

Fonctionnement écologique du bassin maritime de la Rance

Volet : Herbus *version du 15 mars 2024*

Rapport diagnostic & Suggestions pour le plan de gestion des sédiments de la Rance

Par le
Conseil Scientifique du Plan de Gestion des Sédiments de la Rance

Sommaire :

- 1- Rappel sur l'importance écologique des herbus**
- 2- Dynamique spatio-temporelle des herbus de la Rance**
 - 2.1 Documents cartographiques des XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles**
 - 2.2 Etat des connaissances**
 - 2.2.1 Etude de Landre en 1974
 - 2.2.2 Travaux de Denis en 1981
 - 2.2.3 Travaux de Malassingne en 1994
 - 2.2.4 Travaux de Le Mao en 1996
 - 2.2.5 Cartographie Natura 2000 en 2003
 - 2.2.6 Thèse de Kassouk en 2009
 - 2.2.7 Etude TBM en 2012
 - 2.2.8 Etude CEVA en 2019
 - 2.3 Nouvelles observations et interprétations**
 - 2.3.1 Hiérarchisation du réseau de drainage
 - 2.3.2 Evolution latérale des herbus
 - 2.3.3 Evolution verticale des herbus
 - 2.3.4 Impact des variations du plan d'eau sur les herbus
- 3- Recommandations pour le plan pérenne**
 - 3.1 Sensibilité des herbus aux variations de niveaux hauts**
 - 3.2 Revalorisation de l'écosystème « herbu »**

Références bibliographiques

Glossaire

Annexe : Exemple des herbus voisins de la baie du Mont-Saint-Michel

1- Rappel sur l'importance écologique des herbus

Les herbus ou prés salés, scientifiquement nommés « schorres », apparaissent sous la forme d'une couverture végétale continue capable de supporter les conditions environnementales particulières de la partie supérieure de l'estran, avec des périodes d'immersion courtes, en milieu littoral protégé ou en milieu estuarien, avec alors des gradients de salinité variables.

A l'interface entre la terre et la mer, les herbus hébergent des écosystèmes riches fortement impliqués dans l'ensemble du fonctionnement écologique des milieux littoraux vaseux, en particulier les baies et estuaires.

Les herbus jouent un rôle écologique important pour la biodiversité en tant que lieu de transfert et d'échanges entre les systèmes aquatiques et terrestres et ces milieux agissent comme un réacteur bio-géo-chimique. De plus, c'est un des systèmes les plus productifs de la biosphère (30 tonnes de matière sèche par hectare et par an) (Lefeuvre *et al.*, 2003).

Le rôle des herbus se caractérise par quatre fonctions écologiques majeures :

- Production de matière organique : La forte production en matière organique des herbus permet un enrichissement en matière organique des vasières, associé à un apport en nourriture pour les invertébrés tels que les vers polychètes (néris, arénicoles), les crustacés et les mollusques. Cette matière organique, issue de la décomposition des feuilles, tiges, débris végétaux mais aussi des déjections animales, est exportée essentiellement sous forme dissoute et particulaire vers la mer et constitue également une ressource pour alimenter la boucle microbienne, les microalgues benthiques, elles-mêmes servant de nourriture aux produits conchylicoles
- Accueil de l'avifaune : Les herbus sont un lieu d'accueil pour de nombreuses espèces d'oiseaux, aussi bien sédentaires que migratrices. Ils constituent à la fois un haut lieu d'hivernage, de halte migratoire et un reposoir à marée haute par exemple pour les limicoles tels que le Courlis cendré et les Chevaliers (gambette, aboyeur).
- Nourricerie : Les herbus constituent une véritable zone de ressources alimentaires pour de multiples espèces, qu'elles soient aquatiques ou terrestres. De nombreux poissons tels que les mullets, gobies, ainsi que les juvéniles de bars profitent de la marée montante pour venir se nourrir dans les criches (voir glossaire) des herbus. Ces criches abritent de nombreux petits crustacés, dont une espèce du genre *Orchestia*. Cette espèce se nourrit de la matière organique en décomposition provenant essentiellement de l'Obione faux-pourpier. *Orchestia* est la source d'alimentation principale des juvéniles de poissons et contribue à 90% à leur croissance au cours de leur première année de vie. Les anatidés brouteurs comme le Canard Siffleur ou la Bernache Cravant raffolent quant à eux de la Puccinellie et font des herbus leur milieu de vie, temporaire ou permanent.
- Séquestration du carbone : depuis quelques années, les marais salés sont considérés comme l'un des écosystèmes côtiers les plus à même de fixer le CO₂ atmosphérique et séquestrer du carbone organique dans le sédiment au même titre que les mangroves ou les herbiers ; ces écosystèmes qualifiés d'écosystèmes du carbone bleu sont à même de séquestrer plus de 200 gC/m²/an.

L'importance des herbus est désormais reconnue car cet habitat en Rance bénéficie de la politique de protection Natura 2000 avec les sites FR5300061 « Estuaire de la Rance » et FR5312002 « Ilots Notre Dame et Chevret ».

L'organisation de la végétation s'établit en fonction de l'altitude sur l'estran et donc de la durée d'immersion, les différentes espèces halophiles s'installant ou se relayant dans l'espace et dans le

temps en fonction de leur degré de tolérance à l'eau de mer. Les herbues se caractérisent donc par un étagement des espèces végétales (Lefeuvre & Mouton, 2009). De bas en haut, on distingue :

- la limite du tapis végétal continu, qui marque le passage de la haute slikke au schorre, occupée par des espèces pionnières clairsemées, annuelles comme les Salicornes, ou vivaces comme les Spartines,
- le schorre inférieur, qui présente un paysage bosselé où le sommet des bosses est occupé par l'Obione et les creux par des Puccinellies et des plantes tolérantes à l'immersion que l'on retrouve un peu plus bas sur l'estran,
- le schorre moyen, qui comprend une végétation basse, dominée par l'Obione, accompagnée par l'Aster et la Soude ; vers le bas de cet étage, l'Obione est remplacée par une graminée basse : la Puccinellie que consomment les moutons de prés-salés,
- le schorre supérieur, caractérisé par des prairies à Chiendent et à Fétuque, localement fauchées comme en baie du Mont-Saint-Michel.

En termes de production en matière organique (Lefeuvre & Mouton, 2009), les zones pionnières de la haute slikke et du schorre inférieur sont, de loin, les surfaces les moins productives (de 5 à 8 tonnes de matière sèche par hectare et par an). A l'inverse, ce sont les schorres moyens à obione qui produisent le plus, avec une moyenne annuelle de 20 à 25 tonnes de matière sèche par hectare et des pointes à 36 tonnes pour les parties les plus fréquemment immergées. Cependant, à peine 1 % de la matière organique produite est directement exportée vers la mer sous forme de matériaux flottants, aisément identifiables (feuilles, tiges). Presque toute la production est décomposée sur place, soit sous les obiones, soit dans les laisses de mer. Sur la vase, cette matière organique qui forme une véritable litière, se transforme rapidement. Bouchard (1996) a montré que lorsque les conditions sont favorables, cette matière organique se transforme, se décompose en moins de 30 à 40 jours (à la même vitesse de décomposition que la litière d'une forêt tropicale humide). Une autre partie est exportée lors des marées de vive-eau qui recouvrent le schorre vers les zones à chiendent dont la végétation haute constitue un véritable piège captant les matériaux flottants et les stockant sous forme de laisses de mer souvent « suspendues ». Dans ces conditions, elle se décompose lentement, de même que la litière de chiendent, riche en lignite. En résumé, la matière organique du schorre et celle apportée par la mer lors des marées est rapidement redistribuée au sein du vaste système estuarien lorsqu'elle se décompose dans les bas et moyens schorres alors qu'elle se stocke dans le haut schorre avec un recyclage très lent (Lefeuvre & Mouton, 2009). Une partie de ce stock de matière organique est séquestrée et piégée dans les sédiments.

2- Dynamique spatio-temporelle des herbues de la Rance

2.1 Documents cartographiques des XVII^{ème} et XIX^{ème} siècles

La première représentation cartographique des herbues en Rance a été réalisée par les Ingénieurs Géographes en 1775-1776. Cette carte souligne l'existence du vaste herbu des Bas Champs, le plus important en termes de surface (Fig. 1), d'une frange d'herbu de 140 m de large dans l'anse du Minihic au sud-ouest, d'un herbu autour du « Camp Viking », ainsi que dans l'anse de la Souhaitier, et dans l'anse de ville Es rats (au Nord de la Souhaitier). A l'Ouest de la Ville Ger, s'étend aussi un herbu sur 350 m de large jusqu'à Mordreuc. La carte révèle la présence d'un « mollier herbu » en Rance maintenant fluviale dans la partie sud-ouest de la plaine de Taden.

Sur la première carte marine réalisée en 1889 par le Service Hydrographique de la Marine, les herbues couvrent une vaste zone dans le secteur des Bas Champs (Fig. 2).

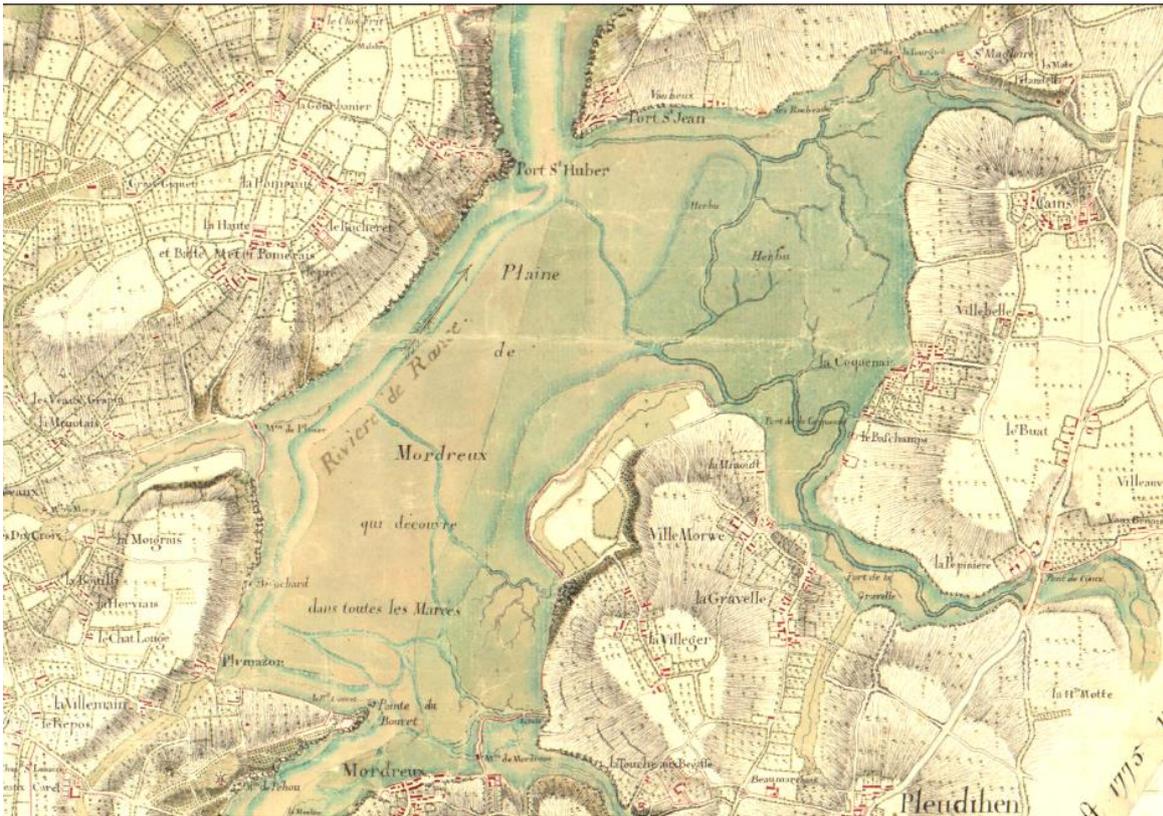


Fig. 1 - Carte des Ingénieurs Géographes (1775-1776) : extrait de la carte entre les Ports St-Jean et St-Hubert et Mordreuc

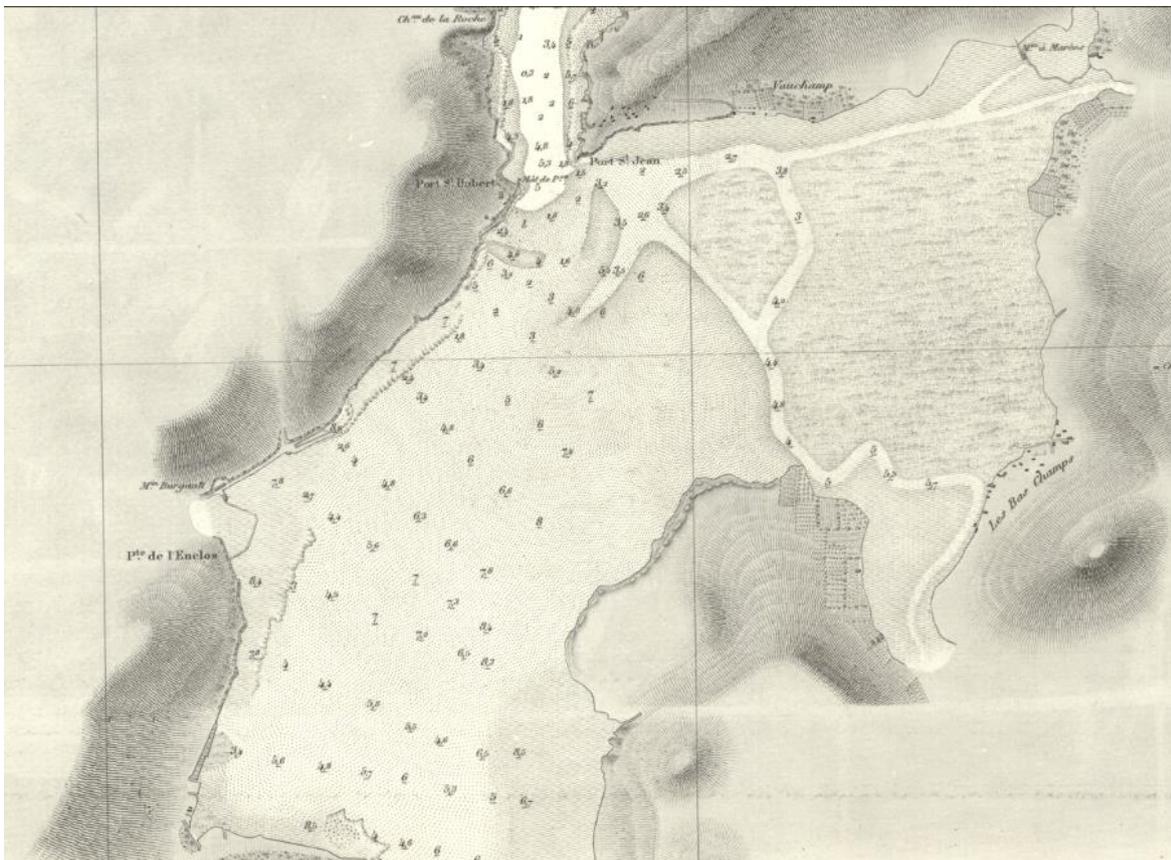


Fig. 2 - Carte du Service Hydrographique de la Marine (SHOM) publiée en 1889 à partir d'un plan levé en 1883 par M. Caspari

2.2 Etat des connaissances

Une brève revue chronologique des différentes études consacrées aux herbues de la Rance depuis les années 1950 permet de préciser l'état actuel de nos connaissances sur ce sujet.

2.2.1 Etude de Landre en 1974

Des cartes détaillées des plantes halophiles ont été dressées par R. Corillion (1953, 1956) dans le but de faire la comparaison avec l'état nouveau provoqué par le barrage. Corillion note qu'avant le barrage, 3 alliances se partagent le schorre :

- le Festucion
- le Junceto-carricion
- le Puccinellion qui occupait une place prépondérante.

Depuis la construction du barrage, mais peu après, des relevés effectués par L. Bregeon et B. Deman (1973) montrent qu'il s'est produit une descente des étages continental et subcontinental aux dépens du schorre supérieur et du schorre supérieur aux dépens du schorre inférieur. La partie inférieure du schorre au contact de la slikke est mal définie : ce n'est ni un *Obionetum*, ni un *Puccinellietum*. Le plantain maritime (*Plantago maritima*) y est par place très abondant. Des transects réalisés à la Gravelle mettent en évidence la quasi disparition d'un faciès à *Statice limonium* au profit du *Puccinellietum* typique. Il faut rappeler que pendant les 3 années de construction du barrage, le bassin maritime fut quasiment fermé à la mer et donc rempli d'eau douce, et que les herbues sont restés émergés.

Par contre, la slikke ne semble pas avoir subi de modification. Elle est séparée du schorre par une microfalaise. La slikke est occupée essentiellement par un *Salicornietum*, formant une frange discontinue au pied de la microfalaise (nombreuses espèces de *Salicornes* et *Suaeda maritima* Dum.) et par un *Spartinetum* (*Spartina townsendii*, d'implantation récente, serait en extension).

2.2.2 Travaux de Denis en 1981

Dans son mémoire de Maitrise de Géographie consacrée à l'étude physique de la vallée de la Rance et à son évolution depuis 1966, Jacques Denis présente une carte détaillée des ceintures végétales de l'herbu des Bas Champs (Fig. 3). Ce document a été réalisé à partir de l'interprétation d'une mission photographique aérienne réalisée en 1980 couplée à des relevés sur le terrain.

Cette carte illustre la répartition de la végétation de l'herbu à partir des 3 ceintures végétales suivantes ; (1) *Obione portulacoïdes* + *Salicornia*, (2) *Festuca rubra* + *Agropyrum*, (3) pelouse de graminées limitée par *Puccinellia*. Grâce à ce document de référence, nous avons accès à la zonation végétale de l'herbu telle qu'elle apparaissait il y a 43 ans, soit 14 ans après le début de fonctionnement de l'UMR.

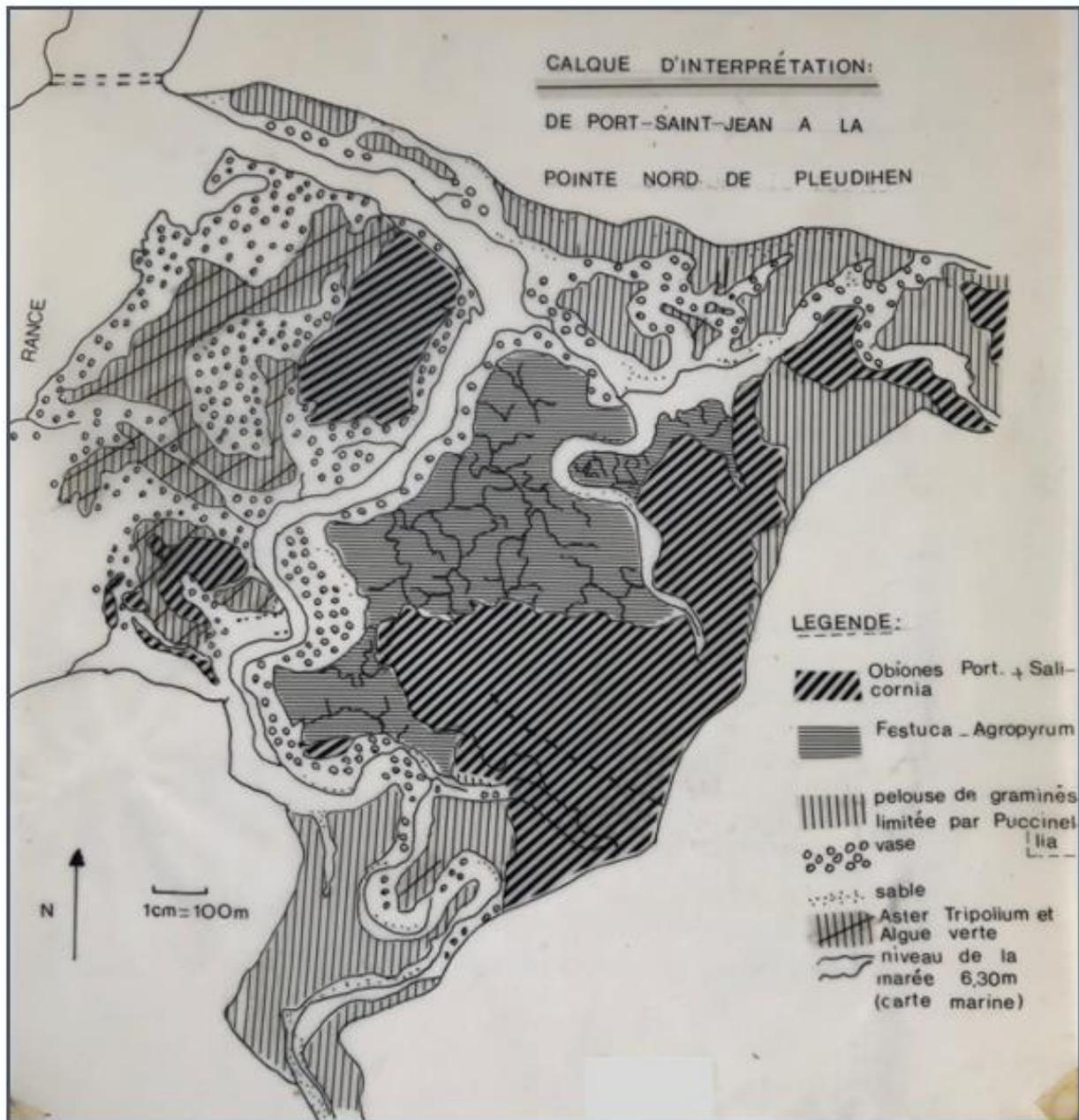


Fig. 3 - Carte des ceintures végétales de l'herbu des Bas Champs par J. Denis en 1980

2.2.3 Travaux de Malassingne en 1994

Lors d'une campagne de prélèvements d'échantillons de surface réalisée en 1994, Olivier Malassingne a observé sur le terrain les schorres développés dans le bassin maritime de la Rance. Il note que d'une manière générale, le schorre est en érosion assez nette, notamment dans l'anse du Mont Garo et dans le Bras de Châteauneuf. Celle-ci est due à la prolongation des étales de pleines mers. Un clapot de vent peut alors s'établir et détruire le schorre.

2.2.3 Travaux de Le Mao en 1996

C'est à Patrick Le Mao que l'on doit la description la plus détaillée de l'étagement des espèces végétales des herbues de la Rance.

- Sur la haute slikke apparaissent les éléments pionniers de la végétation des prés-salés : la graminée *Spartina anglica* et les premières salicornes annuelles (*Salicornia dolichostachya* et *S. fragilis*). *Spartina anglica*, plante très vigoureuse récemment apparue sur les côtes européennes, a éliminé de la Rance la spartine indigène *Spartina maritima* comme en bien des baies de Bretagne-nord (Gehu, 1976).
- A la base du schorre, la salicorne vivace *Arthrocnemum perenne* forme une frange d'importance variable. Les prés-salés proprement dits couvrent, en Rance, plusieurs centaines d'hectares. Ils colonisent chaque anse envasée mais atteignent leur extension maximale dans le bras de Châteauneuf, l'anse de Garo et l'anse des Bas Champs à Pleudihen. Les associations végétales sont beaucoup plus variées que ne pourrait le laisser croire l'apparente uniformité de ces milieux. Leur physionomie est modelée par quelques espèces dominantes : l'obione *Halimione portulacoides* forme des bouquets gris-argent cantonnés aux endroits bien drainés, contrastant avec les prairies verdoyantes de glycérie maritime *Pucciniella maritima*. Les lavandes de mer *Limonium vulgare* abondent sur les herbues de Rance, les colorant en été d'un violet intense, tandis que les œillets maritimes *Armeria maritima* forment des taches éparses d'un rose tendre. Sur les bords des chenaux entaillant les schorres ainsi que dans les anciens étangs de moulins à marée, l'*Astero tripolium* et la soude *Suaeda maritima* forment des peuplements purs, parfois infiltrés par *Salicornia obscura*. Ce type d'association (*Astero tripolium-Suaedetum maritimae*) a tendance à se développer en Rance en voile secondaire sur les autres peuplements du schorre moyen, allant jusqu'à les éliminer ce qui est le signe d'un important déséquilibre trophique dû à des apports excessifs de nitrates. Elle domine ainsi largement dans certains sites comme le bras de Châteauneuf.
- Au plus haut du schorre, là où l'eau de mer n'arrive que très rarement, se développe une frange de végétation halo-nitrophile faisant transition avec la flore terrestre. Il s'agit généralement de la ceinture bleutée des chiendents maritimes *Elymus pycnanthus* où se mêlent la betterave maritime (*Beta maritima*) et l'arroche (*Atriplex hastata*). C'est à ce niveau que se rencontre l'armoise maritime (*Artemisia maritima*), autrefois signalée en Rance, mais qui semble actuellement avoir disparu.
- Au débouché des rivières et des résurgences d'eau douce, la flore des prés-salés se modifie. De nombreuses espèces euryhalines apparaissent : des joncs (*Juncus maritimus* et *J. gerardii*), des scirpes et des carex (*Scirpus maritimus* et *Carex extensa*), le troscart maritime (*Triglochin maritima*). Lorsque la dessalure est extrême, apparaissent les roselières à *Phragmites australis*, annonçant les formations végétales dulçaquicoles. Elles prennent parfois une extension importante comme dans l'étang de l'ancien moulin à marée du Pont-de-Cieux.
- En arrière du schorre, il existe en Rance quelques marais saumâtres d'origine anthropique : vasques et chenaux des anciennes salines de la Goutte à Saint-Suliac, canaux de drainage et zones de stagnation des eaux des polders de la Ville-Ger/Pleudihen et des Guettes/Saint-Suliac, mare des Bas Champs/Pleudihen. On y trouve certaines espèces euryhalines déjà rencontrées sur les prés-salés, en particulier *Scirpus maritimus* et *Juncus maritimus* qui forment des peuplements étendus aux marais des Guettes.

C'est au niveau de la végétation des vases salées que l'impact de l'aménagement marémoteur a été le plus notable. Les ceintures halophiles de la haute-slikke et du schorre ont été fortement désorganisées (Gehu & Bioret, 1992) : les communautés des plus bas niveaux ont souvent été éliminées pendant la phase de stabilisation des niveaux lors de la construction du barrage de 1963 à 1966 ; après sa mise en service, l'écrêtement du marnage a provoqué une contraction des ceintures. Même si la majorité des espèces s'est maintenue, la déstructuration des peuplements végétaux a abouti à un net

appauvrissement de la richesse phytocœnotique. Une banalisation des milieux par eutrophisation a accentué le phénomène (Gehu & Bioret, 1992).

2.2.4 Cartographie Natura 2000 en 2003

DOCOB - Sites Natura 2000 FR5300061 « Estuaire de la Rance » et FR312002 « Ilots Notre Dame et Chevret » - Documents d'Objectifs – document validé en comité de pilotage le 27/06/12

Le site d'étude FR5300061 « Estuaire de la Rance », d'une superficie de 2788 ha fait partie du réseau Natura 2000, au titre des directives Habitats. Une première cartographie des habitats terrestres a été réalisée en 2003 par le Conservatoire Botanique National de Brest (Bougault et al., 2003). Cette cartographie des habitats de l'estran a été réalisée au moyen d'un inventaire systématique de terrain réalisé à partir d'observations de terrain reportées par photo-interprétation à partir de la mission Ortho littorale de l'IGN au 1/5000 en 2002. Un exemple de cette cartographie des habitats spécifiques aux herbus sur la commune de Pleudihen-sur-Rance est visible sur la figure 4.

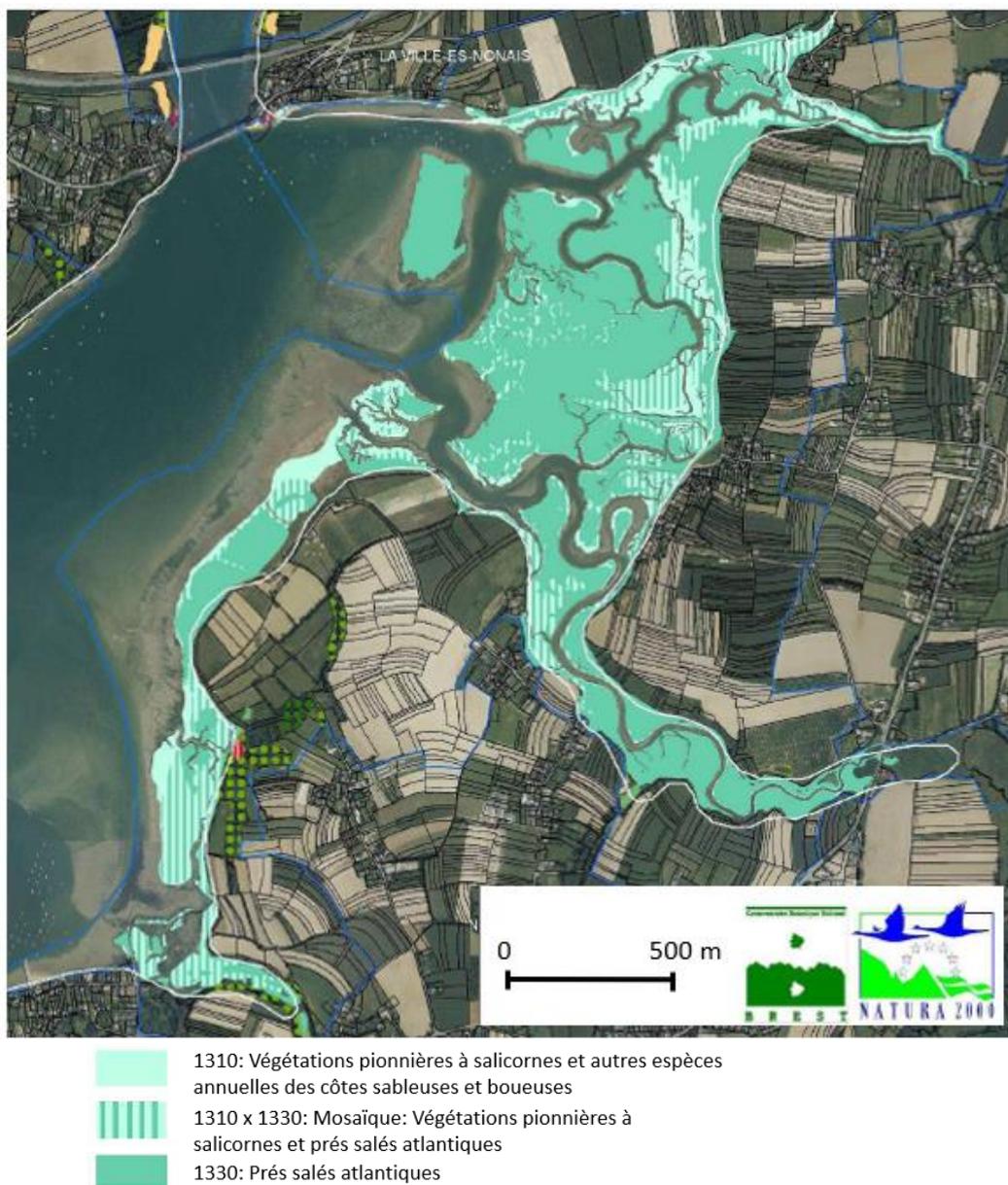


Fig. 4 – Extrait de la carte des habitats communautaires de Pleudihen-sur-Rance (Bougault *et al.*, 2003)

2.2.5 Thèse de Zineb Kassouk en 2009

Kassouk Z., 2009 – Apports de la télédétection, de la géomatique et du modèle numérique de terrain topo-bathymétrique intégré pour l'aide à la gestion des milieux humides littoraux : applications à l'estuaire de la Rance (Ouest de la France) et au lac Ichkeul (Nord de la Tunisie), thèse Université Paris-Est, 13 novembre 2009, 221 p.

Cette thèse présente l'évolution surfacique du schorre depuis la mise en place du barrage de la Rance ainsi qu'une cartographie des groupements végétaux sur 4 secteurs représentatifs de l'ensemble du schorre au sein du bassin maritime, à savoir la plaine de Mordreuc (Bas Champs), l'anse de Garo (camp Viking), le Bras de Châteauneuf et l'anse du Minihic.

L'étendue surfacique des schorres a été cartographiée à partir de six missions IGN de photos aériennes acquises à marée basse avant et après la mise en place de l'usine marémotrice de la Rance (UMR). Les missions retenues sont celles de 1953, 1961, 1966, 1978, 1982, 1996 et 2002.

Dans le Bras de Châteauneuf (Fig. 5), l'évolution la plus marquée se situe entre 1953 et 1966 avec une progression moyenne des herbues au rythme de 3,32 ha/an. Selon l'auteure, cette progression serait en rapport avec le maintien du plan d'eau à 8,50 m CM entre 1963 et 1966. Les herbues régressent de ensuite de façon continue entre 1966 et 1978 avant de se stabiliser depuis 1982.

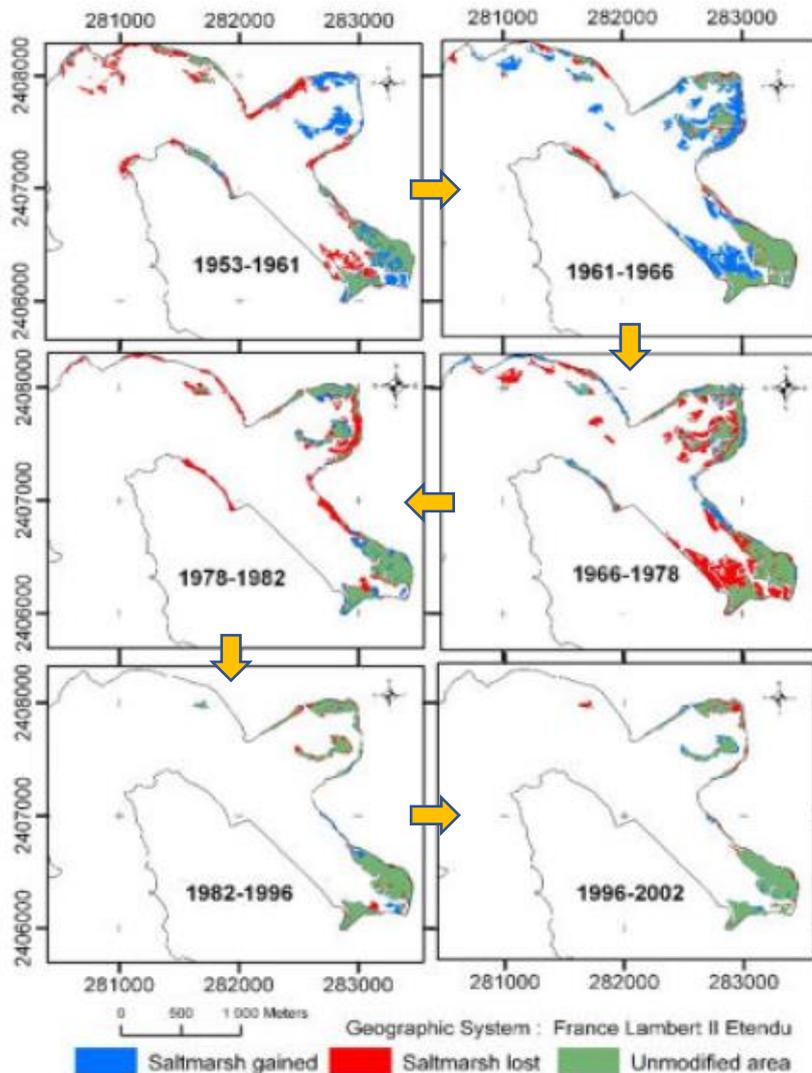


Fig. 5 – Cartes de l'évolution surfacique des herbues au cours du temps dans le Bras de Châteauneuf (Z. Kassouk, 2009, modifié)

Dans l'anse de Garo (Fig. 6), contrairement au Bras de Châteauneuf, l'évolution entre 1953 et 1961 se caractérise par une forte régression moyenne des herbus au rythme de 3,2 ha/an. Les herbus se stabilisent entre 1961 et 1966 avant une nouvelle phase de régression entre 1966 et 1978. Depuis cette date, les herbus sont en grande partie stabilisés.

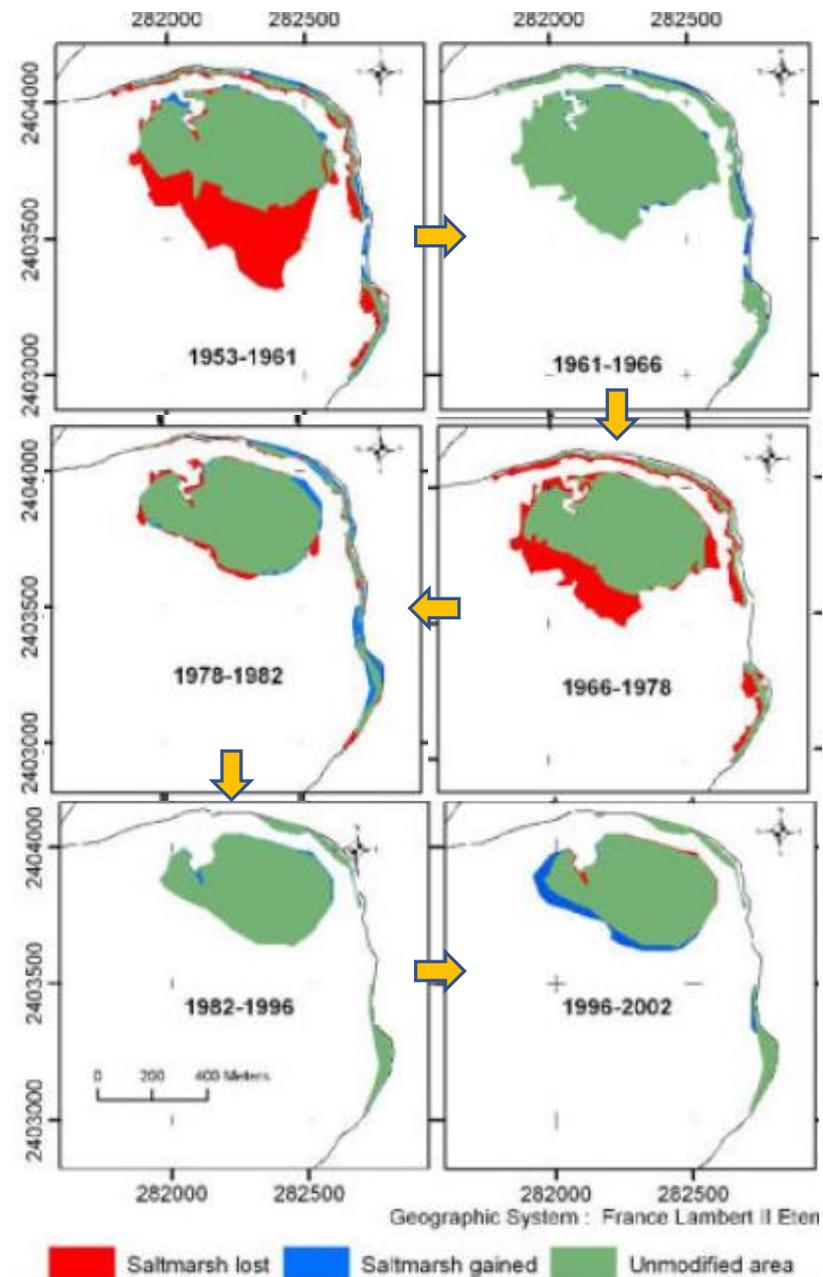


Fig. 6 – Cartes de l'évolution surfacique des herbus au cours du temps dans l'anse de Garo (Z. Kassouk, 2009, modifié)

Dans les Bas Champs (Fig. 7), entre 1953 et 1966, les bordures ouest et sud des schorres régressent au rythme moyen de 1,5 ha/an. Depuis 1978, les schorres régressent faiblement et ils semblent stabilisés en 2002 sans évolution notable depuis 1996.

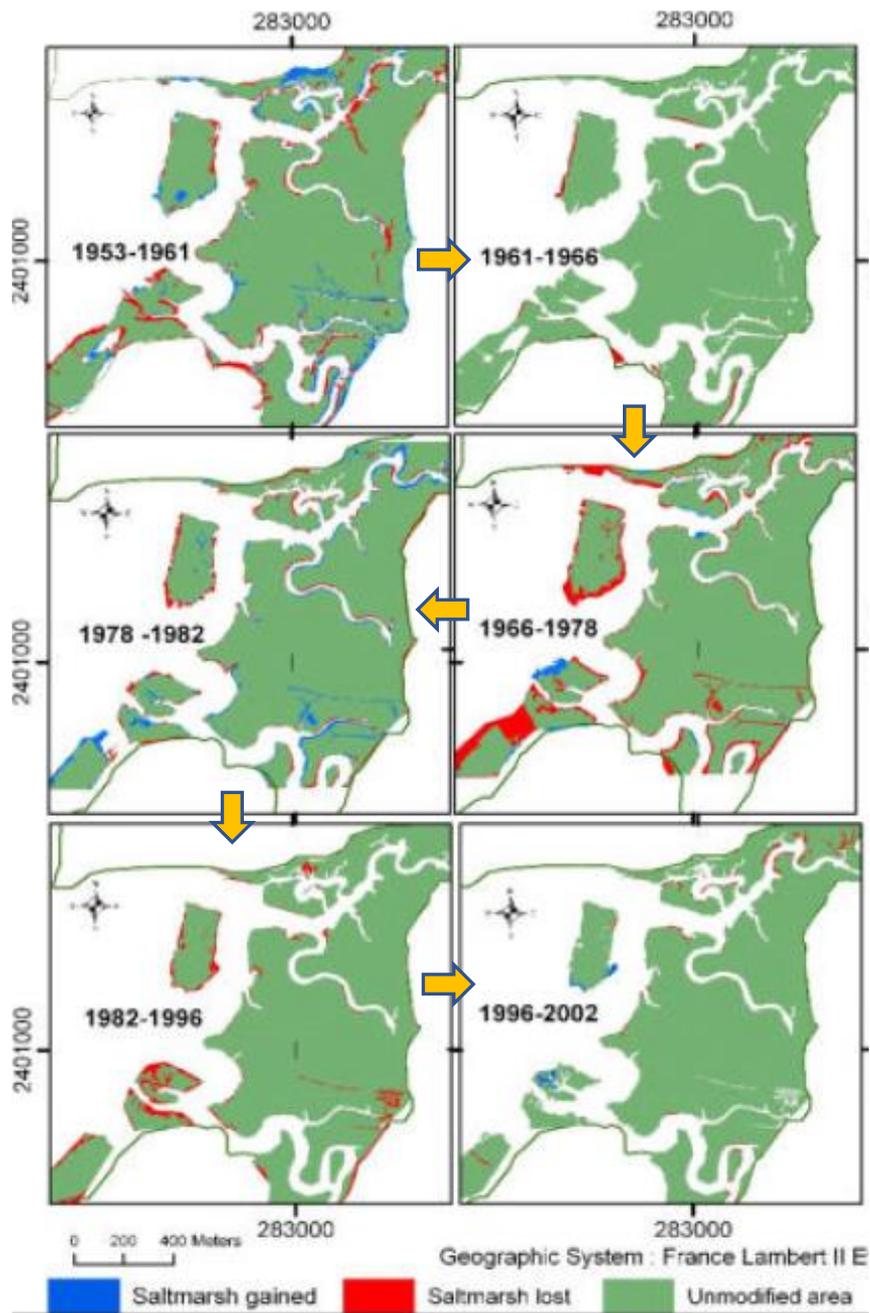


Fig. 7 – Cartes de l'évolution superficielle des herbues au cours du temps dans le secteur des Bas Champs (Z. Kassouk, 2009, modifié)

Dans l'anse du Minihiac (Fig. 8), les schorres évoluent très peu entre 1953 et 1966. Comme dans les autres secteurs, les schorres régressent ensuite avant de se stabiliser depuis 1978 avec toutefois quelques régressions mineures localisées jusqu'en 1996.

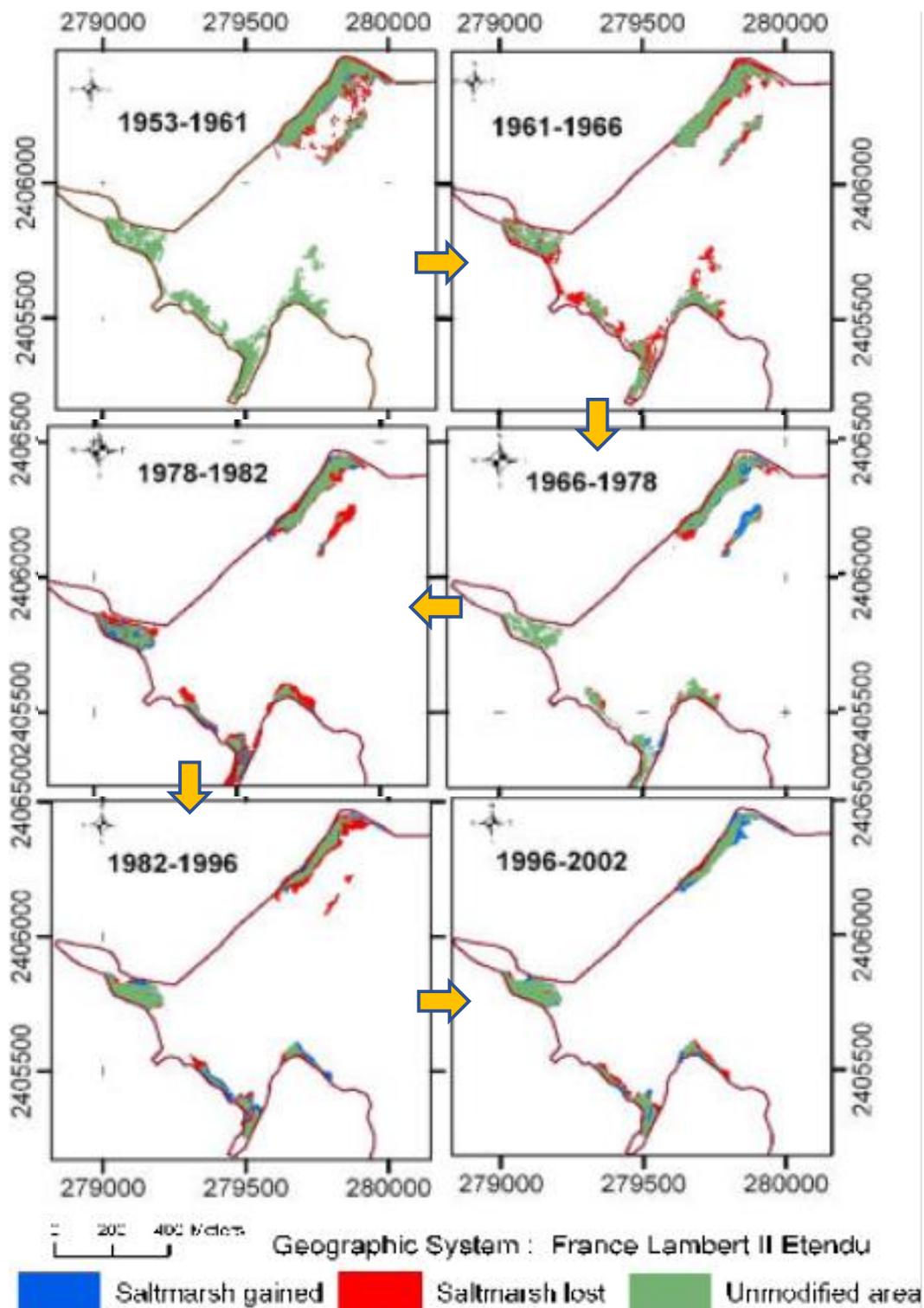


Fig. 8 – Cartes de l'évolution surfacique des herbues au cours du temps dans l'anse du Minihiac (Z. Kassouk, 2009, modifié)

En conclusion, l'étude comparative de l'évolution des schorres avec le temps (Fig. 9) révèle une régression générale des schorres entre 1966 et 1978, c'est-à-dire après la mise en service de l'UMR. Depuis 1978 et jusqu'en 2002, les herbues se caractérisent par une relative stabilité.

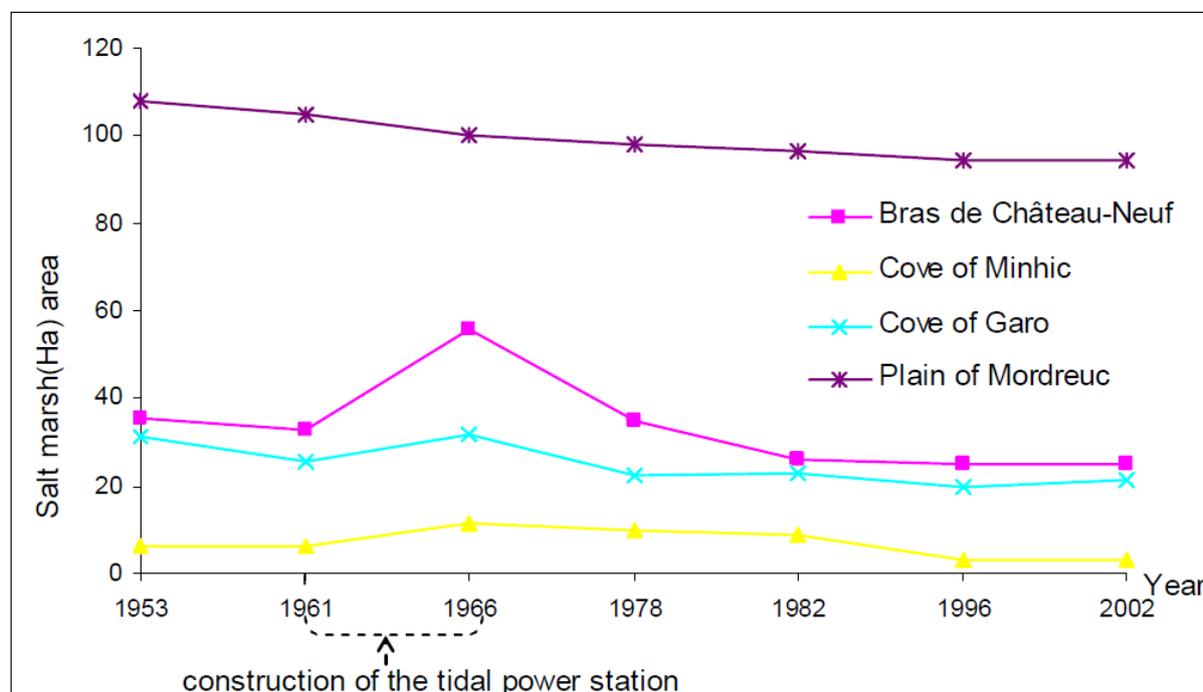


Fig. 9 – Evolution des surfaces couvertes par les herbues entre 1953 et 2002 (NB : « plain of Mordreuc » = Bas-Champs) (Z. Kassouk, 2009)

2.2.6 Etude TBM en 2012

Analyse de l'évolution de la limite basse des prés salés de 1952 à 2008 sur le site Natura 2000 FR5300061 « Estuaire de la Rance », rapport de la société Télédétection et Biologie Marine (Sylvain Chauvaud) en décembre 2012.

Cette étude repose sur l'exploitation des clichés aériens de l'IGN de 1952, 1990 et 2008. L'auteur note que les clichés de 1990 furent pris à marée presque haute ce qui rend difficile la détection de certains prés salés notamment dans la partie nord de l'estuaire.

L'auteur de cette étude conclut que de 1952 à 2008, le phénomène le plus remarquable est la grande stabilité des principales formations de schorre. Entre 1990-2008, cette stabilité concerne 150 ha soit une très grande part des prés salés.

Les schorres ne connaissent qu'une évolution limitée correspondant à une régression des parties basses, à une densification du moyen schorre et à une progression apparente du haut schorre.

Néanmoins, ce rapport de décembre 2012 qui est basé uniquement sur l'interprétation des photos aériennes IGN, présente de nombreuses approximations et inexactitudes. De plus, la quantification des surfaces d'herbu respectivement en apparition, en disparition et en maintien est imprécise car le bilan des valeurs estimées entre 1952, 1990 et 2008 n'est pas cohérent. Ces imprécisions reflètent également l'absence de vérification terrain des interprétations issues des photos aériennes.

2.2.7 Etude CEVA en 2019

Le Bris et al., 2019 - Extraction d'une couche de référence en schorre par traitement des ortho littorales V2 sur les masses d'eau de transition et côtières appartenant au périmètre Loire-Bretagne/Adour-Garonne/Seine-Normandie

Cette étude est basée sur les zones de schorre préalablement digitalisées au 1/10 000^{ème} par le CEVA. La couche de référence « schorre » a pour but de définir au mieux les limites de la répartition de la végétation du schorre en éliminant, autant que possible, les zones de slikke (vase, ou sable) et les zones d'eau (étangs, cours d'eaux, chenaux). Cette couche a été améliorée pour les masses d'eau de transition et côtières à partir de la méthode de digitalisation semi-automatique développée à partir de l'ajustement radiométrique des 4 bandes (R, V, B, PIR) de l'ortholittorale V2 et de l'indice de végétation NDVI $((PIR-R)/(PIR+R))$ (Fig. 10 & 11).

Cette couche de référence n'est pas destinée à distinguer les différentes espèces des cortèges floristiques au sein des schorres.

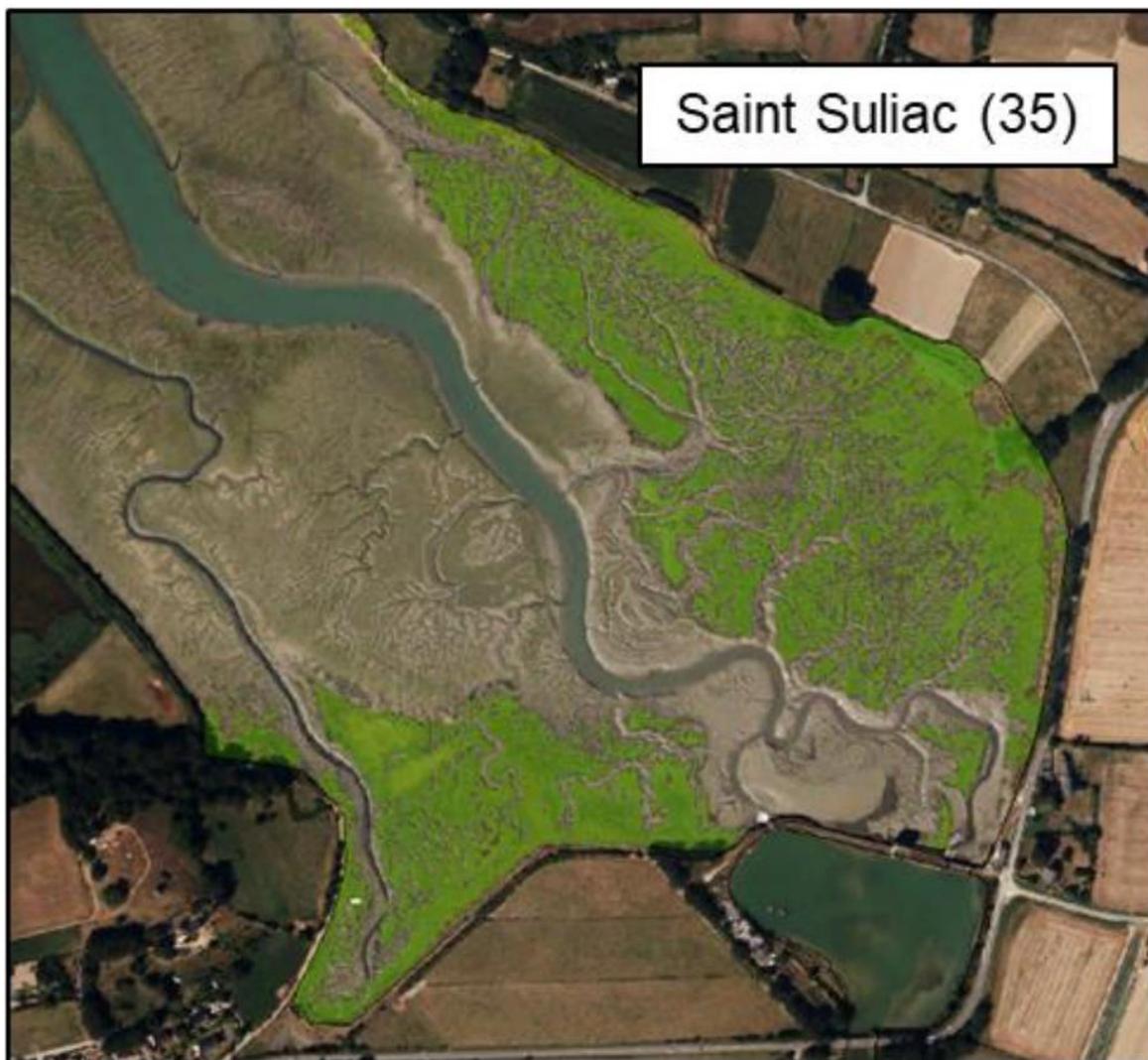


Fig. 10 - Exemple de résultat d'identification du schorre dans le fond du bras de Châteauneuf



Fig. 11 – Carte des schorres issue de l'étude CEVA 2019

2.3 Nouvelles observations et interprétations

En complément du bilan des connaissances présentées dans le paragraphe précédent, il nous a semblé nécessaire de prendre en compte à la fois des observations récentes acquises sur le terrain et une mise à jour des interprétations concernant l'évolution spatiale et temporelle des herbues de la Rance. Ces travaux complémentaires font l'objet des 4 paragraphes suivants.

2.3.1 Hiérarchisation du réseau de drainage

Comme les herbues d'une manière générale, ceux de la Rance se caractérisent par un réseau de drainage hiérarchisé. Depuis le chenal principal de la Rance situé en zone subtidale et en remontant sur la zone intertidale, on peut différencier dans un premier temps des chenaux secondaires entaillant la slikke qui sont le plus fréquemment alimentés en amont par un ruisseau d'eau douce provenant d'un talweg côtier. Au sein de l'herbu, un réseau complexe de chenaux plus étroits sans alimentation en eau douce concentre le drainage de l'eau de mer au jusant assurant ainsi la vidange de l'herbu. Ces chenaux propres à l'herbu sont eux-mêmes alimentés par une multitude de petits chenaux peu profonds, très méandriformes appelés localement « criches » (voir glossaire).

Les sédiments associés au réseau de drainage s'affinent depuis la zone subtidale jusqu'au haut-estran reflétant ainsi la diminution des courants de marée. Depuis le chenal principal à dominante sableuse, les chenaux secondaires s'enrichissent graduellement en vase jusqu'aux chenaux étroits d'herbu et de criches méandriformes qui sont entièrement vaseux.

Ce gradient sédimentaire contrôle l'évolution au cours du temps du réseau de drainage. En comparant les photos aériennes successives, on observe que la trajectoire du chenal principal varie fréquemment, celle des chenaux secondaires, dans une moindre mesure. Quant au réseau des petits chenaux et des criches de l'herbu, on note qu'il est remarquablement stable au cours du temps. En témoigne l'herbu de la Souhaitier où le réseau de drainage de l'herbu n'a pas varié au cours des 70 dernières années et semble donc figé (Fig. 12).

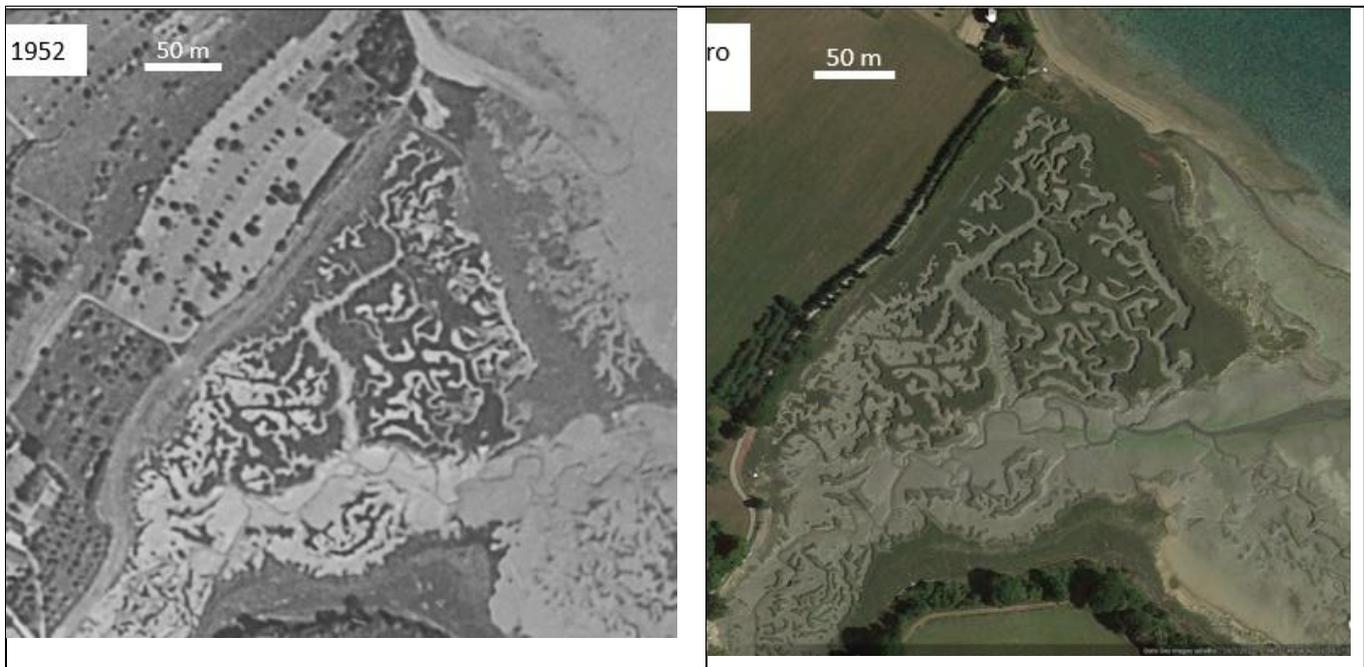


Fig. 12 : Evolution sur 70 ans du réseau de drainage de l'anse de la Souhaitier (à gauche, photo IGN1952, à droite photo Google Earth 2022)

2.3.2 Evolution latérale des herbus

La possibilité offerte par le site de l'IGN Géoportail de comparer par superposition et par transparence des photos aériennes prises à différentes époques a été utilisée pour évaluer les variations dans le temps de l'extension des herbus en Rance.

Ainsi les photographies aériennes réalisées par l'IGN en 1952 (21/05/1952), en 2000 (mission ortho-littorale) et en 2020 (13/09/2020) ont été superposées. En utilisant un mode de représentation où deux missions se superposent avec une transparence de 50 %, il est possible de cartographier précisément sur un seul document la limite inférieure des herbus sur chacune des deux missions. Cette cartographie a été réalisée sur les secteurs de l'anse de Garel (Fig. 13), la Pointe de Trégondé (Fig. 14) et la plage du Vallion (Fig. 15).



Fig. 13 – Evolution latérale des herbus entre 1952 et 2020 dans l'anse de Garel au Minihic-sur-Rance à partir d'une vision superposée et transparente des photos aériennes dans Géoportail

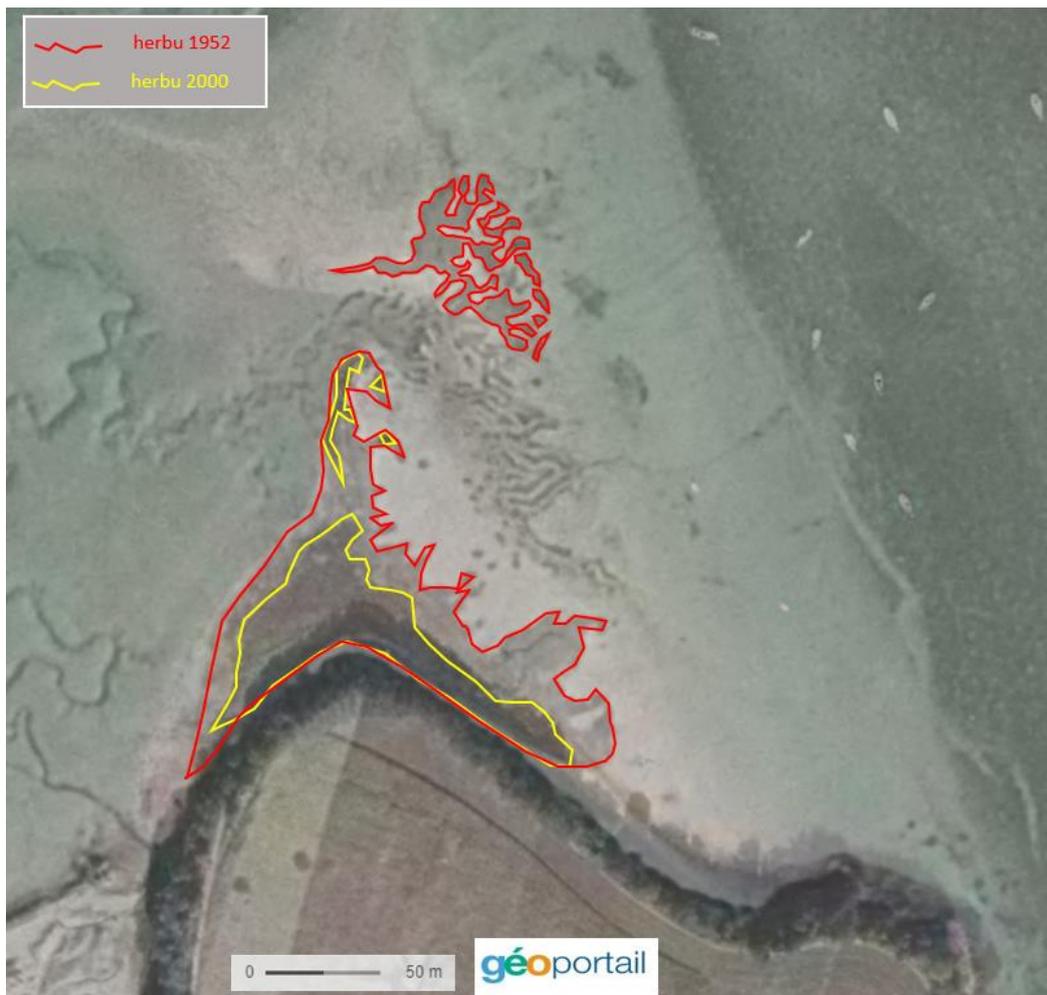


Fig. 14 – Evolution latérale des herbus entre 1952 et 2000 à la Pointe de Trégondé à Langrolais-sur-Rance à partir d'une vision superposée et transparente des photos aériennes dans Géoportail



Fig. 15 – Evolution latérale des herbus entre 1952 et 2020 sur la plage du Vallion à Saint-Jouan-des-Guérets à partir d'une vision superposée et transparente des photos aériennes dans Géoportail

Les 3 herbus étudiés mettent clairement en évidence une diminution générale de la surface de l'herbu qui se marque par un recul important du front de l'herbu entre l'état 1952 et les états 2000 ou 2020 (Fig. 13, 14 & 15). Ce constat est en accord avec les observations de Z. Kassouk (2009) et en désaccord avec celles présentées dans l'étude TBM (2012). Ce phénomène d'érosion de la partie inférieure de l'herbu est survenu postérieurement au fonctionnement de l'UMR. Ce constat révèle que contrairement à ce qui est couramment énoncé, les herbus de la Rance n'ont pas tendance à gagner du terrain en colonisant la vase nue de la haute-slikke. A l'inverse d'une augmentation de la surface de l'herbu par progradation, on note le plus souvent une diminution de son étendue par rétrogradation associée à une érosion.

Une évolution similaire caractérisée par une érosion de la frange inférieure de l'herbu a été mise en évidence par C. Bonnot-Courtois à partir des 2 missions de photographies aériennes prises en 1952 et 1985 sur le grand herbu de la plaine de Mordreuc (Fig. 16).

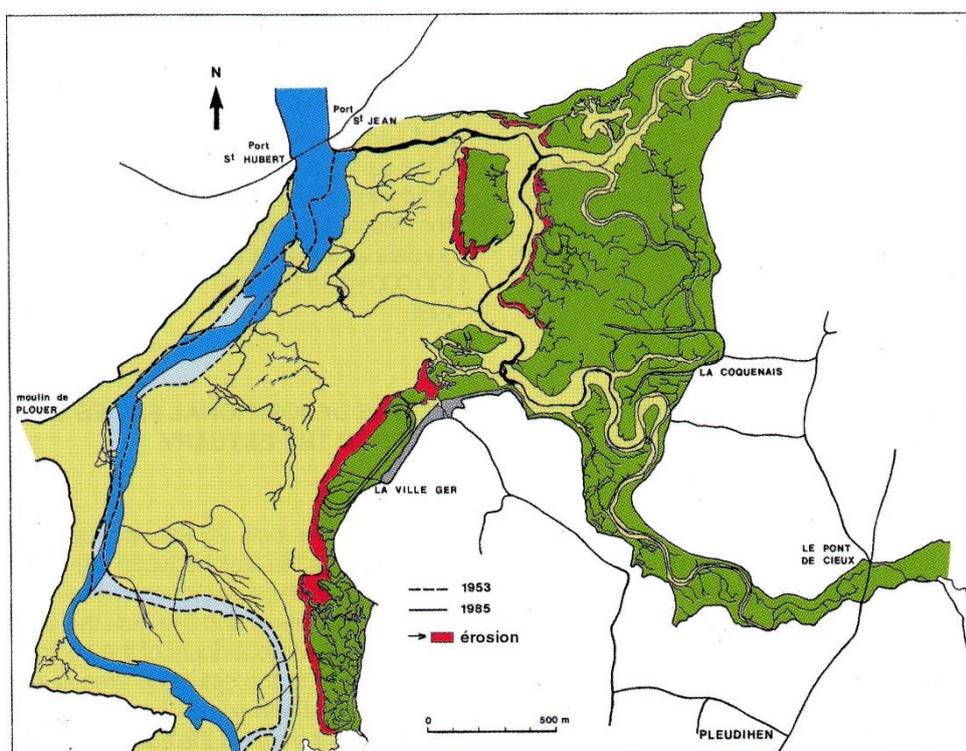


Fig. 16 – Evolution latérale des herbus de la plaine de Mordreuc d'après les photographies aériennes IGN 1952 et SOREA 1985 (Bonnot-Courtois *et al.*, 2002)

Parallèlement à cette érosion frontale depuis le fonctionnement de l'UMR, une partie des herbus a disparu suite à la décision de créer des plages sableuses artificielles au fond de certaines anses, plus particulièrement celles qui sont orientées au Sud. C'est le cas par exemple des plages de Garel et du Vallion (Fig. 13 & 15).

Comment ce phénomène d'érosion latérale des herbus, révélé par la comparaison de photos aériennes prises sur une longue période de temps, se manifeste-t-il sur le terrain ? En parcourant à pied la plupart des herbus de la Rance, on note que leur front inférieur se termine brutalement par une marche d'environ 30 à 40 cm de hauteur (Fig. 17). Cette microfalaise qui marque la limite entre l'herbu (ou schorre) et la haute-slikke, est le résultat d'une érosion mécanique du front de l'herbu sous l'action des vagues (clapot) qui agitent le plan d'eau lorsque les niveaux hauts dans le bassin atteignent ou

dépassent 11 m. A noter que dans les estuaires proches de la Rance, comme ceux du Frémur, de l'Arguenon et de la baie de Lancieux, les herbues en extension latérale par progradation sur la haute-slikke ne présentent pas de microfalaïse.



Fig. 17 – Microfalaïse en limite inférieure de l'herbu au large de la plage du Vallion à Saint-Jouan-les - Guérets (échelle dans le tiers inférieur de la photo = 10 cm)

Le recul du front de l'herbu par érosion latérale s'accompagne de la formation de galets de vase indurée qui s'accumulent au pied de la microfalaïse (Fig. 18). La formation de ces galets est le plus souvent favorisée par le pré-découpage créé par des réseaux polygonaux de fentes de dessiccation des niveaux de vase indurée situés sous la couche supérieure de l'herbu.



Fig. 18 – Accumulation de galets de vase indurée au pied de la microfalaïse de l'herbu à la Pointe de Trégondé

On note également le rôle joué par les terriers de crabes verts (*Carcinus maenas*) qui génèrent des cavités dans la vase déjà indurée. L'effet du clapot et des vagues, en élargissant ces cavités, contribue à fragiliser la stabilité de la microfalaise d'érosion et à faciliter le retrait du front de l'herbu (Fig. 19).



Fig. 19 – Nombreux terriers ouverts de crabe vert fragilisant la microfalaise de l'herbu au large de la plage du Vallion à Saint-Jouan-les -Guérets (échelle = 10 cm)

2.3.3 Evolution verticale des herbus

Parallèlement à l'évolution latérale des herbus, nous disposons désormais de documents permettant d'évaluer l'évolution verticale de ces mêmes herbus.

Une observation comparée des photos aériennes (1952) et images satellite (2022) avec les cartes topographiques (1953) et Lidar (2018) a été réalisée sur la partie sud de l'herbu le plus étendu de la Rance, c'est-à-dire celui des Bas Champs/La Coquenais sur la commune de Pleudihen (Fig. 20 & 21). Cette approche a permis de préciser les points suivants :

- la limite inférieure de cet herbu se situe à + 11 m CM,
- la partie de l'herbu située au-dessus de + 12 m CM en 1953 a fortement régressé en 2018. Il n'existe plus en 2018 d'herbu au-dessus de la cote + 13 m CM contrairement à la situation en 1953 du fait de l'écrêtement des plus hautes marées d'équinoxe dans le bassin maritime.

Ces observations sont corroborées par celles issues des coupes topographiques réalisées sur d'autres secteurs de la Rance colonisés par des herbus comme dans le Bras de Châteauneuf ou dans l'anse du Camp Viking (voir chapitre « fonctionnement hydro-sédimentaire »).



Fig. 20 – Herbus du secteur des Bas Champs/la Coquenais - **A** – photo aérienne IGN de 1952 - **B** – image satellite Google Earth Pro de 2020

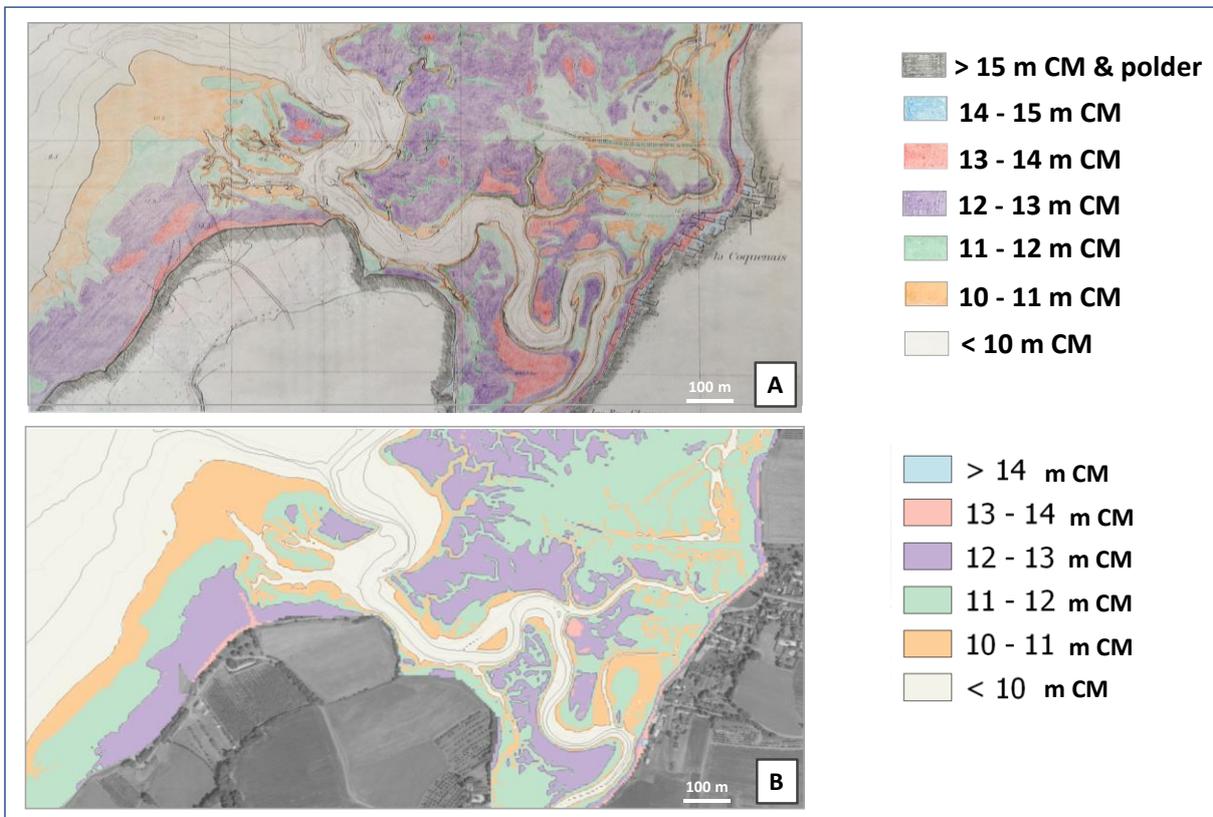


Fig. 21 – Herbus du secteur des Bas Champs/la Coquenais - **A** – habillage couleur de la carte topographique EDF (1958) établie à partir des photos aériennes IGN de 1953 - **B** – carte topographique issue du levé Lidar de 2018

Comment expliquer ce phénomène inattendu d'érosion verticale des herbues atteignant une amplitude d'ordre métrique ? L'origine la plus vraisemblable semble liée à l'émersion permanente des niveaux supérieurs à 12,50 ou 12 m CM depuis la mise en service de l'UMR. Cette émersion a d'une part privé l'herbu de sa source en sédiments fins ; ceux-ci étant entièrement apportés par les eaux marines lors des marées de forts coefficients. L'absence de dépôt combinée au tassement des vases par auto-consolidation peut entraîner une baisse de l'élévation de l'herbu. D'autre part, les sédiments superficiels existants constituant la semelle des herbues étant de nature vaseuse, ils sont peu consolidés et donc facilement remobilisables par les eaux pluviales lors des orages et vents violents fréquemment observés dans l'estuaire. Les agents météoriques associés aux phénomènes d'érosion propres à toute surface émergée sont probablement responsables du « rabotage » de la tranche superficielle des herbues, fragilisée par la faible consolidation des sédiments meubles et peu compactés. N'étant plus rechargés par de nouveaux sédiments fins marins et soumis à une érosion subaérienne lente mais permanente, les niveaux altimétriques des herbues enregistrent ainsi dans la plupart des anses une diminution notable, décimétrique à métrique.

Par ailleurs, cette baisse de niveau des herbues est confirmée par la présence des trois indices complémentaires suivants, observables sur le terrain :

- 1- La fixation d'algues brunes sur des niveaux de vase indurée en bordure de l'herbu (Fig. 22). Des algues brunes de l'espèce *Fucus spiralis* dont l'habitat de référence est le platier rocheux, ont localement colonisé la surface de l'herbu. En effet, l'érosion verticale de l'herbu a mis à nu des couches anciennes de vase qui par compaction sous l'effet du dépôt de vase sus-jacentes, se sont partiellement consolidées. La rigidité ainsi acquise de ces vases anciennes est toutefois suffisante pour permettre aux algues brunes de fixer leur crampon sur un substrat rendu solide. De tels exemples ont été observés sur l'herbu de la grève du Marais au Minihic-sur-Rance et sur celui situé au large de la plage du Vallion à Saint-Jouan-des-Guérets.

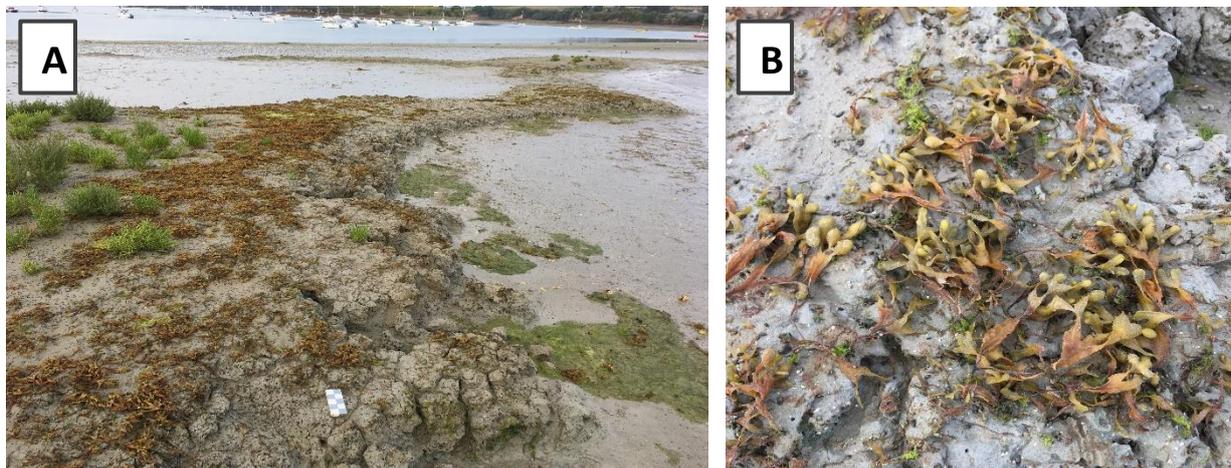


Fig. 22 – Fixation d'algues brunes en bordure de l'herbu en érosion au large de la plage du Vallion à Saint-Jouan-les -Guérets - **A** – vue général de la bordure inférieure de l'herbu (échelle = 10 cm) - **B** – vue rapprochée des algues brunes fixées sur la vase indurée

- 2- La mise à nu d'anciennes couches de vase indurée affectées par des réseaux polygonaux de fentes de dessiccation (Fig. 23). Ces niveaux se forment habituellement sur la haute-slikke lors des périodes d'émersion prolongée en été. Leur réapparition en bordure de l'herbu implique

donc l'arasement de la couverture végétale qui les recouvrait mettant ainsi en évidence un phénomène d'érosion verticale.



Fig. 23 – Réapparition d'une couche de vase indurée découpée par un réseau polygonal de fentes de dessiccation en bordure de l'herbu à La Coquenais (échelle = 10 cm)

- 3- La mise à jour d'anciennes populations de bivalves en position de vie dans leur terrier (Fig. 24). De nombreuses scrobiculaires « fossiles » affleurent sur la bordure de l'herbu au large de la plage du Vallion. Dans la mesure où la profondeur des terriers de scrobiculaires peut atteindre et même dépasser 30 cm, on a ainsi l'évidence que la couche supérieure de l'herbu a disparu par érosion verticale sur une épaisseur équivalente à la profondeur des terriers.



Fig. 24 – Mise à jour d'anciennes scrobiculaires en position de vie dans leur terrier (flèche rouge) en bordure de l'herbu en érosion au large de la plage du Vallion à Saint-Jouan-les -Guérets (échelle = 10 cm)

Ces trois indices révèlent que la tranche superficielle des herbues a subi une érosion verticale d'ordre décimétrique mettant à jour des sédiments vaseux plus anciens partiellement compactés.

2.3.4 Impact des variations des niveaux hauts de référence sur les herbues

Les observations précédentes révèlent que les herbues de la Rance sont majoritairement le siège d'une double érosion, à la fois latérale et verticale.

Afin d'expliquer ces résultats inattendus, il est nécessaire de comprendre comment les variations des hauts niveaux d'eau dans le bassin maritime causés par le fonctionnement de l'UMR ont pu modifier la dynamique des herbues. Pour reconstituer l'évolution dans le temps des herbues, nous avons distingué les 5 périodes majeures suivantes (Fig. 25).

- **avant 1963** : l'estuaire est soumis au rythme naturel des marées avec un marnage atteignant 13,5 m. La végétation de l'herbu qui se développe sur la partie supérieure de la zone intertidale est constituée de plantes qui tolèrent l'eau de mer. Ces plantes occupent le haut estran entre les cotes + 11 m CM et + 13,5 m CM. En revanche, la végétation colonisant le domaine supratidal, situé au-dessus de + 13,5 m CM n'étant jamais recouverte par la mer, est constituée de plantes d'eau saumâtre à douce. Les documents de référence pour connaître l'extension et la topographie des herbues pour cette période anté-UMR, sont la mission de photographies aériennes IGN de 1952 prise à marée basse et la carte topo-bathymétrique EDF à l'échelle 1/5000 de 1958. L'extension des herbues est alors maximale car ils bénéficient du marnage naturel exceptionnel de 13,5 m.
- **de 1963 à 1966** : du jour au lendemain, l'estuaire est transformé en lac saumâtre avec un niveau d'eau fixé à 8,50 m CM. Durant 3 années, le haut-estran n'étant plus recouvert deux fois par jour par la marée, la végétation halophile dépérit (Fig. 26). De plus, son émergence continue s'est probablement accompagnée (1) d'un lessivage superficiel par les eaux de pluie et d'orage pendant les périodes humides, (2) de la formation de craquelures et fentes de retrait sur le sol vaseux lors des périodes sèches. Ces deux phénomènes ont pu favoriser un arasement superficiel de la surface de l'herbu s'ajoutant à la compaction des sédiments vaseux.
- **de 1966 à 1995** : pendant cette période d'environ 30 ans, les modifications du cycle des marées dans le bassin maritime et son impact sur les herbues se sont caractérisées par des niveaux hauts dépassant rarement + 12,50 m CM et d'une durée bien supérieure (plusieurs heures) à celle qui prévalait avant 1963. Cela s'est traduit par une réduction de la surface couverte par l'herbu à la fois sur sa partie haute remplacée par une végétation non halophile et sur sa partie basse avec un recul révélé par la formation d'une microfalaise. Parallèlement à ces diminutions latérales, l'élévation de l'herbu se trouve diminuée (jusqu'à 1,5 m à 2 m). Cette érosion verticale est probablement pour une bonne part le résultat de l'agitation du plan d'eau couvrant l'herbu sous l'effet du clapot et des vagues de tempête durant l'étale de haut-niveau. La partie la plus haute de l'herbu peut également être lessivée par le ruissellement des eaux de pluie et d'orage qui remanie alors les sédiments de surface.
- **de 1995 à 2020** : les niveaux hauts ont été limités à + 12 m CM pendant cette nouvelle période de 25 ans. Bien que cette nouvelle limite ne soit que 50 cm plus basse que la précédente, les herbues ont subi une nouvelle contraction. Les mêmes causes produisant les mêmes effets, les herbues ont souffert d'un nouveau recul latéral dans leur limite haute et basse ainsi qu'une baisse topographique. L'examen simultané des missions aériennes IGN et des images satellite

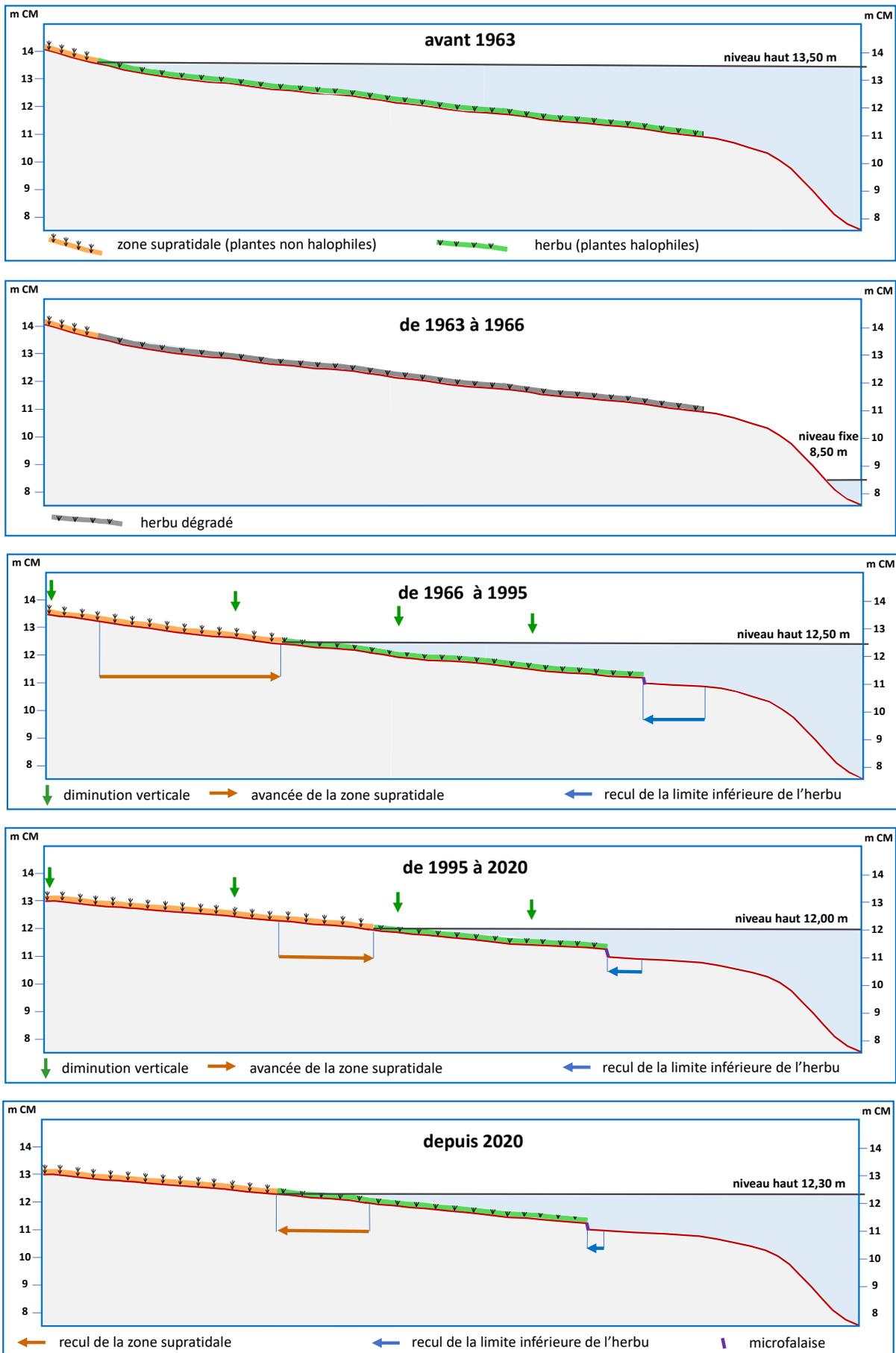


Fig. 25 – Evolution dans le temps des herbus en fonction des différents niveaux hauts de référence



Fig. 26 – Vue de l’herbu dégradé des Bas Champs/La Coquenais sur la photo aérienne IGN de 1966

Google Earth indique que jusqu’en 2003, les herbous du secteur des Bas Champs/La Coquenais étaient dépourvus de végétation non halophile (Fig. 27A). En 2006, les premiers indices d’installation de plantes non halophiles sont visibles sur les photos IGN et images Google Earth. L’installation locale d’arbustes de prunellier (*Prunus spinosa*), et d’arbres comme le frêne (*Fraxinus*) et le noyer (*Juglans regia* L.) s’observe sur les points les plus hauts des herbous qui sont désormais hors d’atteinte des niveaux hauts limités à + 12 m (Fig. 27B & 28).

- **depuis 2020** : à cette date, un nouveau référentiel de niveaux a conduit à une remontée des hauts niveaux à 12,30 m CM avec, en autres, la volonté de « regagner des habitats estuariens par la reconquête des hauts d’estran » (action inscrite au DOCOB Natura 2000). Cette décision commence à porter ses fruits puisqu’on observe une avancée des herbous en position haute qui regagnent du terrain sur la ceinture végétale non halophile préexistante comme observé par F. Lang en rive gauche de l’étang Beauchet. En revanche, il n’a pas été observé d’extension des herbous sur leur front inférieur car les microfalaises d’érosion semblent toujours actives. Dans

le secteur des Bas Champs/La Coquenais, la végétation non halophile ne semble pas encore affectée par cette remontée du niveau de référence (Fig. 28). Néanmoins, il est recommandé d'étudier attentivement le comportement de ces arbustes et arbres au cours des prochaines années par un suivi régulier sur le terrain.

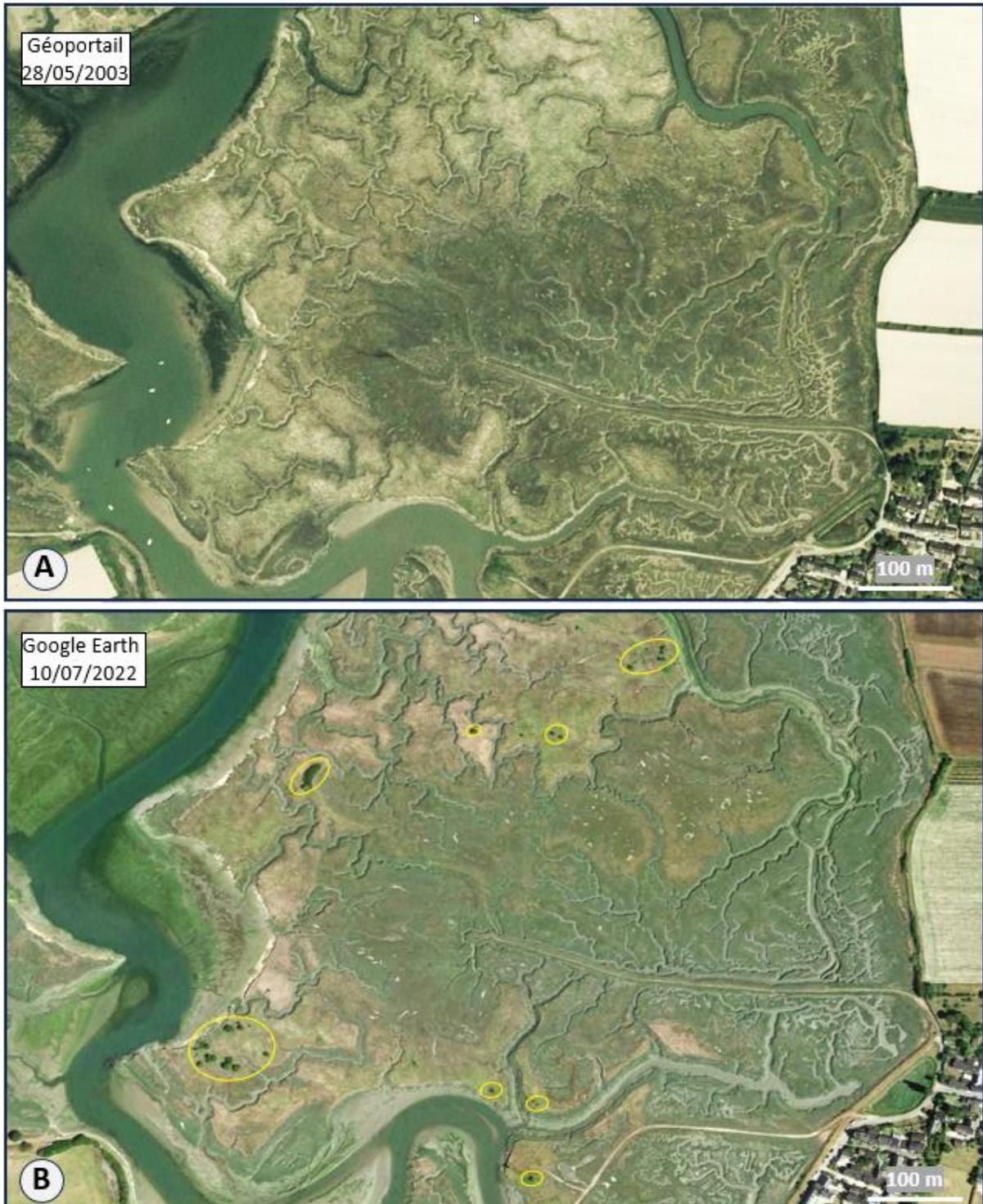


Fig. 27 – Vue comparative de l’herbu des Bas Champs/La Coquenais sur la photo aérienne IGN de 2003 sans présence de végétation non halophile (A) et sur l’image satellite Google Earth de 2022 avec la présence locale (cercle jaune) de végétation non halophile (B)



Fig. 28 — Exemple de végétation non halophile sur l'herbu des Bas Champs/La Coquenais constituée d'arbustes de prunellier (A) et d'arbres de frêne

3- Recommandations pour le plan pérenne

3.1 Sensibilité des herbues aux variations de niveaux hauts

Les herbues du bassin maritime de la Rance revêtent un caractère exceptionnel dans la mesure où ils sont les seuls exemples sur le globe à avoir subi des variations aussi soudaines et fréquentes des cycles de submersion par la marée. Ces variations concernent aussi bien l'amplitude du marnage (réduction de moitié) que la durée des étales de haut niveau (de moins d'une heure à plus de deux heures). Néanmoins la connaissance sur la sensibilité de ces herbues vis-à-vis de ces variations de niveaux hauts reste fragmentaire pour les raisons suivantes :

- Absence de cartes de la végétation avant l'installation de l'UMR,
- Absence de données récentes sur le sujet car les dernières études publiées sur les herbues de la Rance remontent aux années 1970 à 1990 (Gehu & Bioret, 1992, Le Mao, 1996).
- Manque de relevés réguliers sur le terrain des associations végétales. Des observations qualitatives et quantitatives le long de transects prédéfinis permettraient :
 - o De suivre dans le temps l'évolution précise des associations végétales,
 - o De calibrer les nombreuses photos aériennes et images satellite disponibles sur les herbues étudiés.
 - o De proposer, en s'inspirant de ce qui a été réalisé en 2003 par le Conservatoire Botanique National de Brest, une cartographie détaillée des ceintures végétales sur les principaux herbues du bassin maritime (ceux des Bas Champs/la Coquenais à Pleudihen, du Camp Viking/anse du Vigneux à Saint-Suliac). Cette cartographie pourrait bénéficier de l'apport de prise de vue à basse altitude grâce à la nouvelle technologie des drones.
 - o De suivre en temps réel l'évolution des herbues en prenant soin de recueillir les observations régulières de quelques riverains sensibles à l'évolution des herbues comme nous en avons rencontré sur la grève des Marais au Minihic-sur-Rance, dans l'anse de la Souhaitier à Plouër-sur-Rance et sur les herbues des Bas Champs à La Coquenais. Ce réseau d'observateurs sur place serait précieux pour actualiser l'extension et l'organisation interne des herbues.
 - o De visualiser à partir de prises de photos par drone, les secteurs les plus hauts des herbues lorsque ceux-ci restent émergés quand les niveaux d'eau dans le bassin sont supérieurs à 12 m CM

A titre de comparaison, l'étude des herbues dans le secteur voisin de la baie du Mont-Saint-Michel (voir annexe) peut être considérée comme exemplaire car en améliorant la connaissance des caractéristiques actuelles et anciennes des herbues, elle a permis de définir au mieux les mesures nécessaires pour contrôler leur développement futur.

Une approche similaire dans le bassin maritime est fortement recommandée car elle permettrait :

- De dresser un bilan de l'état actuel des herbues et une comparaison avec le constat de Gehu & Bioret en 1992, à savoir une contraction des ceintures végétales, une déstructuration des peuplements végétaux, un net appauvrissement de la richesse floristique et une banalisation des milieux par eutrophisation.
- De reconstituer l'évolution spatio-temporelle des ceintures végétales propres aux herbues de la Rance,

- De préciser l'impact des facteurs dynamiques majeurs (hauteur des niveaux hauts, durée des étales de haut niveau) et secondaires (salinité, température, turbidité, qualité de l'eau, présence d'algues vertes) sur cette évolution,
- De prendre également en compte l'impact des facteurs anthropiques (piétinement par les pêcheurs à pied, accumulation de déchets, mouillages, épaves, plage sableuse artificielle ...) sur cette évolution.

Ces nouvelles données viendraient compléter les informations issues des modèles numériques simulant des fonctionnements alternatifs de l'UMR, en particulier pour préciser l'impact d'une augmentation des niveaux hauts et de leur variabilité (voir levier n°2 du diagnostic du fonctionnement hydro-sédimentaire du bassin maritime de la Rance).

La mise en place en mai 2020 d'un nouveau référentiel de niveaux en Rance autorisant des niveaux hauts jusqu'à 12,30 m CM devrait permettre aux herbues de regagner du terrain aux dépens de la couverture végétale supratidale. Bien qu'il soit encore trop tôt pour évaluer le gain surfacique des herbues avec ce nouveau référentiel, l'augmentation des niveaux hauts telle que recommandée dans le levier n°2 du diagnostic hydro-sédimentaire, ne peut être que bénéfique pour la santé et la reconquête des herbues sur le haut estran. Néanmoins, il est nécessaire d'étudier précisément comment les ceintures végétales actuelles réagissent à l'augmentation récente des niveaux hauts. Les relevés périodiques de terrain proposés plus haut devraient permettre de caractériser le comportement des différentes espèces halophiles et associations d'espèces végétales en fonction de la variabilité de l'immersion (durée et hauteur d'eau). La connaissance de l'adaptation des ceintures halophiles au nouveau référentiel de niveau en Rance permettrait alors de définir les conditions optimales d'immersion des herbues et par conséquent d'évaluer l'incidence du fonctionnement alternatif en faveur de l'augmentation des niveaux hauts tel que recommandé dans le levier n°2.

3.2 Revalorisation de l'écosystème « herbu »

Les herbues souffrent d'une mauvaise image de marque auprès du grand public et en particulier des riverains. Ils sont souvent dénigrés et sous-estimés d'un point de vue écologique.

Comment remédier à cette situation alors que cet écosystème devrait au contraire être protégé ? Quelques pistes pour réhabiliter cet écosystème sont proposées ci-dessous :

- **Information** : la mise en place sur le terrain de panneaux d'information destinés au grand public est un moyen simple et efficace de rappeler les vertus écologiques des prés-salés. Les exemples en France et à l'étranger de tels panneaux permettent aux habitués comme aux touristes de passage de s'informer sur l'importance et la fragilité de cet écosystème au sein du bassin maritime. Ce besoin d'informer peut également se faire via la publication d'articles dans la presse régionale ou de dossiers dans les revues destinées à la population locale (bulletin municipal, magazine de la Communauté de Communes Côte d'Emeraude et de Dinan Agglomération).
- **Sensibilisation** : des actions destinées à sensibiliser jeunes et adultes pourraient faire l'objet de visites sur le terrain accompagnées par des guides naturalistes. De telles sorties, déjà proposées par plusieurs associations naturalistes, sont à privilégier car les échanges sur le terrain entre le public et le guide sont la façon la plus concrète et agréable de faire découvrir tous les aspects de cet écosystème. La période estivale se prête particulièrement bien à cette action de sensibilisation.
- **Education** : promouvoir des actions à plus long terme et plus particulièrement celles destinées aux jeunes dans le cadre scolaire seraient souhaitables. Par exemple, la création d'aires

marines éducatives (AME) auprès des écoles élémentaires des communes riveraines qui pourraient efficacement former les élèves de CM1-CM2 à la connaissance, à la protection et à la mise en valeur des herbues de leur commune. Cette approche présente l'avantage d'impliquer les enfants sur une année scolaire et d'assurer une transmission de leur expérience et observations aux classes suivantes.

- **Protection** : Des actions comme la mise en place de barrières interdisant l'accès aux voitures sur l'herbu ou le projet d'interdire les chiens « errants » sur l'herbu (exemple de mesures prises par la commune de Pleudihen).

Pour la mise en place des différentes actions mentionnées ci-dessus, les collectivités pourraient solliciter des acteurs associatifs locaux¹.

Références bibliographiques

Bonnot-Courtois Ch., 1996 – L'estuaire de la Rance, géomorphologie et sédimentologie, revue Penn Ar Bed, n°160/161, mars/juin 1996, p. 19 – 30

Bonnot-Courtois Ch., 2007 – Dynamique des herbues. Interaction végétation - sédimentation au front des schorres aux abords du Mont Saint-Michel - Extraits du livret-guide de l'atelier EUCC France : Le rétablissement du caractère maritime du Mont Saint-Michel. 21-22 Mars 2007.

Bonnot-Courtois Ch., 2012 – Dynamique sédimentaire intertidale en baie du Mont-Saint-Michel entre évolution naturelle et aménagements anthropiques, Cherbourg, 2012

Bouchard V., 1996 – Production et devenir de la matière organique des halophytes dans un marais salé européen en système macrotidal (baie du Mont-saint-Michel). Thèse Univ. Rennes-1, MNHN, 209 p.

Bougault C., Hardegen M., Quéré E., 2003, Site Natura 2000 n°61 : Estuaire de la Rance –

Inventaire et cartographie des habitats terrestres et des espèces végétales d'intérêt communautaire, CBNB, DIREN, 98 p + annexes.

Bregeon L., Deman B., 1973 – La Rance – introduction à l'étude d'un milieu en vue de sa préservation et de son aménagement, D.A.A., ENSAR, Rennes

Chauvaud S., 2012 – Analyse de l'évolution de la limite basse des prés salés de 1952 à 2008 sur le site NATURA 2000 FR 5300061 « Estuaire de la Rance », rapport TBM, 15 p.

¹ Parmi ces acteurs, on peut citer :

- L'association « L'herbu du Bas Champs » à Pleudihen qui joue un rôle précieux d'observateur, et de surveillance grâce un suivi régulier de la biodiversité botanique de l'herbu des Bas Champs/La Coquenais ainsi que d'animation avec des sorties naturalistes destinées aux adultes et aux scolaires,
- L'association « Bretagne Vivante » qui organise régulièrement des ateliers d'observation de l'avifaune sur les herbues du bassin maritime.
- La Maison de la Rance sur le port de Dinan-Lanvallay qui propose des sorties Nature en lien avec l'environnement naturel de la Rance à longueur d'année.
- L'association « Cœur Emeraude » qui initie, conduit et accompagne des projets destinés à valoriser l'environnement et le patrimoine naturel de la vallée de la Rance.

- Corillion, R., 1953 – Les Halipèdes du Nord de la Bretagne, étude phytosociologique et phytogéographique, Bull. Labo. Marit. Dinard, fasc. 42, p. 50-55
- Corillion, R., 1956 – Végétation des Halipèdes et étages de végétation littorale armoricaine (côte de Bretagne Nord), Bull. Labo. Marit. Dinard, fasc. 44, p. 36-38
- Denis, J., 1981 – Etude physique de la vallée de la Rance, de l'écluse du Châtelier à l'usine marémotrice – évolution depuis 1966, Mémoire Maitrise de Géographie, U.E.R. de géographie et de l'aménagement de l'espace, Université de Haute Bretagne, Rennes, 151 p.
- DOCOB - Sites Natura 2000 FR5300061 « Estuaire de la Rance » et FR312002 « Ilots Notre Dame et Chevret » - Documents d'Objectifs – document validé en comité de pilotage le 27/06/12
- Gehu J.M., Bioret F., 1992 – Etude synécologique et phytocoenotique des communautés à Salicornes des vases salées du littoral Breton, Bulletin 23, p. 347-419
- Kassouk Z., 2009 – Apports de la télédétection, de la géomatique et du modèle numérique de terrain topo-bathymétrique intégré pour l'aide à la gestion des milieux humides littoraux : Applications à l'estuaire de la Rance (Ouest de la France) et au lac Ichkeul (Nord de la Tunisie), thèse université Paris-Est, 13 novembre 2009, 221 p.
- Landre N., 1974 – Fichier technique des estuaires bretons – la Rance, bureau d'études de la S.E.P.N.B., C.N.E.X.O., 108 p.
- Le Bris A., Perrot T., Liabot P-O., Daniel C., Richier S., 2019 – Cartographie des schorres des façades Atlantiques, Centre d'étude et de valorisation des algues, rapport sept. 2019, 14 p.
- Lefeuvre J.C., 1996 - Effects of environmental change on european salt marshes. Lab. d'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés, Univ. Rennes 1, Museum d'Histoire Naturelle. Rapport final, volume 2, 250 p.
- Lefeuvre J.C., Laffaille P., Feunteun E., Bouchard V., Radureau A., 2003 -Biodiversity in salt marshes: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case of the Mont-Saint-Michel bay. Comptes Rendus Biologies **326**, p.125-131.
- Le Mao P., 1996. La flore des rives de Rance, revue Penn Ar Bed, n°160/161, mars/juin 1996, p. 45– 54

Glossaire

Criche : nom local désignant les ruisseaux qui entaillent l'herbu et en assurent le drainage. Les criches se forment, s'érodent ou se comblent naturellement. Elles constituent souvent un véritable « réseau hydrographique » très dense, peuvent être profondes, créant ainsi des obstacles difficilement franchissables, en particulier pour les moutons qui pâturent les prés salés (Lefeuvre et Mouton, 2009). Ce nom a la même origine que *crique* et dérive du scandinave *kirki* qui signifie *creux, cavité, anse*. Le sens de ruisseau existe dans le néerlandais *creke* et dans l'anglais *creek*. A noter que sur l'herbu des Bas Champs, les criches sont localement appelée « ruets ».

Annexe

Exemple des herbues voisins de la baie du Mont-Saint-Michel

Bonnot-Courtois Ch., 2012 et Rapport Levasseur J. et Bonnot-Courtois Ch., 2000

L'interaction végétation-sédimentation et la mise en place des schorres ont été étudiés de près dans les études consacrées au rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel. Les conclusions de ces travaux réalisés par Jacques Levasseur et Chantal Bonnot-Courtois peuvent se résumer ainsi :

- 1- La **progradation** d'un schorre désigne un processus d'extension horizontale, l'**accrétion** verticale représente le rehaussement de sa surface. Au cours de la genèse et de l'évolution d'un schorre, ces deux processus agissent simultanément, mais à des échelles radicalement différentes.
- 2- La mise en place puis la progradation d'un schorre est directement liée à des dispositions favorables qui nécessitent principalement :
 - a. un niveau altimétrique compatible avec la tolérance à la submersion (en rythme et en durée cumulée) des espèces vivaces colonisatrices primaires ;
 - b. un contexte morpho-sédimentaire et hydrodynamique propice à l'établissement des semences, et au maintien de conditions de protection nécessaires à la survie des jeunes plants, une fois leur germination effectuée
- 3- **C'est le contexte morpho-dynamique qui caractérise la haute-slikke, qui permet ou non la genèse d'un schorre. Ce n'est pas l'inverse.** Les plantes ne sont pas les acteurs primaires directs des processus de progradation. La végétation pionnière joue certes un rôle dans la finalisation de l'édification d'un schorre, mais, dans tous les cas, des conditions préalables sont requises, directement issues de l'action de facteurs environnementaux non biologiques, actions immédiates ou différées dans l'espace avec le temps.
- 4- Chaque espèce végétale s'installant en fonction de sa tolérance à la submersion, la répartition des formations végétales du schorre peut être directement reliée à la topographie tirée du levé Lidar. L'accrétion sédimentaire est généralement importante sur la haute slikke. **C'est donc d'abord le sédiment qui se met en place, puis lorsque le niveau altimétrique et donc la durée de submersion sont favorables, les plantes pionnières s'installent.**
- 5- La pérennité de l'existence d'un schorre ainsi que la dynamique de sa progression dépendent directement du contexte hydro-sédimentaire de la haute slikke qui le précède. Ce contexte inclut les facteurs suivants : profil morphologique et mode d'exposition de l'interface schorre – slikke, niveau topographique, durées de submersion, nature et la dynamique des espèces végétales, occurrence de tempêtes ou de débits exceptionnels.
- 6- La dynamique des herbues est dépendante de la saison, la végétation se développant généralement une partie de l'année, en période estivale où les espèces pionnières préparent la colonisation par les espèces principales. Au contraire, en hiver, une déstabilisation de l'herbu peut survenir sous l'action érosive des houles d'hiver, des débits plus importants des cours d'eau ou de tempêtes exceptionnelles. Des microfalaises d'érosion apparaissent alors au

front des schorres qui se retrouvent ainsi en phase de recul. Ces alternances progression / régression surviennent à des rythmes plus ou moins rapides selon que la dynamique sédimentaire conduit à un engraissement, à une situation neutre ou à une érosion.

- 7- Les taux d'accrétion mesurés sur 10 mois fournissent des valeurs de 1 à 2 cm/an pour le front d'herbus évoluant en mode calme et de 8 à 12 cm/an pour les bordures de schorre situées en mode plus agité.
- 8- **Il n'existe pas de problèmes pour la fourniture en semences** (graines, boutures, ...) des espaces à coloniser ou à cicatrifier. En effet, le front du schorre, en particulier lorsque celui-ci est bosselé, réunit à la fois les groupes d'espèces caractéristiques de la haute slikke (*Spartines*, *Salicornia div. sp.*, *Suaeda var.*) et ceux du schorre s.s. (*Puccinellia*, *Aster*, *Atriplex* et *Spergularia div. sp.*). Cette zone est exportatrice nette de ces semences par le jeu des courants (en particulier de jusant). En théorie écologique, il s'agit d'une zone « source », alors que la haute slikke est une zone de réception (zone « puits »).
- 9- **La nature de la végétation ne préjuge pas du degré de résistance d'un schorre à l'érosion.** On peut remarquer que les espèces à racines pivotantes à enracinement profond (*Spergularia media*, *Atriplex portulacoides*) ou à système souterrain rhizomateux (*Spartina anglica*, *Elymus pungens*) sont les dernières à se maintenir en cas de recul du schorre, alors que des espèces à enracinement superficiel, quand bien même celui-ci serait très dense (*Festuca rubra v. littoralis* et surtout *Puccinellia maritima*) se trouvent assez rapidement étreppées.

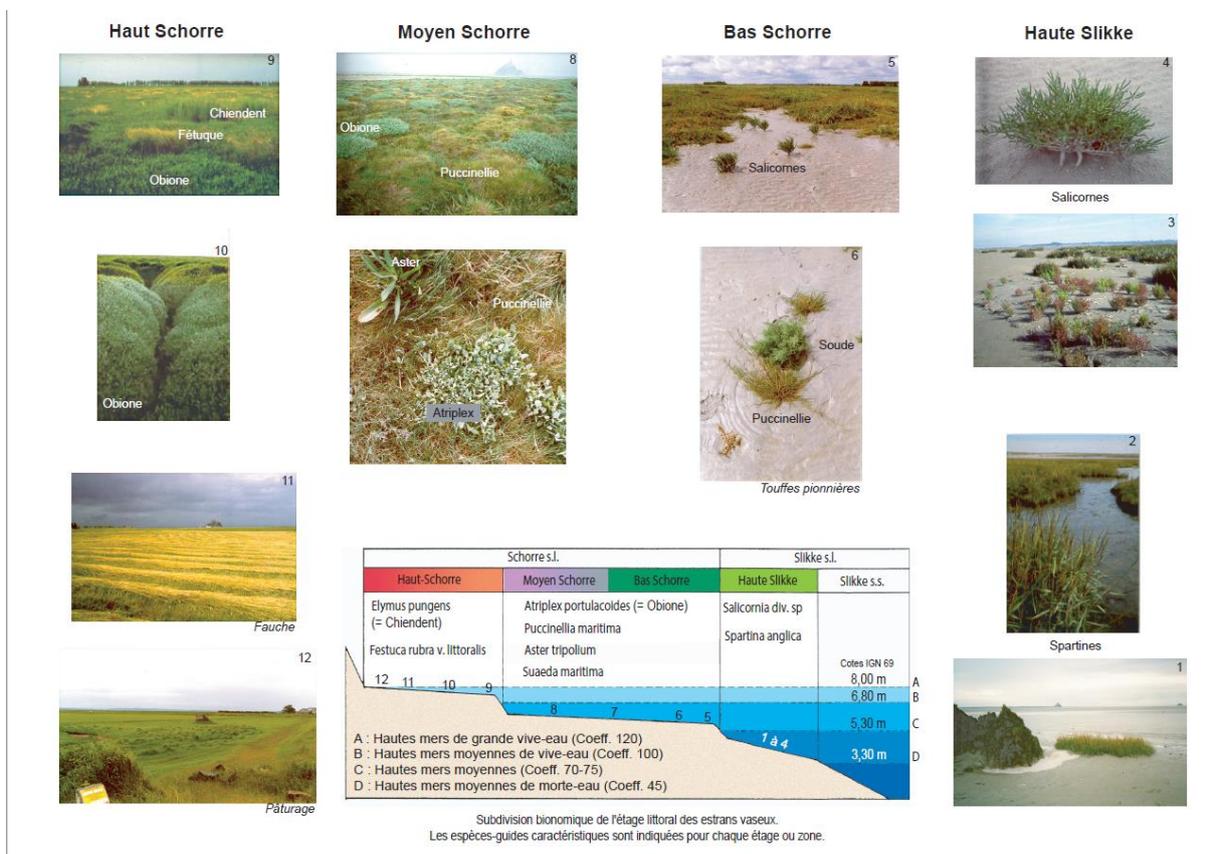


Fig. 1 : Subdivision bionomique du schorre de la baie du Mont-Saint-Michel

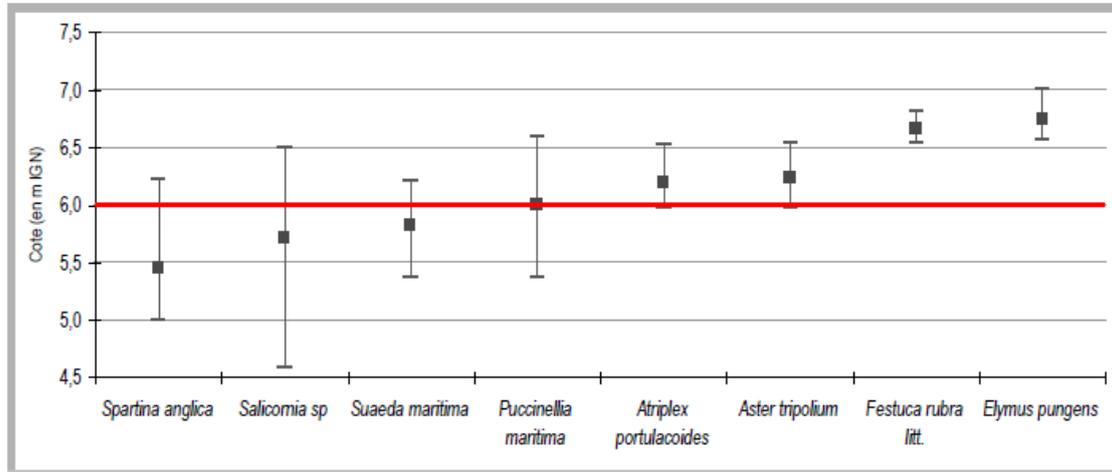
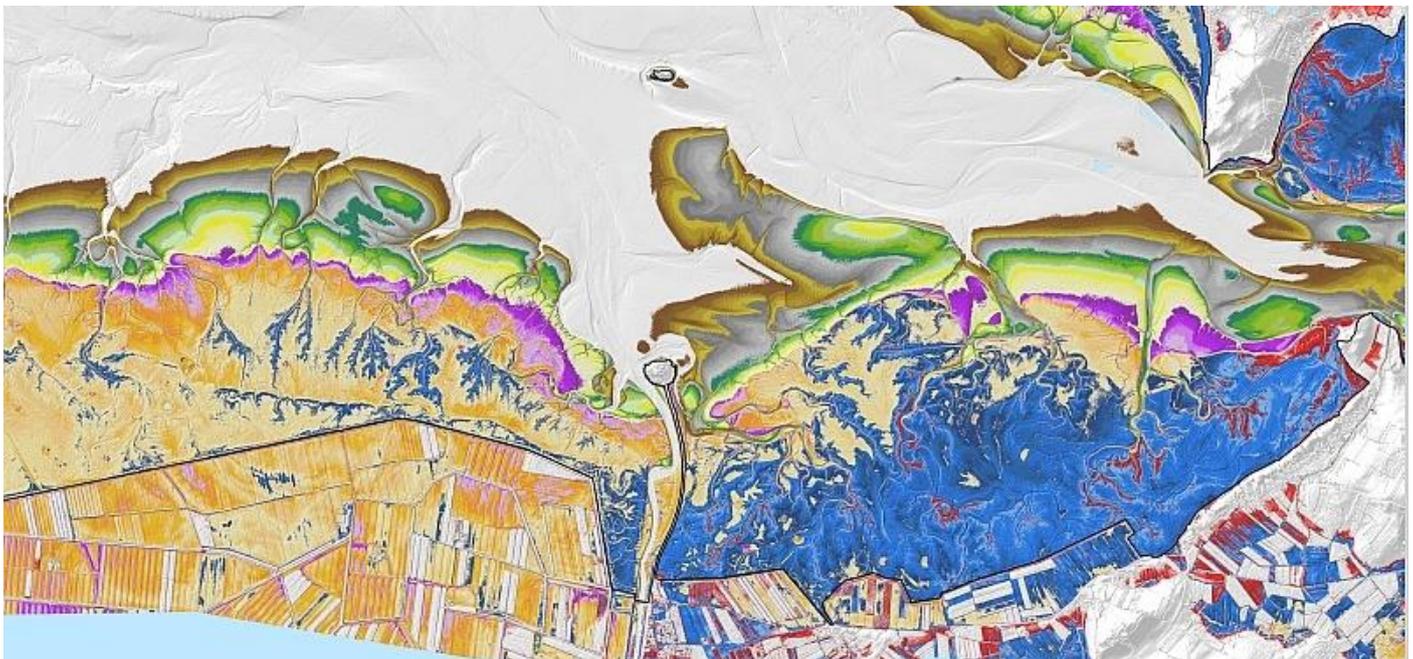
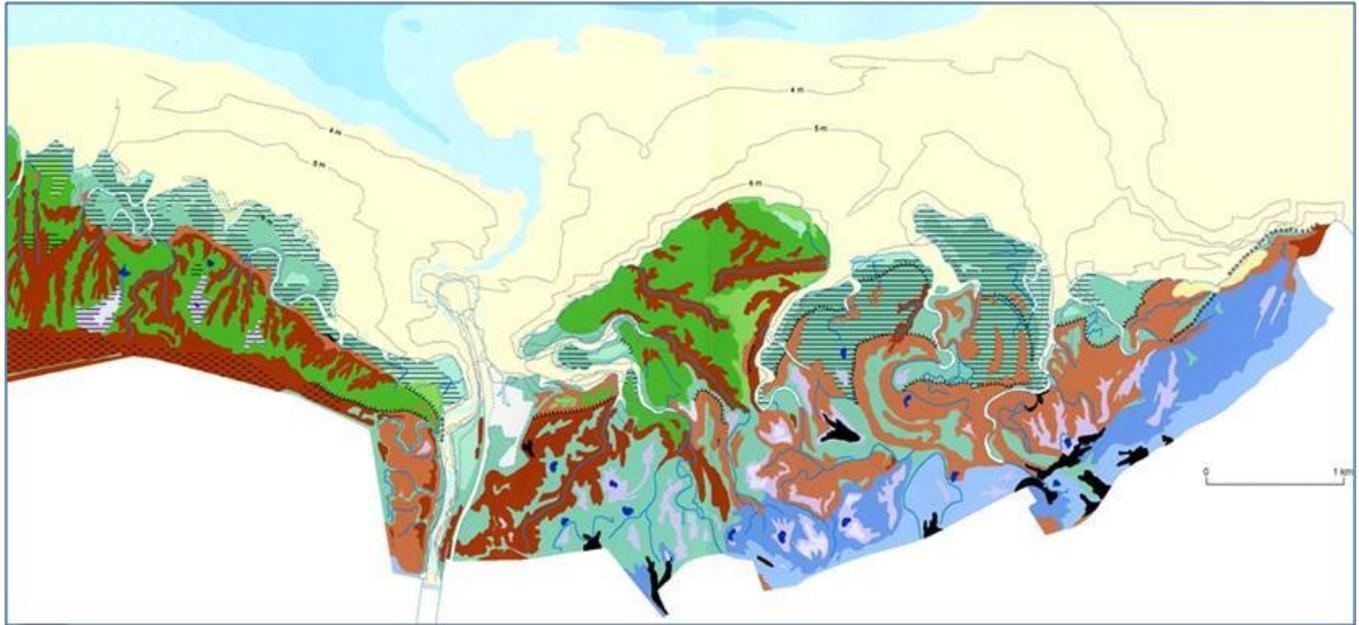


Fig. 2: variation des limites altimétriques de distribution de quelques espèces de schorre aux abords du Mont-Saint-Michel



Cotes IGN	Coefficient de marée	% de dépassement du coeff. sur l'année
< 4 m		
4 - 4,5 m	60 (10,75 m CM)	65 %
4,5 - 5 m	70	50 %
5 - 5,5 m	75	42 %
5,5 - 6 m	80	36 %
6 - 6,5 m	90	20 %
6,5 - 7 m	100	8 %
7 - 7,5 m	110	3 %
7,5 - 8 m	115 (14,25m CM)	1 %
> 8 m		

Fig. 3: Topographie des schorres autour du Mont (levé LIDAR 2002)



Schorre supérieur

- Végétation prairiale à Chiendent
- Végétation prairiale à Fétuque
- Végétation dunaire
- Végétation prairiale saumâtre à Agrostis
- Végétation saumâtre à Agrostis et Jonc de Gérard
- Dépression salée interne à Salicorne et Soude

Schorre moyen et inférieur

- Végétation sous-arbustive dense à Obione
- Végétation mixte à Obione et Puccinellie
- Végétation prairiale basse à Puccinellie
- Végétation fragmentée du schorre inférieur
- Faciès local à Soude et/ou Aster

Haute slikke

- Végétation pionnière à Spartine et/ou Salicorne

Fig. 4 : Répartition des formations végétales du schorre autour du Mont (Etat 1999)