



Observatoire du patrimoine naturel du Marais poitevin

Analyse des données floristiques des prairies Vendéennes du Marais Poitevin 1993 / 2010

Réalisée par **Benoit MARION**, *sous la responsabilité scientifique*

d'Anne BONIS et Jan-Bernard BOUZILLE

UMR 6553 ECOBIO Université de Rennes I - CNRS

Année 2011



SOMMAIRE

I. Introduction	1
II. Zones et parcelles étudiées	2
III. Réalisation des relevés floristiques	3
IV. Analyse des données	5
V. Résultats	6
VI. Remarques et précisions	30
VII. Conclusions	32
VIII. Bibliographie	32

I. INTRODUCTION

Objectifs de l'étude

L'objectif de cette étude est de réaliser une analyse comparative des cortèges floristiques prairiaux entre les années 93-94 d'une part et l'année 2010 d'autre part, afin d'évaluer si des changements significatifs sont intervenus entre ces deux périodes. L'ensemble des prairies considérées dans cette étude se situe dans la zone humide du Marais Poitevin et sont répertoriées comme parcelles ayant fait l'objet d'une contractualisation agri-environnementales de type 'Opérations Groupées d'Aménagement Financiers' (OGAF)-Environnement.

Les prairies concernées avaient déjà fait l'objet d'un inventaire floristique en 1993-94 dans le cadre des Opérations Groupées d'Aménagement Foncier (OGAF). En 2010, une campagne de relevés floristiques sur des prairies de la partie vendéenne du Marais Poitevin a été menée sous la responsabilité du Parc Interrégional du Marais Poitevin (PIMP), dans le cadre de l'Observatoire du Patrimoine Naturel du Marais Poitevin.

La demande d'analyse des données floristiques entre les deux périodes (93-94 et 2010) portait en particulier sur :

- l'examen du degré de contraste entre les différents types de végétation (ou groupements végétaux), la demande étant de tester si une homogénéisation de la composition floristique entre groupements était intervenue entre les deux périodes étudiées.
- l'examen du degré de caractère hygrophile de la végétation entre les deux périodes : une hypothèse initiale était que ce caractère hygrophile pouvait avoir diminué entre 93-94 et 2010.

Démarche suivie

L'analyse des données floristiques a été conduite en suivant les deux étapes essentielles suivantes :

1. Construction d'une typologie des groupements végétaux

Chaque secteur géographique ou un type de marais a été caractérisé par l'occurrence de plusieurs types de groupements végétaux, caractéristiques notamment de conditions d'hydromorphie et de salinité particulières. Afin d'apprécier les contrastes de la composition floristique des prairies entre les deux périodes pour chaque groupement, il a été nécessaire de classer les relevés en fonction du groupement végétal auquel ils appartiennent. Ce travail de typologie a été réalisé sur la base de l'ensemble des données floristiques de 1993-94 et 2010.

2. Analyse comparative de la richesse spécifique, diversité, composition floristique et indice d'Ellenberg

Il convient de comparer des relevés « équivalents » entre les deux périodes. Cela a été fait en appariant chaque relevé floristique réalisé en 2010 au relevé réalisé en 1993-94 qui lui

correspond (sur la même parcelle), et ce même lorsque l'évolution de la flore conduit à un classement différent des 2 relevés selon la typologie des groupements.

La richesse spécifique et la diversité de Shannon ont été comparées :

- (i) entre groupements végétaux.
- (ii) entre différentes situations géographiques et type de marais, pour les groupements qui sont rencontrés dans différentes situations, et dès lors qu'il y a un nombre suffisamment important de relevés.
- (iii) entre types de marais (sans tenir compte des groupements ou secteurs géographiques).
- (iv) entre secteurs géographiques (sans tenir compte des groupements ou types de marais).

La richesse spécifique et l'indice de diversité de Shannon ont été calculés pour chaque relevé. Les valeurs moyennes de ces paramètres par groupement végétal, type de Marais (marais mouillé/marais desséché et intermédiaire) et secteur géographique (Maillezais/Nord des îles) ont ensuite été calculées.

II. Zone d'étude et parcelles étudiées

Les prairies soumises aux campagnes de relevés floristiques se situent dans la partie vendéenne du Marais Poitevin. Elles sont réparties dans deux secteurs, le secteur du «Nord des îles» et le secteur de «Maillezais».

Les relevés réalisés en 1993-94 sont situés dans deux secteurs géographiques : Nord des îles (en 1993) et Maillezais (en 1994). Dans le secteur du Nord des îles, 92 parcelles ont été prospectées et 297 relevés floristiques réalisés. Dans le secteur de Maillezais, 84 parcelles ont été prospectées et 108 relevés floristiques réalisés.

Dans les deux secteurs, les prairies qui ont fait l'objet des suivis botaniques appartiennent à différentes entités « éco-paysagères » :

- Les Marais mouillés, situés dans les fonds de vallées inondables.
- Les Marais desséchés, protégés des crues par des levées.
- les Marais intermédiaires (uniquement dans le secteur du « Nord des îles »), partiellement protégés des crues, qui peuvent être rapprochés des Marais desséchés.

Il y a donc eu 176 parcelles de prairies prises en compte sur la première période 1993-94 avec un total de 405 relevés floristiques disponibles. De un à six relevés floristiques ont été réalisés au sein de chacune des parcelles en fonction du micro relief qui contrôle l'hydromorphie, facteur important de variation des groupements végétaux au sein des parcelles.

En 2010, les mêmes secteurs et mêmes entités éco-paysagères ont été étudiés, avec une intensité d'échantillonnage un peu moindre. Parmi les 176 parcelles échantillonnées lors des premières campagnes de relevés floristiques (en 1993-94), 117 parcelles ont été à nouveau étudiées sur le plan floristique en 2010 (tableau 1, Figure 1). Ces prairies sélectionnées sont celles qui présentent la plus grande diversité d'habitats, appréciée via le nombre de groupements végétaux recensés lors des inventaires floristiques de 1993-94 (Masson 2010). Sur ces 117 parcelles, un total de 198 relevés floristiques ont été réalisés en 2010 (tableau 2).

Afin de pouvoir comparer les cortèges floristiques aux deux périodes d'échantillonnage, cette étude a été réalisée en utilisant les 198 relevés floristiques effectués en 2010 (tableau 2), et les 198 relevés correspondants des campagnes précédentes de 93-94.

Tableau 1 : Nombre et localisation des parcelles de prairies où un ou plusieurs relevés floristiques ont été réalisés en 2010

	Maillezais	Nord des îles	
Marais mouillé	45	20	65
Marais desséché et intermédiaire	13	39	52
	58	59	117

Tableau 2 : Nombre et localisation des relevés floristiques réalisés en 2010

	Maillezais	Nord des îles	total
Marais mouillé	58	49	107
Marais desséché et intermédiaire	18	73	91
total	76	122	198

III. Réalisation des relevés floristiques

L'ensemble des données a été fourni par le Parc Interrégional du marais Poitevin.

Pour les deux périodes (1993-94 et 2010), un protocole similaire a été suivi pour la réalisation des relevés floristiques :

Les relevés ont été réalisés durant les mois de Mai et Juin. Les prairies plus « séchantes » et à phénologie plus précoce appartenant aux marais desséchés ont été échantillonnées les premières.

Les relevés ont été réalisés sur des surfaces de 1m². Pour chaque relevé, l'ensemble des espèces présentes a été noté et un coefficient d'abondance/dominance de Braun-Blanquet leur a été attribué. Ce coefficient traduit le pourcentage de la surface totale couverte par une espèce (+: présence de quelques individus ; 1: recouvrement < 5% ; 2: recouvrement compris entre 5 et 25% ; 3: recouvrement compris entre 25 et 50% ; 4: recouvrement compris entre 50 et 75% ; 5: recouvrement > 75%).

IV. Analyses des données

a. Typologie de la végétation

Les différents relevés ont été analysés et classés en différents groupes en fonction de leur composition floristique et des abondances des différentes espèces. La réalisation de cette typologie de la végétation est incontournable pour conduire les analyses comparatives entre 1993-94 et 2010 pour des groupements végétaux équivalents

Cette démarche de classification a été guidée par les résultats d'analyses multivariées (analyses des correspondances détendencées ou DCA) conduites sur tout ou partie des données.

b. Critères considérés pour comparer les relevés floristiques entre 1993-94 et 2010

L'analyse comparative entre 1993-94 et 2010 a été conduite sur différents critères :

- fréquence et recouvrement des espèces
 - richesse spécifique des groupements végétaux
 - diversité spécifique des groupements végétaux
-
- Fréquence des espèces : la fréquence d'une espèce donnée a été calculée comme le pourcentage de relevés dans lesquels l'espèce est présente. Elle a été calculée pour chaque groupement.
 - Recouvrement des espèces : le recouvrement des espèces a été estimé en utilisant les valeurs centrales des classes de recouvrements correspondant aux coefficients d'abondance / dominance attribués aux espèces dans les relevés (+ → 0.5% ; 1 → 3% ; 2 → 15% ; 3 → 37,5% ; 4 → 62.5% ; 5 → 87.5%). Cette transformation peut conduire pour certains relevés à des recouvrements cumulés de l'ensemble des espèces qui sont supérieurs ou inférieurs à 100%. Pour cette raison, les recouvrements ont été corrigés en calculant le recouvrement relatif des espèces, pour chaque relevé puis pour chaque groupement de végétation.
 - Richesse spécifique : La richesse spécifique correspond au nombre d'espèces présentes dans le relevé ou ensemble de relevés.
 - Diversité spécifique : La diversité spécifique a été approchée, dans ce travail, par L'indice de Shannon (H). Cet indice est une fonction de l'abondance relative des espèces : $H = - \sum [P_i \cdot \ln (P_i)]$, avec P_i l'abondance relative de l'espèce i. Il intègre les deux composantes de la diversité : la richesse spécifique et l'équitabilité de l'abondance des espèces.

La richesse spécifique et l'indice de diversité de Shannon (H) ont été calculés pour chaque relevé. Les valeurs moyennes de ces paramètres ont ensuite été calculées :

- par groupement de végétation (cf typologie)
- par type de Marais (marais mouillé/marais desséché et intermédiaire)
- par secteur géographique (Maillezais/Nord des îles).

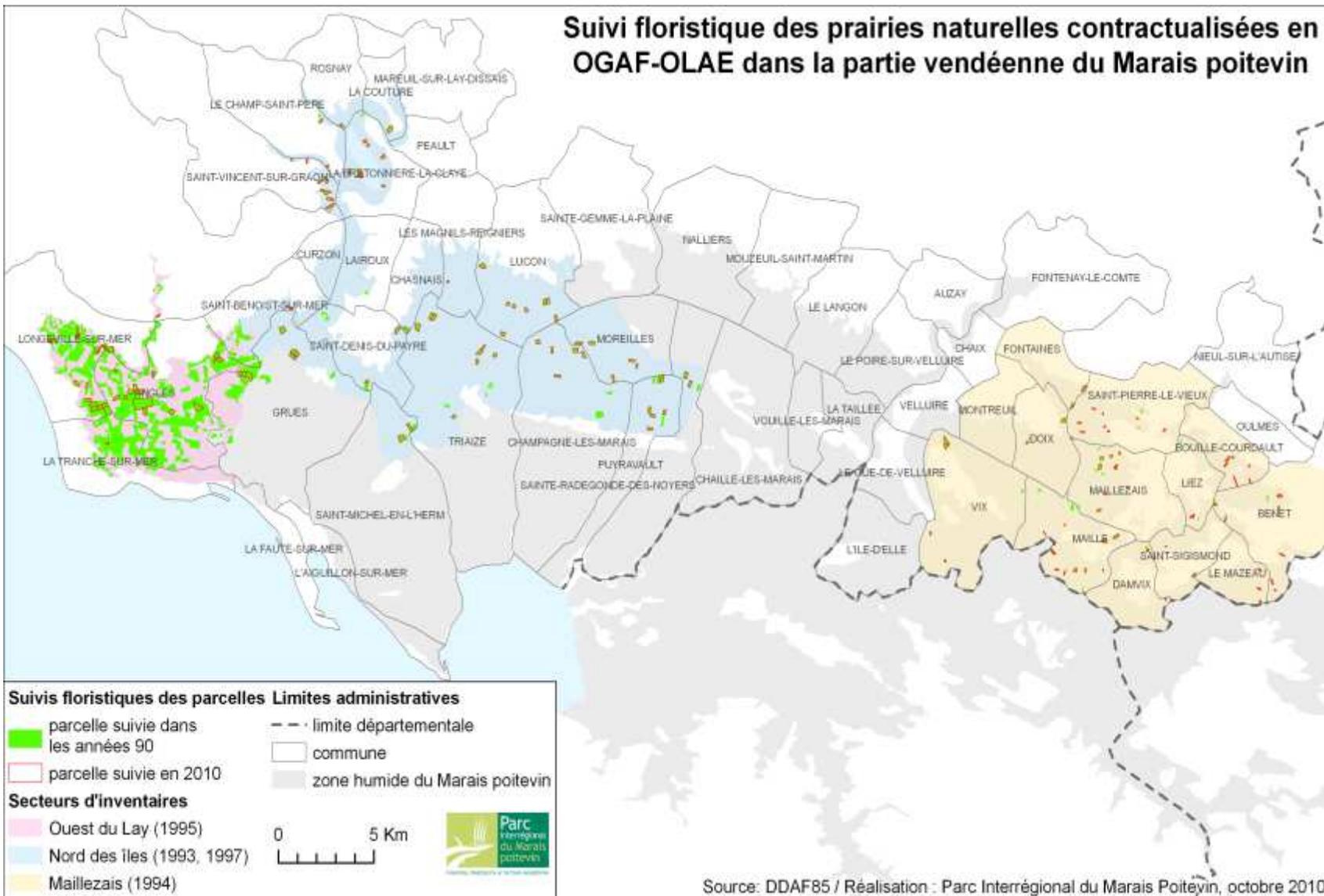


Figure 1 : localisation des parcelles suivies en 1993/94 et en 2010

c. Evolution du caractère hygrophile de la végétation

Afin d'évaluer l'évolution du caractère hygrophile de la végétation entre 1993-94 et 2010, les distributions de la richesse spécifique et du recouvrement des espèces en fonction de leur degré d'hygrophilie ont été tracées pour ces deux périodes. Le degré d'hygrophilie de chacune des espèces a été évalué en utilisant l'indice d'humidité du sol d'Ellenberg (F), en tenant compte des ajustements et compléments apportés par Hill *et al.* (1999).

Il a ainsi été possible de déterminer le degré d'hygrophilie pour les espèces dont la fréquence ou le recouvrement a nettement augmenté ou diminué. La question posée est de savoir si ce sont des espèces particulièrement hygrophiles qui ont diminuées en abondance ou fréquence entre 1993-94 et 2010 et, symétriquement, si ce sont des espèces peu ou non hygrophiles qui ont augmenté entre 1993-94 et 2010.

d. Niveau de dissimilitude inter-groupements

Afin de détecter une éventuelle homogénéisation de la flore entre les deux périodes de relevés floristiques (1993-94 et 2010), les niveaux de contrastes de compositions floristiques entre groupements végétaux (ou dissimilitude inter-groupements) ont été évalués et comparés. L'homogénéisation de la flore serait détectée par la diminution du niveau de dissimilitude entre groupements de végétation entre 1993-94 et 2010.

Le niveau de dissimilitude entre chaque paire de groupements végétaux a été calculé en utilisant deux indices de distance :

- Un indice qui tient uniquement compte des différences de composition floristique : l'indice de distance de Sorensen.
- Un indice qui tient compte à la fois des différences de compositions floristiques et de recouvrement des espèces : l'indice de distance de Bray-Curtis (généralisation de l'indice de Sorensen aux données quantitative).

Le niveau de dissimilitude moyen entre groupements végétaux a été obtenu en faisant la moyenne des distances calculées entre chaque paire.

V. Résultats

a. Typologie de la végétation

Sur la base des résultats des analyses multivariées (Figure 2), les relevés peuvent être classés en quatre groupes qui correspondent à des groupements végétaux contrastés sur le plan de la composition floristique et /ou du recouvrement des espèces (Tableau 3).

Ces groupes sont identifiés que l'on utilise l'ensemble des données, uniquement les données de 93-94, où uniquement celles de 2010 pour les analyses.

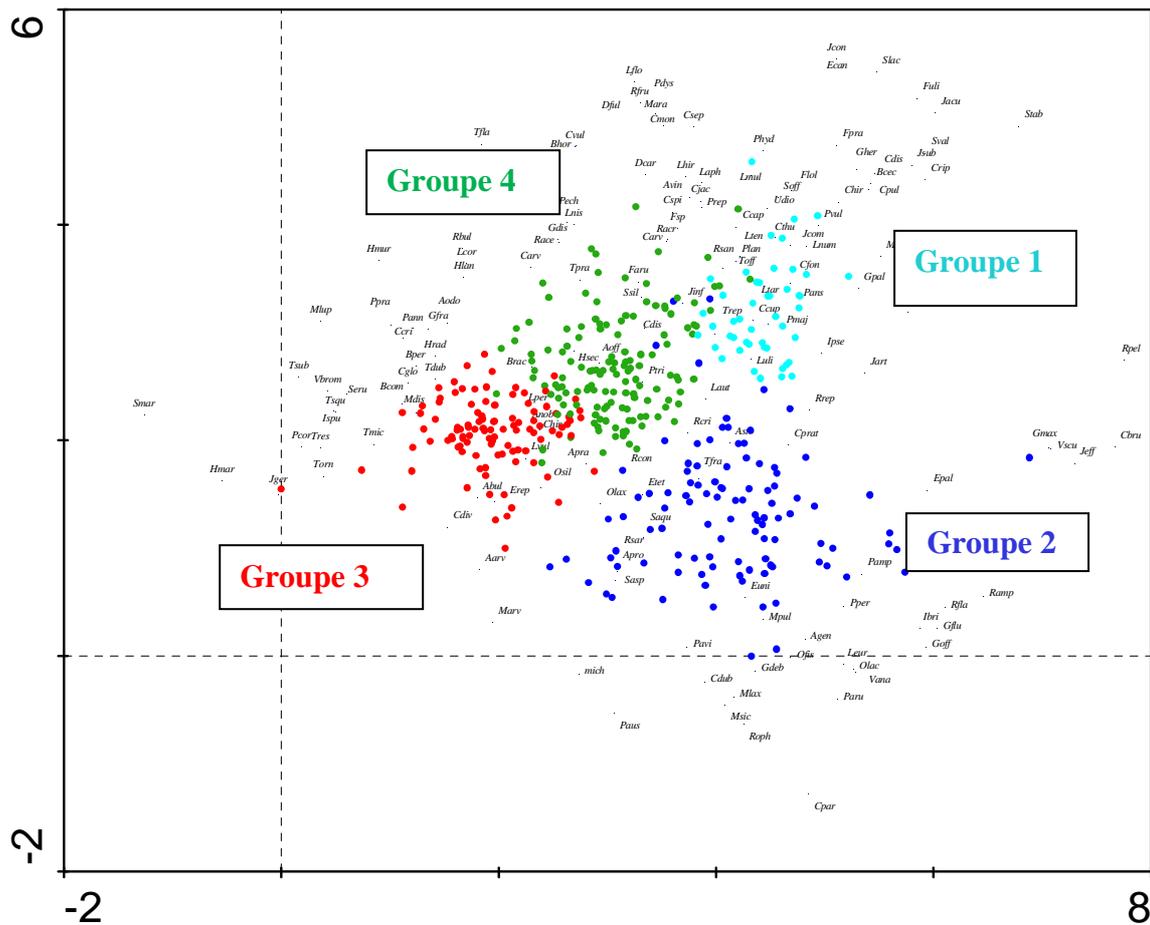


Figure 2 : plan factoriel 1-2 de l'analyse factorielle des correspondances détrencée (DCA) conduite sur l'ensemble des relevés floristiques (1993-94 et 2010). Quatre groupes de relevés sont distingués.

Groupe 1 : groupement hygrophile des baisses (Figure 2)

104 relevés ont été associés à ce premier groupe. Globalement, ils sont caractérisés par un recouvrement important de *Agrostis stolonifera*, associé à *Poa trivialis* et à diverses espèces hygrophiles comme *Oenanthe fistulosa*, *Eleocharis palustris*, *Alopecurus geniculatus*, *Glyceria fluitans* ou *Trifolium fragiferum*.

Ce premier groupe de relevés correspond aux groupements végétaux des dépressions longuement inondées, les « baisses ».

Les relevés peuvent être rapprochés principalement de l'association végétale *Ranunculo ophioglossifolii-Oenanthetum fistulosae*. Certains relevés des marais mouillés peuvent également être rapprochés du *gratiolo-Oenanthetum fistulosae*, en raison de la présence de *Gratiola officinalis*, *Innula britannica*, *Ranunculus flammula* ou *Juncus articulatus*. D'autres, correspondant probablement à des dépressions plus profondes sont davantage dominés par *Oenanthe fistulosa* associé à des hydrophytes (*Callitriche brutia*, *Ranunculus peltatus*). Enfin, quelques relevés du marais desséché, correspondant probablement à des zones en friche ou soumises à une gestion plus extensive, sont davantage dominés par *Juncus inflexus* et peuvent être rapprochés du *Pulichario dysenterica-Juncetum inflexi*.

L'ensemble de ces groupements seront par la suite regroupés sous l'appellation « groupement hygrophile des baisses ».

Ce groupement est principalement rencontré dans le secteur du « Nord des îles », aussi bien en marais mouillé (52 relevés) qu'en marais desséché (44 relevés). Il est beaucoup moins représenté dans le secteur de Maillezais (4 relevés en marais mouillé et 4 relevés en marais desséché).

Dans le secteur de « Nord des îles », les relevés effectués dans le marais mouillé et marais desséché présentent certaines différences : outre les différences déjà signalés entre marais mouillés et desséché (présence d'espèces caractéristiques du *Gratiolo-oenantheum fistulosae* en marais mouillés, présence de relevés dominés par *Juncus inflexus* en marais desséché). Les relevés du marais desséché se distinguent notamment par de plus fortes abondance et fréquence de *Trifolium michelianum*, *Ranunculus ophioglossifolius* et *Mentha pulegium*, et de deux espèces moins hygrophiles *Carex divisa* et *Elymus repens*. Ces deux dernières espèces dominent le groupement mésophile/méso-hygrophile rencontré dans les prairies des Marais desséchés dans le secteur du « Nord des îles ». Les relevés du marais desséché se distinguent de ceux du marais mouillé par de plus fortes abondances et fréquences de *Phalaris arundinacea* et *Trifolium repens*.

Groupe 2 : groupement hygrophile des prairies argilo-tourbeuses (Figure 2)

47 relevés ont été associés à ce second groupe. Ils sont dominés par *Agrostis stolonifera* associé principalement à *Carex hirta*, *Eleocharis palustris*, *Poa trivialis*, *Carex disticha*, *Ranunculus repens*, *Trifolium repens*, *Lolium multiflorum* et *Cardamine pratensis*.

Ils peuvent être rapprochés de l'association végétale *Hydrocotyle vulgaris-Juncetum subnodulosi*, caractéristique de zones hygrophiles argilo-tourbeuses à tourbeuses.

Ce groupement est uniquement rencontré dans les marais mouillés, et essentiellement dans le secteur de « Maillezais » (45 relevés sur 47).

Groupe 3 : groupement méso-hygrophile/mésophile alcalin (Figure 2)

140 relevés ont été associés à ce troisième groupe. Ils sont co-dominés par *Agrostis stolonifera*, *Poa trivialis*, *Lolium perenne* et *Hordeum secalinum*, associés à *Trifolium repens*, *Elymus repens*, *Trifolium fragiferum*, *Lolium multiflorum* et *Alopecurus bulbosus*.

Ils peuvent être rapprochés de l'association végétale *Hordeo secalini-Lolietum perennis* et pour certains d'entre eux, marqués par l'abondance de *Oenanthe silaifolia* ou *Senecio aquaticus*, au *Senecio-Oenanthetum mediae*. Certains relevés sont également caractérisés par la présence d'espèces plus mésophiles telles *Gaudinia fragilis*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata* ou *Trisetum flavescens*. Il existe un continuum entre les relevés typiquement méso-hygrophiles et les relevés plus mésophiles, ces derniers étant moins fréquents.

L'ensemble de ces groupements seront par la suite regroupés sous l'appellation « groupement méso-hygrophile à mésophile alcalin ».

Ces relevés correspondent aux prairies méso-hygrophiles à mésophiles alcalines rencontrées en marais mouillés dans les secteurs de « Nord des îles » (40 relevés) et « Maillezais » (67 relevés), et en marais desséché dans les secteurs de « Maillezais » (29 relevés). Seuls 4 relevés sont associés à ce groupe en marais desséché dans le secteur de « Nord des îles ».

Certaines différences floristiques existent selon la situation où est rencontré ce groupement. Dans le secteur de « Maillezais », les espèces les plus mésophiles (*Gaudinia fragilis*, *Gaudinia fragilis*, *Trisetum flavescens*) et certaines espèces caractéristiques des prairies subhalophiles (*Carex divisa*, *Bromus commutatus*, *Trifolium squamosum*) sont davantage rencontrées en marais desséchés qu'en marais mouillés. Dans les marais desséchés de « Nord des îles », les espèces les plus mésophiles sont peu fréquentes alors que des espèces plus hygrophiles comme *Phalaris arundinacea*, *Alopecurus pratensis* ou *Senecio aquaticus* sont davantage rencontrées.

Groupe 4 : groupement méso-hygrophile/mésophile sub-halophile (Figure 2)

Ce quatrième groupe réunit 105 relevés, co-dominés par *Carex divisa*, *Lolium perenne*, *Alopecurus bulbosus* et *Poa trivialis*, accompagnés de *Elymus repens*, *Hordeum secalinum*, *Trifolium squamosum*, *Bromus racemosus*, *Oenanthe silaifolia* et *Bromus commutatus*.

Ces relevés peuvent être principalement rapprochés de l'association végétale *Carici divisaie-Lolietum perennis* par la présence de *Lolium perenne* et des espèces subhalophiles (*Carex divisa*, *Alopecurus bulbosus*, *Trifolium squamosum*). Certains relevés, qui sont davantage dominés par des légumineuses comme *Trifolium squamosum* et *Trifolium ornithopodioides*, peuvent également être rapprochés du *Trifolio squamosi-Oenanthetum silaifoliae*. Quelques relevés comportant des espèces plus halophiles comme *Juncus gerardi* ou *Hordeum marinum* peuvent également être rapprochés de l'*Alopecuro bulbosi Juncetum gerardii* ou du *Parapholis-Hordeetum marini*. Comme pour le groupe de relevés n°3, certains relevés sont caractérisés par la présence d'espèces mésophiles comme *Gaudinia fragilis*, *Cynosurus cristatus* ou *Vulpia bromoides*, et il y a également un continuum entre les relevés typiquement méso-hygrophiles et les relevés plus mésophiles.

L'ensemble de ces groupements seront par la suite regroupés sous l'appellation « groupement méso-hygrophile à mésophile subhalophile ».

Ces relevés correspondent aux prairies méso-hygrophiles à mésophiles subhalophiles. Elles sont rencontrées essentiellement en marais desséchés dans le secteur du « Nord des

îles » (98 relevés sur 105). Quatre relevés effectués en Marais mouillé dans le secteur de Nord des îles et trois relevés en Marais desséché dans le secteur de Maillezais ont également été classés dans cette catégorie.

Tableau 3 : composition spécifique des groupes de relevés mis en évidence par la DCA

		gr. 1	gr. 2	gr. 3	gr. 4
Ofis	Oenanthe fistulosa L.	IV	II	I	I
Agen	Alopecurus geniculatus L.	III	I	I	I
Gflu	Glyceria fluitans (L.) R.Br.	III	I		
Roph	Ranunculus ophioglossifolius Vill.	III			I
Gdeb	Galium debile Desv.	II			I
Mpul	Mentha pulegium L.	II	II		I
Mlax	Myosotis laxa Lehm. subsp. cespitosa (Schultz) Hyl. ex Nordh.	II		I	I
Pper	Polygonum persicaria L.	II		I	
Rfla	Ranunculus flammula L.	II	I	I	
Pamp	Polygonum amphibium L.	II		I	
Jinf	Juncus inflexus L.	II		I	I
Paru	Phalaris arundinacea L.	II		I	
Cbru	Callitriche brutia Pet.	I			
Paus	Phragmites australis Cav. (Steud.)	I			
Pavi	Polygonum aviculare L.	I			
Phyd	Polygonum hydropiper L.	I			
Gmax	Glyceria maxima (Hartm.) Holmb.	I			
Goff	Gratiola officinalis L.	I		I	
Rpel	Ranunculus peltatus Schrank	I			
Ramp	Rorippa amphibia (L.) Besser	I			
Vana	Veronica anagallis-aquatica L.	I			
Vscu	Veronica scutellata L.	I			
Cpar	Cardamine parviflora Besser	I			
lbri	Inula britannica L.	I			
Euni	Eleocharis uniglumis (Link) Schult.	II	I	I	I
Epal	Eleocharis palustris (L.) Roem. & Schult.	III	III	I	
Rrep	Ranunculus repens L.	III	IV	II	I
Gpal	Galium palustre L.	II	III	I	
Cdis	Carex disticha Huds.		III	I	
Fpra	Festuca pratensis Huds.		IV	I	
Pmaj	Plantago major L.	I	III	I	I
Maqu	Mentha aquatica L.	I	II		
Jacu	Juncus acutiflorus Ehrh. ex Hoffm.		II		
Jart	Juncus articulatus L.	I	II		
Jsub	Juncus subnodulosus Schrank		II		
Crip	Carex riparia Curt.		I		
Pvul	Prunella vulgaris L.		III	I	
Cprat	Cardamine pratensis L.	II	II	II	
Chir	Carex hirta L.		V	II	
Ccup	Carex cuprina (Sandor ex Heuff.) Nendtv. ex A.Kern.	II	III	II	I
Lnum	Lysimachia nummularia L.	I	III	II	
Fsp	Fraxinus sp. (pl.)		II	II	I
Toff	Taraxacum officinale Weber	II	IV	III	I
Lmul	Lolium multiflorum Lam.	I	III	II	I
Racr	Ranunculus acris L.	I	IV	IV	I
Plan	Plantago lanceolata L.	I	IV	III	I
Race	Rumex acetosa L.			II	
Dglo	Dactylis glomerata L.			II	I
Hsec	Hordeum secalinum Schreb.	II	I	V	II
Aodo	Anthoxanthum odoratum L.	I	I	II	II
Bcom	Bromus commutatus Schrad.	I	I	II	II
Brac	Bromus racemosus L.	II	II	III	II
Apra	Alopecurus pratensis L.	I		II	I
Hrad	Hypochaeris radicata L.	I	I	II	I
Erep	Elymus repens (L.) Gould	II		III	IV
Ccri	Cynosurus cristatus L.	I		II	II
Gfra	Gaudinia fragilis (L.) P.Beauv.	I		II	II
Gdis	Geranium dissectum L.	I		II	I
Hlan	Holcus lanatus L.	I	I	II	II
Cglo	Cerastium glomeratum Thuill.			I	I
Mdis	Myosotis discolor Pers.			I	I
Pann	Poa annua L.			I	I
Ppra	Poa pratensis L.			I	I
Rbul	Ranunculus bulbosus L.			I	I
Vsat	Vicia sativa L.			I	I
Ispu	Iris spuria L.				I
Vbrom	Vulpia bromoides (L.) Gray				II
Cdiv	Carex divisa Huds.	III		II	V
Osil	Oenanthe silaifolia M.Bieb.	III	II	III	III
Bper	Bellis perennis L.			II	II
Pcor	Plantago coronopus L.				I
mich	Trifolium michelianum Savi	II			I
Abul	Alopecurus bulbosus Gouan	III		III	V
Tsqu	Trifolium squamosum L.			I	III
Tdub	Trifolium dubium Sibth.	I		II	I
Tmic	Trifolium micranthum Viv.	I		I	I
Torn	Trifolium orithopodioides L.				I
Tres	Trifolium resupinatum L.				I
Tsub	Trifolium subterraneum L.				I
Jger	Juncus gerardi Loisel.	I			I
Hmar	Hordeum marinum Huds.	I			I

Tableau 3 (suite): composition spécifique des groupes de relevés

Smar	Spergularia marina (L.) Besser				I
Asto	Agrostis stolonifera L.	IV	V	IV	II
Ptri	Poa trivialis L.	IV	V	V	IV
Lper	Lolium perenne L.	III	II	IV	IV
Tpra	Trifolium pratense L.	I	II	III	I
Trep	Trifolium repens L.	II	IV	III	I
Faru	Festuca arundinacea Schreb.	I	II	II	I
Rsar	Ranunculus sardous Crantz	IV		III	III
Tfra	Trifolium fragiferum L.	II	II	II	I
Aoff	Althaea officinalis L.	I		II	I
Apro	Atriplex prostrata Boucher ex DC.	II			I
Carv	Cirsium arvense (L.) Scop.	I	II	II	I
Cdis	Cirsium dissectum (L.) Hill	I	I	I	I
Cfon	Cerastium fontanum Baumg.	I	I	I	
Csep	Calystegia sepium (L.) R.Br.	I	II	II	
Etet	Epilobium tetragonum L.	I	I	I	I
Laut	Leontodon autumnalis L.	II	II	II	I
Ltar	Leontodon taraxacoides (Vill.) Mérat	I	I	I	
Saqu	Senecio aquaticus Hill	II		II	I
Lten	Lotus tenuis Waldst & Kit ex Willd.		I	I	I
Luli	Lotus uliginosus Schkuhr	I	II	I	
Lflo	Lychnis flos-cuculi L.	I	II		I
O lax	Orchis laxiflora Lam.	I	I		I
Pech	Picris echioides L.			II	I
Pans	Potentilla anserina L.	II	II	I	I
Prep	Potentilla reptans L.	I	III	III	I
Rcon	Rumex conglomeratus Murray	I		I	I
Rcri	Rumex crispus L.	II	I	II	I
Sasp	Sonchus asper (L.) Hill	I			I
Aela	Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J. & C.Presl	I		II	I
Soff	Symphytum officinale L.	I	I	I	
Avin	Allium vineale L.			I	
Aarv	Anagallis arvensis L.				I
Anob	Anthemis nobilis L.				I
Bhor	Bromus hordeaceus L.			I	
Bcec	Bromus secalinus L.		I		
Chir	Cardamine hirsuta L.				I
Cspi	Carex spicata Huds.			I	
Cjac	Centaurea jacea L.		I	I	
Cthu	Centaurea thuilieri (Dostál) J.Duvign. & Lambinon		I	I	
Cpul	Centaurium pulchellum (Swartz) Druce		I		
Cdub	Cerastium dubium (Bastard) Guépin	I			
Cvul	Cirsium vulgare (Savi) Ten.			I	
Carv	Convolvulus arvensis L.			I	
Cmon	Crataegus monogyna Jacq.	I		I	
Ccap	Crepis capillaris (L.) Wallr.			I	
Dcar	Daucus carota L.			I	
Dful	Dipsacus fullonum L.			I	
Ecan	Eupatorium cannabinum L.		I		
Fuli	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.		I		
Gher	Glechoma hederacea L.		I		
Hmur	Hordeum murinum L.			I	
Ipse	Iris pseudacorus L.	I	I		
Jcom	Juncus compressus Jacq.		I	I	
Jcon	Juncus conglomeratus L.		I		
Jeff	Juncus effusus L.	I			
Laph	Lathyrus aphaca L.	I			
Lhir	Lathyrus hirsutus L.	I		I	
Lnis	Lathyrus nissolia L.			I	
Lvul	Leucanthemum vulgare Lam.			I	
Lcor	Lotus corniculatus L.			I	I
Leur	Lycopus europaeus L.	I			
Mara	Medicago arabica (L.) Huds.		I	I	
Mlup	Medicago lupulina L.				I
Marv	Myosotis arvensis (L.) Roth	I			I
Msic	Myosotis sicula Guss.	I			
Oiac	Oenanthe lachenalii C.C.Gmel.	I		I	
Ppra	Phleum pratense L.				
Pmar	Puccinellia maritima (Huds.) Parl.				
Pdys	Pulicaria dysenterica (L.) Bernh.			I	
Rfru	Rubus fruticosus L.			I	
Rsan	Rumex sanguineus L.		I	I	
Sval	Samolus valerandi L.		I		
Slac	Scirpus lacustris L.		I		
Stab	Scirpus tabernaemontani C.C. Gmel.		I		
Seru	Senecio erucifolius L.				I
Ssil	Silaum silaus Schinz & Thell.			I	
Samo	Sison amomum L.		I		
Tpro	Tragopogon porrifolius L.			I	I
Tfla	Trisetum flavescens (L.) P.Beauv.			I	I
Udio	Urtica dioica L.	I	I		
Flol	x Festulolium loliaecum (Huds.) P.Fourn.		I	I	

b. Répartition des groupements en fonction du secteur géographique et du type de marais (Tableau 4, Figure 3)

Parmi les quatre groupements végétaux identifiées, deux correspondent aux parties les plus hydromorphes des prairies : il s'agit des groupements hygrophiles situés (1) dans les baisses et (2) dans les prairies argilo-tourbeuses. Les deux autres groupements correspondent aux zones moins hydromorphes des prairies : ce sont les groupements méso-hygrophile à mésophile qui se trouvent sur substrat (1) alcalin et (2) subhalophile.

Des contrastes de composition floristique sont notés aussi bien selon le type de marais que le type de secteur, sans que cela soit systématique. Ainsi, dans les prairies des marais mouillés, les zones les moins hydromorphes sont essentiellement caractérisées par le groupement mésophile/méso-hygrophile alcalin, sans contrastes significatifs entre les secteurs de Maillezais et de Nord des îles. En revanche, les zones les plus hydromorphes sont caractérisées par la présence du groupement hygrophile des prairies argilo-tourbeuses dans le secteur de Maillezais tandis que le secteur du « Nord des îles » est caractérisé par le groupement hygrophile des baisses.

Dans les prairies de marais desséché, les zones les moins hydromorphes sont principalement caractérisées par le groupement mésophile/méso-hygrophile alcalin dans le secteur de « Maillezais » et par le groupement mésophile à méso-hygrophile subhalophile dans le secteur du « Nord des îles ». Les zones les plus hydromorphes sont caractérisées par le groupement hygrophile des baisses, plus abondant dans le secteur « Nord des îles » que dans le secteur de « Maillezais » où peu de zones hydromorphes ont été échantillonnées.

Deux groupements sont quasi-exclusifs d'un type de marais et d'un secteur géographique :

- Le groupement mésophile à méso-hygrophile subhalophile rencontré essentiellement en Marais desséché dans le secteur du Nord des îles.
- Le groupement hygrophile des prairies tourbeuses rencontré essentiellement en marais mouillé dans le secteur de Maillezais.

Au contraire, deux groupements sont rencontrés abondamment dans plusieurs secteurs géographiques et types de marais :

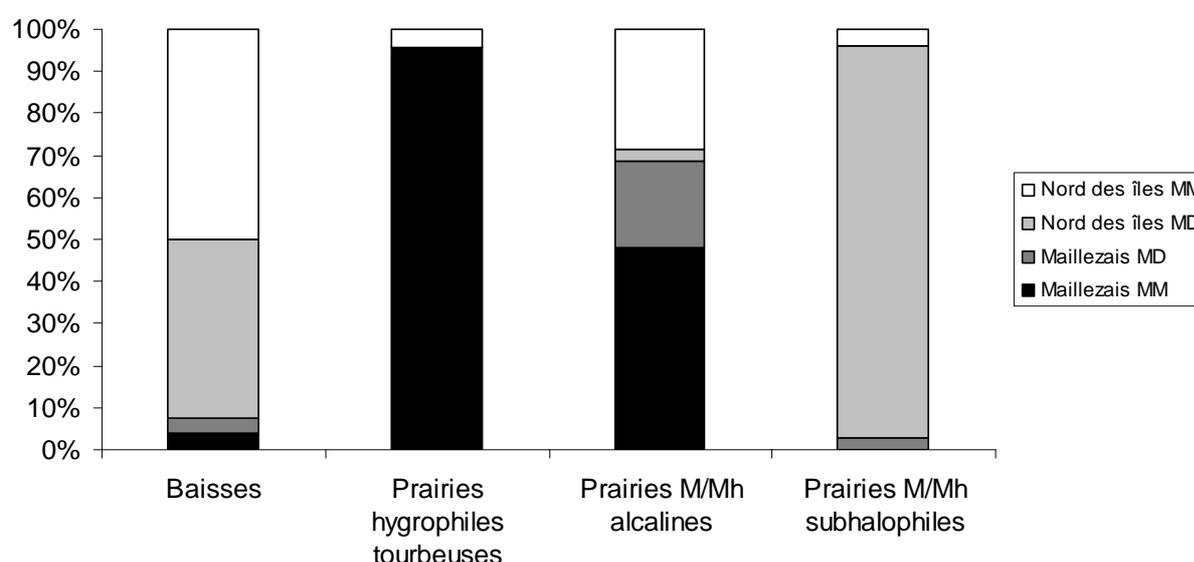
- Le groupement mésophile/méso-hygrophile alcalin qui se trouve en marais mouillés dans les deux secteurs géographiques, sur bri notamment, et également en marais desséché dans le secteur de « Maillezais »,
- Le groupement hygrophile de baisses, rencontré essentiellement dans le secteur du « Nord des îles » aussi bien en marais mouillés qu'en marais desséchés. Ce groupement est également caractéristique des zones hygrophiles dans le marais desséché du secteur « Nord des îles » mais les zones hygrophiles y sont peu fréquentes.

Pour l'analyse comparative relative à l'évolution de ces groupements entre 1993-94 et 2010, les groupements représentés dans plusieurs types de marais ou secteurs géographiques feront l'objet (en plus de l'analyse globale du groupement) d'une analyse séparée.

Tableau 4 : nombre de relevés contribuant aux quatre groupements végétaux identifiés selon le secteur et type de marais

		Baisses	Prairies hygrophiles tourbeuses	Prairies M/Mh alcalines	Prairies M/Mh subhalophiles
Maillezais	MM	4	45	67	0
Maillezais	MD	4	0	29	3
Nord des îles	MD	44	0	4	98
Nord des îles	MM	52	2	40	4

Figure 3 : Répartition des relevés associés aux quatre types de groupements végétaux selon le secteur géographique et le type de marais



c. Situations où des relevés ne sont plus rattachés au même groupe entre 1993-94 et 2010

Des modifications floristiques importantes entre les deux périodes d'échantillonnage pourraient avoir eu lieu, par exemple suite à des modifications de gestion, au point de changer le type de groupement végétal auquel doit être rattaché le(s) relevé(s).

Ces changements de typologie dans le classement des groupements concernent 12.6% des relevés étudiés (25/198). Ces changements floristiques pourraient correspondre à un changement de localisation des relevés dans la parcelle, entre les deux périodes d'étude. Cette source de variations floristiques ne peut être exclue puisque les quadrats n'étaient pas repérés par des repères fixes dans les parcelles entre 1993-94 et 2010. Nous avons cependant examiné pour chaque paire de relevés si la transition observée était plausible, et vérifié que les deux relevés appariés présentaient bien un nombre minimum d'espèces en commun.

Ces transitions traduisent le plus souvent une augmentation ou une diminution du caractère hygrophile de relevés entre les deux périodes de prospection.

- Gain ou une perte d'hygrophilie en marais desséché dans le secteur de « Nord des îles »
 - Des zones hygrophiles de baisses devenues des zones mésophiles/méso-hygrophiles subhalophiles (5 relevés)
 - Des zones mésophiles/méso-hygrophiles subhalophiles devenues des zones hygrophiles de baisses (5 relevés)

- Gain ou une perte d'hygrophilie en marais mouillé dans le secteur du « Nord des îles »
 - Des zones hygrophiles de baisses devenues des zones mésophiles/méso-hygrophiles alcalines (3 relevés)
 - Des zones mésophiles/méso-hygrophiles alcalines devenues des zones hygrophiles de baisses (3 relevés)

- Gain ou une perte d'hygrophilie en marais mouillé dans le secteur de « Maillezais »
 - Des zones hygrophiles tourbeuses devenues des zones mésophiles à méso-hygrophiles alcalines (3 relevés)
 - Des zones mésophiles/méso-hygrophiles alcalines devenues des zones hygrophiles tourbeuses (1 relevé)
 - Des zones hygrophiles de baisses devenues des zones mésophiles/méso-hygrophiles alcalines (1 relevé)

Ces changements ne montrent pas une tendance à la diminution du caractère hygrophile des prairies entre 1993-94 et 2010, puisque 12 relevés indiquent une perte de caractère hygrophile mais 10 indiquent au contraire une augmentation du caractère hygrophile, et 4 relevés traduisent des changements non liés à une modification du caractère hygrophile de la flore.

d. Variation de richesse et diversité spécifique végétale des groupements entre 1993-94 et 2010

1. Variations de la richesse spécifique

On observe une perte de richesse spécifique entre 1993-94 et 2010 qui est comprise entre 2 et 3 espèces par relevé dans l'ensemble des situations, à l'exception des baisses dans le secteur de Nord des îles en marais desséchés, et des prairies mésophiles/méso-hygrophiles alcalines dans le secteur de « Maillezais » en marais mouillés comme en marais desséchés où la variation de richesse spécifique n'est pas significative.

Comparaison de la richesse spécifique entre groupements

Le groupement qui présente la plus forte richesse spécifique (RS) est le groupement hygrophile des prairies argilo-tourbeuses (13.67 espèces/quadrat en moyenne) (Figure 4). Le groupement hygrophile des baisses présente la plus faible richesse spécifique (10.32 espèces/quadrat). Le groupement mésophile/méso-hygrophile subhalophile et le groupement mésophile/méso-hygrophile alcalin présentent des richesses spécifiques intermédiaires (11.38 et 11.46 espèces/quadrat). Le classement est similaire entre les deux périodes de prospection.

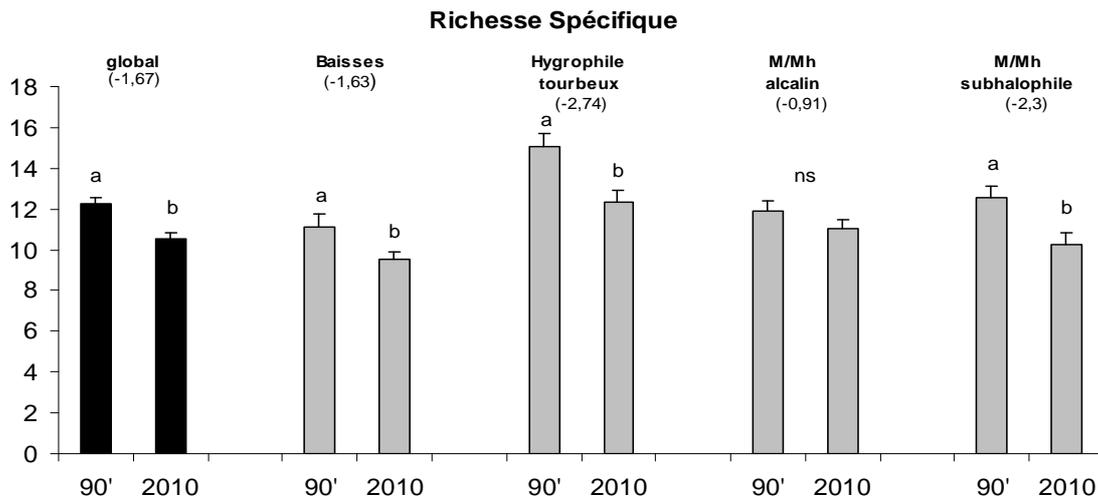


Figure 4 : Niveau de richesse spécifique des relevés réalisés dans les années 1993-94 (90') et 2010, sur l'ensemble du jeu de données (global), et par type de groupements.

Variation de la richesse spécifique entre les deux périodes de prospection

Comparaison entre groupements (Figure 4, 5, 6).

Les 4 groupements identifiés ont vu leur richesse spécifique diminuer entre les deux périodes d'échantillonnage. On observe une perte moyenne de 1.67 espèces par quadrat sur l'ensemble des relevés. Cette perte de richesse spécifique est plus importante que la moyenne dans le cas du groupement hygrophile des prairies tourbeuses (-2.74 espèces/quadrat) et du groupement mésophile/mésophyle subhalophile (-2.3 espèces/quadrat).

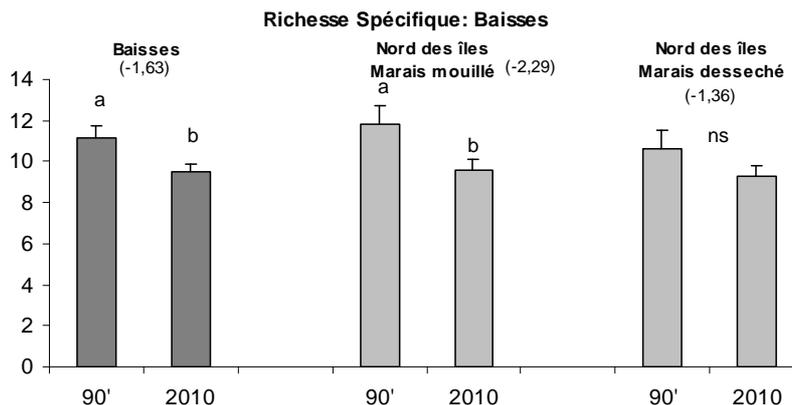


Figure 5 : Niveau de richesse spécifique des relevés réalisés dans les baisses, entre les années 1993-94 (90') et 2010, sur l'ensemble des relevés de baisses, et par type de marais et secteur.

La perte de richesse spécifique est conforme à la moyenne dans le cas du groupement hygrophile des baisses (-1.63 espèce/quadrat), avec des contrastes selon les situations de prospection (Figure 5). Dans le secteur « Nord des îles » où se situe principalement ce

groupement, la perte de richesse spécifique est proche de celle observée pour le groupement mésophile/méso-hygrophile subhalophile et le groupement hygrophile des prairies argilo-tourbeuses en marais mouillés (-2.29 espèces/quadrat) alors qu'elle est non significative en marais desséchés.

La variation de richesse spécifique entre les deux périodes n'est pas significative pour le groupement mésophile/méso-hygrophile alcalin. Là encore, il existe des différences entre les différentes situations dans lesquelles ce groupement est rencontré (Figure 6). La perte de richesse spécifique est proche de celle observée pour le groupement mésophile/méso-hygrophile subhalophile et le groupement hygrophile des prairies argilo-tourbeuses dans le secteur du « Nord des îles » en marais mouillés alors qu'elle est non significative pour le secteur de « Maillezais » en marais mouillé comme en marais desséché.

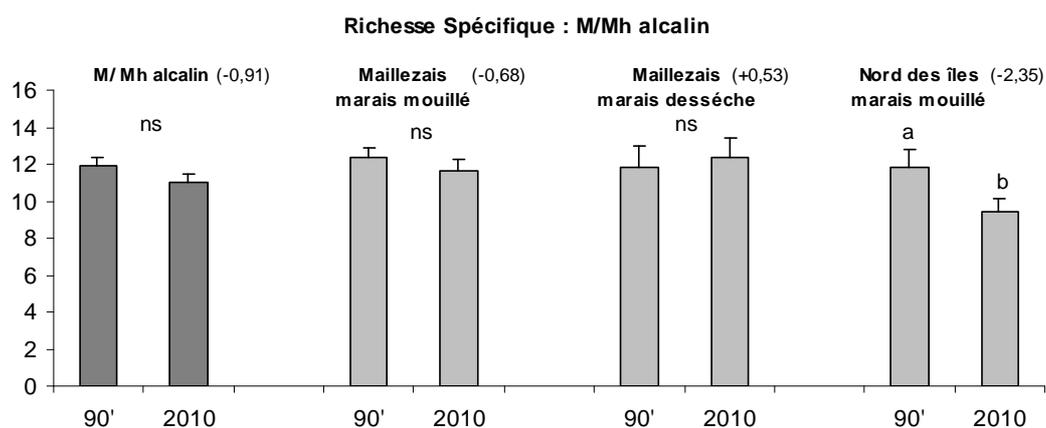


Figure 6 : Niveau de richesse spécifique des relevés mésophiles-méso-hygrophiles alcalins, entre les années 1993-94 et 2010, sur l'ensemble des relevés et par type de marais et secteur

Comparaison entre types de marais et secteurs géographiques

La perte de richesse spécifique est significative quel que soit le secteur géographique ou le type de marais. La diminution de richesse spécifique est moins importante en marais desséché qu'en marais mouillé (figure 7). Cette perte de richesse spécifique moins importante s'explique principalement par le fait que le groupement hygrophile des prairies tourbeuses qui présente la plus forte perte de richesse spécifique en est absent.

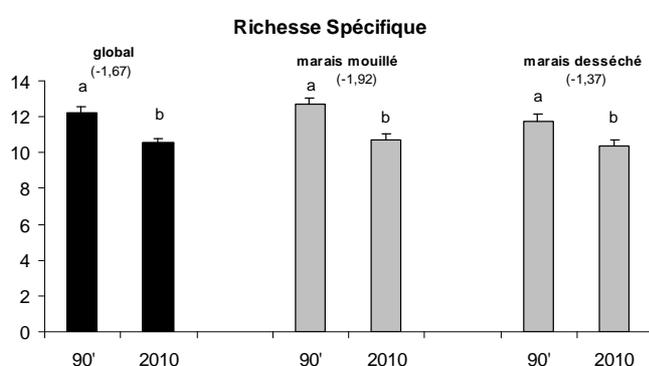


Figure 7 : comparaison du niveau de richesse spécifique des relevés entre les années 1993-94 et 2010 par type de marais

La perte de richesse spécifique est moins importante dans le secteur de « Maillezais » que dans celui du « Nord des îles » (figure 8). Cela s'explique par l'absence de variation significative de richesse spécifique du groupement mésophile/méso-hygrophile alcalin dans ce secteur géographique (en marais mouillés comme en marais desséchés).

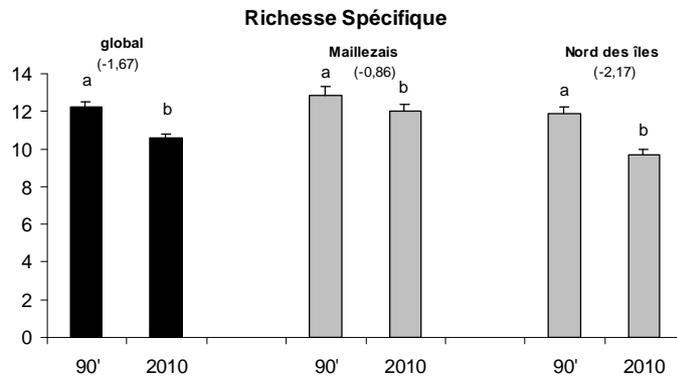


Figure 8 : comparaison du niveau de richesse spécifique des relevés entre les années 1993-94 et 2010 par secteur

2. Diversité spécifique

On observe une tendance globale à l'augmentation de l'indice de diversité de Shannon. Cette tendance n'est significative que dans le cas du groupement hygrophile des prairies tourbeuses et dans celui du groupement mésophile/méso-hygrophile alcalin des marais mouillés du secteur de « Maillezais ».

Comparaison de la diversité spécifique entre groupements

Les variations de l'indice de Shannon entre les différents groupements sont faibles (1.43 à 1.61) (figure 9).

Variation de la richesse spécifique entre les deux périodes de prospection

Comparaison entre groupements (Figures 9, 10, 11)

On observe une augmentation faible mais significative de l'indice de Shannon entre les deux périodes de prospection lorsque l'on considère l'ensemble des relevés (1.45 → 1.64). La tendance à l'augmentation de la diversité est observable pour les 4 groupements, bien que non significative dans le cas du groupement hygrophile des baisses et du groupement mésophile/méso-hygrophile subhalophile (figures 9). Dans le cas du groupement mésophile/méso-hygrophile alcalin, le gain de diversité entre 1993-94 et 2010 n'est significatif que dans le cas des marais mouillés du secteur de « Maillezais » (Figure 11).

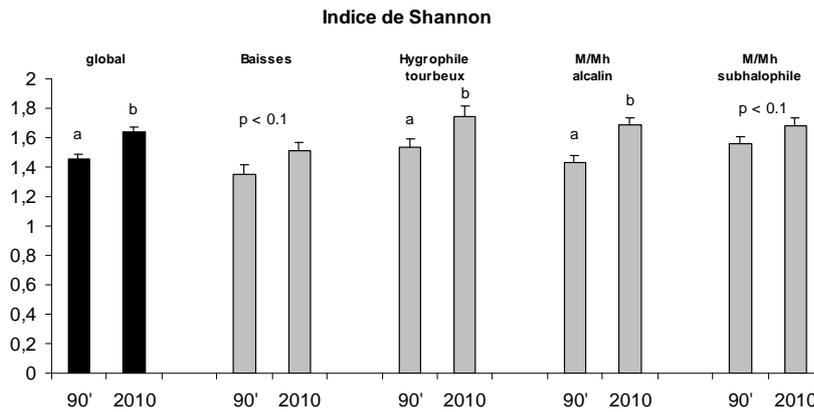


Figure 9 : Niveau de diversité spécifique des relevés réalisés dans les années 1993-94 (90') et 2010, sur l'ensemble du jeu de données (global), et par type de groupements.

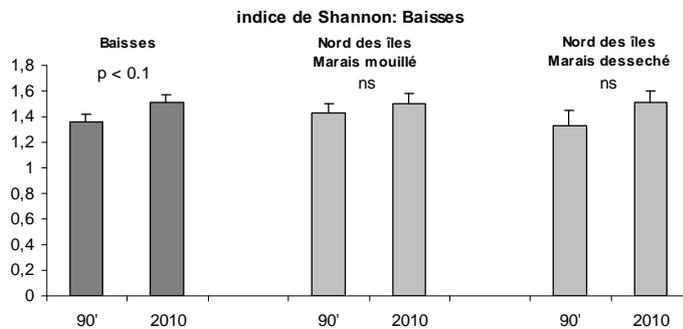


Figure 10 : Niveau de diversité spécifique des relevés réalisés dans les années 1993-94 (90') et 2010, pour les relevés floristiques réalisés dans les baisses.

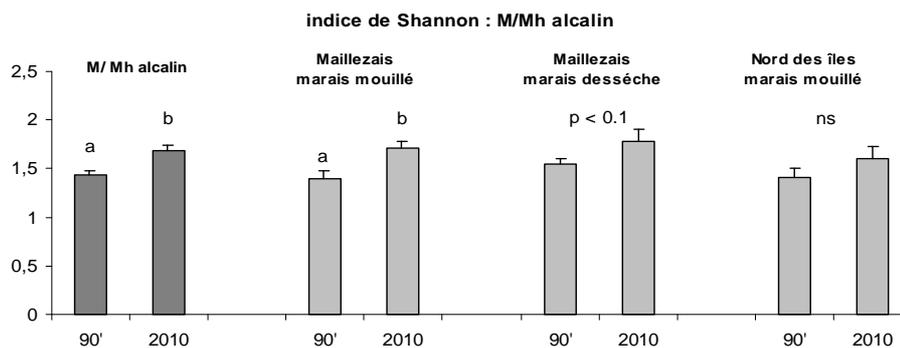


Figure 11 : Niveau de diversité spécifique des relevés comparés entre 1993-94 (90') et 2010, pour les relevés floristiques mésophiles/méso-hygrophiles alcalins

Comparaison du niveau de diversité entre types de marais et secteurs géographiques

La tendance à l'augmentation de la diversité de Shannon entre 1993-94 et 2010 est significative pour les deux types de marais et les deux secteurs géographiques (figures 12 et 13). Elle est plus marquée dans le cas des marais mouillés et dans le cas du secteur de

« Maillezais » que dans celui du secteur du « Nord des îles ». Ces tendances plus marquées sont liées à la forte augmentation de la diversité pour le groupement hygrophile des prairies tourbeuses (présent uniquement en marais mouillés dans le secteur de « Maillezais ») et du groupement mésophile/méso-hygrophile alcalin en marais mouillé dans le secteur de « Maillezais »

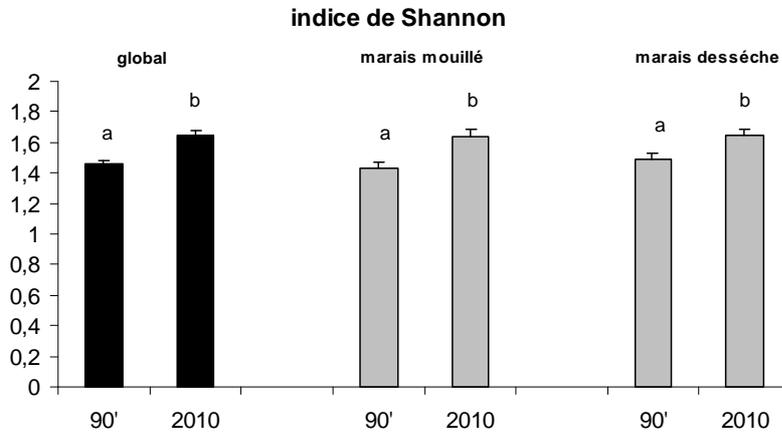


Figure 12 : Niveau de diversité spécifique des relevés comparés entre 1993-94 (90') et 2010, entre types de marais

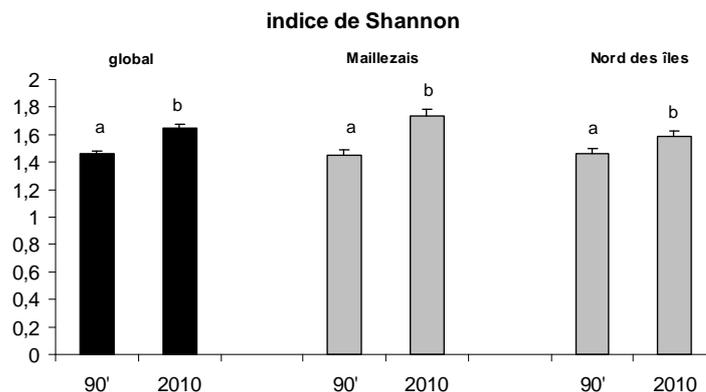


Figure 13 : Niveau de diversité spécifique des relevés comparés entre 1993-94 (90') et 2010, entre secteurs

3. Comparaison des patrons de variation de la richesse et de la diversité spécifiques

La tendance globale à la diminution de la richesse spécifique contraste avec l'augmentation de la diversité spécifique. L'indice de diversité de Shannon est sensible à la fois à la fois au nombre d'espèces et à l'homogénéité des abondances de ces espèces (équitabilité). La comparaison des patrons de variation de la richesse et de la diversité spécifiques amène donc à conclure à une augmentation de l'homogénéité des abondances des espèces. Cette augmentation de l'équitabilité peut s'expliquer par une diminution de l'abondance des espèces qui dominent fortement les groupements, au profit des espèces moins abondantes.

e. Analyse comparative du caractère hygrophile des relevés entre 1993-94 et 2010

Le caractère hygrophile des relevés a été mesuré par l'indice d'Ellenberg et comparé entre les deux périodes d'étude. La variation mesurée entre 1993-94 et 2010 n'est pas statistiquement significative, pour aucun des groupements, secteurs ou types de marais comparés.

Des contrastes du niveau de l'indice sont, comme attendu, trouvés entre les groupements (figure 14 a et b) mais restent limités.

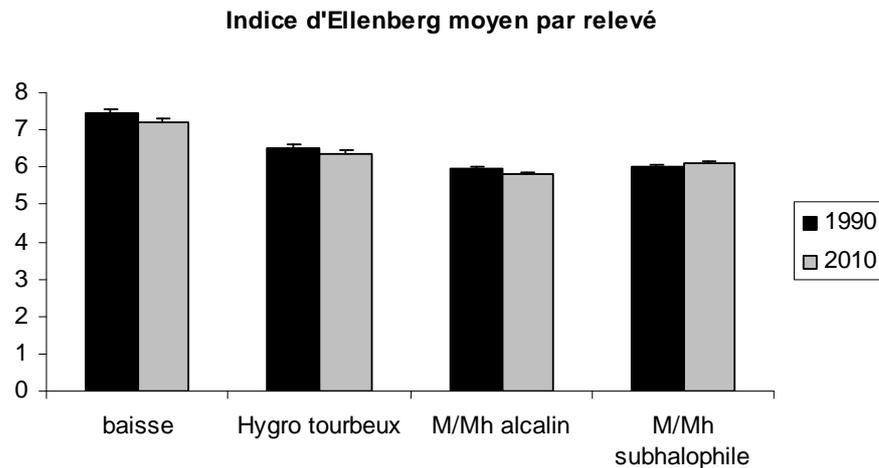


Figure 13 (a): Niveau de l'indice d'Ellenberg caractérisant le degré d'hygrophilie des relevés comparé entre 1993-94 (90') et 2010, par type de groupement végétal

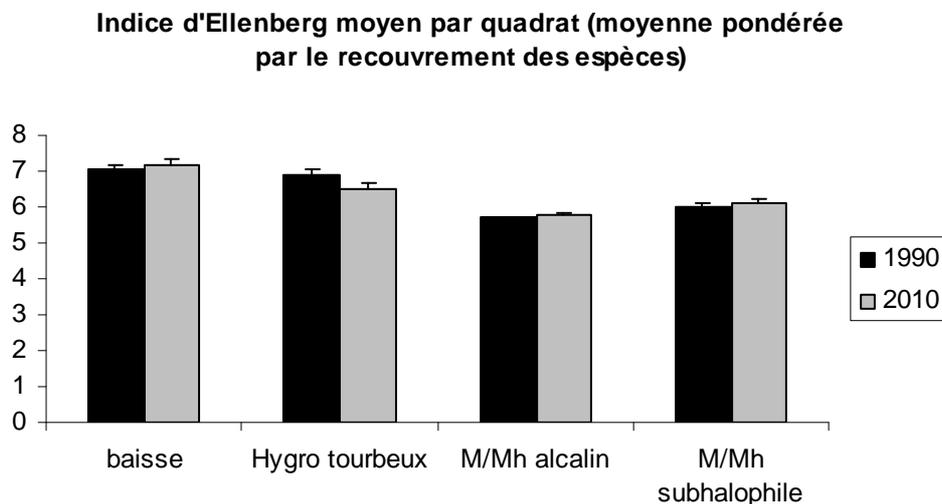


Figure 13 (b): Niveau de l'indice d'Ellenberg pondéré par le recouvrement des espèces, pour les relevés réalisés en 1993-94 (1990) et en 2010, par type de groupement végétal

Outre cette analyse de l'indice d'Ellenberg calculé par relevé floristique entre 1993-94 et 2010, nous avons exploré le caractère plus ou moins hygrophile des espèces abondantes et

des espèces moins abondantes mais qui ont montré une variation significative de leur abondance entre les deux périodes.

1. Groupement hygrophile de baisses

Parmi les espèces présentant les plus forts recouvrements (>5% pour au moins une des deux campagnes de relevés), *Agrostis stolonifera* et *Poa trivialis* ont vu leurs recouvrements diminuer significativement entre les deux campagnes de relevés floristiques. Réciproquement, le recouvrement de *Carex divisa* et *Ranunculus repens* a augmenté entre les deux périodes. Parmi les espèces présentant les plus forts recouvrements, ce sont les deux seules espèces dont le recouvrement a augmenté significativement (Tableau 5).

Les fréquences de *Agrostis stolonifera*, *Poa trivialis* et *Carex divisa* suivent les mêmes tendances que leurs recouvrements. En revanche, celle de *Ranunculus repens* ne varie pas significativement (Tableau 5). En dehors de ces 4 espèces, *Ranunculus sardous* est la seule espèce caractérisée par une fréquence élevée dont la fréquence a changé significativement. Cette espèce a vu sa fréquence diminuer entre les deux campagnes de relevés.

Les espèces rencontrées dans ce groupement sont caractérisées par des indices d'Ellenberg qui varient entre 3 et 11 et la distribution du recouvrement des espèces en fonction de l'indice d'Ellenberg d'humidité varie peu entre les deux périodes d'étude (Figure 15). Il n'y a pas de lien entre le degré d'hygrophilie des espèces et leur contribution à la diminution globale de la richesse spécifique de ce groupement entre 1993-94 et 2010. Les espèces dont la fréquence a diminuée significativement sont effectivement caractérisées par des indices d'Ellenberg compris dans une gamme relativement large, entre 6 et 11.

Les modifications de la fréquence ou de l'abondance des espèces n'indiquent donc pas une modification du degré d'hygrophilie de la végétation.

On peut noter une diminution sensible du recouvrement des espèces caractérisées par une valeur de l'indice d'Ellenberg d'humidité de 6 (Figure 16), liée principalement à la diminution des recouvrements de *Agrostis stolonifera* et *Poa trivialis*.

Tableau 5 : Variation de recouvrement et fréquence des espèces du groupement hygrophile de baisses, entre 1993-94 et 2010

Pour les espèces les plus abondantes (>5%) ou les plus fréquentes (dans 1/3 des relevés au moins). Les variations indiquées en gras sont statistiquement significatives (test χ^2 pour fréquence, test Z de l'écart réduit pour les recouvrements). Sont présentes dans ce tableau 5, ainsi que dans les suivants:

- les espèces les plus abondantes et/ou les plus fréquentes, qu'elles connaissent ou non des variations significatives
- les espèces peu abondantes/fréquentes lorsqu'elles subissent des variations significatives

groupement hygrophile des baisses	F	global				Nord des îles. marais mouillé				Nord des îles. marais desséché			
		Recouvrement		Fréquence		Recouvrement		Fréquence		Recouvrement		Fréquence	
		90'	2010	90'	2010	90'	2010	90'	2010	90'	2010	90'	2010
Agrostis stolonifera L.	6	31.16%	13.41% (-)	85.19%	37.04% (-)	26.03%	14.66%	85.19%	44.44% (-)	34.59%	10.38% (-)	86.36%	22.73% (-)
Poa trivialis L.	6	9.70%	3.96% (-)	68.52%	50.00% (-)	13.30%	6.09% (-)	81.48%	70.37%	5.57%	1.40%	50.00%	22.73% (-)
Oenanthe fistulosa L.	9	8.25%	4.64%	66.67%	38.89% (-)	7.14%	4.11%	59.26%	37.04%	10.85%	6.35%	81.82%	50.00% (-)
Eleocharis palustris (L.) Roem. & Schult.	10	4.98%	6.05%	42.59%	48.15%	7.25%	7.98%	55.56%	55.56%	2.69%	4.50%	31.82%	45.45%
Glyceria fluitans (L.) R.Br.	10	3.05%	6.45%	38.89%	42.59%	4.64%	6.44%	40.74%	44.44%	1.78%	7.65%	45.45%	40.91%
Alopecurus geniculatus L.	7	3.77%	4.05%	46.30%	42.59%	4.51%	6.77%	55.56%	55.56%	3.11%	1.40%	40.91%	27.27%
Ranunculus sardous Crantz	7	2.09%	1.15%	59.26%	35.19% (-)	2.36%	0.67%	51.85%	29.63%	2.17%	1.99%	72.73%	50.00%
Oenanthe silaifolia M.Bieb.	9	0.19%	1.34% (+)	27.78%	31.48%	0.28%	1.35%	37.04%	29.63%	0.09%	1.48%	18.18%	36.36% (+)
Ranunculus repens L.	7	2.30%	7.01% (+)	40.74%	38.89%	4.43%	7.15%	66.67%	44.44%	0.21%	3.33%	18.18%	18.18%
Phalaris arundinacea L.	8	1.63%	6.58%	20.37%	20.37%	3.23%	13.16%	37.04%	40.74%				
Trifolium repens L.	5	1.80%	3.48%	16.67%	25.93%	3.58%	5.19%	29.63%	40.74%	0.02%	0.77%	4.55%	4.55%
Lolium perenne L.	5	2.13%	3.20%	29.63%	29.63%	3.35%	3.86%	44.44%	37.04%	0.94%	2.23%	13.64%	9.09%
Hordeum secalinum Schreb.	6	0.56%	1.39%	29.63%	20.37%	0.26%	2.57%	40.74%	29.63%	0.06%		13.64%	
Ranunculus flammula L.	9	0.58%	0.97%	18.52%	24.07%	0.63%	1.95%	29.63%	48.15%	0.63%		4.55%	
Senecio aquaticus Hill	8	0.29%	0.27%	16.67%	24.07%	0.12%	0.34%	25.93%	33.33%	0.56%	0.25%	9.09%	18.18%
Cardamine pratensis L.	8	0.12%	(-)	18.52%	(-)	0.23%	(-)	37.04%	(-)				
Trifolium fragiferum L.	7	1.92%	0.01% (-)	31.48%	1.85% (-)	0.78%		33.33%	(-)	3.13%	(-)	31.82%	(-)
Polygonum amphibium L.	11	0.22%	0.32%	22.22%	3.70% (-)	0.44%	0.64%	44.44%	7.41% (-)				
Carex divisa Huds.	7	2.48%	8.06% (+)	20.37%	35.19%	0.60%	1.03%	3.70%	7.41%	5.35%	18.53% (+)	45.45%	77.27% (+)
Elymus repens (L.) Gould	5	2.09%	5.49%	18.52%	27.78%	1.20%	0.31%	7.41%	7.41%	3.62%	11.31%	31.82%	50.00%
Trifolium michelianum Savi	7	1.79%	1.87%	24.07%	14.81%	0.01%	0.60%	3.70%	3.70%	4.38%	3.86%	54.55%	31.82%
Ranunculus ophioglossifolius Vill.	8	1.02%	2.28%	37.04%	29.63%	0.10%	0.02%	7.41%	3.70%	2.27%	5.58%	77.27%	68.18%
Alopecurus bulbosus Gouan	7	1.89%	2.83%	31.48%	25.93%	0.63%	1.26%	11.11%	3.70%	3.68%	3.43%	50.00%	54.55%
Myosotis laxa Lehm. subsp. cespitosa (Schultz) Hyl. ex Nordh.	9	0.13%	0.15%	29.63%	9.26% (-)	0.04%	0.03%	11.11%	3.70%	0.27%	0.32%	59.09%	18.18% (-)
Mentha pulegium L.	7	2.06%	0.45%	25.93%	12.96%	0.05%	0.29%	11.11%	11.11%	4.97%	0.76%	45.45%	18.18% (-)
Galium debile Desv.	9	0.22%	1.47%	18.52%	14.81%	0.01%	0.55%	3.70%	7.41%	0.51%	2.79%	40.91%	22.73%
Rumex crispus L.	6	0.05%	0.12%	9.26%	16.67%	0.06%	0.04%	11.11%	7.41%	0.04%	0.23% (+)	9.09%	27.27%
Bromus racemosus L.	6	0.16%	0.42%	18.52%	3.70% (-)	0.10%	0.61%	22.22%	3.70% (-)	0.04%	0.28%	9.09%	4.55%
Eleocharis uniglumis (Link) Schult.	9	1.72%		18.52%	(-)	3.29%		25.93%	(-)	0.19%		13.64%	
Juncus articulatus L.	9	0.57%		7.41%	(-)	0.63%		11.11%					
Polygonum persicaria L.	5		0.16% (+)		14.81% (+)		0.26% (+)		22.22% (+)		0.07%		9.09%
Trifolium pratense L.	5		1.07%		7.41% (+)		0.02%		3.70%		2.59%		13.64%
Bromus commutatus Schrad.	4		0.39% (+)		11.11% (+)		0.38%		14.81% (+)		0.49%		9.09%

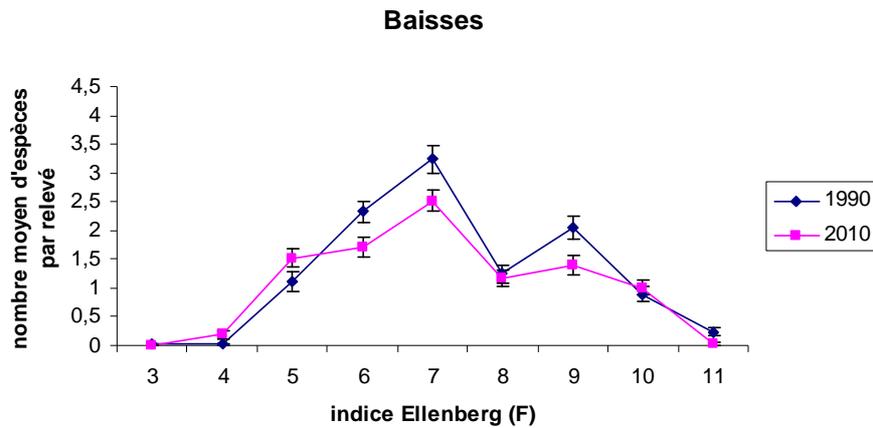


Figure 15 : nombre d'espèces du groupement hygrophile des baisses exprimé par niveau d'indice d'Ellenberg indiquant leur caractère hygrophile (plus l'indice est fort, plus le caractère hygrophile des espèces est élevé) pour les relevés effectués en 1993-94 ('1990') et en 2010.

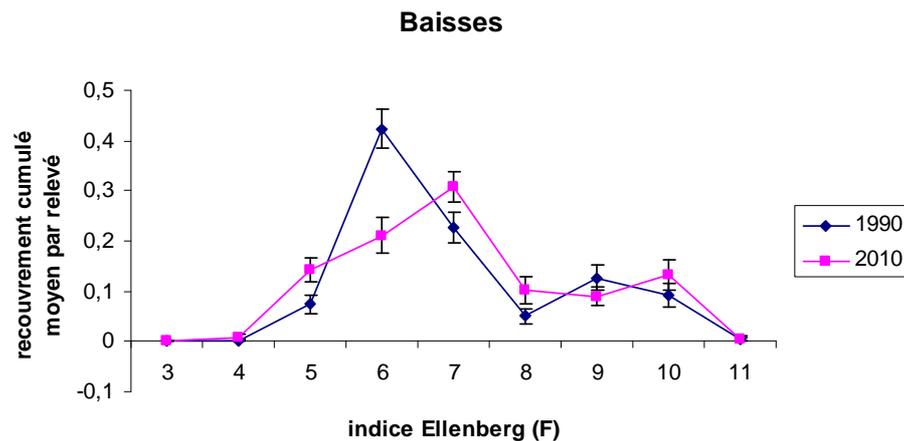


Figure 16 : Recouvrement des espèces du groupement hygrophile des baisses exprimé par niveau d'indice d'Ellenberg en 1993-94 ('1990') et en 2010.

2. Groupement hygrophile des prairies argilo-tourbeuses

Trois espèces ont vu leur recouvrement changer significativement entre les deux campagnes de relevés. Il s'agit d'*Agrostis stolonifera* et *Trifolium fragiferum* dont l'abondance a diminué, et de *Festuca pratensis* dont l'abondance a augmenté. La diminution de l'abondance de *Trifolium fragiferum*, bien que significative, n'entraîne pas une modification importante du recouvrement relatif des espèces dans la mesure où cette espèce ne fait pas partie des espèces abondantes de ce groupement. Les variations des abondances de *Agrostis stolonifera* et *Festuca pratensis* constituent en revanche les principales modifications en terme de recouvrement relatif des espèces (- 13 points pour *Agrostis stolonifera*, + 10 points pour *Festuca pratensis*) (Tableau 6).

Aucune espèce n'a vu sa fréquence augmenter. 5 espèces classées parmi les plus fréquentes ont vu leur fréquence diminuer: *Lysimachia nummularia*, *Taraxacum officinale*, *Prunella vulgaris*, *Leontodon autumnalis* et *Trifolium fragiferum*.

Tableau 6 : Variation de recouvrement et fréquence des espèce du groupement hygrophile des prairies argilo-tourbeuses entre 1993-94 et 2010, pour les espèces les plus abondantes ou les plus fréquentes. Les variations indiquées en gras sont statistiquement significatives (test Khi²)

Pariries hygrophiles tourbeuses		Recouvrement		Fréquence	
		90'	2010	90'	2010
Agrostis stolonifera L.	6	26,90%	12,98% (-)	91,30%	78,26%
Carex hirta L.	7	13,80%	10,11%	82,61%	82,61%
Eleocharis palustris (L.) Roem. & Schult.	10	9,89%	6,40%	52,17%	30,43%
Poa trivialis L.	6	7,79%	9,00%	95,65%	78,26%
Carex disticha Huds.	8	7,04%	3,99%	39,13%	43,48%
Ranunculus repens L.	7	5,45%	4,00%	52,17%	69,57%
Trifolium repens L.	5	5,41%	5,53%	73,91%	52,17%
Lolium multiflorum Lam.	5	1,28%	6,46%	39,13%	34,78%
Festuca pratensis Huds.	6	0,64%	11,30% (+)	56,52%	73,91%
Plantago lanceolata L.	5	2,40%	1,31%	69,57%	60,87%
Ranunculus acris L.	6	1,35%	0,75%	65,22%	52,17%
Lysimachia nummularia L.	7	1,29%	0,24%	43,48%	17,39% (-)
Carex cuprina (Sandor ex Heuff.) Nendtv. ex A.Kern.	8	1,05%	1,95%	34,78%	30,43%
Potentilla reptans L.	5	0,46%	2,90%	47,83%	56,52%
Taraxacum officinale Weber	5	0,45%	0,81%	100,00%	52,17% (-)
Prunella vulgaris L.	5	0,27%	0,64%	39,13%	13,04% (-)
Leontodon autumnalis L.	6	0,27%	0,15%	43,48%	8,70% (-)
Galium palustre L.	9	0,25%	0,72%	52,17%	34,78%
Plantago major L.	5	0,16%	0,14%	34,78%	21,74%
Trifolium fragiferum L.	7	1,78%	(-)	43,48%	(-)
Juncus articulatus L.	9	1,09%		30,43%	(-)
Mentha aquatica L.	8	0,83%		30,43%	(-)

Les espèces rencontrées dans ce groupement sont caractérisées par des indices d'Ellenberg qui varient entre 4 et 11.

La distribution du recouvrement des espèces (Figure 18) comme celle du nombre d'espèces par relevé (Figure 17) en fonction de l'indice d'Ellenberg d'humidité varient très peu entre les deux campagnes de relevés. Les modifications de la fréquence ou de l'abondance des espèces n'indiquent donc pas une modification du degré d'hygrophilie de la végétation, et il n'y a donc pas de lien entre le degré d'hygrophilie des espèces et leur contribution à la diminution de la richesse spécifique. On peut noter que les deux espèces dont le recouvrement varie le plus (*Agrostis stolonifera* et *Festuca pratensis*), augmentant pour l'une et diminuant pour l'autre, sont caractérisée par la même valeur de l'indice d'Ellenberg (6), et que les espèces dont la fréquence a diminué significativement sont caractérisées par des indices d'Ellenberg compris dans une gamme relativement large, entre 5 et 9.

Prairies hygrophiles tourbeuses

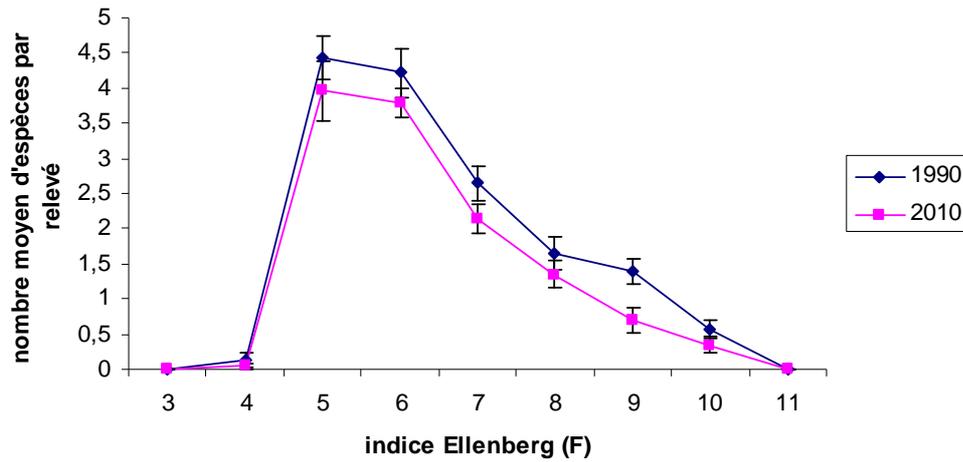


Figure 17 : nombre d'espèces du groupement hygrophile tourbeuse par niveau d'indice d'Ellenberg pour les relevés effectués en 1993-94 ('1990') et en 2010

Prairies hygrophiles tourbeuses

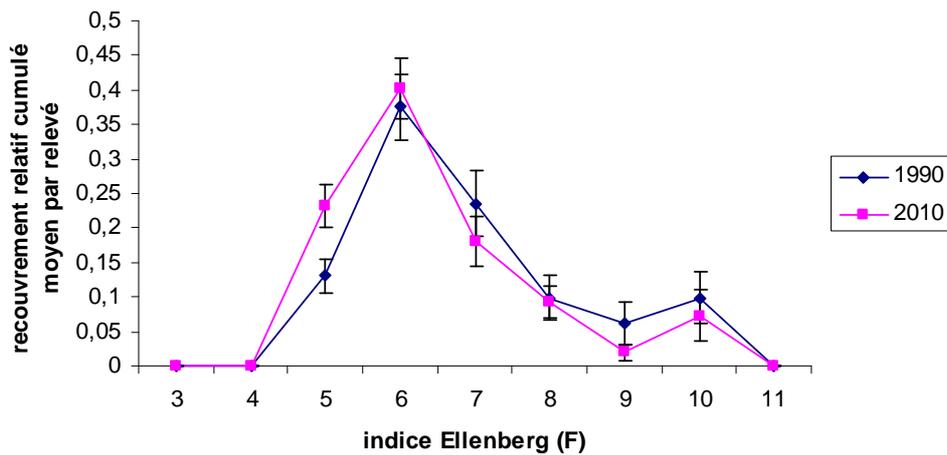


Figure 18 : Recouvrement des espèces dans le groupement hygrophile tourbeuse par niveau d'indice d'Ellenberg, pour les relevés effectués en 1993-94 ('1990') et en 2010

3. Groupement méso-hygrophile/mésophile alcalin

Parmi les espèces présentant les plus forts recouvrements, trois espèces ont vu leur recouvrement varier significativement entre les deux campagnes de relevés floristiques. Il s'agit d'*Agrostis stolonifera*, *Poa trivialis* et *Lolium perenne* dont les recouvrements ont diminué. Les fréquences de ces trois espèces ont également diminuées significativement.

Parmi les espèces les plus fréquentes, *Trifolium fragiferum* et *Alopecurus bulbosus* voient leurs fréquences diminuer significativement tandis que *Ranunculus acris* et *Trifolium pratense* voient les leurs augmenter (Tableau 7).

La distribution du recouvrement des espèces comme celles du nombre d'espèces par relevé en fonction de l'indice d'Ellenberg d'humidité varient très peu entre les deux campagnes de relevés (Figures 19 et 20). Les modifications de la fréquence ou de l'abondance des espèces n'indiquent donc pas une modification du degré d'hygrophilie de la végétation.

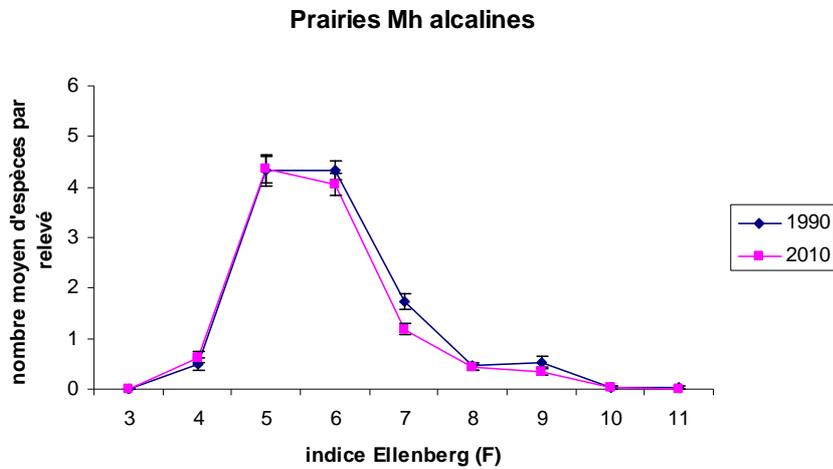


Figure 19 : Nombre d'espèces dans le groupement mésophile-méso-hygrophile alcalin par niveau d'indice d'Ellenberg, pour les relevés effectués en 1993-94 ('1990') et en 2010

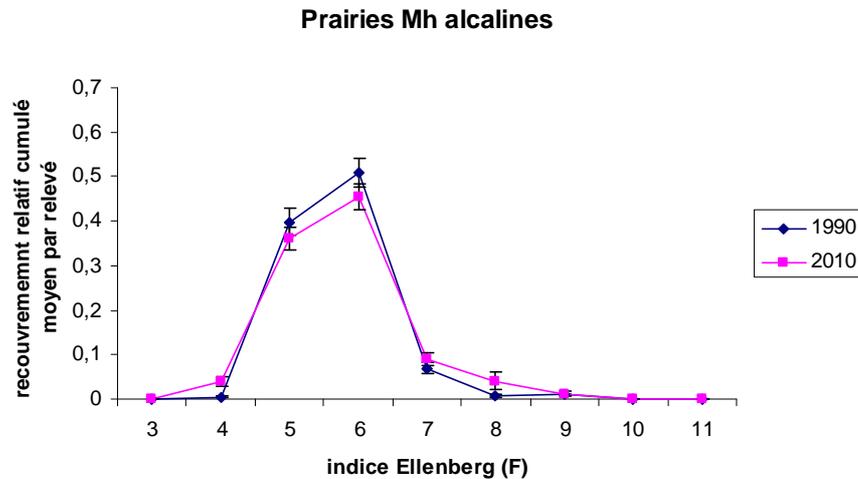


Figure 20 : Recouvrement des espèces dans le groupement mésophile-méso-hygrophile alcalin par niveau d'indice d'Ellenberg, pour les relevés effectués en 1993-94 ('1990') et en 2010

4. Groupement méso-hygrophile/mésophile subhalophile

Concernant les espèces présentant les plus forts recouvrements, on note une augmentation du recouvrement de *Carex divisa* (+ 8 points) et *Bromus commutatus* (+ 6 points ; absent des relevés de 93-94) et une diminution du recouvrement de *Poa trivialis* (- 7 points), *Hordeum secalinum* (-6 points) et *Bromus racemosus* (-6 points). Les fréquences de

ces espèces suivent les mêmes tendances à l'exception de celle de *Carex divisa* qui ne varie pas significativement (Tableau 8).

Parmi les espèces les plus fréquentes, *Gaudinia fragilis*, *Bellis perennis* et *Trifolium micranthum* voient leurs fréquences diminuer significativement.

Tableau 8 : Variation de recouvrement et fréquence des espèces du groupement méso-hygrophile/mésophile subhalophile entre 1993-94 et 2010, pour les espèces les plus abondantes ou les plus fréquentes. Les variations en gras sont statistiquement significatives.

riries M/Mh subhalophiles			Recouvrement			Fréquence		
			90'	2010		90'	2010	
<i>Carex divisa</i> Huds.	7	Cdiv	12,63%	20,15%	(+)	86,54%	94,23%	
<i>Lolium perenne</i> L.	5	Lper	11,49%	9,49%		76,92%	50,00%	(-)
<i>Alopecurus bulbosus</i> G	7	Abul	11,41%	8,01%		96,15%	69,23%	(-)
<i>Poa trivialis</i> L.	6	Ptri	11,94%	4,64%	(-)	84,62%	46,15%	(-)
<i>Hordeum secalinum</i> Sc	6	Hsec	7,54%	1,89%	(-)	55,77%	13,46%	(-)
<i>Bromus racemosus</i> L.	6	Brac	6,78%	0,93%	(-)	65,38%	11,54%	(-)
<i>Bromus commutatus</i> St	4	Bcom		5,87%	(+)		48,08%	(+)
<i>Oenanthe silaifolia</i> M.Bi	9	Osil	1,55%	4,19%	(+)	51,92%	57,69%	
<i>Gaudinia fragilis</i> (L.) P.t	5	Gfra	0,89%	1,05%		46,15%	26,92%	(-)
<i>Bellis perennis</i> L.	5	Bper	0,82%	0,48%		38,46%	19,23%	(-)
<i>Trifolium micranthum</i> V.	5	Tmic	0,31%		(-)	36,54%		(-)
<i>Holcus lanatus</i> L.	6	Hlan	0,27%	1,08%	(+)	9,62%	30,77%	(+)
<i>Senecio aquaticus</i> Hill	8	Saqu	0,02%	0,30%	(+)	5,77%	25,00%	(+)
<i>Trifolium orithopodioid</i>	6	Torn	0,69%			25,00%		(-)
<i>Poa pratensis</i> L.	5	Ppra	0,09%	1,20%	(+)	7,69%	13,46%	
<i>Trifolium pratense</i> L.	5	Tpra	0,01%	0,50%	(+)	1,92%	11,54%	(+)
<i>Trifolium subterraneum</i>	3	Tsub	0,33%			13,46%		(-)
<i>Cerastium glomeratum</i>	5	Cglo	0,05%		(-)	11,54%		(-)
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	7	Tfra	0,05%		(-)	11,54%		(-)
<i>Poa annua</i> L.	5	Pann	0,04%		(-)	7,69%		(-)
<i>Alopecurus geniculatus</i>	7	Agen		1,41%			9,62%	(+)
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	4	Rbul		0,64%			11,54%	(+)
<i>Ranunculus acris</i> L.	6	Racr		0,10%			7,69%	(+)

Les espèces rencontrées dans ce groupement sont caractérisées par des indices d'Ellenberg qui varient entre 3 et 10. On peut noter une diminution sensible du recouvrement des espèces caractérisées par une valeur de l'indice d'Ellenberg d'humidité de 6, liée principalement à la diminution du recouvrement d'espèces comme *Poa trivialis*, *Hordeum secalinum* ou *Bromus racemosus*. Les espèces qui voient leur recouvrement relatif augmenté sont caractérisées par des valeurs de l'indice d'Ellenberg aussi bien supérieures qu'inférieures à 6, comme *Bromus commutatus* (indice : 4) ou *Carex divisa* (Indice d'Ellenberg : 7). Les variations du recouvrement relatif des espèces ne témoignent donc pas spécialement d'un gain ou d'une perte du caractère hygrophile de la végétation (Figure 22).

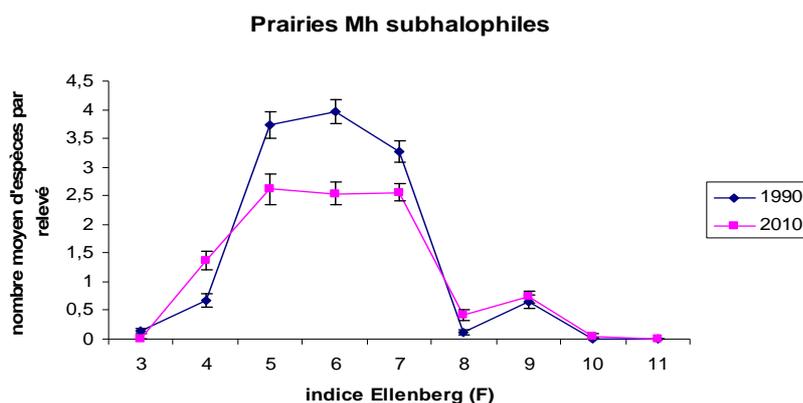


Figure 21 : Nombre d'espèces dans le groupement mésophile-méso-hygrophile subhalophile par niveau d'indice d'Ellenberg, pour les relevés effectués en 1993-94 ('1990') et en 2010

La distribution du nombre d'espèces par relevés en fonction de l'indice d'Ellenberg d'humidité relative est proche pour les deux périodes d'étude (figures 21). Celle relative aux relevés de 2010 se situe sous celle relative aux relevés de 93-94 sur l'intervalle 5-7 de valeurs de l'indice d'Ellenberg. La diminution de la richesse spécifique peut donc être reliée à des espèces situées dans cet intervalle. Il s'agit donc des espèces caractérisées ni par les plus fortes ni par les plus faibles valeurs de l'indices d'Ellenberg rencontrées au sein de ce groupement. Toutes les espèces dont la fréquence a diminué significativement sont effectivement caractérisée par des valeurs de l'indice d'Ellenberg situées dans cet intervalle.

Dans ce groupement, les modifications de la fréquence ou de l'abondance des espèces n'indiquent donc pas une modification du degré d'hygrophilie de la végétation.

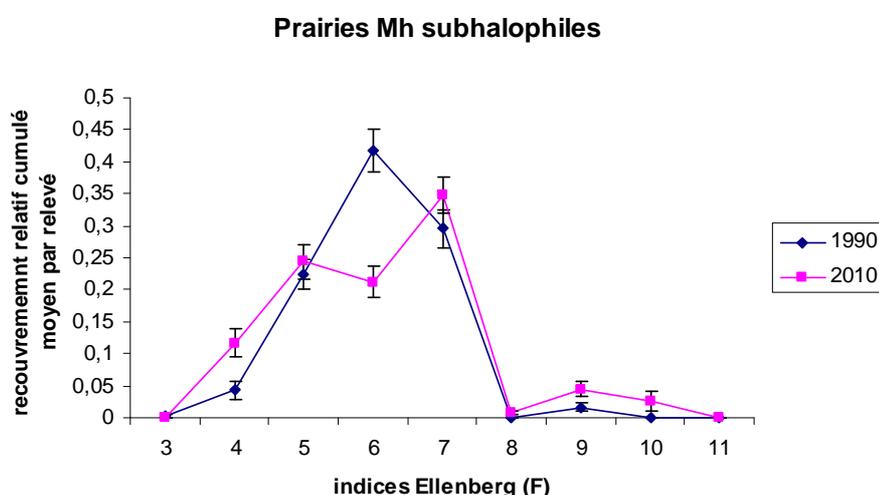


Figure 22 : Recouvrement des espèces dans le groupement mésophile-méso-hygrophile subhalophile par niveau d'indice d'Ellenberg, pour les relevés effectués en 1993-94 ('1990') et en 2010

f. Niveau de contrastes floristiques entre les groupements en 1993-94 et 2010

Le niveau de contrastes floristiques entre groupements a été apprécié par deux indices de dissimilitude : l'indice de Sorensen qui considère la liste des espèces et l'indice de Bray Curtis qui tient compte, en outre, de leur abondance (Figure 22). Cette analyse permet de

vérifier qu'il n'y a pas eu homogénéisation de la végétation prairiale entre 1993-94 et 2010 puisqu'aucun de ces deux indices n'est statistiquement plus faible en 2010 qu'en 1993-94.

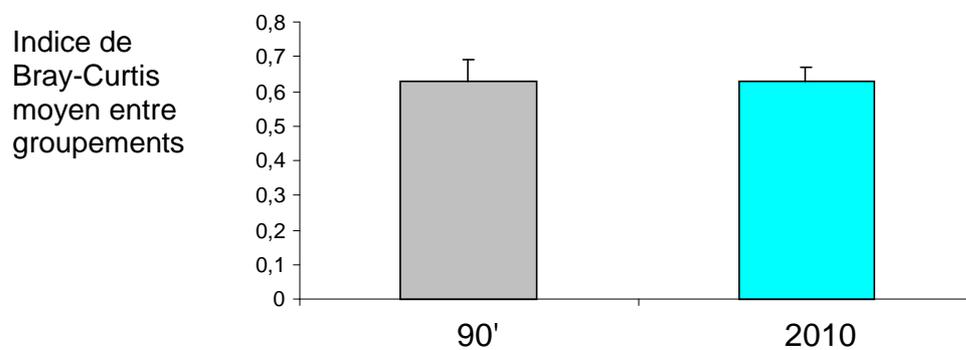
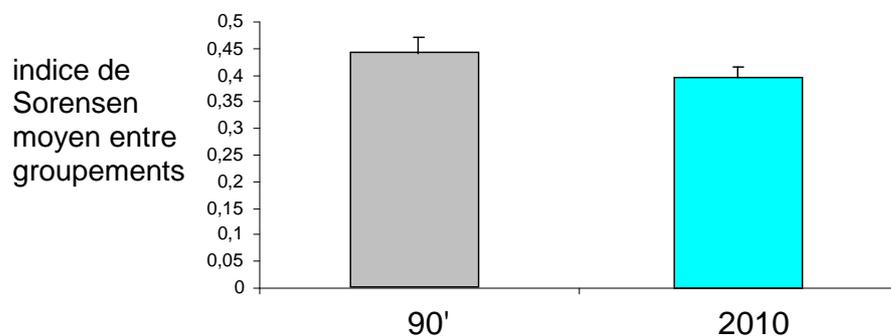


Figure 23 : indice de dissimilitude entre les groupements végétaux en 1993-94 (90') et 2010

VI. Remarques et précisions

Limites du jeu de données

Il nous paraissait pertinent d'effectuer les analyses comparatives en intégrant certains paramètres liés à la gestion pastorale (pâturage, fauche,...) et hydraulique (amplitude, durée des périodes d'inondation,...) des prairies. Il nous est apparu que les informations relatives à ces paramètres qui nous ont été transmis n'étaient pas assez précises ou trop incomplètes pour pouvoir être utilisées.

Différences par rapport à l'approche précédente (rapport Gaétan Masson, 2010)

a. Abandon des indices de distances entre paires de relevés « homologues »

Dans la mesure où les dispositifs où les relevés ont été réalisés (i.e. les quadrats) n'ont pas été positionnés exactement au même endroit lors des deux campagnes de relevés, les contrastes floristiques entre deux quadrats « homologues » (l'un relatif à la campagne de 93-94, l'autre à la campagne de 2010) peuvent autant être liés à de la variabilité spatiale que de la variation temporelle.

Il nous paraît donc abusif d'attribuer une distance entre paire de quadrats « homologues » à une dynamique entre les années 90' et 2010. En effet, une augmentation du contraste moyen entre paire de quadrats « homologues » peut être liée à une plus grande variabilité spatiale de la flore au sein du groupement considéré.

Dans la mesure où les contrastes floristiques mesurés entre paire de quadrats homologues ne peuvent pas être associés uniquement à de la variabilité temporelle, cette approche ne nous a pas semblé appropriée pour comparer le niveau de variation temporelle de la flore entre groupements, secteurs géographiques ou types de marais.

b. Analyses à l'échelle des groupements

Chaque secteur géographique ou un type de marais est caractérisé par l'occurrence de plusieurs groupements. Il nous a donc paru approprié d'axer les analyses sur des comparaisons entre groupements. Dans un second temps, des analyses à l'échelle des secteurs géographiques ou types de marais ont pu être réalisées. La comparaison préalable entre groupements permet dans ce cas d'interpréter plus finement les résultats des comparaisons entre secteurs géographiques ou types de marais.

c. Abandon des mesures à l'échelle de la parcelle

Les parcelles prospectées sont caractérisées par l'occurrence d'un nombre variable de groupements. Le nombre et la nature des groupements variant d'une parcelle à l'autre, il ne nous a pas paru de judicieux de réaliser les analyses comparatives en utilisant cette échelle pour calculer les paramètres étudiés (abondance et fréquence des espèces, richesse spécifique, diversité). Les paramètres étudiés n'ont donc été mesurés qu'à l'échelle invariante des quadrats.

d. Classement des espèces suivant leur degré d'hygrophilie

L'utilisation de l'indice d'Ellenberg pour caractériser le degré d'hygrophilie des espèces nous a semblé judicieux dans la mesure où, contrairement à une liste d'espèce, il permet d'avoir une mesure quantitative du degré d'hygrophilie des espèces, et repose sur des mesures totalement objectives.

VII. Conclusion

Ce travail d'analyse des relevés floristiques effectués dans les prairies en 1993-94 puis en 2010 conduit aux conclusions essentielles suivantes :

→ Le niveau de richesse spécifique est plus faible en 2010 qu'en 1993-94, pour les quatre groupements végétaux mais dans une faible proportion. Les autres analyses conduites ne soutiennent pas l'hypothèse que cette perte de richesse et de diversité soit liée à un changement dans le régime d'inondation des prairies étudiées. Un effet 'observateur' est possible.

→ L'amplitude de la diminution de richesse floristique n'est en effet pas liée au caractère plus ou moins hygrophile du groupement et les espèces contribuant le plus à la perte de richesse (celles dont la fréquence diminue le plus) ne sont pas les plus hygrophiles.

Globalement, l'analyse montre qu'il n'y a pas de changement majeur dans la composition floristique ou le recouvrement des espèces entre les deux périodes d'études. Lorsqu'il existe des variations de la fréquence ou du recouvrement des espèces, cette variation intervient sans relation avec leur caractère plus ou moins hygrophile.

Les contrastes floristiques entre groupement restent proches entre les années 1990 et 2010 : il n'y a donc pas de signal montrant une homogénéisation de la flore sur cette période.

VIII. Bibliographie

Masson, G. 2000. Suivi floristique et évaluation des prairies naturelles du Marais Poitevin. Parc Interrégional du Marais Poitevin.

Hill, M.O., J.O. Mountford, D.B. Roy. 1999. ECOFACT 2a technical annex—Ellenberg's indicator values for British plants.