

Relations entre sol et végétation dans les prairies naturelles humides du Marais Poitevin. Mise en évidence d'un modèle d'organisation.

F. TOURNADE (1)

J.B. BOUZILLÉ (2)

RÉSUMÉ

Les marais communaux du Marais Poitevin (Sud-Vendée) - vastes territoires exploités en pâturage collectif - constituent des milieux privilégiés pour l'étude des prairies naturelles humides des Marais de l'Ouest. Dans le cadre du programme d'étude pluridisciplinaire lancé par le Parc Naturel Régional pour la sauvegarde de ces communaux et la rationalisation du pâturage collectif, les relations Relief-Sol-Végétation ont pu être analysées à travers une approche originale, basée sur la collaboration étroite du botaniste et du pédologue, associant à différentes échelles d'investigation, les méthodes et techniques propres aux deux disciplines.

- Une prospection pédologique et phytosociologique sur 8 marais communaux (1 500 ha) a permis de mettre en évidence les variations des couvertures pédologiques et végétales.

- A travers un traitement phytoécologique des données, les variables descriptives du milieu ont pu être hiérarchisées en fonction de leur pouvoir discriminant et des relations avec les groupements végétaux ont été établies.

- Une étude cartographique fine (1/500) sur quatre petits secteurs de référence représentatifs des marais communaux a démontré l'existence de séquences-types liant les différents groupements végétaux dans l'espace et la répétitivité des variations de sodicité et salinité du sol le long de ces séquences.

Un modèle d'organisation Relief-Sol-Végétation annonçant un véritable **système fonctionnel** a été finalement proposé.

MOTS-CLÉS : Agri-environnement - phytoécologie - prairie naturelle - Marais Poitevin - sol salin

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SOIL AND VEGETATION IN THE NATURAL WATER MEADOWS OF THE MARAIS POITEVIN.

The marshy common land areas of the Marais Poitevin (South Vendée), vast areas exploited as common grazing land, provide reference areas for the study of the natural

(1) Laboratoire de Science du Sol - ENSA Rennes

adresse actuelle : Délégation Régionale CNASEA - 18, Bd Jeanne d'Arc - 86000 POITIERS.

(2) Laboratoire d'Écologie Végétale UA CNRS 696 - Université de Rennes - Campus Beaulieu - 35042 RENNES Cedex

water meadows of the West France marshes (Fig. 1). The relationship between relief, soil and vegetation has been studied with an original approach based on the close collaboration between the botanist and the pedologist and associating, at the different stages of the research, methods and techniques specific to each discipline :

- a pedological and plant community study, carried out in a systematic way on eight marshy common areas has demonstrated the representative and heterogeneous nature of these areas ;

- an approach specific to plant ecology, carried out on the most distinguishing features of the area has made it possible to establish a statistic relationship between plant communities (Table I), relief level and sodic level and salinity of the soil (table II) ;

- a precise mapping exercise on a scale of 1/500 carried out on small reference areas (Fig.2) showed the existence of sequences linking the different plant communities on the tri-dimensional space and the recurring nature of the variations of the soil sodic level and salinity along these sequences (fig. 3, 4, 5).

Finally, it has been possible to establish a model of the organization of relief, soil and vegetation (Table III - Fig. 6) whose hydric function remains to be clarified before being able to conceive a real functional system.

KEY-WORDS : plant ecology - natural grassland - Marais Poitevin - saline soil.

INTRODUCTION

Les problèmes posés par l'aménagement et la gestion de l'espace dans les marais de l'Ouest ont depuis plus de vingt ans suscité de nombreux travaux d'inventaire et de caractérisation des différentes composantes physiques et biologiques du milieu naturel.

VERGER (1968) en a décrit la géomorphologie dans une étude globale des marais du littoral français. DUPUIS *et al.* (1968) ont fourni à travers une cartographie d'ensemble les principales caractéristiques pédologiques des sols tandis que DAMOUR et PONS (1981, 1987) ont établi une typologie en termes de mise en valeur et d'aménagement, définissant une méthode d'étude et de diagnostic très largement utilisée. Le couvert végétal a été décrit et analysé par différents auteurs : BOULMER (1985), BOUZILLÉ (1979,1981) *et al.* (1988), CHICOUENE et CORTES (1987), de FOUCAULT (1984), DIASSANA (1987), DUPONT (1983, 1987), DUTERTRE (1986). Cependant, aucune analyse des relations pouvant exister entre tous ces éléments n'a été réellement tentée dans ces marais exondés de longue date (X^{ème} siècle environ) alors que, sur les vasières littorales et les polders récents, quelques approches de ce type existent (RIGOMIER *et al.*, (1971) ; CALLAME (1982), CHEVALLIER *et al.* (1984) moins nombreuses toutefois que sur le littoral méditerranéen (J. SERVANT, 1975 entre autres).

L'adaptation de l'agriculture dans les biotopes sensibles recommandée par la Communauté Européenne (Article 19) et appliquée à titre expérimental dans les marais de l'Ouest engendre un regain d'intérêt pour les modes d'utilisation extensifs de ces milieux. Dans ce nouveau contexte, le programme de recherches et d'expérimentations pluridisciplinaires engagé en 1989 par le Parc Naturel Régional du Marais Poitevin en vue de sauvegarder les prairies naturelles communales et de rationaliser leur exploitation traditionnelle en pâturage collectif a permis de développer une analyse des relations entre Relief, Sol et Végétation.

I. LE CADRE DE L'ÉTUDE : LES MARAIS COMMUNAUX DU SUD-VENDÉE.

Treize marais communaux du Marais Poitevin d'une superficie globale de 2500 ha ont conservé plus ou moins intégralement leurs statuts et leur mode d'exploitation originels (fig. 1). Ce sont de vastes ensembles de prairies naturelles d'un seul tenant (100 à 350 ha environ), propriétés privées des communes et exploités depuis leur origine (X-XII^e siècle) en pâturage collectif par des troupeaux pluri-spécifiques de bovins, chevaux ou d'oies. A cette utilisation collective, ont pu être associées à certaines époques des pratiques individuelles de fauche (BOUHIER, 1966).

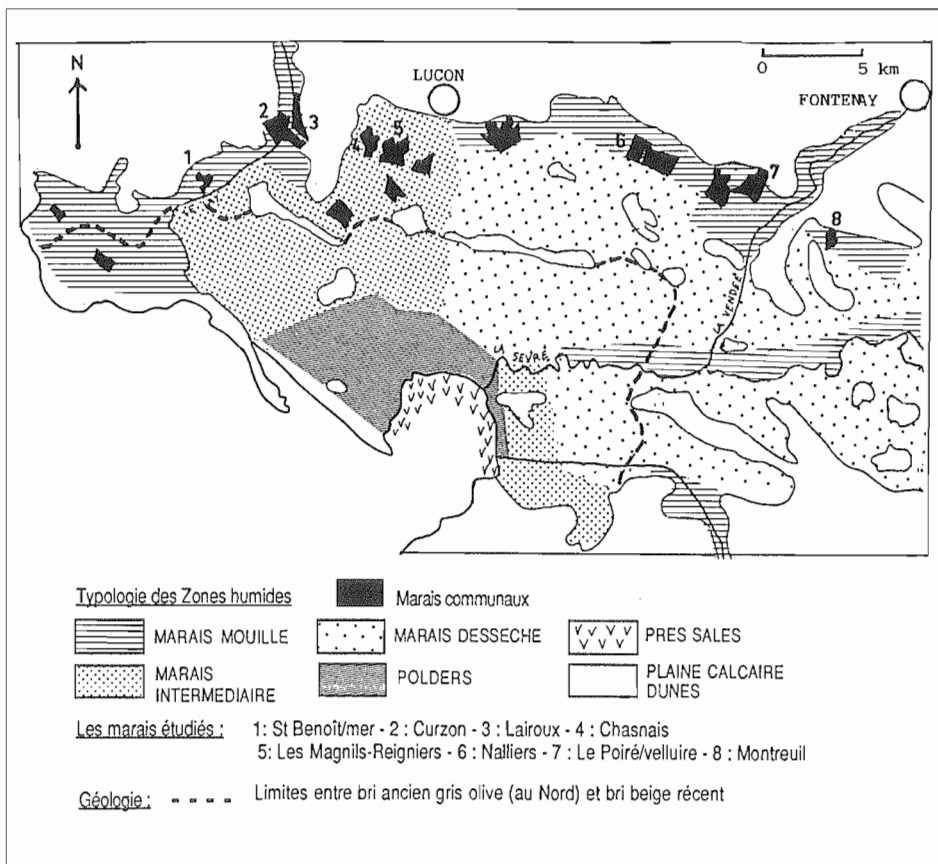


Figure 1 : Localisation de l'étude
Location of the study

Situés en bordure septentrionale dans le Marais Mouillé, ces communaux sont caractérisés par la répétition d'inondations hivernales ou printanières, plus ou moins complètes. En règle générale, le climat de type océanique associe un fort excédent hydrique hivernal (300 mm) et un déficit hydrique estival de même ordre.

L'altitude de ces marais est comprise entre 2 et 3 m au-dessus du niveau marin. Le microrelief d'une amplitude voisine de 0,5 m se compose de dépressions et chenaux inondables - les "basses" - délimitant des buttes ou replats surélevés - les "belles". La transition se fait en général par de courtes pentes (quelques dizaines de mètres), voisines de 2 %.

Les sols, développés sur alluvions argileuses fluvio-marines d'âge flandrien ("bri" ancien), présentent toutes les caractéristiques des sols hydromorphes à gley, parfois salés et sodiques décrits par DUPUIS *et al.* (1968) : texture argileuse (50 à 60 % d'argile), couleur gris olive du matériau parental, profil peu différencié très marqué par l'hydromorphie, structures de type prismatique à débit polyédrique. Les variations de la couverture pédologique sont essentiellement d'ordre physico-chimique et engendrent une grande diversité de comportements physiques et structuraux, à l'origine de potentialités agronomiques très inégales d'un secteur à l'autre (DAMOUR, 1981).

II. DÉMARCHE ET MÉTHODES SUIVIES

La démarche retenue pour conduire l'analyse des relations relief/sol/végétation repose d'une part sur l'association permanente du botaniste et du pédologue à tous les stades de l'étude et d'autre part sur la prise en compte du caractère spatial de ces relations à des échelles d'investigation et des niveaux de perception différents. Elle se décompose de la façon suivante.

1. Une prospection pédologique et phytosociologique

a été réalisée à moyenne échelle sur 8 marais communaux d'une superficie globale de 1500 ha. La prise en compte sommaire du microrelief ("basse", pente intermédiaire, "belle") a permis dès ce stade de disposer les observations en petites séquences de 2 ou 3 points rapprochés.

L'identification des sols reprend avec quelques adaptations l'approche de l'INRA SAD de St Laurent de la Prée (DAMOUR et PONS, 1987), utilisée pour l'aménagement des marais de l'Ouest :

- *observations* à la tarière et description des différents horizons (1 sondage pour 5 ha),
- *tests à l'acide chlorhydrique* N sur échantillons secs,
- *analyse complète* des différents horizons à raison d'un profil pour 25 ha en moyenne : pH, matière organique, calcaire total, conductivité électrique, CEC, sels solubles et cations échangeables (sur le mat racinaire : uniquement pH, perte au feu et rapport C/N).

A l'emplacement des 55 profils ainsi analysés, des relevés phytosociologiques effectués suivant la méthode sigmatiste (BRAUN-BLANQUET) ont permis parallèlement d'identifier les groupements végétaux.

2. Une analyse écologique

a permis de hiérarchiser les variables pédologiques en fonction de leur pouvoir discriminant sur la végétation et de mettre en évidence de manière globale et statistique certaines relations entre micro-relief, sol et unités phytosociologiques.

Plus précisément, les principes exposés par GODRON (1966), DAGET *et al.* (1972) et GUILLERM (1971) ont été appliqués aux groupements et à leurs profils synécologiques par variable, reprenant ainsi BILLIARD (1982).

Il a donc fallu définir successivement :

- les classes pour chaque variable L dont le nombre N_K doit être supérieur ou égal au nombre de groupements pour qu'elle puisse potentiellement être jugée discriminante,
- la qualité d'échantillonnage Q (L) qui permet d'apprécier la valeur de répartition des relevés dans les différentes classes d'une variable. Sa détermination nécessite les calculs de l'entropie du profil d'ensemble de la variable (nombre de relevés dans chaque classe) et de l'entropie maximale correspondant à une égale répartition des relevés dans toutes les classes.

L'entropie du profil d'ensemble s'obtient par : $H(L) = \sum_1^{N_K} R(K)/N_R * \log_2 N_R/R(K)$
où R(K) est le nombre de relevés effectués dans la classe K et N_R le nombre total de relevés.

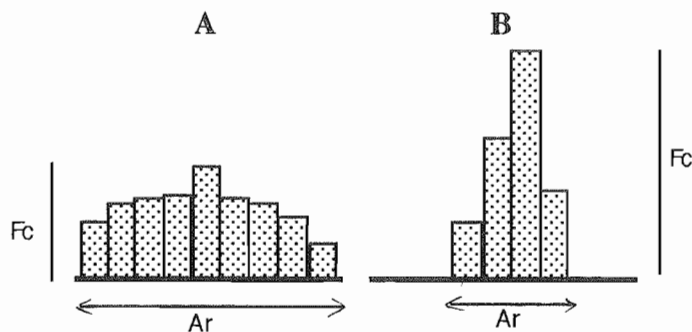
L'entropie maximale est égale à : $H(L_{max}) = \log_2 N_K$.

La qualité de l'échantillonnage est estimée par le rapport des deux : $Q(L) = H(L)/H(L_{max})$. Plus le rapport est proche de l'unité et plus la probabilité d'avoir un bon échantillonnage est grande.

- La forme du profil exprimée par le rapport Fc/Ar c'est-à-dire : fréquence relative maximale compensée sur amplitude relative. En effet, un profil (histogramme de fréquences) peut être assimilé à un triangle et sa forme caractérisée par le rapport entre sa hauteur (fréquence relative maximale F) et sa base (amplitude du profil A). Mais afin de permettre la comparaison des variables entre elles, le nombre de classes de chacune d'elles doit être pris en compte, d'où le rapport proposé et calculé à l'aide de la formule suivante :

$$Fc/Ar = F/A * N_K^2$$

Un rapport faible (A) correspondra à une forme aplatie indiquant un pouvoir discriminant réduit alors qu'un rapport élevé (B) traduira un profil se présentant sous la forme d'un pic et une variable plus sélective pour le groupement envisagé.



Si l'on considère l'ensemble des groupements et que l'on calcule la moyenne des rapports Fc/Ar pour chaque variable, on obtient un indice qui permet d'apprécier leur contribution à la discrimination des groupements étudiés. De la même manière, la moyenne des rapports Fc/Ar calculée pour chaque groupement permet d'évaluer leur "sensibilité générale" c'est-à-dire leur degré de caractérisation par l'ensemble des variables considérées.

3. Une analyse spatiale des relations Topographie-Sol-Végétation

a été conduite en respectant cette fois le caractère continu des couvertures végétale et pédologique.

Des petits secteurs de référence (FAVROT, 1989) de 1 à 3 hectares ont été délimités sur quatre marais communaux représentatifs de la diversité de relief, de sols et de végétation (Curzon, Les Magnils-Reigniers, Nalliers et Le Poiré/Velluire). Ceux-ci ont fait l'objet d'une cartographie fine complétée par l'étude de toposéquences et transects.

a) *Levé topographique et cartographie des groupements végétaux*

Sur chaque secteur, un levé topographique précis (200 points/ha environ) a été réalisé. Le matériel utilisé (théodolite électronique avec saisie sur mémoire vive) a permis de déterminer l'altitude et la distance de chaque point visé mais également de lui associer sur le terrain un code relatif à sa nature : type de groupement végétal, point-limite entre 2 groupements végétaux, passage d'animaux, ouvrage, fond de baisse, fosse pédologique.

Concrètement, après traitement informatique et intervention d'une base de données graphiques, une cartographie des groupements végétaux a été réalisée simultanément au levé topographique au 1/500^e, avec une précision et une fiabilité équivalente (Fig. 2 : carte du secteur de Nalliers).

b) *Transects pédologiques*

En s'appuyant sur une image aussi précise de ces secteurs quant à leur modelé et leur couvert végétal, des transects, recoupant le relief et reliant des fosses en nombre suffisant pour caractériser chaque groupement végétal présent (5 à 6 fosses en général) ont été réalisés.

Chaque fosse a fait l'objet d'une description morphologique précise et d'analyses chimiques complètes par horizon (granulométrie, détermination des argiles aux rayons X, pH, matière organique, calcaire, conductivité électrique, CEC, bases échangeables et sels solubles).

c) *Étude détaillée d'une aire représentative*

Une précision supplémentaire dans l'analyse de la distribution spatiale de certains paramètres pédologiques a pu être atteinte sur une aire représentative (10 m sur 10 m, dans le communal de Nalliers) au sein de laquelle cartographie pédologique, délimitation des groupements végétaux et relevé topographique ont été effectués avec un maillage d'observation de 1 m de largeur. Outre les caractères morphologiques du sol, la salinité de l'horizon de surface A1 a pu être appréciée grâce au conductimètre de terrain Aspic de SALIN (1985) qui fournit une estimation directe de la conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée.

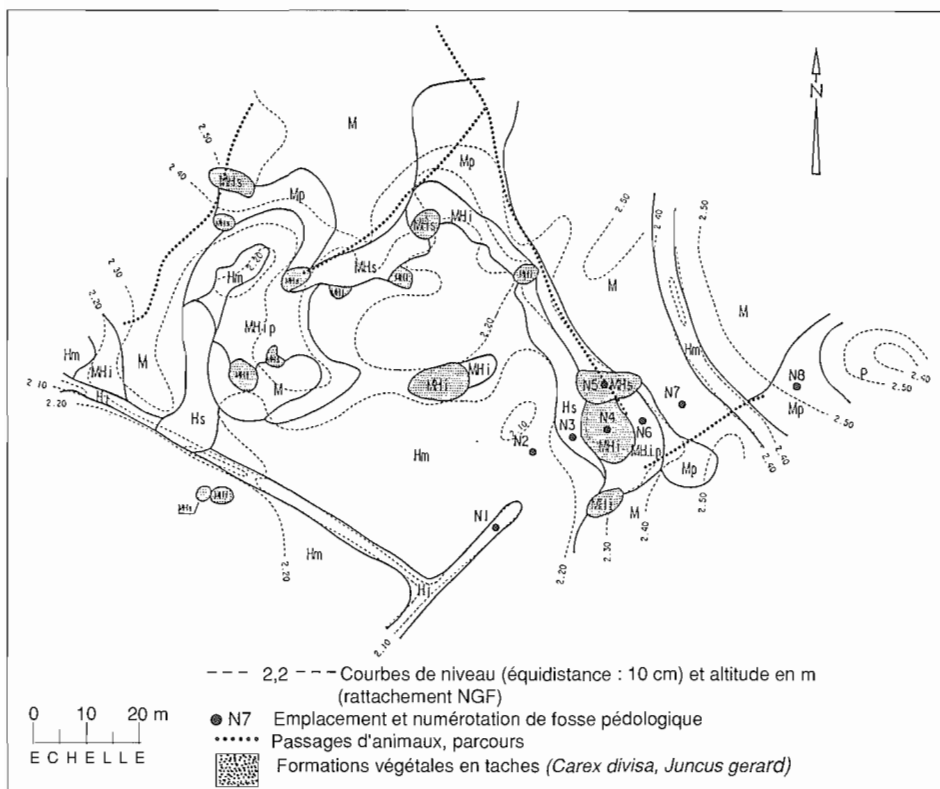


Figure 2 : Cartographie et levé topographique du secteur de référence de Nalliers.
Topographic and plant communities map of the Nalliers reference area.

III - RÉSULTATS

1. Définition des groupements végétaux

Les communautés végétales rencontrées dans ces prairies naturelles humides se rattachent au système qualifié de subhalophile thermo-atlantique par de FOUCAULT (1984). Trois associations présentant plusieurs sous-unités phytosociologiques ont été reconnues (Tableau I). Compte tenu de leurs relations étroites avec le microrelief et de manière à simplifier la nomenclature, ces groupements sont également identifiés en fonction du gradient d'humidité.

L'association à Renoncule à feuilles d'Ophioglosse et *Cenanthe fistuleuse* (*Ranunculo ophioglossifolii-Cenanthetum fistulosae*, de Foucault (1984)) se localise dans les "baisses". L'ensemble des relevés appartient à la sous-association *eleocharetosum palustris*. Outre cette communauté type (Hm), deux variations sont mises en évidence : une variation subaquatique (Hi) caractérisée par *Rorippa amphibia* et *Ranunculus aquatilis* dans les zones les plus longuement submergées ; une variation des niveaux supérieurs (Hs) où quelques espèces des associations suivantes apparaissent (*Lolium perenne*, *Hordeum secalinum*).

Tableau I : Tableau synthétique des prairies naturelles humides du Marais Poitevin
 Synthetic table of the natural water meadows of Marais Poitevin

| | A | | | B | | C | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Groupements | Hl | Hm | Hs | MHl | MHip | MHs | MHsp | M | Mp |
| Nombre de relevés | 8 | 13 | 7 | 8 | 10 | 5 | 8 | 12 | 5 |
| Nombre spécifique moyen | 12,9 | 11,5 | 13,7 | 11,3 | 13,6 | 11,4 | 44,5 | 11,8 | 13 |
| Combinaison caractéristique du | | | | | | | | | |
| Ranunculo-Oenanthetum fistulosae | | | | | | | | | |
| <i>Oenanthe fistulosa</i> | V | V | V | | | | | | |
| <i>Alopecurus geniculatus</i> | V | IV | IV | | | | | | |
| <i>Galium debile</i> | II | III | III | | | | | | |
| <i>Ranunculus ophioglossifolius</i> | II | II | II | | | | | | |
| <i>Trifolium michelianum</i> | I | + | III | | | | | | |
| <i>Ranunculus sardous</i> | I | + | | | | | | | II |
| Espèces différentielles de sous-association | | | | | | | | | |
| eleocharetosum palustris | | | | | | | | | |
| <i>Eleocharis palustris</i> | V | V | V | | | | | | |
| <i>Ranunculus flammula</i> | IV | II | III | | | | | | |
| <i>Galium palustre</i> | III | III | II | | | II | | | |
| <i>Polygonum amphibium</i> | II | II | | | | | | | |
| <i>Rumex conglomeratus</i> | I | II | III | | | II | III | I | II |
| Espèces différentielles des niveaux inférieurs | | | | | | | | | |
| <i>Rorippa amphibia</i> | IV | | | | | | | | |
| <i>Ranunculus aquatilis</i> | IV | | | | | | | | |
| Combinaisons caractéristiques : | | | | | | | | | |
| Alopecuro-Juncetum gerardii | | | | | | | | | |
| <i>Juncus gerardii</i> | | | I | V | V | V | IV | II | III |
| <i>Hordeum marinum</i> | | | I | IV | V | III | III | I | II |
| <i>Alopecurus bulbosus</i> | | | | IV | V | V | V | V | V |
| Carici-Lolietum perennis | | | | | | | | | |
| <i>Carex divisa</i> | | | | | II | V | IV | V | V |
| <i>Lolium perenne</i> | | V | V | V | | V | V | V | V |
| <i>Hordeum secalinum</i> | III | | II | II | | III | III | V | IV |
| Espèces différentielles des niveaux supérieurs | | | | | | | | | |
| <i>Cynosorus cristatus</i> | | | | I | II | | II | V | V |
| <i>Gaudinia fragilis</i> | | | | | I | | | IV | V |
| <i>Bromus commutatus</i> | | | I | | II | | I | III | II |
| <i>Trifolium squamosum</i> | | | I | | II | | II | I | V |
| <i>Potentilla reptans</i> | | | | | | | | III | III |
| <i>Cirsium vulgare</i> | | | | | | | | III | II |
| Espèces différentielles des lieux piélinés | | | | | | | | | |
| <i>Piantago coronopus</i> | | | III | V | | | IV | | V |
| <i>Bellis perennis</i> | | | | V | | | V | | IV |
| <i>Anthemis nobilis</i> | | | III | IV | | | III | | |
| Espèces des unités supérieures | | | | | | | | | |
| Nasturtietea, Eleocharetalia palustris | | | | | | | | | |
| <i>Glycyca fluitans</i> | V | IV | V | | | | | | |
| <i>Gratiola officinalis</i> | | + | | | | | | | |
| <i>Eleocharis uniglumis</i> | | | | | II | | | | |
| <i>Rorippa sylvestris</i> | I | + | I | | | | | | |
| Agrostetalia stoloniferae | | | | | | | | | |
| <i>Oenanthe silaifolia</i> | | | I | II | III | IV | I | | |
| <i>Senecio aquaticus</i> | I | II | II | III | III | V | II | | |
| <i>Trifolium resupinatum</i> | | | | | II | | I | | II |
| <i>Phleum pratense</i> | | | | | | | | I | |
| <i>Cerastium holosteooides</i> | | | | | | | | | |
| Agrostienea stoloniferae; Agrostio stoloniferae-Arrhenatheretea elatioris | | | | | | | | | |
| <i>Agrostis stolonifera</i> | V | V | V | V | III | V | V | V | V |
| <i>Trifolium fragiferum</i> | V | V | V | IV | III | II | II | II | V |
| <i>Poa trivialis</i> | III | V | IV | IV | V | V | III | V | V |
| <i>Lotus tenuis</i> | I | | | II | III | II | III | | |
| <i>Trifolium repens</i> | | | II | III | II | II | II | II | |
| <i>Agropyrum repens</i> | | | I | II | III | V | II | IV | II |
| <i>Leontodon autumnalis</i> | | | | III | III | II | III | | |
| <i>Piantago lanceolata</i> | | | | | I | II | I | + | II |
| <i>Rumex crispus</i> | | III | | | | II | | | |
| <i>Potentilla anserina</i> | I | I | I | | | | | | |
| <i>Ranunculus repens</i> | V | V | IV | | | | | | |
| <i>Juncus articulatus</i> | II | II | II | | | | | | |
| <i>Cerastium dubium</i> | | II | I | | | | | | |
| <i>Trifolium ornithopodioides</i> | | | | II | | | | | |
| <i>Carex otrubae</i> | | | | | | | | + | II |
| <i>Trifolium pratense</i> | | | | | | | | I | II |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> | | | | | | | | | + |
| <i>Alopecurus pratensis</i> | | | | | | + | | | |
| <i>Trisetum flavescens</i> | | | | | | | | + | |
| <i>Holcus lanatus</i> | | | | | | | | | + |

A : *Ranunculo ophioglossifolii*
Oenanthetum fistulosae

B : *Alopecuro bulbosi* -
Juncetum gerardii

C : *Carici divisa* -
Lolietum perennis

H: hygrophile
 i : inférieur
 m : moyen
 s : supérieur
MH : meso-hygrophile
 i : inférieur
 s : supérieur
M : mésophile.

Variations piélinées :
 indice p

COEFFICIENTS DE PRESENCE
 établis d'après la fréquence relative des espèces FR

V : 0,80 < FR < 1,00
 IV : 0,60 < FR < 0,80
 III : 0,40 < FR < 0,60
 II : 0,20 < FR < 0,40
 I : 0,10 < FR < 0,20
 + : FR < 0,10

L'association à *Vulpin bulbeux* et *Jonc de Gérard* (*Alopecuro bulbosi-Juncetum gerardii*, Bouzillé *et al.*, (1991) (MHi)) se situe au contact supérieur de l'association précédente. Elle se caractérise davantage par la combinaison de trois espèces atteignant ici leurs plus fortes fréquences : *Juncus gerardii*, *Alopecurus bulbosus*, *Hordeum marinum*, que par un cortège floristique différentiel. Dans les secteurs piétinés, elle présente une variation à *Plantain corne-de-cerf* (*Plantago coronopus*) (MHip).

L'association à *Laïche divisée* et *Ray-grass anglais* (*Carici divisae-lolietum perenni*, de Foucault (1984)) s'étend depuis les pentes intermédiaires jusqu'au niveau des "belles". Au contact supérieur de l'*Alopecuro-Juncetum gerardii*, c'est l'association type qui se développe (MHs), *Carex divisa* formant souvent de larges taches, tandis qu'une variation supérieure (M) peut être définie en considérant l'importance prise par les espèces mésophiles telles que la *Crételle* (*Cynosurus cristatus*) ou la *Gaudinie* (*Gaudinia fragilis*). Comme précédemment, le piétinement s'accompagne de l'apparition d'espèces caractéristiques : *Plantago coronopus*, *Anthemis nobilis*, *Bellis perennis* (MHsp et Mp).

2. Les variations de la couverture pédologique

Deux niveaux de variations affectent la couverture pédologique de ces marais.

- Variations "inter-marais" : la nature du matériau alluvial, le "bri", peut être considérée comme une caractéristique de chaque marais. D'un communal à l'autre, les différences majeures en affectent surtout la couleur, la richesse en calcaire total (0 à 15 %) et plus rarement la texture (substrat grossier sous-jacent au débouché de la vallée alluviale du Lay).

- Variations "intra-marais" : sodicité et salinité du sol présentent, au sein de chaque marais, des variations importantes et rapides. Dans l'horizon de surface A1 (0-30 cm), la sodicité exprimée par le rapport Na/T (%) varie de 0 à 20 % et la conductivité électrique de l'extrait au 1/5 de 0 à 5 mS/cm. Une prise en compte sommaire du microrelief montre de façon répétitive que les sols les plus sodiques et salés se rencontrent systématiquement sur les pentes bordant les "baisses" et qu'à l'opposé ces zones basses dépressionnaires sont les moins marquées du point de vue de ces deux critères.

| MICRO-RELIEF | GROUPEMENT VEGETAL | SODICITE 0-30 cm (Na/T %) | SALINITE 0-30 cm (CE 1/5 mS/cm) |
|---------------------|---|---------------------------|---------------------------------|
| "Baisse" | Hygrophile inférieur Hi Hygrophile moyen Hm Hygrophile supérieur Hs | 0 à 5 % | 0 à 1 mS/cm |
| Pente intermédiaire | Mésogyrophile inférieur MHi Mésogyrophile supérieur MHS | 10 à 20 % 5 à 10 % | 0,5 à 3 mS/cm 0 à 1 mS/cm |
| "Belle" | Mésophile M | 0 à 10 % | 0 à 1 mS/cm |

3. Hiérarchisation des variables du milieu

Le tableau II ci-après présente, pour les différentes variables du milieu analysées, les

bases et les résultats du traitement réalisé sur les profils synécologiques de chacun des groupements.

Tableau II : Définition des classes, qualité d'échantillonnage Q(L) et rapports Fc/Ar.

Definition of the classes, quality of sampling Q(L) and ratios Fc/Ar.

| Variables | Limites extrêmes classes | Nombre de classes | Q(L) | Fréquence compensée/ amplitude relative des groupements végétaux | | | | | | Moyenne Fc/Ar |
|--|--------------------------|-------------------|------|--|------|------|------|------|------|---------------|
| | | | | Hi | Hm | Hs | MHi | MHS | M | |
| <i>Altitude en m (Niveau stationnel)</i> | | | | | | | | | | |
| Curzon | 2,1-2,5 | 5 | 0,94 | | 4,5 | 3,0 | 1,8 | 4,5 | | 3,4 |
| Les MagnilsReigners | 2,1-2,7 | 7 | 0,87 | 34,3 | 9,5 | 9,5 | 6,8 | 5,4 | 9,8 | 12,5 |
| Nalliers | 2,3-2,9 | 6 | 0,88 | 7,1 | 5,3 | 3,6 | 5,8 | 5,5 | 5,9 | 5,5 |
| Le Poiré-sur-Velluire | 2,8-3 | 3 | 0,93 | 18,0 | 12,0 | 6,7 | 5,6 | 7,9 | 18,0 | 11,4 |
| <i>Conductivité électrique (mS/cm)</i> | | | | | | | | | | |
| Horizon A1 | 0,5-3 | 7 | 0,55 | 10,8 | 6,1 | 4,0 | 7,0 | 4,0 | 8,1 | 6,7 |
| Horizon C | 0,5-3,5 | 8 | 0,75 | 18,6 | 10,6 | 9,6 | 9,1 | 10,6 | 4,5 | 10,6 |
| <i>Sodium échangeable (mé/100 g)</i> | | | | | | | | | | |
| Horizon A1 | 0-6 | 7 | 0,86 | 7,6 | 6,7 | 6,1 | 9,8 | 4,5 | 3,9 | 6,4 |
| Horizon C | 0-7 | 8 | 0,94 | 7,1 | 5,1 | 8,0 | 10,4 | 5,3 | 2,0 | 6,3 |
| <i>Sodicité : Na/T (%)</i> | | | | | | | | | | |
| Horizon A1 | 0-20 | 10 | 0,86 | 11,1 | 9,3 | 9,5 | 12,5 | 10,0 | 7,1 | 9,9 |
| Horizon C | 5-30 | 7 | 0,86 | 6,1 | 7,6 | 4,0 | 9,8 | 6,1 | 4,0 | 6,3 |
| <i>Sels solubles : sodium (mmol/100 g)</i> | | | | | | | | | | |
| Horizon A1 | 0-2,5 | 7 | 0,93 | 6,9 | 4,0 | 2,4 | 16,3 | 4,0 | 2,7 | 6,1 |
| Horizon C | 0-5 | 6 | 0,97 | 5,3 | 4,5 | 2,0 | 9,0 | 1,8 | 1,5 | 4,0 |
| <i>Somme sels solubles (mmol/100 g)</i> | | | | | | | | | | |
| Horizon A1 | 0-6 | 7 | 0,97 | 3,0 | 3,2 | 3,2 | 5,6 | 1,6 | 2,3 | 3,1 |
| Horizon C | 0-8 | 7 | 0,97 | 6,1 | 3,6 | 3,0 | 9,8 | 1,4 | 2,3 | 4,4 |
| <i>Rapport Mg/T (%)</i> | | | | | | | | | | |
| Horizon A1 | 0-35 | 6 | 0,91 | 6,0 | 4,5 | 3,7 | 7,2 | 6,4 | 2,0 | 4,9 |
| Horizon C | 0-40 | 7 | 0,95 | 4,9 | 5,4 | 4,9 | 7,3 | 5,4 | 2,5 | 5,0 |
| <i>Matière organique %</i> | | | | | | | | | | |
| Mat racinaire | 20-60 | 6 | 0,86 | 4,5 | 5,4 | 2,2 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 3,2 |
| Horizon A1 | 2-16 | 9 | 0,73 | 7,7 | 11,5 | 13,5 | 4,5 | 7,3 | 4,5 | 8,1 |
| <i>Azote : mat racinaire</i> | 0,2-1,8 | 10 | 0,89 | 11,1 | 8,0 | 4,7 | 12,0 | 12,5 | 6,2 | 9,1 |
| <i>Rapport C/N</i> | 15-40 | 7 | 0,83 | 3,2 | 2,4 | 9,8 | 2,3 | 2,7 | 4,9 | 4,2 |
| <i>Calcaire total (%)</i> | | | | | | | | | | |
| Horizon A1 | 0,5-4 | 6 | 0,87 | 2,0 | 2,4 | 1,7 | 2,5 | 1,7 | 4,0 | 2,4 |
| Horizon C | 0,5-10 | 6 | 0,92 | 1,8 | 3,6 | 2,0 | 4,3 | 2,7 | 1,5 | 2,6 |
| <i>pH : Horizon A1</i> | 5,5-7,5 | 6 | 0,87 | 1,4 | 2,4 | 6,0 | 4,5 | 3,6 | 4,0 | 3,6 |
| Moyenne Fc/Ar par groupement | | | | 8,4 | 6,0 | 5,1 | 7,2 | 5,1 | 4,7 | |
| "Sensibilité du groupement" | | | | 1 | 3 | 4 | 2 | 5 | 6 | |

La qualité de l'échantillonnage apparaît très satisfaisante, à l'exception des variables de conductivité électrique dont les mesures se répartissent de façon nettement bipolaire (sols non salés et sols salés).

Le classement des variables en fonction des valeurs de Fc/Ar permet de définir leur pouvoir discriminant pour la végétation et de les hiérarchiser de la façon suivante :

1) **Micro-relief** (altitude) : il intervient de manière évidente dans la répartition des groupements. Dans certains marais particulièrement plats (Curzon), la faible amplitude de ce microrelief engendre une moindre diversité.

2) **Salinité** (conductivité électrique, sels solubles de sodium) et **sodicité** (Na échangeable ou rapport Na/T) : comme il l'a déjà été suggéré, ces deux paramètres sont essentiels dans le déterminisme de la végétation et devront nécessairement être appréhendés dans des études plus détaillées.

3) **Matière organique** (taux en % et Azote total dans le mat racinaire) : la composition particulière des végétaux et les conditions hydriques inégales semblent se traduire par une dynamique de la matière organique et des caractéristiques de l'humus (mat racinaire) et de l'horizon de surface différentes pour chaque station.

4) **Calcaire** : alors que ce paramètre intervient de façon prépondérante dans la détermination du potentiel agronomique des sols de marais, son influence sur la végétation est inexistante dans ces sols décalcarifiés superficiellement.

Le classement par groupement nous permet d'autre part de distinguer les groupements particulièrement sensibles aux paramètres édaphiques et ayant valeur d'indicateurs :

- groupements hygrophiles inférieur Hi et moyen Hm, caractérisés par des espèces aquatiques ou subaquatiques,
- groupement mésohygrophile inférieur, constitué d'espèces à caractère halophile.

4. Relations spatiales entre Topographie, Sol et Végétation

a) *Distribution des groupements végétaux*

La cartographie des groupements végétaux associée au levé topographique montre (Fig. 2) :

- la structure parfaitement répétitive de la végétation avec en zone intermédiaire une forte imbrication des groupements mésohygrophiles spécifiques des marais (*Juncus gerardi*, *Carex divisa*),
- le lien très étroit entre les courbes de niveaux topographiques et les limites cartographiques des groupements,
- la présence systématique de variations piétinées liées au pâturage.

b) *Un exemple de toposéquence* (Communal de Nalliers)

Le transect s'étend sur 50 m environ depuis l'axe d'une baisse d'altitude 2,00 m jusqu'à une crête d'altitude 2,45 m.

Les différentes stations étudiées sont successivement :

| Fosse | Situation | Altitude (m) | Groupement végétal |
|--------------|----------------------|--------------|---------------------------------------|
| N I | axe de baisse | 2,00 | Hi |
| N II | fond de baisse | 2,10 | Hm |
| N III | bordure de baisse | 2,25 | Hs |
| N IV | pente | 2,30 | MHi (tache de <i>Juncus gerardi</i>) |
| (N V) décalé | pente | 2,40 | MHs (tache de <i>Carex divisa</i>) |
| N VI | talweg dans la pente | 2,35 | MHip |
| N VII | crête | 2,45 | M |

Variations d'ordre morphologique :

Conformément aux observations antérieures de FOURNIER (1971, 1975), les sols de ce transect sont développés sur bri gris vert globalement peu calcaire malgré la présence systématique de quelques nodules de carbonates entre 30 et 60 cm de profondeur.

En période estivale, les efflorescences gypseuses blanchâtres marquent très inégalement les différentes fosses. Pratiquement absentes des situations hygrophiles NI, NII, NIII, elles abondent dès la surface en situation intermédiaire (horizons A1 sur NIV, V, VI) et prennent la forme de fines traînées verticales suivant le trajet des racines. Ces traînées verticales se poursuivent en profondeur dans le bri (horizon C), en s'accompagnant également d'amas de cristaux. La fosse NVII ouverte sur végétation mésophile ne présente de tels éléments que dans la tranche 40-75 cm sous forme d'amas cristallins.

Les caractères structuraux varient également le long du transect. Le caractère particulier des situations intermédiaires MH apparaît nettement, avec une structuration prismatique peu nette et moins profonde, à relier également avec une humidité et une plasticité d'ensemble plus marquée.

Variations d'ordre chimique :

Les variations de salinité (conductivité électrique de l'extrait au 1/5) et de sodicité (Na/T%) sont représentées graphiquement (fig. 3). La forte ampleur et la rapidité de ces variations est évidente et le statut particulier des positions intermédiaires est confirmé.

Sous végétation mésohygrophile, on peut parler alors de sols sodiques et salés et le lien avec les caractères morphologiques s'établit avec cohérence.

c) Étude détaillée d'une petite aire représentative

La figure 4 met en relation sur une aire de 10 m sur 10 m la topographie (altitude relative) et la conductivité électrique de la surface du sol et illustre la rapidité des variations de salinité sur de courtes distances (quelques mètres). Les plus fortes

conductivités se rencontrent en position intermédiaire (entre les courbes +20 et +30 cm) et sur les portions de pentes convexes. Les micro-talwegs secondaires constituent des ruptures dans la continuité de ces zones salées.

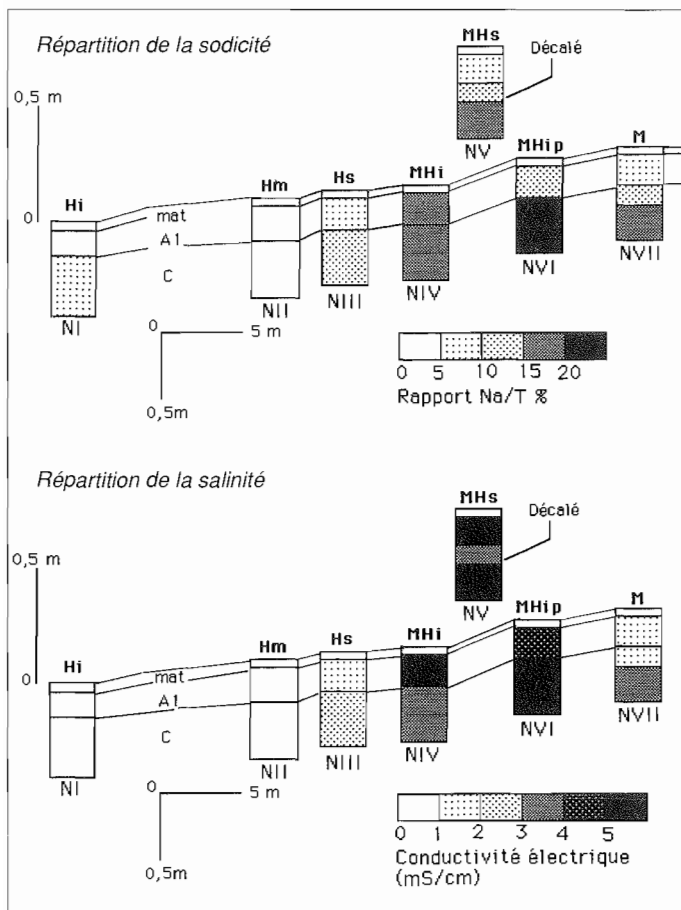


Figure 3 :

Un exemple de transect - Répartition de la sodicité et de la salinité du sol

Variations of sodic level and soil salinity along a representative sequence.

La figure 5, superposant la cartographie des groupements aux courbes d'iso-conductivité électrique, montre la concordance de l'extension des différents groupements avec ces variations. En particulier, la courbe 10mS/cm se superpose étroitement aux contours des groupements mésohygrophiles inférieurs MHi. Les taches de *Carex divisa* (MHs) apparaissent liées aux micro-talwegs déjà évoqués.

Ainsi, le microrelief dont l'influence sur les écoulements et l'infiltration des eaux de surface a déjà été montrée pour des sols argileux gonflants (JAILLARD et CABIDOCHÉ, 1984) déterminerait donc jusque dans ses formes les plus minimes la distribution de la salinité. En zone médiane, l'imbrication des groupements mésohygrophiles inférieur MHi et supérieur MHs serait régie apparemment par des variations fines de topographie (convexité des pentes) et traduirait différents degrés de salinisation du sol.

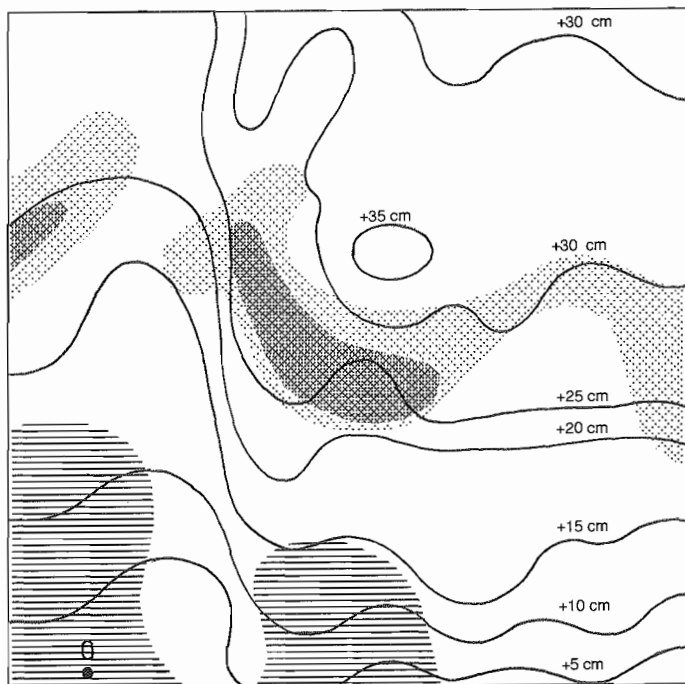
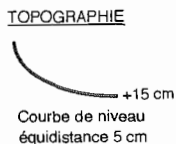
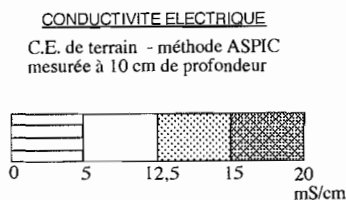


Figure 4 :
Aire représentative - Topographie et Conductivité électrique de surface.
Representative area - Topography and electrical conductivity of the soil.

Echelle : 0 — 1 m



IV. PROPOSITION D'UN MODÈLE D'ORGANISATION TOPOGRAPHIE-SOL-VÉGÉTATION

Ces marais sont donc des milieux naturels organisés pouvant être décrits à partir de quelques unités structurales définies par les trois composantes Topographie-Sol-Végétation. L'enchaînement de ces unités dans le microrelief n'est pas aléatoire. Une séquence-type complète a pu être dégagée à partir de l'ensemble des observations. Elle constitue à la fois un motif élémentaire pour la description du milieu et un modèle d'organisation pour l'interprétation des relations entre le relief, le sol et la végétation.

Ce modèle est présenté d'une part, au moyen d'un tableau synthétique (Tableau III) donnant pour chaque unité de structure, sa place dans le microrelief, le groupement végétal qui la compose et les caractères du sol qui lui sont associés, et d'autre part, à travers un bloc-diagramme (Fig. 6) visualisant la répartition de ces unités dans le paysage.

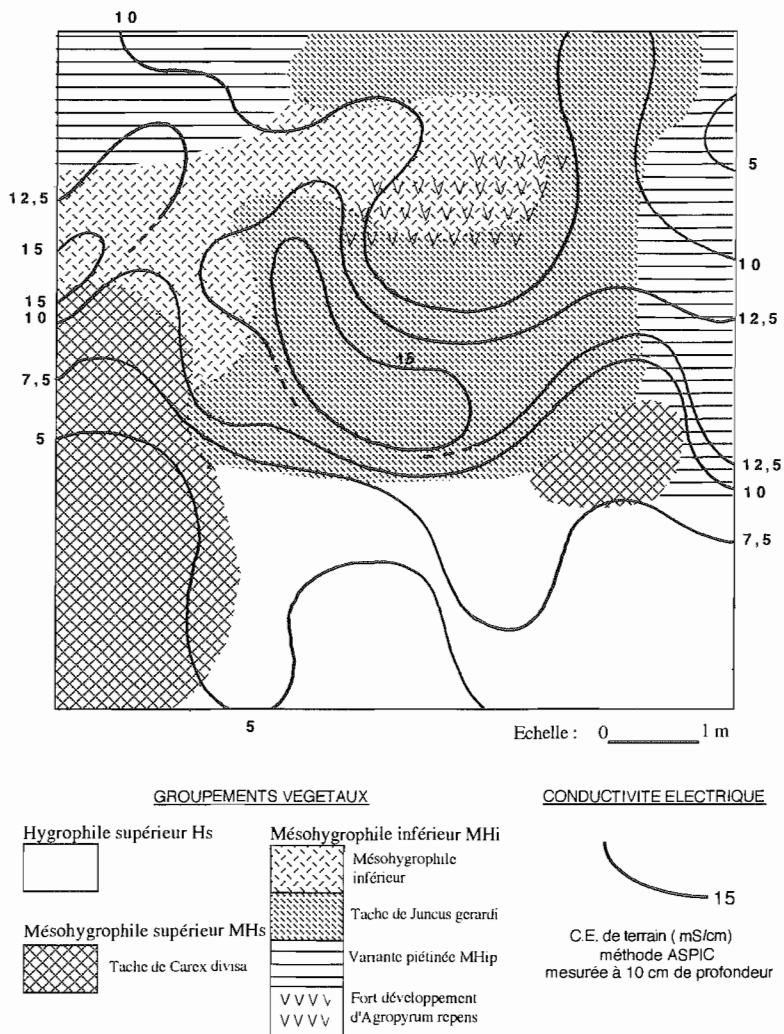


Fig. 5 : Aire représentative - Groupements végétaux et Conductivité électrique de surface.

Representative area - Plant communities and electrical conductivity of the soil.

Cette séquence-type n'est pas un modèle purement théorique puisque on la rencontre très fréquemment dans son intégralité. Toutefois, on peut enregistrer un certain nombre de variations, d'altérations ou d'absences, liées au milieu physique comme au mode d'exploitation.

Ces variations peuvent avoir trois origines possibles :

- relief et hydraulique : une faible amplitude du modelé associée à des submersions

prolongées et étendues peut engendrer l'absence de l'extrémité supérieure de notre séquence-type (groupement mésophile). Le groupement hygrophile inférieur H_i aux espèces sub-aquatiques n'apparaît qu'à la faveur d'un axe de "baisse" marqué.

Tableau III : Modèle d'organisation : Tableau de synthèse

Model of organization - Synthesis table

**MODELE D'ORGANISATION
TABLEAU DE SYNTHESE**

| RELIEF | | VEGETATION | | | SOL | | | | | |
|--------|--|---|--|---|---|-------------------------------------|---|---|--|--|
| | | Association Végétale | Appellation du groupement végétal | Espèces caractéristiques | Morphologie | Sodicité (rapport Na/T% de surface) | Salinité (Valeur maxi de CE 1/5) de surface | | | |
| 1 | BAISSE régulièrement submergée | Axe de baisse- zone étroite hauteur d'eau >25cm | <i>Ranunculo ophoglossifolii- Oenanthemum fistulosae</i> | HYGROPHILE INFÉRIEUR H _i | Débris coquilliers fréquents dans l'horizon de surface | 0 à 5 % non sodique | 0,6 mS/cm non salé | | | |
| 2 | | Fond de baisse- partie la plus étendue | | HYGROPHILE MOYEN H _m | | | | <i>Glycena fluitans</i> <i>Rorippa amphibia</i> <i>Ranunculus aquatilis</i> <i>Oenanthe fistulosa</i> <i>Scirpus palustris</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Alopecurus gericulatus</i> | | |
| 3 | | Bordure de baisse (possibilité de mottureaux) | | HYGROPHILE SUPÉRIEUR H _s | | | | <i>idem + Lolium prenne</i> <i>Hordeum secalinum</i> | Structure prismatique nette sur l'ensemble du profil | (sodicité restant faible en profondeur) |
| 4 | PENTES INTER-MEDIAIRES | Partie inférieure | <i>Alopecuro bulbosi- Juncetum gerardii</i> | MESOHYGROPHILE INFÉRIEUR M _{hi} | Efflorescences de gypse abondantes, parfois dès la surface | 10 à 20 % sodique | 5 mS/cm salé à très salé | | | |
| 5 | | | | MESOHYGROPHILE INFÉRIEUR PIETINE M _{hip} | | | | <i>Juncus gerardi</i> <i>Alopecurus bulbosus</i> <i>Hordeum marinum</i> <i>idem + Plantago coronopus</i> <i>Anthemis nobilis</i> <i>Bellis perennis</i> | | |
| 6 | (de l'ordre de 2% sur quelques dizaines de mètres) | Partie supérieure | <i>Carex divisae- Lolium prennis</i> | MESOHYGROPHILE SUPÉRIEUR M _{hs} | Structure prismatique et débit polyédrique peu nets Fissuration estivale réduite | 5 à 10 % | | | | |
| 7 | | | | MESOHYGROPHILE SUPÉRIEUR PIETINE M _{hsp} | | | | <i>Carex divisae</i> <i>Agropyrum repens</i> <i>idem + Plantago coronopus</i> <i>Anthemis nobilis</i> <i>Bellis perennis</i> | Forte compacité de l'horizon de surface pour les variantes piétinées (p) | non sodique ou à caractères sodiques |
| 8 | BELLES | Replats, bombements (possibilité de mottureaux) | | MESOPHILE M | Structure prismatique nette sur l'ensemble du profil | | 1 mS/cm peu salé | | | |
| 9 | | | | MESOPHILE PIETINE M _p | | | | <i>Gaudinia fragilis</i> <i>Cynosurus cristatus</i> <i>Carex otrubae</i> <i>Potentilla reptans</i> <i>Trifolium pratense</i> <i>idem + Plantago coronopus</i> <i>Anthemis nobilis</i> <i>Bellis perennis</i> | Forte compacité de l'horizon de surface pour les variantes piétinées (p) | 0 à 10 % non sodique (sodicité augmentant en profondeur) |
| 10 | | | | FRICHES F | | | | <i>Cirsium arvense</i> <i>Cirsium vulgare</i> | | |

- pression du pâturage : la pression du pâturage détermine l'extension des groupements piétinés, M_{hip}, M_{hsp}, M_p caractérisés par une végétation rase

(Hémicryptophytes). En première analyse, l'animal ne semble pas indifférent à cette organisation et contribuerait par une utilisation différenciée du milieu à en accentuer l'hétérogénéité et la richesse.

h = Hygrophile (i : inférieur - m : moyen - s : supérieur)

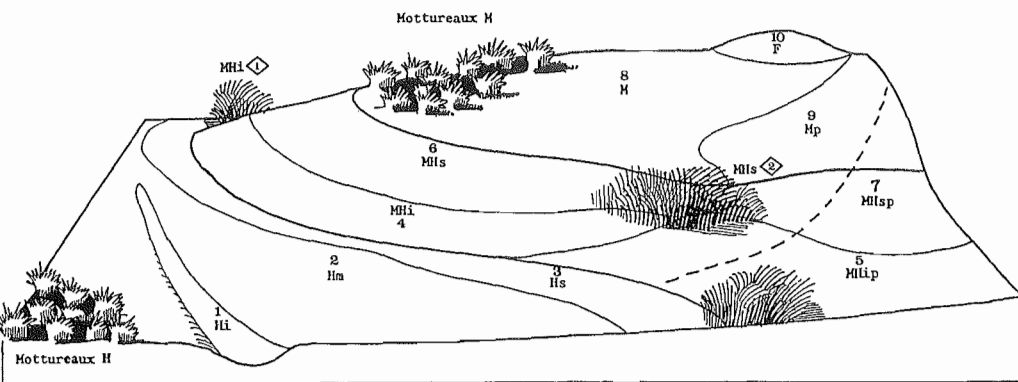
MH = Méso-hygrophile (i : inférieur - ip : inférieur piétiné - s : supérieur - sp : supérieur piétiné)

MHi 1 : tache de *Juncus gerardi* MHs 2 : tache de *Carex divisa*

M = Mésophile (p : piétiné)

F = Friche

----- Sentier passage d'animaux



Echelle : distances 1 cm = environ 5 m - dénivelés 1 cm = environ 0,10 m

Fig. 6 : Modèle d'organisation - Bloc-diagramme

Model of organization - Diagram

- la fauche : la fauche a un effet d'homogénéisation certain de la végétation et modifie sensiblement la composition floristique (développement d'espèces sensibles au piétinement comme *Cenanthe silaifolia*) et la productivité globale.

CONCLUSION

La collaboration d'un pédologue et d'un botaniste autour d'objectifs communs a donc permis de bâtir une démarche originale, adaptée au contexte particulier du Marais Poitevin et intégrant les différents niveaux de perception des relations Sol-Végétation et leurs variations spatiales. Cette démarche aboutit à la définition d'une dizaine d'"unités structurales", agencées dans le microrelief de ces marais en motifs ou séquences élémentaires. La répétitivité de cette structure amène à proposer un modèle d'organisation relief-Sol-Végétation, qui pourrait constituer à terme un véritable système fonctionnel lorsque les échanges entre unités et les mécanismes mis en jeu seront précisés.

Le statut particulier des zones intermédiaires, sodiques et salées, associées à une végétation à caractère halophile constitue le trait majeur de ce modèle et pose la

question de l'origine de cette différenciation du milieu à partir des premières phases d'exondation.

Les connaissances ainsi acquises fournissent d'ores et déjà les bases pédologiques et botaniques nécessaires à l'établissement d'un diagnostic de valeur fourragère, à une approche éthologique de la composante "animal" et enfin à la définition de modes de gestion et d'utilisation extensive propres à préserver la diversité biologique de ces milieux.

Reçu pour publication : Décembre 1990

Accepté pour publication : Novembre 1991

BIBLIOGRAPHIE

- BILLIARD D., 1982 - Profils synécologiques et hiérarchisation des variables - *Acta Ecologica / Ecologica generalis* - vol. 3 - n°4 - 449-458.
- BOUHIER A., 1966 - Les communaux dans la partie orientale du Marais Poitevin - revue *Norais* - n°49.
- BOULMER M., 1985 - Phytosociologie et dynamique des groupements végétaux prairiaux des marais de Rochefort-sur-Mer et Brouage-Saint-Agnant. *Action concertée de recherche sur les marais de l'Ouest*. 1 vol., 62 p., Laboratoire d'Ecologie Végétale, Université de Rennes.
- BOUZILLÉ J.B., 1979 - *Recherches sur la végétation du Marais Breton (Vendée et Loire-Atlantique)*. Thèse Doc. Université. 1 vol., 205 p., Nantes.
- BOUZILLÉ J.B., 1981 - La végétation du Marais Breton (Vendée et Loire-Atlantique). Aspects floristiques, écologiques et dynamiques. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, N.S. 12, 30-56.
- BOUZILLÉ J.B., DUPONT P. et VERTES F., 1988 - Quelques données sur la valeur des prairies subhalophiles thermo-atlantiques. Recherche de l'optimum d'utilisation. *Colloques Phytosociologiques*. XVI. Phytosociologie et pastoralisme, 395-410.
- BOUZILLÉ J.B., KERNEIS E., TOURNADE F., 1991 - Caractérisation et dynamique des communautés végétales prairiales des marais charentais (à paraître).
- CALLAME B., 1982 - Distribution des phanérogames halophytes des schorres de l'Anse de l'Aiguillon (Vendée) en rapport avec la salinité des sols - *Annales de la Société des Sciences Naturelles de Charente Maritime* - 6, 1035-1042.
- CHEVALLIER C., PONS Y., CHEVERRY C., 1984 - Étude pédologique du polder de Moeze-Brouage - première étapes de transformations structurales et géochimiques du polder 1978-1980 - Rapport INRA SAD, unité d'Ecodéveloppement/ENSAR - 111 p.
- CHICOUENE D. et CORTES C., 1987 - Flore et végétation des prairies permanentes du Marais de Moëze-Brouage. Étude de la répartition. *Action concertée de recherche sur les marais de l'Ouest*. 1 vol., 33 p., Laboratoire d'Ecologie Végétale, Université de Rennes.
- DAGET Ph., GODRON M., GUILLERM J.L., 1972 - Profils écologiques et information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques. In : *Basic problems and methods in Phytosociology* - Van Der Maarel E. & Ruxen R., eds, Dr W. Junk, Den Haag, 121-149.

- DAMOUR L., 1981 - Application du drainage dans les marais du Centre-Ouest Atlantique - In : "*Drainage Agricole - Théorie et pratique*" - Ed. Chambre régionale d'Agriculture de Bourgogne.
- DAMOUR L., PONS Y., 1987 - *Attention... un marais peut en cacher un autre* - Ed. Chambre régionale d'agriculture Poitou-Charentes.
- DIASSANA D., 1987 - *Étude de la phénologie et de la production d'une prairie permanente des marais de l'Ouest français soumise à la pâture*. Action concertée de recherche sur les marais de l'Ouest. D.E.A., 1 vol., 67 p. + annexes. Laboratoire d'Ecologie Végétale, Université de Rennes.
- DUPONT P., 1983 - *Étude écologique des marais de l'Ouest* (des marais de la Vilaine aux marais de Talmont). 208 p., 21 cartes, E.P.R. Poitou-Charentes.
- DUPONT P., 1987 - *Étude des sites de grand intérêt botanique dans le Marais Poitevin*. Rapport de synthèse. 1 vol., 53 p., P.N.R. du Marais Poitevin.
- DUPUIS J., 1968 - *Étude pédologique du Marais Poitevin* - CNRS et Université de Poitiers - 207 p.
- DUTERTRE F., 1986 - *Phénologie, structure, croissance de quelques groupements végétaux dans les marais de Moëze (Charente-Maritime) ; modification sous l'action du pâturage*. Action concertée de recherche sur les marais de l'Ouest. D.E.A., 1 vol., 40 p., Laboratoire d'Écologie Végétale, Université de Rennes.
- FAVROT J.C., 1989 - Une stratégie d'inventaire cartographique à grande échelle : la méthode des secteurs de référence. *Science du sol*, 27 (4), 351-368.
- FOUCAULT B. (DE), 1984 - *Systémique, Structuralisme et Synsystématique des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises*. Thèse Doc. Etat, 2 vol., 675 p. et annexes. Rouen.
- FOURNIER B., 1971 - *Les sols de la basse Vallée de la Vendée (Marais Poitevin)* - 2 vol. - 157 p., 9 cartes au 1/10 000.
- FOURNIER B., 1975 - *Étude du milieu physique dans le cadre d'une étude écologique préalable au remembrement des communes de Nalliers et Mouzeuil (Vendée)* - rapport CEREAS - 11 p., 4 fig.
- GODRON M., 1966 - Application de la théorie de l'information à l'étude de l'homogénéité de la structure de la végétation - *Æcol. Plant.*, 6, 209-225.
- GUILLERM J.L., 1971 - Calcul de l'information fournie par un profil écologique et valeur indicatrice des espèces - *Æcol. Plant.*, 187-197.
- JAILLARD B., CABIDOCHÉ Y. M., 1984 - Étude de la dynamique de l'eau dans un sol argileux gonflant : dynamique hydrique - *Bulletin AFES* (3), 239-251.
- RIGOMIER D., DUPUIS J., JAMBU P., 1971 - Les phénomènes de maturation du sol et leur incidence sur les modifications de l'activité biologique dans une séquence d'assèchement de vases marines (prés salés et polders de l'Anse de l'Aiguillon). *Revue de géographie physique et de géologie dynamique* (2), vol. XIII, fasc. 2, 101-122.
- SALIN R., 1985 - *Étude pédologique de marais de Charente Maritime - Notice explicative de la carte des sols* - publication INRA - station du Magneraud.
- SERVANT J., 1975 - *Contribution à l'étude pédologique des sols halomorphes - L'exemple des sols du sud et du sud-ouest de la France* - Thèse Université des Sciences et Techniques du Languedoc - CNRS AO 10856.
- VERGER F., 1968 - *Marais et Wadden du littoral français ; étude de géomorphologie*. Biscaye frères imprimeurs - 541 p.

Achévé d'imprimer
sur les presses de l'Imprimerie MAUGEIN-LACHAISE
R.N. 89 - 19360 MALEMORT
en Janvier 1992