GESTION CONSERVATOIRE DE L'AZURE DES MOUILLERES

Etude d'une population de *Maculinea alcon* et de *Gentiana pneumonanthe* en Forêt Domaniale du Gâvre

Moallic Laure
Université de RENNES1
MBPE Environnement

Année universitaire 2000-2001.

SOMMAIRE

INTRODUCTION p.3

1.SITE D'ETUDE p.4
A.Localisation géographique
B.Historique
1)Statut de la forêt et de l'hippodrome
2)Evolution des landes en Forêt Domaniale du Gâvre
C.La lande de l'hippodrome de Mespras

2.BIOLOGIE/ECOLOGIE DES DIFFERENTS ACTEURS p.6
A.Cycle biologique des *Maculinea*
B.Critères d'identification des différentes espèces
1)*Maculinea alcon*
2)Gentiana pneumonanthe
3)Myrmica scabrinodis
C.Exigences écologiques

3.DIAGNOSTIC/ETAT DES LIEUX p.8
A.Matériel et méthodes p.8
1)Caractérisation de la lande
a)Délimitation de zones isophènes
b)Identification des zones
•Relevé de végétation
•Hauteur maximale de végétation
2)Inventaire des fourmis
3)Inventaire de la Gentiane
a)Inventaire exhaustif
b)Echantillonnage de la population
4)Inventaire de l'Azuré des mouillères
5)Méthodes statistiques
B.Résultats p.11
1)Caractérisation de la lande
a)Relevés de végétation
b)Hauteur de végétation
2)*Myrmica scabrinodis*
3)Gentiana pneumonanthe
a)Inventaire exhaustif
b)Echantillonnage
c)Lien hauteur de la végétation / Gentiane
4)*Maculinea alcon*
C.Analyse des résultats p.16
1)Etat des populations de *Gentiana pnaumonanthe* et de *Maculinea alcon*
2)Critique des protocoles d'étude
a)Confrontation des méthodes d'inventaire de la population de Gentiane
b)Limites des autres protocoles
D.Conclusion p.17

4.PROPOSITION D’EXPERIMENTATION p.18
A.Objectifs de gestion
B.Différents modes de gestion, avantages et inconvénients par rapport au site,proposition
C.Expérimentations
1)Modalités testées
2)Aspects pratiques
3)Suivi

CONCLUSION p.21

INTRODUCTION

L'Azuré des mouillères, *Maculinea alcon*, est une espèces protégée au niveau national (décrets du 3/08/1979 et 22/07/1993) et international (convention de Berne, Directive Habitats), dont le cycle fait intervenir une plante hôte, *Gentiana pneumonanthe*, elle même relativement rare (protégée en région Pays de la Loire et dans huit autres régions), et une fourmi, *Myrmica scabrinodis.*

Une population de ce papillon a été découverte sur l' Hippodrome de Mespras, en Forêt Domaniale du Gâvre, en 1998, lors de l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique.

En 2000, une première étude visant à déterminer l'état exact des populations de *Maculinea alcon*, *Gentiana pneumonanthe* et *Myrmica scabrinodis* et les conditions ayant permis leur installation sur le site a été effectuée par le Bureau d'Etudes Régional de l'ONF-SID Loire Atlantique et Vendée, travail préalable à tout programme de gestion conservatoire de l'azuré des mouillères.
La présente étude en constitue la continuité avec la poursuite des inventaires et la proposition de mode de gestion et de suivi de la lande et des populations qui se concrétiseront par la mise en place de protocoles d'expérimentation des différentes modalités de gestion envisagées.

1 .SITE D'ETUDE :

A.Localisation géographique :

Avec ses 4457 hectares, la Forêt Domaniale du Gâvre, située à un cinquantaine de kilomètres au Nord-Ouest de Nantes, constitue le plus grand ensemble forestier du département de la Loire Atlantique(44) .

En limite Sud-Est du massif, le site de l'hippodrome de Mespras (commune de Blain) offre en son terre-plein centrale une surface de 10 Hectares recouverte de lande.

B.Historique :

1)Statut de la forêt et de l'hippodrome :

-13ème siècle : la forêt est propriété des Ducs de Bretagne
1226 :Création de la ville du Gâvre
-1491 :Rattachement de la forêt au domaine royal
-1791 :Incorporation de la forêt au domaine de l'Etat →Forêt Domaniale du Gâvre
-Début du 20ème siècle (1910) :concession du site de l'hippodrome à la société de courses hippiques de Blain-Bouvron-Le Gâvre

2)Evolution des landes en Forêt Domaniale du Gâvre :

A la création de la ville du Gâvre, des droits d'usage (ramassage de litière, droit de pâturage et de panage pour le bétail…) sont accordés aux habitants venant s'installer ;mais, au cours du temps, ces usages conduisent à un appauvrissement du sol qui ne peut porter qu'une végétation adaptée à ces conditions d'oligotrophie :ainsi , en 1826, les landes occupent 1735 hectares, soit près de 40% de la surface de la forêt.
A la fin du 18ème siècle apparaissent les premiers plans de gestion qui préconisent la culture de chênes (futaie à révolution de 100ans) pour la construction navale .
Dès lors, les grandes campagnes de reboisement et la disparition progressive des usages traditionnels de la lande entraînent la réduction de la surface occupée par ce type de végétation.

C.La lande de l’hippodrome de Mespras :

De part son statut de concession, l’hippodrome échappe à toute politique de plantation ;les usages traditionnels y ont de plus perduré jusqu’en 1976.
Le site de l’hippodrome constitue donc une des rares zones où se maintient une végétation de lande.

La lande de l’hippodrome est une lande secondaire dont la dynamique naturelle conduit à un stade fourré puis forêt ;ainsi peut on déjà noter ,outre quelques Pins maritimes, la présence de jeunes Bouleaux et Chênes tauzins.

D’après l’inventaire des ZNIEFFde la forêt du Gâvre conduit en 1998 par M.J.Le Bail, la végétation de l’hippodrome est une lande à caractère mésophile à hygrophile ;en effet, l’hydromorphie temporaire du sol(présence d’un horizon imperméable, l’alios, conduisant à l’engorgement en hiver et la sécheresse en été) permet le développement d’espèces typiques telles que *Molinia caerula, Ulex minor, Ulex europaeus, Erica tetralix, Erica ciliaris, calluna vulgaris…*

La gestion actuelle de la lande consiste principalement en l’entretien des pares feux avec un gyrobroyage annuel, ainsi que l’abattement de quelques Pins maritimes. De plus, hormis le passage d’animaux sauvages et l’ouverture au public pour les courses hippiques, la lande est très peu piétinée.

La lande de l’hippodrome de Mespras constitue donc un système peu perturbé qui poursuit son évolution naturelle vers une dominance des strates arbustive et arborescente.

2.BIOLOGIE/ECOLOGIE DES DIFFERENTS ACTEURS :

A.Le cycle biologique des *Maculinea* :

Le cycle biologique des *Maculinea* fait intervenir deux hôtes, l'un végétal, l'autre animal, une fourmi.

L'Azuré des mouillères, *Maculinea alcon*, est une espèce monovoltine visible de fin juin à mi-août.
La femelle pond ses œufs sur les boutons floraux de *Gentiana pneumonanthe* dans lesquels la chenille se développe jusqu'au troisième stade larvaire(spermiophagie) ;elle est ensuite prise en charge par les ouvrières de la fourmi rouge *Myrmica scabrinodis*(voire parfois M.ruginodis) qui la conduisent à l'intérieur du couvain où elle sera nourrie(trophallaxie) et soignée au même titre que les larves du nid(substance allélochimique mimétique) jusqu'au stade nymphal.

B.Critères d'identification :

1)*Maculinea alcon* :

Fig 1 : *Maculinea alcon* (O.Lépidoptères rhopalocères SupF Polyommatinae F.Lycaenidae), Azuré des mouillères, Protée.

Envergure :35-40 mm
Ailes :la face supérieure est, chez le mâle, bleue claire avec une bordure sombre ;chez la femelle, la coloration bleue est limitée à la base de l'aile, le reste étant brun foncé.La face inférieure est pur les deux sexes brun-gris avec des tâches noires cerclées de blanc.

2)*Gentiana pneumonanthe* :

Fig 2 : *Gentiana pneumonanthe* (F.Gentianacée),
gentiane Pneumonanthe, pulmonaire des marais

Plante vivace hémisryptophyte.
Hauteur :10-50 cm
Feuilles opposées, linéaires, lancéolées.
Fleurs : corolle en entonnoir de 4 cm de long, à 5 lobes , bleue vif rayée de vert à l'extérieur.

3)*Myrmica scabrinodis* :

Cette fourmi rouge est particulièrement commune.
Les caractères discriminants ne sont pas visibles à l'œil nu et il faut avoir recours au microscope.

C.Exigences écologiques :

Gentiana pneumonanthe est une plante hygrophile et héliophile : on la rencontre donc dans les milieux humides et ouverts et est particulièrement menacée suite à l'assèchement(drainage) ou la fermeture du milieu.

Myrmica scabrinodis est elle aussi adaptée à des milieux ouverts, aussi, peut on découvrir son nid au creux d'un tourradon de molinie et un recouvrement du milieu par une végétation plus haute lui est également préjudiciable.

Les relations qu'entretient le papillon avec ses partenaires sont d'ordre obligatoire : l'Azuré des mouillères est strictement inféodé à *Gentiana pneumonanthe* et *Myrmica scabrinodis* sans lesquelles il ne peut accomplir son cycle de vie ;c'est pourquoi, on le trouve dans des habitats humides et ouverts tels que landes tourbeuses, prairies humides et marais.

3.DIAGNOSTIC/ETAT DES LIEUX :

A.Matériel et méthodes :

1)Caractérisation de la lande :

a)Délimitation de zones isophènes :

L'observation d'une photographie aérienne IGN du site de l'hippodrome de Mespras permet de mettre en évidence une certaine hétérogénéité de la landes (critère de couleur).
Trois types de zones ont ainsi pu être définies et délimitées sur un agrandissement de cette photographie :

-zone beige
-zone vert clair
-zone vert foncé

b)Identification des zones :

Concernant cette hétérogénéité, on peut émettre plusieurs hypothèses liées aux deux facteurs limitant le développement de *Gentiana pneumonanthe*(humidité et lumière), si tant est qu'elle puisse avoir une influence sur celui-ci :

-des types de végétation différents :il fallait être particulièrement attentif à la présence d'une végétation xérophile.

Des hauteurs de végétation différentes.

●Relevé de végétation :

pour chacun des types définis(beige, vert clair, vert foncé), un relevé de végétation(espèces caractéristiques) a été effectué sur une placette de 4.5m de côté délimitée par des jalons définissant un quadrat de 20m² environ (aire minimale en lande).
Ensuite, vérification, à vue, de la conformité de l'ensemble des zones appartenant à ce type, à ce relevé-type.

●Hauteur maximale de végétation :

Considérant que c'est par le volume qu'elle occupe que la végétation limite la croissance de la gentiane en réduisant la lumière incidente, on doit faire l'hypothèse que la végétation a une architecture globalement homogène pour pouvoir assimiler la hauteur que l'on mesure au volume ;ceci est effectivement le cas pour les Ericacées, les Ajoncs et les carex, mais pas pour la Molinie dont l'épillet quoique relativement haut par rapport au reste de la touffe ne limite que peu la lumière arrivant au sol.

la hauteur de végétation n'a été mesurée qu'au niveau de la parcelle qui comptait le plus grand effectif de gentianes en 2000 (parcelle A sur la carte n°3) ;
Ainsi, dans chacune des zones délimitées par la méthode précédente(la parcelle A en compte 6), la hauteur maximale de la végétation a été relevée par point, le nombre de points échantillons étant proportionnel à la surface de la zones considérée tout en restant statistiquement représentatif.
Pratiquement, les relevés ont été effectués à l'aide d'un piquet intergradé de10 en 10 cm.

2)Inventaire des fourmis :

L'inventaire des fourmis se base sur l'attirance de ces insectes pour le sucre.
Ainsi, 62 morceaux de sucre ont été déposés, régulièrement espacés sur la parcelle A, et relevés le lendemain en notant la présence ou non de fourmis rouges.
Etant donné la hauteur de la végétation, il était difficile de découvrir et remonter les colonnes d'ouvrières depuis le sucre jusqu'à la fourmilière.Si cette méthode ne permet pas de localiser de façon précise les nids, elle permet tout au moins de vérifier la présence de la fourmi sur l'ensemble de la parcelle.

3)Inventaire de la gentiane :

a)Inventaire exhaustif :

L'hippodrome a été totalement exploré par bandes de 2 mètres de large au niveau de la parcelle A (fin juillet-début août), et de 5 mètres pour le reste de l'hippodrome (2ème et 3ème semaines d'août).
Différents paramètres ont été mesurés :

-Nombre de pieds de *Gentiana pneumonanthe* (seuls les pieds florifères) ont été inventoriés).

-Nombre de boutons floraux par pied.

-Hauteur des pieds.

Un comptage des œufs de *Maculinea alcon* a également été réalisé au niveau de la parcelle A, en distinguant leur position sur le bouton floral, la corolle et le calice si la fleur était épanouie, les tiges et les feuilles, cette position ayant une influence sur les chances de survie de la larve ;en effet, seules les chenilles issues des œufs pondus sur la corolle voire le calice pourront gagner l'ovaire de la plante et ainsi poursuivre leur développement.

b)Echantillonnage de la population :

voir carte 1

Les différents paramètres descriptifs(densité,…) calculés sur un échantillon sont de bonnes estimations des paramètres réels de la population à condition que cet échantillon soit représentatif de la population ;en foresterie, on considère qu'un échantillon est représentatif de la population dès lors qu'il couvre 3% de la surface totale occupée par celle-ci.

Sur l'agrandissement de la photographie aérienne précédemment utilisé a été apposé un quadrillage de pas 4.5m, chaque carré représentant une placette-échantillon d'environ 20m²(aire minimale en lande) :les 10 hectares de l'hippodrome sont ainsi recouverts de 4938 placettes et il faut rechercher *Gentiana pneumonanthe* sur 148 d'entre elles pour obtenir un échantillon représentatif de la population présente sur l'hippodrome.
La méthode d'échantillonnage est dite aléatoire systématique : sur ce quadrillage, une placette sur 33 comptées appartient à l'échantillon sur lequel sera inventoriée *Gentiana pneumonanthe* ;condition :la placette doit être homogène c'est à dire pas de chevauchement sur deux zones afin d'éviter l'effet lisière, qui peut influencer le développement de la plante.

Sur le terrain, les placettes sont approximativement repérées(boussole) et leur centre est matérialisé par des piquets dont l'extrémité est colorée à la peinture fluorescente, constituant un dispositif permanent.

Fig 3 : Piquet matérialisant le centre d'une placette d'échantillonnage

Etant donné l'importance du nombre total de placettes-échantillons, et le fait que ce n'est que le premier essai d'une nouvelle méthode d'évaluation de la population de *Gentiana pneumonanthe*, cette méthode n'a été appliquée qu'au niveau de la parcelle a et porte donc sur un total de 12 placettes échantillons.

Dans ces placettes, les mêmes paramètres que pour la méthode précédente sont mesurés :nombre et hauteur des pieds de Gentiane, nombre de boutons floraux et comptage des œufs d'Azuré des mouillères.

Remarque : pour des raisons d'ordre pratique, les placettes prévues carrées sont circulaires(R=2.52m) ;pour vérifier la présence de gentiane, il est en effet plus facile de tendre un fil à partir du piquet centre et de tourner autour de celui-ci qu de délimiter les quatre coins de la placette avant de faire l'inventaire.

4)Inventaire de *Maculinea alcon :*

La méthode d'estimation de la population d'Azuré des mouillères est indirecte :connaissant d'une part l'effectif total des œufs dénombrés, d'autre part le taux moyen de reproduction des femelles qui est de 80 œufs en 10 jours, on peut estimer l'effectif des femelles volant au dessus de la zone considérée.

5)Méthodes statistiques :

Comparaison de moyennes : tests Z et test t de Student.

Lien entre différents paramètres : test du coefficient de corrélation.

B.Résultats :

1)Caractérisation de la lande :

a)Relevés de végétation :

Les relevés de végétation effectués au niveau des zones délimitées sur la photographie aérienne ne permettent pas d'isoler des zones plus ou moins humides ou plus ou moins sèches : le caractère humide de l'ensemble de la lande de l'hippodrome de Mespras qui ressort des conclusions de l'inventaire ZNIEFF ne peut être remis en cause.

On peut toutefois isoler la parcelle B (zone plus ou moins beige)du reste de l'hippodrome ;celle-ci porte en effet une lande humide à *Molinia caerula** tandis que pour le reste de l'hippodrome c'est une lande humide à *Erica tetralix** et *Calluna vulgaris** ;
Il faut néanmoins noter la présence de *Erica cinerea*, espèce caractéristique de landes mésophiles à sèches, en bordure des parcelles(effet drainant des fossés qui limitent ces parcelles), ou sur de petites buttes à l'intérieur des parcelles, c'est à dire là où les conditions sont localement plus sèches.

Les relevés de végétation effectués permettent tout au plus d'expliquer la zonation observée par la dominance de certaines strates de végétation :ainsi les zones vert clair correspondent à une végétation à dominante herbacée(dominance des Carex et autres herbacées, Bruyères et Ajoncs bas), tandis que les zones vert foncé correspondent à une végétation à dominante ligneuse(Bruyères et Ajoncs hauts, apparition de quelques jeunes arbres).

Fig 4 :Zonation de la végétation : une zone vert clair entourée de zones vert foncé

Il semble donc plus judicieux d'expliquer cette hétérogénéité de couleur par le caractère « hauteur de végétation » que par le caractère « type de végétation ».

*Espèces caractéristiques selon la méthode de Braun-Blanquet.

b)Hauteur de la végétation :

voir carte 2

Les mesures de hauteur de végétation confirment et affinent les résultats obtenus avec les relevés de végétation à savoir que dans les zones vert foncé, la végétation est plus haute que dans les zones vert clair.

Tableau 1 : Hauteur moyenne par zone délimitée sur la parcelle A

zone	Hauteur moyenne(cm)
1	46
2	76
3	78
4	70
5	74
6	70

Ainsi, la zone1, zone la plus basse, a une hauteur moyenne de 46 cm, tandis que pour la zone 3 qui présente la végétation la plus haute, elle est de 76 cm.
On montre de plus que la zone 4, de hauteur moyenne 70 cm, est significativement plus haute que la zone 1 ($Z=6.79$, $n1=60$, $n4=20$, $p<0.001$), mais que les 5 zones de hauteur moyenne comprise entre 70 et 78 cm ne diffèrent pas significativement (zones 3 et 6 :$Z=1.598$, $n3=30$, $n6=10$, $p>0.05$).
On peut donc estimer que la parcelle A se divise en 2types de zones, l'un à végétation plutôt basse, de hauteur moyenne 46 cm correspondant à la zone vert clair délimitée sur la photo aérienne, l'autre à végétation plus haute, de hauteur moyenne 74 cm, correspondant à la zone vert foncé.

Il est cependant évident que cette zonation n'est pas aussi tranchée et qu'on passe progressivement d'une zone à végétation basse à une zone à végétation plus haute ;ainsi, sur l'histogramme des effectifs en fonction de la classe de hauteur, on remarque nettement une zone intermédiaire où coexistent les valeurs maximales de la zone 1 et les valeurs minimales de la zone 3.

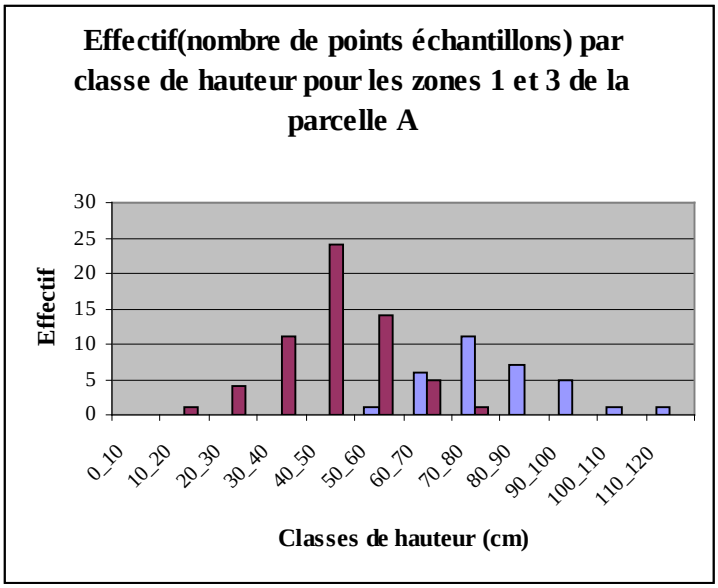

Fig 5 : Histogramme des effectifs par classe de hauteur de la végétation

Cette zonation des hauteurs de végétation peut-elle être à l'origine d'une zonation de la distribution de *Gentiana pneumonanthe* ?

2)*Myrmica scabrinodis* :

voir carte 3

Sur les 62 morceaux de sucres déposés, 42 ont pu être relevés le lendemain ;40 d'entre eux avaient attiré des fourmis, dont 11, soit un peu plus du quart, des fourmis rouges.

Quoique aucun travail de détermination précise des fourmis rouges n'ait été fait, on peut conclure que *Myrmica scabrinodis*, fourmi commune dans nos régions, est présente sur le site de l'hippodrome (tout au moins sur la parcelle A) et en quantité suffisante pour remplir son rôle dans le cycle de développement de *Maculinea alcon.*

3)*Gentiana pneumonanthe* :

a)Inventaire exhaustif :

voir carte 2 et 3

Sur l'ensemble de l'hippodrome, 248 pieds de Gentiane ont pu être dénombrés contre 287 en 2000 (plusieurs zones n'ont pas été retrouvées).

Peut-on pour autant considérer que la population de *Gentiana pneumonanthe* de l'hippodrome de Mespras est en décroissance ?En effet, la floraison a été particulièrement tardive cette année ;ainsi, au moment de l'inventaire, seuls quelques pieds présentaient une fleur épanouie, et pour la majeure partie d'entre eux, les boutons floraux étaient fermés et verts, les rendant très difficilement décelables.

Les Gentianes, quoique présentes sur l'ensemble du site, se situent principalement sur les parcelles Nord-Est de l'hippodrome (A, B, et D), et, pour la parcelle A, qui compte 89 pieds (autant qu'en 2000), elles se localisent préférentiellement au niveau de la zone à végétation basse (zone 1)

b)Echantillonnage :

Sur les 12 placettes échantillons présentes sur la parcelle A, 11 ne comptaient aucun pied de Gentiane, et une seule, la placette n°12, en comptait 3, soit un nombre moyen de 0.25 Gentianes par placette et une densité de 125 Gentiane/hectare.
Or, si on ramène l'effectif total de Gentianes dénombrées sur l'hippodrome à l'hectare, on trouve une densité d'environ 25 Gentianes/hectare.

c)Lien hauteur de végétation/Gentiane :

Au niveau de la parcelle A, il semble que, conformément à ses exigences écologiques et à ce que laisse supposer la cartographie des zones à Gentianes, celles-ci se localisent préférentiellement dans les zones où la végétation est plus basse.

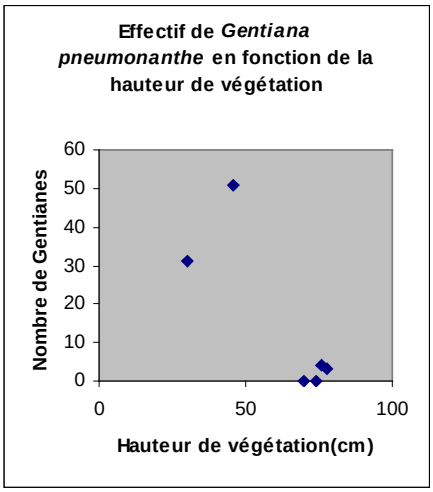

Fig 6 :Effectif de Gentiane par zone de hauteur

Il existe en effet un lien significatif entre la hauteur de végétation et le nombre de pieds de Gentiane ($r=-0.83$, 2ddl, $p<0.05$).
On peut de même relier de façon hautement significative le nombre moyen de boutons floraux par pied avec la hauteur de végétation ($r=-0.98$, 4ddl, $p<0.05$).

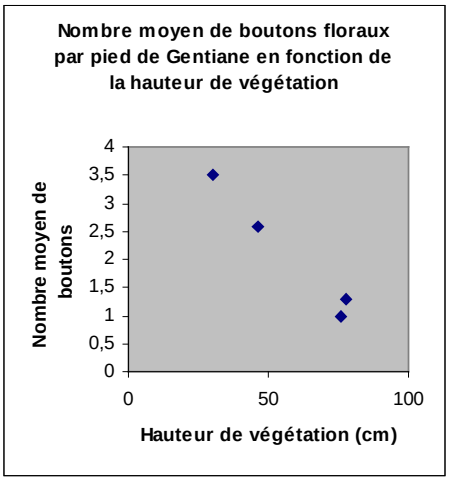

Fig 7 :Nombre de boutons floraux par pied selon la hauteur de végétation.

Par contre aucun lien significatif entre ce même paramètre et la hauteur moyenne des pieds de Gentiane n'a pu être mis en évidence (r=-0.15, 2ddl, NS).

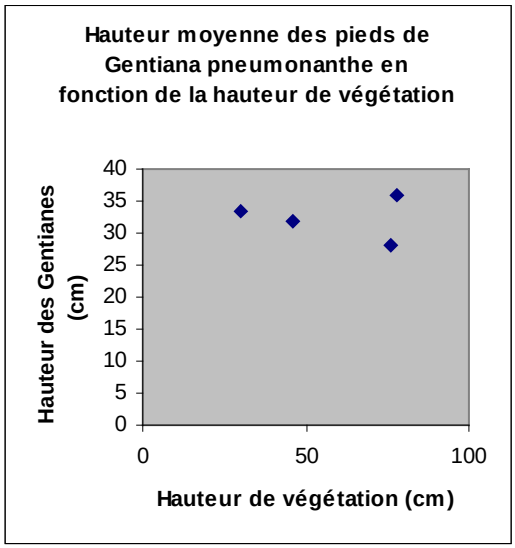

Fig 8 :Hauteur des pieds de gentiane et hauteur de végétation

4) Maculinea alcon :

Le comptage des œufs d'Azuré des mouillères ayant été fait au même moment que l'inventaire des Gentianes alors que celles-ci n'étaient pas encore très développées, ne donne pas un résultat très représentatif de la situation du papillon sur l'hippodrome de Mespras ;en effet, au total, seulement 332 œufs ont pu être dénombrés (1528 en 2000), soit environ 4 œufs par pied, ou, si on tient compte du fait que seuls 24 pieds de Gentiane portaient des œufs, environ 14 œufs par pied.

En tenant compte du taux moyen de reproduction des femelles (80 œufs en 10 jours), on peut donc estimer que seules 4 femelles de *Maculinea alcon* volaient sur la parcelle A de l'Hippodrome, contre 19 en 2000.

Tableau 2 : comptage des œufs de Maculinea alcon sur les pies de Gentiane de la parcelle A

Nombre d'œufs de *Maculinea alcon* présents sur	Bouton	Corolle	Calice	Feuilles	Tiges	Total
	206	71	25	21	6	332

On remarque enfin que 91% des œufs sont situés sur le bouton floral (bouton fermé, corolle et calice).

C.Analyse des résultats :

1) Etat des populations de *Gentiana pneumonanthe* et de *Maculinea alcon* :

Il semble évident que la précocité des inventaires réalisés par rapport à la période de floraison de la Gentiane particulièrement tardive cette année induit une sous-estimation importante des population de *Gentiana pneumonanthe* mais aussi et surtout de *Maculinea alcon*. Malgré tout, l'état de cette dernière paraît très préoccupant si on se réfère aux résultats des travaux de M.Lhonoré sur la vallée des Cartes (1998) ;celui-ci dénombrait en effet un total de 22080 œufs sur les 2 stations étudiées (qui couvrent une surface à peu près équivalente à celle de l'hippodrome), ce qui nous permet d'estimer que 276 femelles de *Maculinea alcon* étaient présentes sur ce site.
Quoiqu' il soit peu judicieux d'extrapoler le résultat obtenu pour la parcelle A (4 femelles) à l'ensemble de l'hippodrome, la tentation est grande et le résultat laisse songeur…

On a pu montrer la présence de la fourmi *Myrmica scabrinodis* sur la parcelle A ;de plus, le travail de M.Baudran (2000) indique qu'elle est présente sur l'ensemble de l'hippodrome et ne constitue donc pas un facteur limitant pour l'azuré des mouillères.

Par contre, *Gentiana pneumonanthe*, quoique présente sur l'ensemble du site, se trouve en densité faible (25 pieds/hectares) relativement à ces mêmes stations de la Vallée des Cartes, limitant de fait la population de *Maculinea alcon*.
Dans le cas de l'hippodrome de Mespras, les conditions d'humidité semblant bonnes (présence d'une végétation typique de milieu humide), on peut supposer que c'est la dominance d'une végétation ligneuse haute qui serait néfaste à la Gentiane.
On a ainsi pu montrer une corrélation négative entre la hauteur de la végétation et le nombre des pieds de Gentiane.
La hauteur de la végétation interviendrait non pas en limitant la hauteur des pieds de Gentiane (corrélation nulle entre ces deux paramètres. Il est en effet logique que, dès lors qu'elle arrive à se développer, en tant qu'espèce héliophile, la gentiane sera d'autant plus grande que la végétation sera haute), mais en limitant le nombre de boutons floraux que la plante peut développer (corrélation négative).

Face au déficit de pied de gentiane et de boutons floraux, le papillon doit concentrer ses pontes sur les quelques fleurs disponibles, ce qui conduit à cette moyenne de 14 œufs par pied dont 90% environ sur le bouton floral ;or seules 3 à 8 larves pourront pénétrer dans la fleur et, à terme, 1 voire 2 quitteront la plante et poursuivront leur développement. On peut donc estimer le taux de mortalité des larves pour cette première partie du cycle à 80-90%.

C'est donc précisément le manque de pieds de Gentiane et de boutons floraux, conséquence directe de la fermeture du milieu, qui met en échec le succès de reproduction de *Maculinea alcon* , mettant ainsi en péril la population du papillon sur le site de Mespras.

2)Critique des protocoles :

a) Confrontation des méthodes d'inventaire de *Gentiana pneumonanthe*:

La méthode d'inventaire complet de la population de *Gentiana pneumonanthe* permet une cartographie fine des zones à Gentianes et ainsi leur suivi au cours du temps. Par contre si les oublis sont inévitables, on ne dispose d'aucune méthode pour les évaluer.

La méthode d'échantillonnage quant à elle permet d'estimer la densité de la population , et on peut, en s'appuyant sur des méthodes statistiques, d'une part évaluer la part d'erreur de l'estimation (erreur standard, intervalle de confiance), d'autre part comparer les populations de plusieurs sites, ou suivre l'évolution d'une population au cours du temps .Cette deuxième méthode présente enfin l'avantage non négligeable de demander un investissement en temps moins important.

Dans le cas présent, le résultat obtenu par échantillonnage (125 ind/ha) surestime largement la densité réelle, qui, malgré les oublis, est sûrement beaucoup plus proche de la densité obtenue par la méthode exhaustive (25ind/ha :il aurait fallu échantillonner 2000 placettes et en trouver une avec 5 gentianes)
On peut expliquer ceci par :

-Le nombre faible de placettes échantillons : 12 qui couvrent 2.4% de la surface de la parcelle A ;cet échantillon est il réellement significatif ?(outre le fait que la surface couverte est inférieure à 3%)

-L'état de la population de Gentiane et le type de répartition spatiale des individus :la Gentiane pneumonanthe présente une répartition typiquement agrégative ; aussi, la probabilité qu'aucune placette échantillon ne contient de Gentiane est grande, donc le risque de trouver une densité nulle est important ;mais si une placette tombe dans une zone à Gentianes, vu l'état de la population, la densité de la population est alors surestimée.

b) Critique des autres protocoles :

La méthode d'inventaire du papillon est une méthode indirecte qui ne permet que d'estimer la population de femelles, donc nombreux biais. De plus, un groupe de Gentiane est plus facile à déceler par le papillon qu'un pied unique, l'hippodrome n'est donc pas exploré de la même façon partout, ce qui empêche toute extrapolation des résultats obtenus sur une parcelle à l'ensemble de l'hippodrome. .Pour connaître l'état de toute la population, il faudrait donc réaliser le comptage des œufs sur l'ensemble du site

D. Conclusion :

Maculinea alcon, ainsi que ses deux hôtes, *Gentiana pneumonanthe* et *Myrmica scabrinodis*, sont bien présents sur le site de l'hippodrome de Mespras.
Malgré un effectif total plus faible qu'en 2000, on peut considérer que la population de Gentiane reste stable ;on ne peut par contre pas tirer de conclusion concernant la population d'Azuré des mouillères. Il faut tout de même remarquer qu'un retard aussi important de la floraison ne peut être que dommageable pour la nouvelle génération de papillon.

4.PROPOSITION D'EXPERIMENTATION :

A.Objectifs de gestion:

Il apparaît clairement que la protection de l'Azuré des mouillères passe par la restauration/protection de son habitat qui doit être humide et ouvert.

Dans le cas de l'hippodrome de Mespras, une ouverture de la lande s'impose afin que *Gentiana pneumonanthe* puisse se développer pleinement, c'est à dire en effectif et avec un nombre de boutons floraux plus important.
Le mode de gestion choisi devra donc s'orienter selon deux axes :

-Favoriser la croissance des pieds de *Gentiana pneumonanthe* déjà présents.

-Favoriser la germination de nouveaux pieds.

B.Différents modes de gestion, avantages et inconvénients par rapport au site, proposition :

Différents modes de gestion peuvent être envisagés afin de contrarier la dynamique naturelle de fermeture de la lande : fauche, pâturage et feu.

Si le feu permet la mise à nu du sol favorable à une germination optimale des graines de Gentiane, les cendres résiduelles, qui ne peuvent être évacuées par ruissellement du fait d'une pente quasi nulle, entraîneront une élévation du niveau trophique du sol nuisible au type même de milieu.
De plus, la Gentiane est une hémicryptophyte dont les bourgeons hivernants superficiels risquent d'être détruits par le feu
Enfin, l'hippodrome quoique peu fréquenté est un site ouvert au public et le feu est un mode de gestion destructif dont on perçoit généralement mal les effets bénéfiques qu'il peut avoir.

Quoique la présence d'un centre équestre à proximité du site pourrait représenter un avantage certain en terme de coût, la méthode pastorale présente un caractère hautement aléatoire (appétance des animaux pour certaines espèces, rejets de ligneux, surpâturage, surpiétinement, parcours de pâture…) particulièrement handicapant dans le cas présent étant donné l'état de la population de *Gentiana pneumonanthe.*
Par ailleurs, le problème d'eutrophisation par l'intermédiaire des fécès des animaux peut également se poser.
En outre, ce type de gestion nécessite la pose de clôtures plus ou moins importantes selon l'animal choisi, clôtures qui peuvent poser des problèmes de sécurité sur un tel site (limitation de l'accès aux parcelles en cas d'incendie, accidents lors de courses…).
Enfin, il est prévu que dans un premier temps seule la parcelle A sera soumise au mode de gestion choisi, or elle ne représente qu'une surface de 1 hectare, surface bien faible au regard des investissements techniques, financiers et en temps qu'implique un tel mode de gestion.

La fauche est quant à elle quasiment le seul mode de gestion dont on peut contrôler tous les paramètres (période, fréquence, surface, intensité,…), et est particulièrement efficace pour bloquer la dynamique naturelle de recouvrement du milieu ;c'est d'ailleurs ce type de pratique traditionnelle qui a permis l'installation et le maintien de la lande sur l'hippodrome de Mespras.

La gestion par fauche semble donc représenter l'outil le moins contraignant et le plus adapté ;on préconise une fauche tardive respectant les cycles phénologiques, c'est à dire permettant la floraison et la fructification des plantes à fleurs dont *Gentiana pneumonanthe*.
Elle s'effectuerait en rotation afin de conserver une hétérogénéité d'habitats.
O n peut également envisager le sarclage du sol sur quelques centimètres afin de créer des trouées favorables à la germination de jeunes pieds de Gentiane ;Lhonoré (1998) préconise pour cela des surfaces d'au minimum 5-6m².

Avant d'entreprendre un programme global de gestion de la parcelle A, voir de l'ensemble de l'hippodrome, il est nécessaire de mettre en place des parcelles expérimentales afin, d'une part, de vérifier l'effet réel de la fauche sur la population de *Gentiana pneumonanthe* (et indirectement sur celle de *Maculinea alcon*), d'autre part, de déterminer précisément les modalités de mise en œuvre de l'outil de gestion.

On peut cependant, d'ores et déjà faire les recommandations suivantes :

-Pour les pieds de Gentiane situés au niveau des pare-feu (Layons situés entre les parcelles A et D, et, E et G), vérifier que l'entretien annuel se fait en dehors des périodes de floraison et de fructification de la Gentiane.

-La protection des pieds situés en bordure de piste (le long de la bordure Est de la parcelle A, le coin Nord-Ouest de la parcelle H, et le long de la bordure Sud de la parcelle I), cette dernière étant régulièrement entretenue, en particulier au cours de la saison estivale. Ceci pourrait se faire soit par la mise en défens de chaque zone à Gentiane (effet sur la dissémination des graines ?), soit par un élargissement des zones de bordure (déplacement des piquets vers l'intérieur de la piste)

C.Expérimenations :

1)Modalités testées :

●<u>Objectif 1</u> : favorisation des pieds déjà présents

-Absence de fauche : témoin.

-fauche sans export : effet du maintien des résidus de fauche sur le niveau trophique du milieu.

-Fauche avec export des résidus.

Deux hauteurs de fauche seront testées :45-50cm (hauteur de la zone de végétation basse où se trouvent la plupart des Gentianes) et 25-30cm (milieu très ouvert, hauteur approximative des pare-feu).

●<u>Objectif 2</u> : favorisation de la germination de nouveaux pieds

-Absence de sarclage : témoin.

-Sarclage du sol à proximité d'une zone de Gentiane :efficacité de la dissémination et de la germination des graines produites par les pieds proches.

-Sarclage du sol dans une zone isolée :présence de graines de Gentiane dans la banque de semence.

Soit un total de 8 modalités.

2)Aspects pratiques :

Les placettes seront pour des raisons pratiques carrées (plus adaptées à un suivi cartographique précis des pieds de Gentiane), et de surface 20m² (aire minimale en lande) ;pour les expériences de sarclage, des parcelles de 10m²seront peut être suffisantes.
Pour des raisons statistiques, 3 réplicats de chaque modalité seront nécessaires, ce qui porte le total à 24 placettes expérimentales.
Les placettes de fauche seront localisées dans des zones de végétation haute (70cm) et devront porter quelques pieds de Gentianes, tandis que les placettes de sarclage dans des zones de végétation basse(raisons pratiques :travail plus facile et moins long) et ne porter aucune Gentiane.

Etant donné la faible surface à faucher (360 ou 300m²), un fauche manuelle serait préférable à une fauche mécanisée qui entraînerait des coûts supplémentaires pour un gain de temps douteux, et un endommagement du milieu.

La période de fauche doit tenir compte de la floraison de *Gentiana pneumonanthe*, qui s'étend jusque début octobre, mais aussi de l'état d'engorgement du sol pour des raisons de portance (d'autant plus si une fauche mécanisée est tout de même adoptée) :il serait donc bon qu'elle ait lieu entre mi-octobre et mi-novembre.

La fréquence de fauche, qui dépend principalement de la vitesse d'évolution de la lande reste à déterminer :c'est le temps écoulé depuis la fauche jusqu'au moment où la hauteur de végétation devient limitante pour la Gentiane qui définira le rythme de fauche.

3)Suivi :

●<u>Au niveau de l'hippodrome</u> :

Poursuite des inventaires de *Gentiana pneumonanthe* et de *Maculinea alcon* ;bien qu'il soit assez fastidieux, il serait bon d'étendre le travail de comptage des œufs à l'ensemble de l'hippodrome afin de se faire une idée plus juste de la situation du papillon.
Le premier essai peu concluant de la méthode d'échantillonnage pose la question du bien-fondé de sa poursuite.

●<u>Au niveau de chaque placette expérimentale</u> :

-suivi du nombre de Pieds de Gentiane
-suivi du nombre de boutons floraux par pied
-suivi de la hauteur de végétation
-comptage des œufs de *Maculinea alcon*
-Suivi des espèces végétales présentes : il faudra notamment être attentif à une banalisation de la végétation avec la dominance des Graminées, signe d'une fauche trop récurrente.

Une cartographie fine de chaque placette sera réalisée afin de suivre chaque pied de Gentiane de façon individuelle.

Il faudra attendre une durée minimum de 3 à 5 ans (temps nécessaire à une floraison optimale des pieds de Gentiane dans de bonnes conditions) avant de tirer toute conclusion sur l'effet des traitements appliqués.

La réduction du nombre de boutons floraux développé par pied de Gentiane étant le premier signe d'une fermeture du milieu néfaste à la plante ,ce paramètre étant de plus fortement corrélé à la hauteur de la végétation, représente sans doute un bon indicateur de l'état de la population de *Gentiana pneumonanthe*.

CONCLUSION :

Tout travail de conservation de l'espèce *Maculinea alcon* s'appuie inévitablement sur la protection de son habitat humide et ouvert et plus particulièrement de ses hôtes, *Gentiana pneumonanthe* et *Myrmica scabrinodis*.

Dans le cas de l'Hippodrome de Mespras, quoique les espèces soient toutes trois présentes, on a pu mettre en évidence l'état inquiétant des populations du papillon et de sa plante-hôte.

Tout semble indiquer que c'est l'abandon de toute pratique d'utilisation de la lande et donc la fermeture de celle-ci par la dominance d'une strate ligneuse qui est préjudiciable à la Gentiane, et donc indirectement à l'Azuré des mouillères.

Le programme de gestion conservatoire de la population de *Maculinea alcon* devra donc consister en un rajeunissement du système, c'est à dire concrètement en une ouverture de la lande afin de favoriser le développement de la population de *Gentiana pneumonanthe* en terme d'effectif et de capacité de floraison.

La fauche associée à un sarclage du sol semble être le mode de gestion le plus adapté à la situation et des expérimentations seront menées sur une partie du site afin de vérifier l'effet réel de cet outil de gestion. s'il se révélait efficace, il faudrait, cependant prendre en considération d'autres espèces patrimoniales telles que le Damier de la Succise ou le Buzard cendré qui ont été signalés sur le site avant d'envisager une gestion globale de l'hippodrome.

BIBLIOGRAPHIE

BAUDRAN C.(2000), « L'Azuré des mouillères sur les landes de Mespras-Etude d'une population de *Maculinea alcon*, sur l'hippodrome de la forêt domaniale du Gâvre, en vue d'une gestion adaptée à sa conservation »,Bureau d'études régional SID Loire Atlantique et Vendée ONF.

GOUNOT M.(1969), « Méthodes d'analyse quantitative de la végétation »,Masson et Cie.

LHONORE J.(1998), « Biologie, écologie et répartition de quatre espèces de lépidoptères protégés(Lycaenidae, Satyridae) dans l'ouest de la France », rapport d'étude de l'OPIE, volume 2.

ONF, WWF, Muséum d'histoire naturelle (1994), « Inventaire de la faune menacée en France ».

POINSOT D., CANARD A., (2000), « Boîte à outils statistiques »,université de Rennes1.

RAMEAU J.C., MANSION D., DUME G., (1989), « Flore forestière Française-Plaines et collines ».

ANNEXES

Annexe 1 :Hauteur de végétation

●**Tableau 1 :** nombre de points échantillonnés et hauteur moyenne par zone délimitée sur la parcelleA

Zone	Nb de points échantillons	Hauteur moyenne (cm)	Variance
1	60	46	133.2
2	60	76	112.2
3	30	78	118.3
4	20	70	205.3
5	10	74	121.1
6	10	70	211.1

●Comparaison de hauteur moyenne entre différentes zones :

-Zones 1 et 4 : 4 significativement plus haute que 1
Z=6.79, n1=60, n4=20, p<0.001
-Zones 3 et 4 : 3 significativement plus haute que 4
Z=2.12, n3=30, n4=20, p<0.004
-Zones 3 et 6 : aucune différence significative
Z=1.598, n3=30, n6=10, p>0.05
-Zones2 et 4 : NS
Z=1.72, n2=60, n4=20, p>0.05
-Zones 5 et 4 : NS
T=0.77, n5=10, n4=20, 28ddl
-Zones 3 et 2 : NS
Z=0.83, n3=30, n2=60, p>0.05
-Zones 2 et 5 : NS
Z=0.99, n3=30, n5=10, p>0.05
-Zones 3 et 5 : NS
Z=0.99, n3=30, n5=10, p>0.05
-Zones 5 et 6 : NS
T=0.69,n5=10, n6=10, 18ddl
-Zones 5 et 4 : NS
T=0.77, n5=10, n4=20, 28ddl

●**Tableau 2** : Effectif (nombre de points échantillons) par classe de hauteur

Hauteur / Zones	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120
1	0	1	4	11	24	14	5	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	5	14	23	11	5	1	1
3	0	0	0	0	0	1	6	11	7	5	0	0
4	0	0	0	0	3	8	5	4	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	5	2	2	1	0	0
6	0	0	0	0	0	3	9	4	4	0	0	0

<u>Annexe 2</u> : Inventaire Gentiane

●Parcelle A :

Tableau 3 : paramètres mesurés par zone à gentianes présente sur la parcelleA

Zone	Nb de pieds de Gentiane	Hauteur moyenne (cm)	Nb moyen de boutons floraux	Nb d'œufs de *M.a.*
1	4	28.7	3	24
2	2	19	0.4	0
3	2	30	5.5	18
4	2	16.2	1	0
5	4	28.1	1	0
6	7	41.1	3.4	3
7	1	32.5	1	0
8	5	25.5	3	0
9	2	32.5	3.5	0
10	2	31.25	2.5	0
11	3	32.5	3.3	0
12	24	31.25	2.4	58
13	14	39.8	5.7	0
14	3	35.8	1.3	0
15	3	23.3	1	17
16	6	24.2	4.7	115
17	5	25.5	2.2	97
Total	89	32.4	3.1	332

●Echantillonnage :

Tableau 4 :paramètres mesurés sur les Gentianes des placettes d'échantillonnage

Placette n°	Nb de Gentianes	Hauteur(cm)		Nb de boutons		Nombre d'œufs	
		Moyenne	Variance	Moyenne	Variance	Moyenne	Variance
1 à11	0	0	0	0	0	0	0
12	3	23.3	18.05	1	0	5.6	36.23

●Ensemble de l'hippodrome :

Tableau 5 :Effectif de Gentianes par parcelle

Parcelle	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total
Nb de Gentianes	89	21	2	68	8	15	2	26	17	0	157

<u>Annexe 3</u> : Lien hauteur végétation/Gentiane

●**Tableau 6** :Regroupement des zones à Gentianes appartenant à la même hauteur de végétation

Végétation Zone	Hauteur	Zones Gentianes	Nb de Gentianes	Hauteur moy Gentiane(cm)	Nb moy bout floraux
0	30	1-2-16-8-13	31	33.5	3.5
1	46	3-4-6-7-9-10-11-12-15-17	51	31.9	2.6
4	70	/	0	0	0
6	70	/	0	0	0
5	74	/	0	0	0
2	76	5	4	28.1	1
3	78	14	3	35.8	1.3

●Corrélation entre les différents paramètres :

Tableau 7 : Hauteur végétation / Nb Gentianes :

	Hauteur végétation	Nombre de Gentianes
Moyenne	62.3	14.8
Variance	387.87	453.37

(n=6, 4ddl)

Tableau 8 :Hauteur végétation / Nb boutons floraux :

	Hauteur végétation	Nb de boutons
Moyenne	57.5	2.1
Variance	550.3	1.35

(n=4, 2ddl)

Tableau 9 :Hauteur végétation / hauteur Gentiane :

	Hauteur végétation	Hauteur Gentiane
Moyenne	57.5	32.3
Variance	550.3	10.5

(n=4, 2ddl)