorre** donne à l'ensemble sa physionomie générale, on rencontre de-ci de-là des "plaques" caractérisées par une végétation basse et discrète. Ces plaques marquées par un important tapis bryo-lichénique se rapprochent des **pelouses dunaires sèches à Phléole des sables et Tortula ruraliformis des sables calcarifères**. Ce groupement favorisé par l'abrutissement par le lapin est ici fragmentaire. Lors de sa floraison, *Sedum acre* donne à cette association des tons vifs permettant de la distinguer de loin au milieu des groupements du très haut schorre à chiendents et de la prairie à Pourpier de mer et Chiendent aigu du haut schorre.

Enfin, sur le revers de cordons, le contact avec le pré salé va être marqué de façon plus importante. Ainsi, du haut vers le bas, on va avoir un gradient continue de groupement du très haut schorre à chiendents et de pelouse ouverte à Statice à deux nervures et Lepture raide des cordons coquilliers. Dans les secteurs les plus abruptes cette pelouse n'est pas présente et le groupement à chiendent est directement en contact avec la végétation de marais salé. Celle-ci peut être variée en fonction du contexte de l'arrière cordon.

En arrière des cordons coquilliers, l'écoulement des eaux est rendu plus difficile. Dans ce secteur, on va avoir une accumulation d'éléments fins et un enrichissement en éléments nutritifs. Ceci va se traduire soit par des formes riches en *Aster tripolium* des végétations classiques du schorre, soit par le développement d'un voile du ***Parapholis-Saginetum marinae*** dans les zones de contact avec les cordons coquilliers.

Pelouse annuelle à Arroche de Babington et Renouée de Ray des hauts de plages de graviers

- * Rattachement phytosociologique : *Polygono raii-Atriplicetum glabriusculae* Tüxen 1950 *nom. inv.* Géhu 1984
- * Corine biotope : 17.2 - Végétation annuelle des laisses de mer sur plages de galets (*Cakiletea maritima* p.)
- * EUNIS : B2.12 - Atlantic and Baltic shingle beach drift lines
- * EUR25 : 1210 - Végétation annuelle des laisses de mer
- * Cahiers d'habitats : 1210-2 - Laisses de mer sur cordons de galets et de graviers des côtes Manche-Atlantique

Ce groupement se développe au niveau des laisses de mer, sur substrat grossier enrichi en débris coquilliers et renferme un cortège d'espèces annuelles à bisannuelles, dont la Renouée de Ray, *Polygonum oxyspermum* subsp *raii*, espèce inscrite sur le livre Rouge de la flore menacée de France et considérée comme taxon à très forte valeur patrimoniale pour la Bretagne et la Basse-Normandie. Il présente au niveau des cordons un développement linéaire en frange exposée. Il s'agit d'un habitat soumis au remaniement possible du substrat par l'érosion marine, ce qui explique son caractère temporaire et sa localisation fluctuante.

Pelouse à Chiendent des sables des dunes embryonnaires nord-atlantiques

- * Rattachement phytosociologique : *Elymo arenarii-Agrophyretum junceiformis* (Braun-Blanquet & de Leeuw 1936) em Tüxen 1957
- * Corine biotope : 16.2111 - Dunes embryonnaires atlantiques (*Elymo-Agrophyretum juncei*, *Euphorbio-Agrophyretum juncei*)
- * EUNIS : B1.31 - Embryonic shifting dunes
- * EUR25 : 2110 - Dunes mobiles embryonnaires
- * Cahiers d'habitats : 2110-1 - Dunes mobiles embryonnaires atlantiques

Constituée essentiellement de graminées halo subnitrophiles, cette végétation est dominée par le chiendent des sables (*Agropyrum junceiformis* syn *Elytrigia juncea* subsp *boreo-atlanticus*). *Elymus arenarius*, espèce protégée au niveau national, peut y être aussi représentée. Elle se développe en contact supérieur des laisses de mer et elle est favorisée par un enfouissement régulier par le sable venant du haut de plage. Sa position est très fluctuante dans l'Ouest de la baie, où elle peut être exposée à la houle lors des tempêtes. Groupement caractérisant généralement les dunes embryonnaires dans les systèmes sableux, il se développe ici sur les faces exposées des cordons coquilliers encore actifs.

Prairie à Pourpier de mer et Chiendent aigu du haut schorre

- * Rattachement phytosociologique : *Minuartio peploidis-Agrophyretum acuti* Tüxen 1957
- * Corine biotope : 15.35 - Végétation à *Elymus pycnanthus* (*Agropyron pungentis*)
- * EUNIS : A2.611 - Atlantic saltmarsh and drift rough grass communities
- * EUR25 : 1330 - Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)
- * Cahiers d'habitats : 1330-5 - Prairies hautes des niveaux supérieurs atteints par la marée

Cette végétation typique des hauts de plage plus ou moins graveleux, au contact des dunes et des marais salés, est caractérisée par une faible diversité spécifique. Les espèces rencontrées caractérisent à la fois les marais salés et les dunes mobiles. Il s'agit d'ailleurs de l'habitat privilégié d'*Elymus x-acutus*, Chiendent hybride entre *Elymus pycnanthus* caractéristique du haut schorre et *Elymus farctus* caractérisant les dunes embryonnaires.

Pelouse dunaire sèche à Phléole des sables et *Tortula ruraliformis* des sables calcaires

- * Rattachement phytosociologique : *Phleo arenarii-Tortuletum ruraliformis* (Massart 1908) Br.-Bl. & de Leeuw 1936

- * Corine biotope : 16.2211 - Groupements dunaires à *Tortula*
- * EUNIS : B1.41 - Northern fixed grey dunes
- * EUR25 : 2130* - *Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises)
- * Cahiers d'habitats : 2130*-1 - *Dunes grises de la Mer du Nord et de la Manche

Les crêtes des cordons coquilliers riches en sable abritent une végétation rase, riche en mousses du genre *Tortula* et en annuelles. Ces pelouses se rapprochent des pelouses dunaires nordiques à *Tortula ruraliformis* et *Phleum arenarium* bien que le cortège soit appauvri (absence des espèces typiquement septentrionales). Ces pelouses sont favorisées par l'abrutissement par le lapin.

**Pelouse rase et ouverte à *Lepture raide* et *Sagina maritime* des zones de contact
entre systèmes dunaires et vases salées**

- * Rattachement phytosociologique : *Parapholiso-Saginetum marinae* Géhu 1976
- * Corine biotope : 15.13 - Groupements à *Sagina* et *Cochlearia*
- * EUNIS : A2.653 - Atlantic [*Sagina maritima*] communities
- * EUR25 : 1310 - Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses
- * Cahiers d'habitats : 1310-4 - Végétations à petites annuelles subhalophiles (association non citée dans les cahiers d'habitats)

Ce groupement d'annuelles apparaît en contact du schorre et des cordons coquilliers.

5. Synsystème

Agropyreteea pungentis Géhu 1968

Agropyretalia pungentis Géhu 1968

Agropyrion pungentis Géhu 1968

Agropyro pungentis-Althaeetum officinalis Géhu & Géhu-Franck 1976

Atriplici hastatae-Agropyretum pungentis Beeftink & Westhoff 1962

Beto maritimae-Agropyretum pungentis (Arènes 1933) Corillion 1953

Minuartio peplodis-Agropyretum acuti Tüxen 1957

Agrostietea stoloniferae Müller & Görs 1969

Potentillo anserinae-Polygonetalia avicularis Tüxen 1947

Loto tenuis-Trifolion fragiferi (Westhoff, van Leeuwen & Adriani 1962) de Foucault 1984 *nom. ined. et inval.*

Junco gerardi-Agrostietum albae Tüxen (1937) 1950

Potentillion anserinae Tüxen 1947

Asteretea tripolium Westhoff & Beeftink *in* Beeftink 1962

Glauco maritimae-Puccinellietalia maritimae Beeftink & Westhoff *in* Beeftink 1962

Armerion maritimae Br.-Bl. & de Leeuw 1936

Festucenion littoralis (Corillion 1953) Géhu 1976

Festucetum littoralis Corillion 1953 *nom. em.* Géhu 1976

Juncetum gerardii Warming 1906

Frankenio laevis-Armerienion maritimae Géhu & Géhu-Franck *ex* Géhu 1976

Frankenio laevis-Limonietum lychnidifolii (Meslin 1936) Lemée 1952

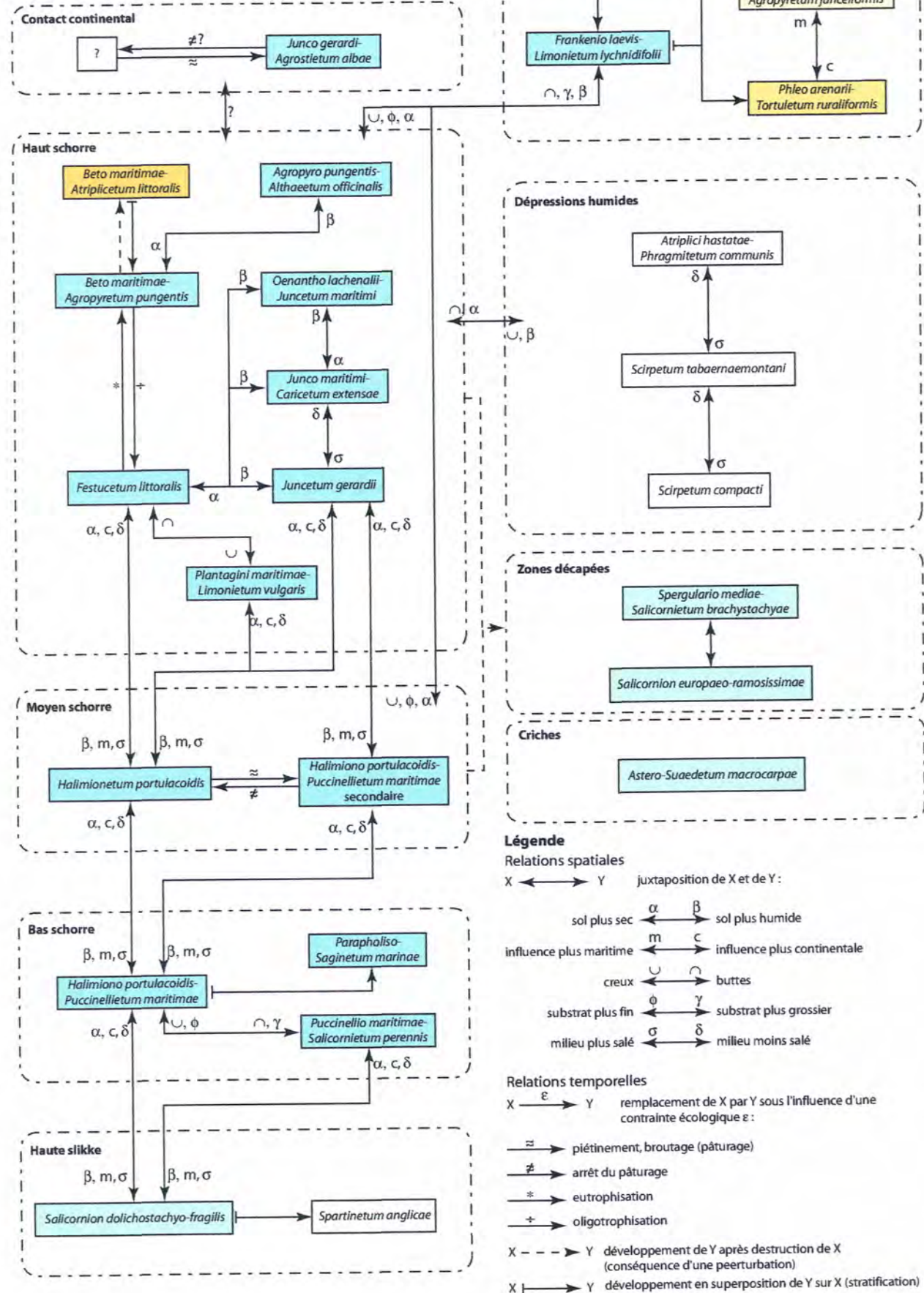
Parapholiso strigosae-Limonietum binervosi Lahondère & Bioret 1995 *nom. prov.*

Limonio vulgaris-Plantagenion maritimae Géhu & Géhu-Franck 1984 *nom. nud.*

Plantagini maritimae-Limonietum vulgaris Westhoff & Segal 1961

- Glauco maritimae*-*Juncion maritimi* Géhu & Géhu-Franck ex Géhu in Bardat et al. 2004
Junco maritimi-*Caricetum extensae* (Corillion 1953) Géhu 1976
Oenanthe lachenalii-*Juncetum maritimi* Tüxen 1937
Puccinellion maritimae W. F. Christiansen 1927 *nom. corr.* in Bardat et al. 2004
Puccinellion maritimae Géhu in Géhu & Géhu-Franck 1984
Puccinellietum maritimae Christiansen 1927
- Cakiletea maritimae* Tüxen & Preising ex Br.-Bl. & Tüxen 1952
Cakiletalia integrifoliae Tüxen ex Oberdorfer 1950 *corr.* Rivas-Martínez, J.C. Costa & Loidi 1992
Atriplicion littoralis Nordhagen 1940
Beto maritimae-*Atriplicetum littoralis* Géhu 1976
Polygono raii-*Atriplicetum glabriusculae* Tüxen 1950 *nom. inv.* Géhu 1984
- Honckenyo peploidis*-*Elymetea arenarii* Tüxen 1966
Honckenyo peploidis-*Elymetalia arenarii* Tüxen 1966
Honckenyo peploidis-*Elymion arenarii* Tüxen 1966
Elymo arenarii-*Agropyretum junceiformis* (Braun-Blanquet & de Leeuw 1936) em Tüxen 1957
- Koelerio glaucae*-*Corynephoretea canescentis* Klika in Klika & V. Novák 1941
Artemisio lloydii-*Koelerietalia albescentis* Sissingh 1974
Koelerion albescentis Tüxen 1937
Phleo arenarii-*Tortuletum ruraliformis* (Massart 1908) Br.-Bl. & de Leeuw 1936
- Phragmiti australis*-*Magnocaricetea elatae* Klika in Klika & V. Novák 1941
Scirpetalia compacti Hejný in Holub, Hejný, Moravec & Neuhäusl 1967 *corr.* Rivas-Martínez, J.C. Costa, Castroviejo & Valdés 1980
Scirpion compacti A.E. Dahl & Hadač 1941 *corr.* Rivas-Martínez, J.C. Costa, Castroviejo & Valdés 1980
Atriplici hastatae-*Phragmitetum communis* Géhu 1995
Scirpetum compacti (Van Langend. & Beeftink 1931) Beeft. 1957
- Saginetea maritimae* Westhoff, van Leeuwen & Adriani 1962
Saginetalia maritimae Westhoff, van Leeuwen & Adriani 1962
Saginion maritimae Westhoff, van Leeuwen & Adriani 1962
Parapholiso-*Saginetum marinae* Géhu 1976
- Salicorniotea fruticosae* Braun-Blanquet & Tüxen ex A. Bolòs & O. Bolòs in A. Bolòs 1950
Salicornietalia fruticosae Br.-Bl. 1933
Halimionion portulacoidis Géhu 1976
Puccinellio maritimae-*Salicornietum perennis* (Arènes 1933) Géhu 1976
- Spartinetea glabrae* Tüxen in Beeftink 1962
Spartinetalia glabrae Conard 1935
Spartinion anglicae Géhu in Bardat et al. 2004
Spartinetum anglicae Corillion 1953 *nom. nov.* Géhu & Géhu-Franck 1984
- Thero*-*Suaedetea splendentis* Rivas-Martínez 1972
Thero-*Salicornietalia dolichostachyae* Tüxen ex Boulet & Géhu in Bardat et al. 2004
Salicornion dolichostachyo-fragilis Géhu & Rivas Mart. ex Géhu 1979
Astero tripolium-*Suaedetum maritimae* Géhu & Géhu-Franck 1982
Salicornion europaeo-ramosissimae Géhu & Géhu-Franck ex Rivas-Martínez 1990

Schéma systémique résumant les relations entre les végétations rencontrées sur les herbus de la baie du Mont-Saint-Michel



6. L'évolution du recouvrement des principales espèces végétales de 1984 à 2008

Tableau VII : évolution des superficies des végétations dominantes des herbus de la baie du Mont Saint-Michel de 1984 à 2008.

Recouvrement des espèces dominantes (ha)	1984	1995	2002	2008
Végétations pionnières	621	519	271	204
<i>Puccinellia maritima</i>	1542	1490	1182	995
<i>Halimione portulacoides</i>	393	532	496	250
<i>Elymus pycnanthus</i>	120	650	933	1059
<i>Festuca rubra</i> et <i>Agrostis stolonifera</i>	1136	646	944	675
Autres types de végétation	?	?	?	1001

NB : les données de 1984, 1995 et 2002 sont extraites d'une étude réalisée par Alain Radureau en 2007 dans le cadre du contrat : «Utilisation pastorale des herbus de la Baie du Mont Saint-Michel et gestion de la biodiversité»

On peut noter que depuis 1984 la superficie des espèces pionnières, celle de *Puccinellia maritima* ainsi que celle de *Agrostis stolonifera* et de *Festuca rubra* ont diminué (Tableau VII). Au contraire, on constate une très nette augmentation du recouvrement en *Elymus pycnanthus* (936 ha en vingt-quatre ans). La surface occupée par *Halimione portulacoides* est caractérisée quant à elle par des phases d'expansion et de régression. Ces évolutions sont données à titre indicatif, afin de montrer une tendance générale. En effet, les méthodes de cartographies étant très différentes, entre les trois premières campagnes et la campagne 2008, les méthodes de calcul le sont obligatoirement aussi.

B. Les habitats d'intérêt communautaire

Les herbus de la baie du Mont-Saint-Michel abritent sept habitats d'intérêt communautaire, dont un prioritaire. Leur surface couvre 97% de la surface totale des marais salés, soit une surface de 4093 ha. La carte 3 permet de localiser les différents habitats d'intérêt communautaire.

Les différents habitats sont :

- 1130 "Estuaires" (habitat décliné 1130-1 "Slikke en mer à marées (façade atlantique)"); 6,24 ha
- 1140 "Replats boueux ou sableux exondés à marée basse" (concerne les cordons coquilliers sans végétation ; habitat décliné non défini) ; 49,54 ha
- 1210 "Végétation annuelle de laisse de mer" (habitats déclinés 1210-1 "Laisse de mer sur substrat sableux à vaseux des côtes Manche-Atlantique et mer du Nord" et 1210-2 "Laisse de mer sur cordons de graviers et de galets des côtes Manche-Atlantique et mer du Nord") ; 1,78 ha
- 1310 "Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses" (habitats déclinés 1310-1 "Salicorniaies des bas niveaux (haute slikke atlantique)", 1310-2 "Salicorniaies des hauts niveaux (schorre atlantique)" et 1310-4 "Végétations à petites annuelles subhalophiles") ; 186,55 ha
- 1330 "Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)" (habitats déclinés 1330-1 "Prés-salés du bas schorre", 1330-2 "Prés-salés du schorre moyen", 1330-3 "Prés-salés du haut schorre", 1330-4 "Prés-salés du contact haut schorre/dune" et 1330-5 "Prairies hautes des niveaux supérieurs atteints par la marée") ; 3840,85 ha
- 2110 "Dunes mobiles embryonnaires" (habitat décliné 2110-1 "Dunes mobiles embryonnaires atlantiques") ; 0,33 ha
- 2130* "*Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises)" (habitat décliné 2130*-1 "*Dunes grises de la Mer du Nord et de la Manche") ; 7,50 ha

C. L'état de conservation de la végétation

1. Influence des différents critères évalués

Influence d'Elymus pycnanthus

Pour chaque polygone de la Base d'Information Géographique, le recouvrement relatif en *Elymus pycnanthus* a été noté. Les surface synthétisées dans le tableau IX reprennent donc la surface totale de recouvrement estimée pour cette espèce, quelle que soit la végétation. La carte 4 représente la répartition d'*Elymus pycnanthus* en fonction du niveau topographique.

Tableau IX : estimation des surfaces relatives occupées par *Elymus pycnanthus* (en ha) en 2008. Les chiffres entre parenthèses indiquent la proportion occupée par chaque niveau dans le secteur.

secteur	Recouvrement relatif en <i>Elymus pycnanthus</i> (%) par niveau					Surface totale du secteur (ha)
	Haut schorre	Moyen schorre	Bas schorre	Haute slikke	Cordons coquilliers	
1 : Genêt	8 (44)	<1 (14)	<1 (31)	0 (11)	0 (0)	390,29
2 : Saint-Léonard	34 (98)	1 (1)	<1 (1)	0 (0)	0 (0)	297,94
3 : Val-Saint-Père	30 (92)	<1 (5)	<1 (1)	0 (2)	0 (0)	255,05
4 : Pontaubault	10 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	34,23
5 : Céaux	28 (98)	1 (2)	<1 (0)	0 (0)	0 (0)	142,52
6 : Grand herbus est	22 (74)	<1 (18)	<1 (4)	0 (4)	0 (0)	1162,60
7 : Grand herbus ouest	25 (59)	4 (27)	1 (11)	0 (2)	<1 (1)	1597,51
8 : Cordons coquilliers	13 (23)	3 (31)	1 (17)	0 (13)	2 (16)	337,15
Ensemble	23 (65)	2 (19)	<1 (10)	0 (4)	<1 (2)	4217,30

Il ressort de ce tableau qu'*Elymus pycnanthus* reste essentiellement localisé dans le haut schorre, bien qu'il descende dans le moyen et le bas schorre, situation non caractéristique pour l'espèce. Il convient également de noter une certaine corrélation entre la proportion de haut schorre et le recouvrement en *Elymus pycnanthus* dans ce niveau (à l'exception de l'herbus de Pontaubault). Les secteurs concernés sont situés dans la partie estuarienne de la baie. On remarque qu'ils occupent l'ensemble de la surface sur laquelle ils peuvent potentiellement se développer. Ceci explique que les parties dynamiques (haute slikke, bas schorre et moyen schorre) soient absentes. Ces herbus sont plus anciennement stabilisés et vieillissants.

La carte 5 reprend l'évolution d'*Elymus pycnanthus* depuis 1984 dans la baie du Mont-Saint-Michel. Pour 2008 seuls les groupements où l'espèce occupe plus de 50 % de la surface ont été matérialisés afin de pouvoir comparer avec les données antérieures pour lesquelles seules les végétations où *Elymus pycnanthus* est dominant sont représentées. On visualise bien sur cette carte l'avancée impressionnante du chiendent dans les herbus de la baie du Mont-Saint-Michel. La stratégie d'extension de l'espèce par élargissement des zones occupées à partir de populations existantes est également mise en valeur.

Influence du pâturage.

La carte 6 représente la gradation de l'influence du pâturage sur les herbus de la baie du Mont-Saint-Michel notée sur chaque polygone lors de la phase de terrain. Le tableau X reprend les surfaces concernées pour chaque classe d'influence du pâturage en fonction de chaque secteur.

Tableau X : influence sur pâturage sur les herbus pour chaque secteur

secteur	Influence du pâturage surface en ha (%)			Surface totale du secteur (ha)
	Nulle à faible	Moyenne	Forte	
1 : Genêt	298 (76)	37 (9)	56 (14)	390
2 : Saint-Léonard	145 (49)	36 (12)	117 (39)	298
3 : Val-Saint-Père	124 (49)	40 (16)	91 (36)	255
4 : Pontaubault	6 (17)	9 (27)	19 (56)	34
5 : Céaux	42 (29)	12 (8)	89 (63)	143
6 : Grand herbus est	630 (54)	114 (10)	419 (36)	1163
7 : Grand herbus ouest	1167 (73)	124 (8)	307 (19)	1598
8 : Cordons coquilliers	272 (81)	29 (9)	36 (11)	337
Ensemble	2683 (64)	401 (9)	1134 (27)	4217

D'une manière générale, on constate que l'influence du pâturage est nulle à faible sur plus de 60% du marais salé. On pourrait penser en toute logique que la classe d'influence moyenne concernerait une proportion plus importante d'herbus que l'influence forte. Or, en baie du Mont-Saint-Michel, la classe d'influence forte est trois fois supérieure. Ce qui démontre bien qu'il existe un déséquilibre important dans l'utilisation de l'herbus pas le pastoralisme, avec des zones non ou faiblement exploitées et des zones très surpâturées.

Influence de l'eutrophisation

La carte 7 représente l'influence des l'eutrophisation sur les prés salés. L'évaluation étant basée sur la répartition d'espèces réputées nitrophiles.

Il n'a pas été mis en évidence d'influence forte de l'eutrophisation sur les herbus de la baie du Mont-Saint-Michel. Cela pourrait s'expliquer soit par des limites de classes d'influence non adaptées, soit par un problème de prise en compte de tous les éléments. En effet, il pourrait être également pris en compte certaines formations végétales réputées comme nitrophiles. Inversement, on pourrait penser que l'influence de l'eutrophisation est surestimée dans la mesure où sa source n'est pas connue. En effet, l'enrichissement en éléments nutritifs peut provenir d'apports extérieurs, d'une meilleure oxygénation du substrat, de la stagnation de l'eau dans des cuvettes...

Bien que pris en compte dans le calcul de l'état de conservation, l'influence de l'eutrophisation semble, dans l'état actuel des choses, assez approximative et nécessiterait d'être affinée.

*Influence de *Spartina anglica**

Espèce néophyte, la Spartine anglaise a colonisé de nombreux estuaires européens depuis le début du XX^e siècle. Cette expansion rapide s'est souvent fait au détriment des spartinaies locales à *Spartina maritima* qui tendent à disparaître. En baie du Mont-Saint-Michel, l'influence de *Spartina anglica* ne semble sur les végétations pas être aussi prononcée que dans d'autres systèmes de prés salés.

Les taux de recouvrement en *Spartina anglica* supérieurs à 30%, indiquant influence forte sur la végétation, sont assez peu fréquents dans la baie du Mont Saint-Michel. On les trouve principalement sur la slikke située immédiatement à l'est du Mont, dans la partie dite «la petite baie» (carte 8).

2. Les superficies des différents niveaux topographiques en fonction du secteur

Une étude menée sur des marais salés aux Pays-Bas dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau propose des limites pour le pourcentage de chaque niveau (de Jong, D. J., 2005). Dans le cas d'un système estuarien naturel un équilibre dynamique se maintient entre les différentes zones de végétation (haute slikke, bas schorre, moyen schorre, haut schorre et zones saumâtres à roselières). Une surreprésentation d'une zone signifie que le processus naturel est perturbé. Les auteurs estiment que chaque zone doit faire 5% au minimum et 35 à 40% au maximum (35% pour cinq zones prises en compte et 40% pour trois ou quatre zones prises en compte). Tout au plus, le haut schorre ne doit pas excéder les 50% de couverture. Le tableau XI nous indique que pour six des huit secteurs, cette valeur est largement dépassée.

Tableau XI : les surface des différents secteurs en fonction du niveau perçu. Les chiffres entre parenthèses indiquent, en pourcentage, la proportion de chaque niveau par rapport à la superficie du secteur correspondant.

secteur	Surface des différents niveau de schorre en ha (%)					Surface totale du secteur (ha)
	Haut schorre	Moyen schorre	Bas schorre	Haute slikke	Cordons coquilliers	
1 : Genêt	172 (44)	55 (14)	121 (31)	42 (11)	0 (0)	390
2 : Saint-Léonard	293 (98)	3 (1)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	298
3 : Val-Saint-Père	235 (92)	12 (5)	3 (1)	5 (2)	0 (0)	255
4 : Pontaubault	34 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	34
5 : Céaux	139 (98)	3 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	143
6 : Grand herbis est	863 (74)	207 (18)	48(4)	46 (4)	0 (0)	1163
7 : Grand herbis ouest	940 (59)	433 (27)	176 (11)	30 (2)	18 (1)	1598
8 : Cordons coquilliers	77 (23)	103 (31)	56 (17)	46 (13)	55 (16)	337
Ensemble	2754 (65)	815 (19)	406 (10)	169 (4)	73 (2)	4217

Dans le secteur estuarien (secteurs 2, 3, 4 et 5), les herbis occupent actuellement tout l'espace qui leur est disponible, ce qui explique l'absence des végétations pionnières. Cependant, l'absence ou la faible représentation des bas et moyens schorres ne peut s'expliquer que par une atténuation des facteurs de stress conditionnant leur développement. La continentalisation de ces herbis exposés à des eaux plus saumâtres pourrait être une explication.

La suite logique de la dynamique des herbis est la formation de fourrés puis de boisements. Ces deux ensembles sont absents de la baie du Mont-Saint-Michel, cependant on peut observer sur les parties les plus hautes des deux grands herbis de jeunes pousses de chênes (*Quercus robur*). Ceux-ci sont très dispersés et ne semblent pas atteindre un âge de plus de 2-3 ans mais leur présence associée à une forte représentation du haut schorre par rapport aux autres parties du marais salé pourrait être un témoin du vieillissement général et d'une continentalisation de ces deux herbis.

III. DISCUSSION

A. Évolution des superficies

La superficie des végétations pionnières a très fortement diminué depuis 1984 (Tableau XIII). Il en est de même pour les végétations à *Puccinellia maritima* (*Halimiono-Puccinellietum* primaire et secondaire et *Arthrocnemo-puccinellietum*) dont la superficie a diminué de près de 500 ha. On peut expliquer cette diminution par le recul du pâturage. Celui-ci devrait s'accompagner d'un remplacement de *Puccinellia*

maritima par *Halimione portulacoides*. Cependant, la superficie d'*Halimione portulacoides* a diminué de 33 ha durant cette même période. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'*Elymus pycnanthus* a progressé dans le moyen schorre et a recolonisé des endroits pâturés à la place d'*Halimione portulacoides*. Depuis 1984, le recouvrement d'*Elymus pycnanthus* ne cesse d'augmenter et traduit le caractère envahissant de l'espèce. L'importante réduction des superficies de *Festuca rubra* et d'*Agrostis stolonifera* est aussi liée à l'invasion d'*Elymus pycnanthus*.

L'analyse des surfaces des différents niveaux topographiques caractéristiques des prés salés littoraux laisse apparaître un déséquilibre et une perturbation du système naturel de la baie (Tableaux XIV). Ces résultats confortent l'idée de la continentalisation des marais salés de la baie.

B. L'invasion d'*Elymus pycnanthus*

1. La progression d'*Elymus pycnanthus*

La comparaison de la carte actuelle de répartition d'*Elymus pycnanthus* avec celles qui ont été réalisées précédemment (carte 5) met en évidence l'ampleur de la progression de l'espèce depuis les années 1980. En 1984 *Elymus pycnanthus* a commencé à progresser principalement sur le secteur 2 proche de Vains et sur quelques secteurs de la partie est du Grand herbu Ouest. Son expansion a ensuite pris de l'ampleur et en 1995 il couvrait de larges surfaces de part et d'autre du Couesnon et sur l'herbu de Vains. Elle a ensuite continué progressivement et aujourd'hui l'espèce est installée sur l'ensemble des herbous.

Ce phénomène n'est pas spécifique à la baie du Mont Saint-Michel, il se manifeste à l'échelle de l'ensemble des marais salés européens. De nombreuses études scientifiques ont déjà été entreprises pour tenter de comprendre le processus et mettre en place des méthodes permettant de limiter sa progression.

2. Facteurs explicatifs de l'invasion du Chiendent

La dispersion des semences

La dispersion des semences n'est pas limitante pour la colonisation de nouveaux sites. En effet, les graines sont facilement dispersées sous forme d'épis par les vents et courants souvent lors des grandes marées d'automne (Kuijper, J.P.D., Nijhoff, D. J., Bakker, J.P., 2004, Radureau, A., 2007). Elles sont ainsi déposées avec les laisses de mer de manière aléatoire sur le schorre. Ceci est d'ailleurs un facteur explicatif de la présence de «touffes» d'*Elymus* en périphérie des groupements à *Elymus pycnanthus*.

Le pâturage et la sélectivité alimentaire des ovins

Les ovins ne montrent qu'une très faible appétence pour *Elymus pycnanthus* et ne le consomment qu'au stade de très jeunes pousses. Ils finissent par délaisser les zones contenant cette espèce qui couvrent alors une surface de plus en plus importante (Guillon, L. M., 1980). Sur la partie occidentale de l'herbu est, on observe des recouvrements en *Elymus* supérieurs à 80 % (essentiellement sur le moyen schorre perçu) (carte 4). Dans ce même secteur, il est absent sur le haut schorre, où le pâturage intensif empêche son développement (la hauteur de la végétation est très faible et s'élève à moins d'un centimètre).

*L'avantage compétitif d'*Elymus pycnanthus* sur *Agrostis stolonifera**

Amiaud *et al.* (2007) ont expliqué l'avantage compétitif d'*Elymus pycnanthus* sur *Agrostis stolonifera* en considérant les stratégies compétitives de ces deux espèces. Après

arrêt du pâturage, la taille des parties aériennes et souterraines (rhizomes, stolons) d'*Agrostis* augmente. Cette espèce possède une «guerrilla strategy», c'est-à-dire une stratégie de croissance permettant une colonisation de l'espace par le développement des organes végétatifs. Cependant le nombre de feuilles n'augmente pas. Après arrêt du pâturage (elle se trouve alors en compétition avec les autres espèces) elle privilégie la colonisation de l'espace environnant pour éviter l'ombre plutôt que d'augmenter sa capacité photosynthétique. La réponse à l'arrêt du pâturage est différente pour *Elymus pycnanthus* : tandis qu'il privilégie, comme *Agrostis*, la croissance de ses rhizomes sous pâturage, c'est le nombre mais aussi la taille de ses parties végétatives qui augmente après arrêt du pâturage, lui conférant une capacité accrue à explorer spatialement de nouveaux habitats («phalanx strategy»). *Elymus pycnanthus* aurait donc une « consolidation strategy », capacité d'une plante clonale à dominer la végétation année après année dans une couverture végétale dense grâce à la combinaison des stratégies «guerrilla» et «phalanx».

L'avantage compétitif d'Elymus pycnanthus sur Festuca rubra

La diminution de l'intensité du pâturage couplée à l'enrichissement du milieu en azote pourrait être un facteur explicatif de l'envahissement d'*Elymus pycnanthus* aux dépens de *Festuca rubra*. Une étude menée sous serre a montré qu'après une coupe, *Elymus pycnanthus* devient plus compétitive que *Festuca rubra* lorsque le sol est enrichi en azote (Kuijper, J.P.D., Dubbeld, J., Bakker, J.P., 2005). En effet, après une coupe, *Elymus pycnanthus* produit plus de rhizomes que *Festuca rubra*, ce qui lui permet de stocker davantage d'éléments nutritifs comme l'azote, de remplacer plus facilement ses tissus et d'être ainsi plus compétitive. La disponibilité de l'azote augmente au cours de la succession des marais salés des côtes européennes. Comme ils sont pour la plupart limités en azote, l'ajout continu accélère la succession. L'augmentation de la disponibilité en azote favorise la croissance d'*Elymus pycnanthus* au dépens de *Festuca rubra*. C'est ce qui est observé sur le terrain : *Festuca rubra*, observé à un stade de succession intermédiaire, est dominée par *Elymus pycnanthus* quand le marais salé vieillit. Une fois qu'il est établi, *Elymus pycnanthus* développe des rhizomes et les herbivores ne peuvent pas contrer l'expansion de cette espèce clonale.

L'influence des processus sédimentaires

Dans le secteur 1 (près de Genêt), l'espèce est localisée principalement à proximité de la microfalaise, alors qu'elle n'est pas retrouvée vers la bordure continentale (carte 4). **Malgré la présence des herbivores, la répartition d'*Elymus pycnanthus* s'explique davantage par la topographie particulière de l'herbu que par le pâturage.** En effet, l'herbu de Genêt, en particulier dans sa partie orientale, est topographiquement orienté vers la bordure continentale : il s'agit d'un schorre contraire (Le Rhun, J., 1985). La divagation des rivières, peut emporter par érosion la bordure des schorres sur de grandes largeurs, le schorre se termine alors par une microfalaise qui peut atteindre 1.50 mètres de hauteur. La sédimentation étant plus rapide à proximité de la microfalaise qu'à l'intérieur du schorre, la pente devient de plus en plus marquée. La présence d'*Elymus*, espèce supportant mal l'immersion, en bordure de cette microfalaise souligne cette surélévation.

Les contours des chenaux sont souvent marqués par de fortes densités d'*Elymus pycnanthus*. Elles sont aussi liées à la surélévation des bordures de ces chenaux due à l'accumulation de sédiments lors des débordements (Le Rhun, J., 1985).

Le vieillissement des marais salés

Comme la minéralisation, la fertilité du sol et la densité d'individus augmentent au cours de la succession des marais salés, les différents stades de la succession peuvent être considérés comme un gradient de productivité. Ainsi, la productivité augmente du bas schorre en allant vers le haut schorre (Kuijper, J.P.D., Nijhoff, D. J., Bakker, J.P., 2004, Vivier, J. P., 1997). La maturation du marais est liée à son vieillissement, c'est-à-dire au temps écoulé depuis l'installation de la végétation halophile. Il est habituellement admis que le haut marais est d'âge supérieur à 45 ans, le moyen marais a entre 30 et 45 ans et le bas marais a entre 10 et 30 ans (Vivier, J. P., 1997). Etant donné qu'*Elymus pycnanthus* est favorisé par la haute disponibilité en éléments minéraux qui caractérise les marais salés âgés comme ceux de la baie du Mont-Saint-Michel, sa progression est liée pour une part à leur vieillissement ; **les groupements à *Elymus pycnanthus* seraient la végétation climacique des marais salés.**

L'adaptation au stress salin

Une étude réalisée par l'équipe de Laurent Leport et Alain Bouchereau (UMR 6553 Université de Rennes 1) a permis de montrer que s'il dispose d'une quantité d'azote suffisante, *Elymus pycnanthus* peut s'adapter à un fort stress salin en synthétisant des composés osmoprotecteurs. **L'eutrophisation de la côte qui s'est produite ces vingt dernières années permettrait ainsi à *Elymus pycnanthus* de progresser sur le moyen schorre et sur le bas schorre, des milieux dont la salinité n'est normalement pas compatible avec la présence de cette espèce.**

3. Les conséquences sur la composition des associations végétales

L'envahissement d'*Elymus pycnanthus* s'accompagne de l'appauvrissement du milieu en espèces végétales. Sur la partie occidentale de l'herbu est de la baie du Mont-Saint-Michel envahie par le Chiendent, comme sur de nombreux autres secteurs, l'association du *Festucetum littoralis*, ici plus précisément la sous-association *agrostietosum*, n'est composée que de trois espèces végétales : *Agropyrum pycnanthus*, *Agrostis stolonifera* et *Festuca rubra littoralis*, avec une dominance de la première ; les espèces les moins compétitives sont absentes. Cette association s'enrichit en espèces végétales dans des zones non envahies par *Elymus pycnanthus* et on voit apparaître de nouvelles espèces comme *Aster tripolium*, *Plantago maritima*, *Triglochin maritima*, *Juncus gerardii* ou *Glaux maritima*. Ce faciès est notamment présent à proximité de la chapelle Saint-Anne, sur une zone non envahie par *Elymus pycnanthus*.

4. Les conséquences sur le milieu

L'accélération de la continentalisation des marais salés.

La structure et la densité des groupements à chiendent entraînent une augmentation du taux d'accumulation sédimentaire par rapport aux autres espèces des marais salés (Vivier, J. P., 1997). La topographie du schorre en est modifiée et induit une diminution de la durée d'immersion de la végétation. **L'envahissement du chiendent accélère donc le phénomène de continentalisation des marais salés.**

Conséquences sur la faune

La progression d'*Elymus pycnanthus* provoque une diminution de la surface couverte par *Halimione portulacoides* et indirectement celle de *Puccinellia maritima* pâturée par les ovins. Ceci entraîne une restriction de la nourriture exploitable par les canards et les bernaches en hivernage qui occupent les surfaces de moyen schorre pâturées (Radureau,

A., 2007, Lefeuvre, J. C., 2007). L'invasion de *Elymus pycnanthus* diminue aussi la capacité d'accueil de l'Alouette des champs, tandis qu'elle favorise la caille des blés (Radureau, A., 2007). Elle favorise l'installation de populations d'espèces d'araignées continentales mais elle constitue un facteur nuisible pour certaines espèces inféodées à l'habitat de marais salé (Lefeuvre, J. C., 2007). Enfin, le pâturage entraîne une diminution de la surface exploitable par les ovins puisqu'ils ne consomment pas le chiendent, excepté à l'état de très jeunes pousses.

Conséquences sur l'exportation de matière organique

L'invasion d'*Elymus pycnanthus* aux dépens d'*Halimione portulacoides* pourrait conduire à des changements importants dans les transferts de matière nutritive (Radureau, A., 2007). La production primaire d'*Elymus pycnanthus* (3.5 t MS/m²/an) est plus importante que celle d'*Halimione portulacoides*. Ainsi, *Elymus pycnanthus* produit une litière abondante tandis que celle d'*Halimione portulacoides* est pratiquement inexistante. Par ailleurs la vitesse de décomposition d'*Elymus pycnanthus* est plus lente que celle d'*Halimione portulacoides*. Les zones de moyen schorre envahies par le Chiendent stockent donc nettement plus de matière organique, ralentissant ainsi l'exportation de la production primaire.

5. Le contrôle de la progression d'*Elymus pycnanthus*

D'après Kuijperet *et al.* (2004), le pâturage et la compétition entre les individus ont un impact important sur la phase d'établissement d'*Elymus pycnanthus* et peuvent freiner une invasion rapide de cette espèce. Premièrement, bien que les plantes adultes d'*Elymus pycnanthus* soient moins appétantes que les autres espèces des marais salés (puisqu'elles ont une teneur en fibre élevée), les juvéniles de cette espèce semblent être une bonne source de nourriture (Guillon, L. M., 1980, Vivier, J. P., 1997). Par ailleurs, la croissance d'*Elymus pycnanthus* est fortement réduite par la compétition entre les individus au stade juvénile (Kuijper, J.P.D., Nijhoff, D. J., Bakker, J.P., 2004). C'est pour ces raisons que cette espèce, bien que moins appétante, peut être contrôlée par le pâturage au stade juvénile. D'après les auteurs, une fois qu'une végétation rase a été créée par un pâturage intensif, les effets combinés du pâturage et de la compétition interspécifique pourraient prévenir l'invasion pour plusieurs décennies.

Cependant, le recul d'*Elymus pycnanthus* par le pâturage n'est possible que sur des marais salés jeunes encore peu productifs et pas encore envahis par l'espèce (Kuijper *et al.*, 2004). En effet, les conditions sont plus stressantes (moins d'éléments nutritifs disponibles, fréquence d'inondation élevée, recouvrement élevé en sol nu, salinité élevée) dans les stades de succession jeunes et ceci peut diminuer la capacité à produire de la matière organique en réponse au pâturage. D'autre part le faible recouvrement de la végétation et la faible hauteur de la canopée sur les marais salés les plus jeunes peut diminuer l'effet protecteur de la végétation et favoriser la consommation des plantes.

Une tentative d'éradication d'*Elymus pycnanthus* a été entreprise par l'ONCFS en 1996 dans la réserve de chasse de la baie du Mont Saint-Michel (Lefeuvre, J. C., 2007). L'objectif était de favoriser le maintien d'un habitat favorable pour l'avifaune migratrice pendant la saison d'hivernage en augmentant la surface occupée par *Puccinellia maritima*. De 1980 à 2000, le nombre de moutons pâturant sur la réserve de chasse était passé de 1730 en 1980 à 600 en 2000. Dans un premier temps cette diminution avait restreint la surface occupée par *Puccinellia maritima* à moins de 30 ha, sur les 750ha que couvre la réserve, du fait de l'augmentation de la surface de *Halimione portulacoides*. Celle-ci a été remplacée par *Elymus pycnanthus* depuis une dizaine d'années. La méthode de gestion est la suivante : sur une zone de 50 ha, réaliser le broyage d'*Elymus pycnanthus* et de *Festuca rubra* fin août-début septembre chaque

année. L'entretien est assuré par un troupeau de 600 ovins pâturant essentiellement les zones fauchées ainsi que les zones à *Puccinellia maritima*. Cette méthode a permis une sensible diminution de la surface occupée par *Elymus pycnanthus* ainsi qu'une augmentation de celle occupée par *Puccinellia maritima*.

Ces observations nous laissent penser que la fauche couplée au pâturage est un bon moyen de contrôler *Elymus pycnanthus*. Mais sur le terrain nous avons constaté que l'espèce n'est absente que dans les végétations extrêmement rases intensivement pâturées. Le maintien d'*Elymus pycnanthus* par la méthode du pâturage et la préservation de la structure et de la diversité des végétations du schorre paraissent donc incompatibles.

C. Les recouvrements en *Aster tripolium*, en *Atriplex hastata* et en *Urtica dioica*.

La présence d'*Aster tripolium* est largement influencée par la topographie du milieu. En effet, les dépressions du schorre accumulent les éléments nutritifs et favorisent naturellement cette espèce. Dans l'ouest de la baie, de Cherrueix jusqu'à Saint-Benoît-des-Ondes, les pourcentages élevés d'*Aster tripolium* sont certainement dus à la rétention d'eau plus ou moins stagnante derrière les cordons coquilliers.

Les bordures des chenaux et les endroits intensément pâturés semblent être un habitat propice pour *Atriplex hastata* (obs. pers.). Sur l'herbu de Genêt son recouvrement atteint 50% dans le secteur très pâturé. *Urtica dioica* n'a pas été rencontrée sur les marais salés. En revanche, des cirses sont présents sur des hauts schorres à *Festuca rubra* très pâturés, en particulier sur le grand herbu ouest.

D. Le recouvrement en *Spartina anglica*

Sur le secteur situé à l'est du Mont, la densité et la surface importante de *Spartina anglica* est à mettre en relation avec le processus d'accrétion sédimentaire. C'est en effet dans cette zone que se focalise le colmatage par les sédiments dans la baie du Mont Saint-Michel (Bouchard, V., Digaire, F., Lefeuvre, J. C., Guillon, L. M., 1995). Les buttes de sédiments formées au niveau des Spartines témoignent de la dynamique d'accrétion de cette zone. Le pourcentage de *Spartina anglica* reste généralement inférieur à 30 % et l'espèce couvre de faibles surfaces.

E. L'impact du pâturage sur les communautés végétales et les charges recommandées.

L'effet piétinement est la première des composantes du pâturage qui entraîne un changement des fréquences relatives des espèces végétales (Vivier, J. P., 1997). Au niveau du haut schorre, le pâturage peut entraîner une augmentation de la richesse spécifique, particulièrement dans les groupements à *Elymus pycnanthus* et à *Festuca rubra*, et améliorer la structure de l'habitat en rendant les communautés plus imbriquées (Bakker, J. P., Ruyter, J. C., 1981). En effet, les halophytes ont davantage besoin de lumière pour l'établissement des plantules et pour leur croissance que les glycophytes. Etant donné que le pâturage provoque une diminution de la hauteur de la canopée, qu'il crée des ouvertures dans la végétation et des zones de sol nu, espace potentiellement colonisable, il favorise la présence des halophytes sur le haut schorre et le moyen schorre (Vivier, J. P., 1997, Bakker, J. P., Ruyter, J. C., 1981). C'est ce qui est observé sur les marais salés de la baie du Mont Saint-Michel : la présence de *Puccinellia maritima*, de Salicornes ou de *Suaeda maritima* dans le haut schorre et le moyen schorre est souvent liée au pâturage.

La diversité spécifique est théoriquement la plus élevée à des intensités et fréquences de perturbation physique, stress ou prédation intermédiaires, en raison d'une faible exclusion compétitive. En effet, un grand nombre d'espèces peuvent tolérer ces

tenir compte dans la comparaison de ces différentes cartes et des superficies couvertes par les végétations.

CONCLUSION

La zonation de la végétation des marais salés de la baie du Mont Saint-Michel présente de larges écarts par rapport à la zonation théorique d'un marais salé. Ces différences sont principalement liées à l'invasion d'*Elymus pycnanthus* et elles se traduisent aussi par la diminution du recouvrement d'*Halimione portulacoides* due au pâturage. La progression d'*Elymus pycnanthus* serait le fait de plusieurs facteurs agissant de manière concomitante. Ses particularités biologiques en font une espèce très compétitive par rapports aux autres espèces des marais salés et son adaptation au stress salin accélérerait son expansion dans les haut, moyen et bas schorres. Elle pourrait être aussi favorisée par le recul du pâturage de ces vingt dernières années. L'augmentation de son recouvrement serait de toute manière liée à l'évolution naturelle des marais salés, qui s'enrichissent en éléments nutritifs au cours de la succession végétale ; les groupements à *Elymus pycnanthus* constitueraient le climax de cette succession. Les pratiques de fauche annuelle suivies du pâturage menées sur la réserve de chasse ont permis un recul d'*Elymus pycnanthus*. Un pâturage ovin modéré permet d'obtenir une structuration de la végétation optimale avec une bonne richesse spécifique. Cependant il ne permet pas un contrôle efficace à long terme d'*Elymus pycnanthus*.

Un pâturage tournant pourrait être une solution envisageable pour maintenir, au moins provisoirement, le bon état de la végétation. Il pourrait permettre la recolonisation d'*Halimione portulacoides* dans des secteurs de moyen schorre qui ont été dégradés par le pâturage et limiter l'invasion d'*Elymus pycnanthus*.

Le relevé de nombreux descripteurs (typologie phytosociologique, hauteur de la végétation, espèces envahissantes, recouvrement, habitat secondaire/primaire, activité anthropique) sur le terrain pour chacun des polygones constituant la géodatabase met à disposition des partenaires et acteurs du site Natura 2000 d'importante possibilité d'édition de cartes thématiques. Les différentes cartes obtenues pourront apporter notamment des éléments utiles pour la gestion des marais salés de la baie. La connaissance des surfaces couvertes par *Puccinellia maritima* et par *Elymus pycnanthus* permettra d'orienter le pâturage et un suivi régulier de l'état de la végétation pourrait rendre compte de son évolution et de l'efficacité des moyens de gestion mis en œuvre.

BIBLIOGRAPHIE

- Amiaud, B., Touzard, B., Bonis, A., Bouzille, J. B., 2007 - After grazing exclusion, is there any modification of strategy for two guerrilla species: *Elymus repens* (L.) Gould and *Agrostis stolonifera* (L.)? *Plant Ecology*.
- Bakker, J. P., Ruyter, J. C., 1981 - Effects of five years of grazing on a salt marsh vegetation, *Vegetatio*, **44** : 81-100.
- Beefink, 1977 - *The coastal salt marshes of western and northern Europe : an ecological and phytosociological approach*, Ecosystems of the world, 1, Wet coastal ecosystem, V.J. Chapman ad., Elsevier Scientific Publishing Compagnyn ch.6, p 109-155 In Guillon, L. M. (1984) Les schorres de la baie du Mont Saint-Michel – unités de végétations et facteurs du milieu. Laboratoire d'Evolution des Systèmes naturels et modifiés, Université de Rennes, M.N.H.N., E.P.H.E..
- Bouchard, V., Digaïre, F., Lefeuvre, J. C., Guillon, L. M., 1995 - Mappemonde, pp. 28-34.
- Brys, R., Ysebaert, T., Escaravage, V., Van Damme, S., Van Braeckel, A., Vandevoorde, B., Van den Bergh, E., 2005 - Afstemmen van referentiecondities en

- Kuijper, J.P.D., Dubbeld, J., Bakker, J.P., 2005 - Competition between two grass species with and without grazing over a productivity gradient, *Plant Ecology* **179** : 237–246.
- Kuijper, J.P.D., Nijhoff, D. J., Bakker, J.P., 2004 - Herbivory and competition slow down invasion of a tall grass along a productivity gradient, *Oecologia* **141** : 452-459.
- Larsonneur, C., 2000 - *L'histoire morpho-sédimentaire de la baie du Mont Saint-Michel, rencontres 2000*, la baie du Mont Saint-Michel et ses bassins versants, pp. 22.
- Lefeuvre, J. C., 2007 - Invasion des marais salés intertidaux par un complexe d'espèces et d'hybrides de Chiendent (appartenant au genre *Elytrigia*) et fonctionnement écologique des marais salés de la baie du Mont Saint-Michel, Muséum National d'Histoire Naturelle et Université de Rennes 1.
- Le Mao, P., 2000 - Les espèces benthiques exploitées par l'Homme : la conchyliculture, la baie du Mont Saint-Michel et ses bassins versants, pp. 35.
- Le Rhun, J., 1985 - La morphologie des schorres du golfe normand breton. Colloque d'océanologie côtière de Bordeaux, connaissance et gestion de la frange littorale et du proche plateau continental, Association Aquitaine pour le développement des recherches marines.
- Levasseur, J. E., 1998 - Des prés salés en général et de ceux de la baie du Mont Saint-Michel en particulier, Rétablissement du caractère maritime du Mont Saint-Michel, commission scientifique pour les questions hydro sédimentaires.
- Provost, M., 1998 - *Flore vasculaire de Basse-Normandie*, Tome 1, Presse universitaire de Caen.
- Radureau, A., 2007 - *Utilisation pastorale des herbues de la baie du Mont Saint-Michel et gestion de la biodiversité*, Equipe de Recherche Technologique n° 52, «Biodiversité Fonctionnelle et Gestion des Territoires» de l'Université de Rennes 1.
- Radureau, A., 2000 - *Rencontres 2000 : la baie du Mont Saint-Michel et ses bassins versants*.
- Brys R., Ysebaert T., Escaravage V., Van Damme S., Van Braeckel A., Vandevoorde B. & Van den Bergh E., 2005 - Afstemmen van referentiecondities en evaluatiesystemen in functie van de KRW: afleiden en beschrijven van typespecifieke referentieomstandigheden en/of MEP in elk Vlaams overgangswatertype vanuit de – overeenkomstig de KRW – ontwikkelde beoordelingssystemen voor biologische kwaliteitselementen. Eindrapport. VMM.AMO.KRW.REFCOND OW. Instituut voor natuurbewoud IN.O. 2005.7
- Rivoal, J. L., 2000 - *Diagnostic pour une gestion globale de l'eau*, Compte-rendu de la journée publique, la baie du Mont Saint-michel et ses bassin versants, pp. 10.
- Rombaut, J., 2000 - *Diagnostic pour une gestion globale de l'eau*, Compte-rendu de la journée publique, la baie du Mont Saint-michel et ses bassin versants, pp. 10.
- Thierry, T., Mary, M., Delassus, L. et Bonnot-Courtois, C., 2008 - *Caractérisation et dynamique des habitats naturels du schorre et des cordons coquilliers de la partie occidentale de la baie du Mont Saint-Michel*, Conservatoire du littoral - Délégation Normandie, Conservatoire Botanique National de Brest, CNRS, UMR 8586 CNRS PRODIG Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral EPHE.
- Vivier, J. P., 1997 - *Influence du pâturage sur la disponibilité de l'azote pour l'exportation dans un marais salé (Baie du Mont Saint-Michel)* (Thèse), Université de Renne 1-Museum d'Histoire Naturelle.