LE ROHIC Cindy
ENSA 2

Etude sur les Odonates et les Lépidoptères de la Grande Cariçaie

STAGE EN ENTREPRISE
Juillet-Août 2001

Grande Cariçaie
Champ-Pittet
1400 Yverdon-les-Bains

REMERCIEMENTS

- Je remercie toute l'équipe du G.E.G pour son accueil si chaleureux et sympathique:

  Catherine, pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce stage,

  Christian et Philippe, pour leurs aides respectives lors de la réalisation de l'historique de l'entretien des parcelles,

  François, pour son aide dans mes recherches sur l'entretien et pour avoir donné un peu de son temps sur le terrain concernant les zones les plus difficiles d'accès,

  Michel, pour m'avoir fait découvrir les plaisirs du baguement des oiseaux,

  Christophe, pour son aide sur les subtilités de l'informatique et lors de mes nombreux « bugs » sur les ordinateurs au cours de la rédaction de ce rapport,

  Liliane, pour sa joie de vivre.

- Merci également aux stagiaires:

  Laetitia, pour ses sorties en barque mémorables...

  Merci beaucoup à Véronique et Mélanie pour leurs aides quotidiennes trop nombreuses à énumérer ici,

  Un grand merci à Véronique, ma "co-équipière de choc" sans qui, les sorties sur le terrain auraient paru plus fades,

- Un merci tout particulier à Krysia, pour son talent, sa générosité et sa bonne humeur.

- Enfin, (toujours garder le meilleur pour la fin!) je souhaite remercier particulièrement Antoine Gander, mon maître de stage, pour sa bonne humeur, sa patience face à mes montagnes de questions, son savoir et la façon dont il le transmet, ses sorties chauve-souris si éducatives...et sans qui, je n'aurais jamais appris à manier aussi bien le filet à papillon!

SOMMAIRE

INTRODUCTION ---------- 1

I- La Suisse: présentation et organisation ---------- 2

A- La Suisse en quelques mots ---------- 2

B- Organisation politique de la Suisse ---------- 2

II- Le lac de Neuchâtel et ses alentours ---------- 5

A- Le moyen-Pays occidental ---------- 5

B- Le lac de Neuchâtel ---------- 6

III- La Grande Cariçaie ---------- 8

A- Présentation ---------- 8

B- Bases légales et protection de la Grande Cariçaie ---------- 10

C- La gestion de la Grande Cariçaie ---------- 11

IV- Etude sur les invertébrés de la Grande Cariçaie ---------- 15

A- Suivi de l'extension des populations marginales d'agrion délicat ---------- 15

B- Recensement de deux espèces de Rhopalocères: l'azuré des paluds et le grand nègre des bois et analyse de leurs populations vue sous l'angle de l'entretien ---------- 21

V- Autres activités réalisées pendant la période de stage ---------- 37

CONCLUSION ---------- 38

BIBLIOGRAPHIE ---------- 39

INTRODUCTION

Ce travail s'inscrit dans un stage de 2 mois passé en Suisse, dans le Centre d'Etude et de Gestion de la Grande Cariçaie. Il porte sur l'étude des populations d'une espèce de libellule, l'agrion délicat et de deux espèces de papillons, l'azuré des paluds et le grand nègre des bois. D'autres activités ont également contribué à la diversité de cette expérience. Afin de replacer ce stage dans son contexte, une brève présentation de la Suisse et de ses institutions ainsi que la description de la Grande Cariçaie précèderons les résultats de ce travail.

I- La Suisse: présentation et organisation

A- La Suisse en quelques mots

Située entre l'Allemagne, l'Autriche, la Principauté du Liechtenstein, l'Italie et la France, la Suisse est une nation multiethnique et multilingue. En effet, quatre langues nationales se partagent le territoire (le français, l'allemand, l'italien et le romanche).
Sur une surface réduite (41 293 km^2), ce pays présente différents types de paysages, du bassin molassique (300m) jusqu'aux hautes Alpes (4634m). Il est sous l'influence de divers climats, océanique (Jura et Plateau), méditerranéen (sud des Alpes) et continental (Vallées internes des Alpes). Comme dans la plupart de l'Europe, la Suisse voit ses zones naturelles régresser. Depuis 1800, elle a perdu environ 90% de ses milieux humides. Cette évolution peut résulter des travaux d'amélioration foncière ou de construction d'infrastructures pour l'urbanisation, les transports et le tourisme. De plus, les activités agricoles et forestières non appropriées (drainage, rectification de lisières...) peuvent porter atteinte à l'aspect et à la valeur écologique d'un site. Actuellement, les sites marécageux ne représentent plus que 2% du territoire.

B- Organisation politique de la Suisse

Depuis 1848, la Suisse est un Etat fédéral. Ainsi, un partage des compétences s'est effectué entre un Etat central: la Confédération qui gère les affaires d'importance nationale et des Etats fédérés: les cantons. La constitution fédérale est le fondement juridique de la Confédération. Elle contient les grands principes qui régissent le fonctionnement de l'Etat. Elle garantit les libertés fondamentales des individus et la participation du peuple à la vie politique, répartit les tâches entre la Confédération et les cantons et définit les attributions des autorités.
La structure fédéraliste de l'Etat comporte trois niveaux politiques:
- la Confédération
- les cantons
- les communes

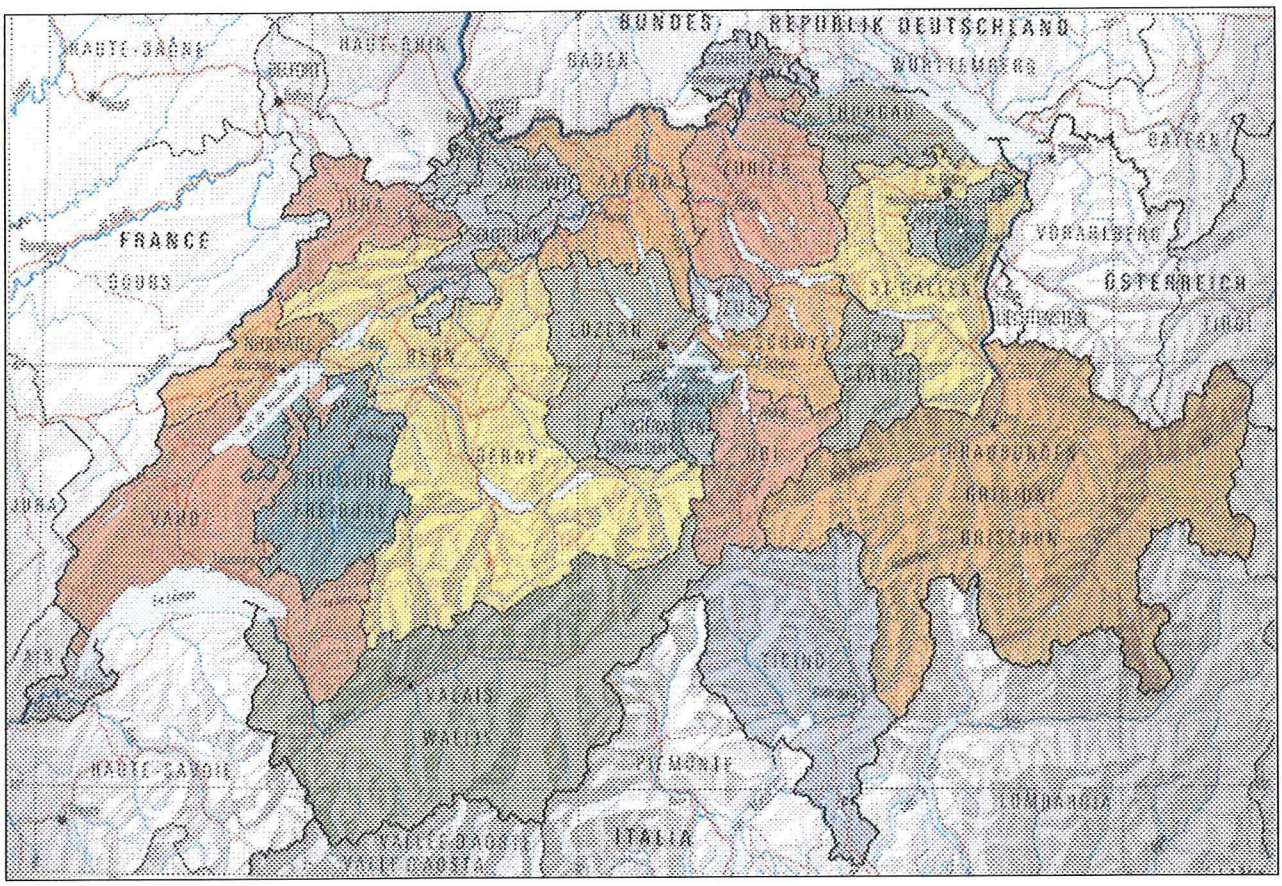
1- La Confédération et ses fonctions en matière de protection de l'environnement

La confédération désigne l'Etat Central en Suisse. Ses compétences sont déterminées par la constitution fédérale. La Confédération intervient notamment en matière de politique étrangère, de politique de sécurité, de douanes, de monnaie et de législation lorsqu'elle s'applique à tout le territoire national, en particulier la législation environnementale. Ainsi, elle est à l'origine de la Loi Fédérale sur la Protection de la Nature (LPN) dont découle l'obligation d'effectuer un certain nombre d'inventaires de milieux prioritaires. Il en résulte plusieurs ordonnances d'applications, dont celle des zones humides.

Le conseil fédéral confie à l'Office Fédéral de l'Environnement des Forêts et du Paysage (OFEFP) le soin de dresser des listes rouges des espèces menacées de Suisse. En tant qu'outils de la politique de protection de la nature, les listes rouges montrent à quel pourcentage les espèces animales et végétales recensées sont considérées comme menacées et pour quelles espèces, des mesures urgentes de protection s'imposent. Pour la faune, le statut des espèces comprend plusieurs catégories par degré de menace (espèces éteintes ou disparues, en danger d'extinction, très menacées, menacées, potentiellement menacées et espèces non menacées).

2- Les cantons

La Suisse comporte 23 cantons. Trois d'entre eux sont constitués de deux demi-cantons: Unterwald, Appenzell et Bâle. Les cantons sont des Etats qui se sont réunis en 1848 pour donner naissance à la Confédération en lui transmettant une partie de leur souveraineté.
Chaque canton possède sa propre constitution, son gouvernement, son parlement et ses tribunaux.



Carte 1: subdivision politique de la Suisse (Atlas des oiseaux nicheurs de Suisse, Station ornithologique de Sempach, 1998)

3- Les communes

Les cantons sont divisés en communes politiques. Il en existe actuellement 2904. Près d'une commune sur cinq dispose de son propre parlement. La grande majorité d'entre elles pratique encore la démocratie directe au sein de l'assemblée communale.
En plus des tâches qui leur sont attribuées par la Confédération et les cantons, telles que la tenue du registre des habitants ou la protection civile, les communes ont des compétences propres, notamment en matière d'instruction, de prévoyance sociale, d'approvisionnement en énergie, d'infrastructures routières, d'aménagement du territoire et d'impôts.
Ce sont les cantons qui décident du degré d'autonomie des communes, lequel varie de ce fait considérablement d'un canton à l'autre.

II- Le lac de Neuchâtel et ses alentours

A- Le Moyen-Pays occidental

La Suisse peut être divisée en trois entités géomorphologiques dominantes: le Jura, le Plateau (Moyen-Pays) et les Alpes. Ces trois zones correspondent aux régions biogéographiques pour la flore.

Photographie 1: photographie aérienne des lacs subjurassiens (Atlas des oiseaux nicheurs de Suisse, Station ornithologique de Sempach, 1998)

La photographie aérienne montre la région des lacs subjurassiens. A gauche, le lac de Neuchâtel dont la rive nord-ouest délimite la frontière entre le plateau et le Jura. Dans le bord supérieur de la photographie se trouve le lac de Bienne puis, juste à l'est du lac de Neuchâtel, on distingue la forme presque rectangulaire du lac de Morat.

Du point de vue géologique, le Plateau correspond à un bassin s'approfondissant à l'approche des Alpes. Durant près de trente millions d'années, les sédiments issus de l'érosion alpine s'y sont déposés. Consolidés, ces gravats ont donné naissance aux roches molassiques (poudingues, grès et marne essentiellement) dans lesquelles s'est forgé le relief du Moyen-Pays. Ces roches sont en général largement recouvertes d'une couche meuble provenant de dépôts morainiques et de sédiments fluviatiles.

Le Moyen-Pays occidental possède un climat tempéré de type océanique, tel que la somme des précipitations annuelles y atteint 800 à 1200 mm. Les régions à l'abri des précipitations jouissent par contre de conditions relativement sèches et douces.

L'exploitation touristique des lacs subjurassiens et de leurs environs a fortement augmenté ces dernières décennies. De nombreuses communes de la rive sud-est du lac de Neuchâtel offrent de vastes campings et des ports de plaisance. Toutefois, le caractère rural du Moyen-Pays occidental a été conservé presque partout et le paysage est encore peu urbanisé.

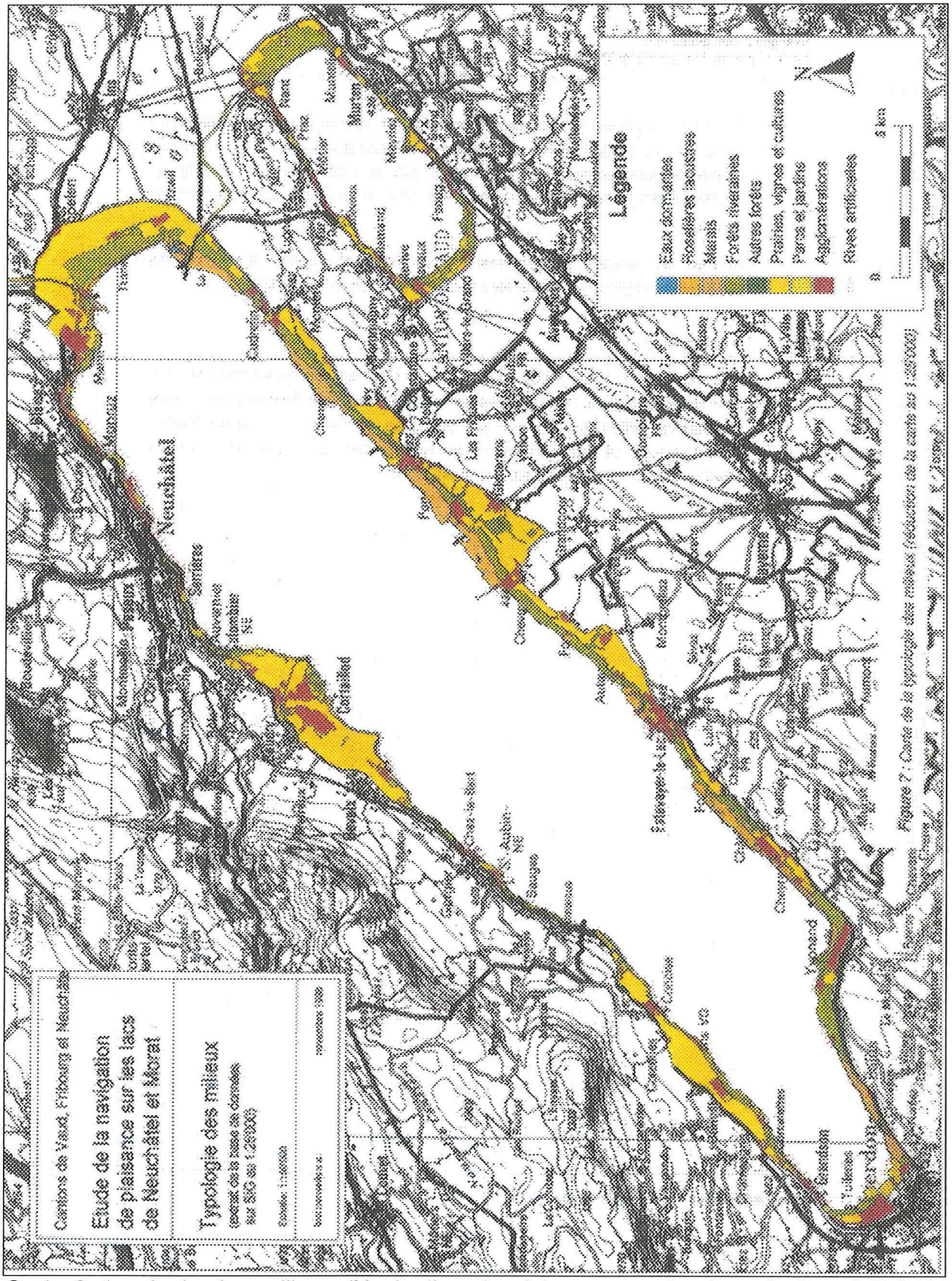
B- Le lac de Neuchâtel

1- Présentation

Avec une surface de 217,9 km^2, le lac de Neuchâtel est le plus grand des lacs se trouvant entièrement sur territoire Suisse. Son importance dépasse les limites régionales, que ce soit comme fournisseur d'eau potable, sur le plan de l'économie piscicole ou comme vaste réserve pour les plantes et les oiseaux. Les cantons de Neuchâtel, Fribourg, Vaud et Berne se partagent son bassin versant de 2670 km^2.
Le lac s'étend parallèlement à la première chaîne du Jura. Les vents étant forts, le lac de Neuchâtel est régulièrement brassé, ce qui conduit à des phénomènes d'érosion.

Le lac en chiffres	
Surface	217,9 km^2
Profondeur maxi.	152 m
Niveau moyen	429,30 m
Amplitude annuelle	90 cm en moyenne

2- Typologie des rives du lac



Carte 2: typologie des milieux (Navigation de plaisance sur les lacs de Neuchâtel et Morat; Etat des lieux, Biol. Conseils s.a., 1999)

De vastes milieux naturels s'étendent sur les rives du lac de Neuchâtel. Ils abritent une flore et une faune riches et diversifiées. Ainsi, roselières, cariçaies et forêts riveraines représentent presque 2000 ha de rive. Ces milieux sont entrecoupés de zones aménagées ou construites, essentiellement pour le tourisme et les loisirs couvrant 1160 ha de rive (plages, ports, résidences, campings).

La rive sud est moins aménagée que la rive nord. C'est sur celle-ci que prit naissance une des plus grandes zones humides de Suisse: **la Grande Cariçaie** que se partagent les cantons de Vaud, Fribourg, Neuchâtel et Bern.
Sur cette zone naturelle, les marais couvrent 750 ha et les forêts riveraines 800 ha. Le milieu naturel est complété en aval par 2300 ha de hauts-fonds lacustres en partie colonisés par des herbiers de macrophytes (potamots et characées) et côté amont par 300 ha de forêts de pente, qui ont colonisé des falaises de molasse de l'ancien rivage du lac. Les marais se composent actuellement de 30% de roselières, de 50% de prairies à grands carex et de 20% de prairies à petits carex, d'où le nom de Grande Cariçaie, sous lequel ces rives sont aujourd'hui connues.

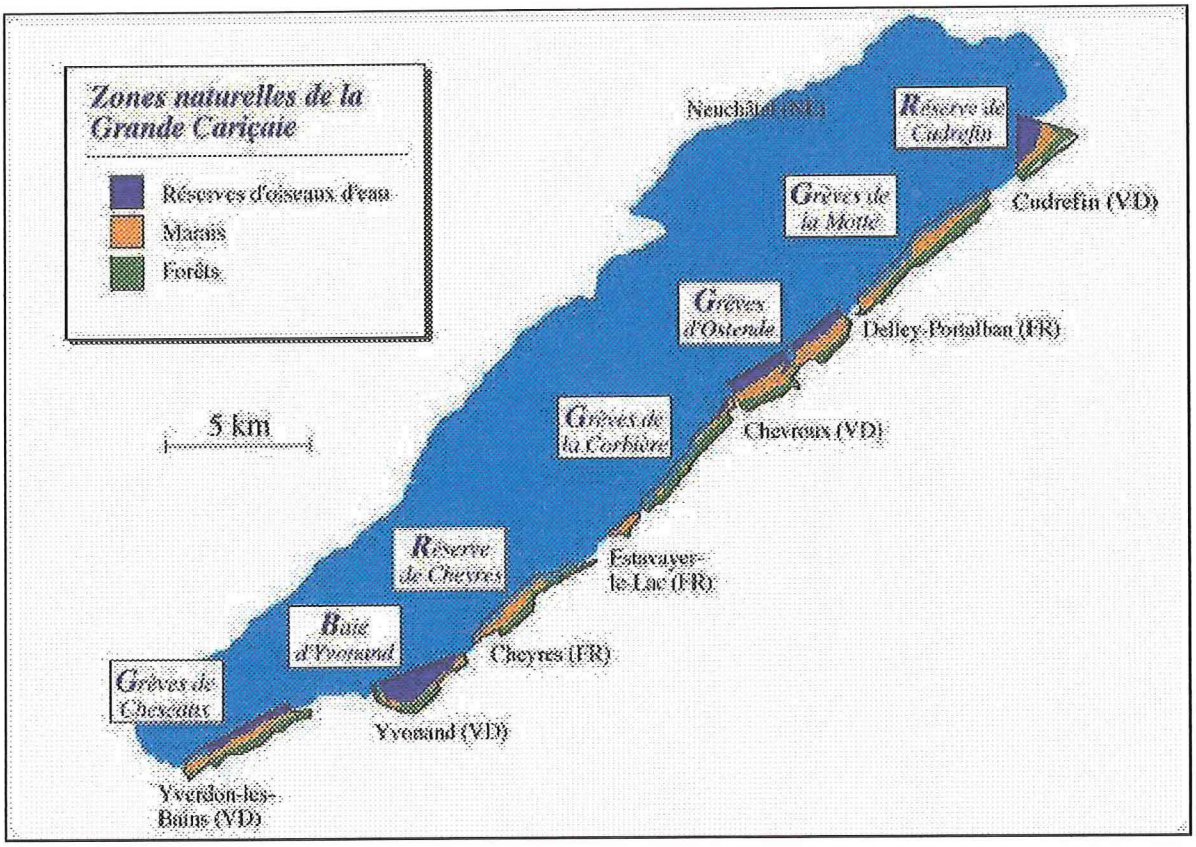
III- La Grande Cariçaie

A- Présentation

La ceinture marécageuse de la Grande Cariçaie s'étend sur une longueur de quelque 40 km entre Yverdon-les-Bains au sud-ouest et le canal de la Thielle au nord-est, sur la rive sud du lac de Neuchâtel. Cette zone humide s'est développée à la fin du 19e siècle sur des grèves sablonneuses exondées par un abaissement artificiel de 2,7 m du niveau du lac (première correction des eaux du Jura, 1868-1891). La végétation pionnière d'origine a rapidement évolué vers des milieux palustres. A partir de 1970, l'évolution spontanée des marais vers la forêt a été accélérée par une stabilisation artificielle et renforcée des fluctuations du lac. Actuellement, elle constitue le plus grand marais lacustre de Suisse.

Photographie 2: vue aérienne de la Grande Cariçaie (Cudrefin)

La Grande Cariçaie comprend 7 grandes zones naturelles (secteurs) s'étendant sur la rive sud.



Carte 3: les zones naturelles de la Grande Cariçaie (www.grandecaricaie.ch)

B- Bases légales et protection de la Grande Cariçaie

Sa protection légale n'est pas encore définitivement acquise, mais elle est d'ores et déjà reconnue "réserve biogénétique du Conseil de l'Europe", "**site Ramsar**" (convention internationale sur la protection des lieux humides). Elle figure dans quatre inventaires d'importance nationale :

- l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale et celui sur les bas-marais d'importance nationale, découlant de la LPN.

- l'inventaire des sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale, fondé directement sur l'article 24 de la constitution fédérale, modifié en 1987, suite à l'acceptation par le peuple suisse de l'initiative Rothenthurm. Cet inventaire élargit la protection non seulement aux biotopes mais aussi au paysage dans lequel il s'insère.

- l'ordonnance fédérale sur les réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance nationale (OROEM), fondée sur la loi fédérale sur la chasse et la protection des mammifères et des oiseaux sauvages et qui oblige la Confédération à délimiter des réserves de ce genre nouveau. En effet, la Suisse a ratifié en 1975 la convention relative aux zones humides d'importance internationale signée à Ramsar.

C- La gestion de la Grande Cariçaie

1- Les acteurs de la gestion (graphique 1)

En 1982, les Etats de Fribourg et de Vaud ont, par convention, confié l'entretien des zones naturelles de la rive sud du lac de Neuchâtel à une association de protection de la nature, Pro Natura (Ligue Suisse pour la protection de la nature). Les cantons et les associations conviennent d'œuvrer pour la protection et la gestion des zones naturelles de la rive sud.
La convention s'applique à une surface de 875 ha, c'est à dire aux zones naturelles appartenant aux deux cantons, ainsi qu'à Pro Natura.

Dans ce périmètre, l'objectif prioritaire est la protection de la nature. La convention détermine la mise en place de mesures de gestion appropriées à chaque milieu. Elle prévoit entre autre l'entretien des marais, le suivi scientifique, l'information du public et la gestion administrative et financière du projet.
Sur le plan des finances, la Confédération apporte, sous forme de subvention, la plus grosse part du budget annuel (65-78%) qui s'élève à plus d'un million.

La convention institue deux organes:
- un organe de décision
- un organe d'exécution

➢**La Commission de gestion** est l'organe de décision, notamment sur le plan du programme et celui des finances. Sa composition (3 représentants de la Confédération, 3 de chaque canton et 3 des associations) est à la base d'une coopération entre services de la Confédération, cantons et associations. Elle est consultée par les cantons pour tout projet touchant les zones naturelles, notamment en matière d'aménagement du territoire.

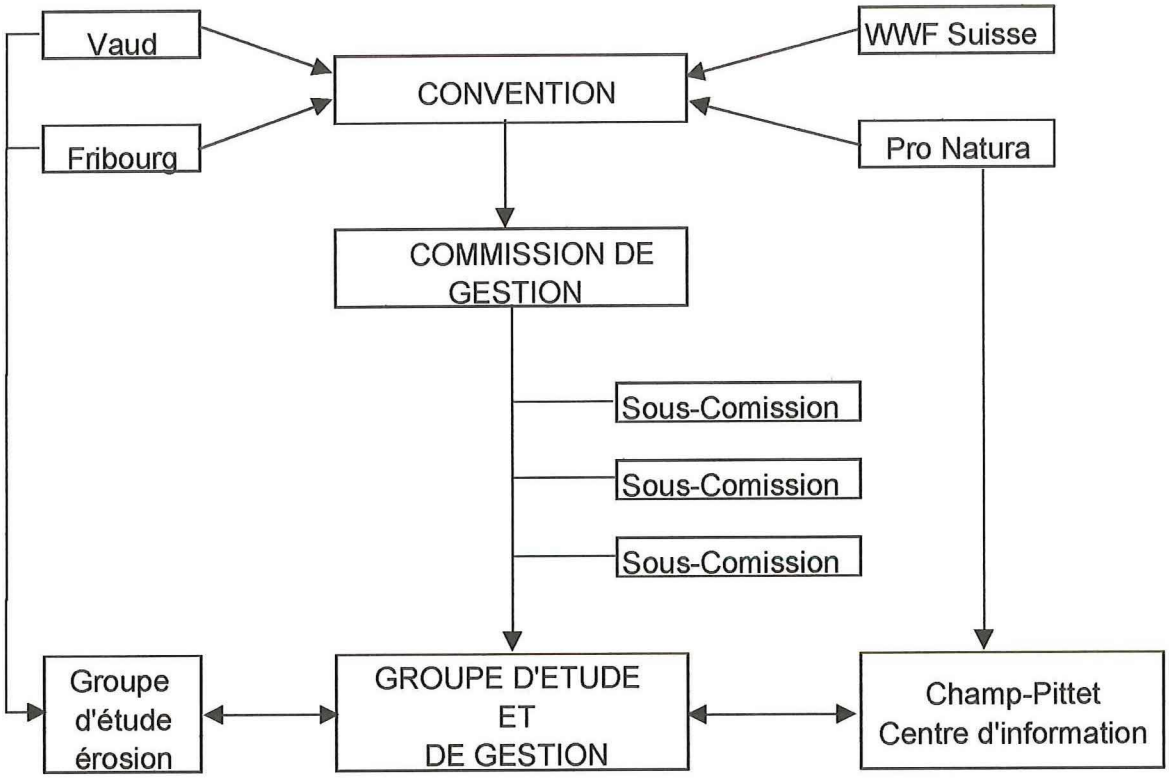
➢**Les Sous-Commissions** scientifique, forestière et d'information assistent la Commission de gestion dans ses tâches techniques, comme la gestion des forêts dans les zones naturelles, la politique d'information ou le suivi scientifique des travaux d'entretien.

➢**Le Groupe d'étude et de gestion (G.E.G)** est l'organe exécutif de la convention. Il est chargé de la planification et de la réalisation de l'entretien, du suivi scientifique et de l'information du public ainsi que de la gestion administrative et financière.

➢**Les cantons de Vaud (VD) et Fribourg (FR)** sont responsables de la gestion des forêts, de la mise en œuvre de la lutte contre l'érosion et de la création des réserves. Ils assument leurs compétences en matière de police (aménagement du territoire, forêts, eaux, faune).

➢**Le Groupe d'étude érosion** est formé de représentants des cantons. Il est chargé de l'étude et de la réalisation de solutions au problème de l'érosion des rives.

➢**Le Centre Pro Natura de Champ-Pittet** informe le grand public sur la protection de la nature en général et sur la valeur de la Grande Cariçaie.



Graphique 1: les acteurs de la gestion de la Grande Cariçaie

2- Les tâches du Groupe d'étude et de gestion (G.E.G)

- **Présentation**

Institué par la convention en 1982, le Groupe d'étude et de gestion est l'organe exécutif du projet. Il est subordonné à la Commission de gestion pour les décisions fondamentales et pour l'approbation des programmes annuels et des budgets correspondants. Les quatre volets de son cahier des charges comprennent une foule d'activités dirigées vers l'objectif de protection de la Grande Cariçaie. Pour les réaliser, il emploie 8 personnes pour un total de 6,5 postes. Chaque année, il a recours à plusieurs stagiaires et volontaires afin de s'acquitter de ses tâches scientifiques et d'entretien.

- **Composition**

Le G.E.G comprend 5 scientifiques biologistes: la responsable du groupe, des spécialistes (avifaune, invertébrés, flore) et le responsable de l'information. L'équipe est complétée par deux collaborateurs techniques (un architecte paysagiste et un forestier/menuisier) ainsi qu'une secrétaire (annexe 1).

- **Travaux effectués par le G.E.G**

Les travaux du G.E.G s'inscrivent dans une gestion intégrée des milieux avec pour principaux objectifs:
- conserver les milieux naturels dans leur état actuel et dans leurs dimensions.
- offrir aux communautés animales et végétales autochtones les conditions nécessaires à leur existence.
- priorité à la conservation de la surface des marais non boisés par rapport à celle d'autres milieux.
- priorité à la conservation des étangs et roselières à l'intérieur des marais non boisés.
- monitoring des espèces.

Les marais produisent de 2 à 15 tonnes de végétation par hectare et par an. Le dépôt de la litière au sol induit un atterrissement de ce dernier. Le marais s'assèche lentement et évolue spontanément vers la forêt. La régularisation du niveau du lac a accéléré ce phénomène naturel. Ainsi, diverses mesures d'entretien ont été décidées pour freiner cette dynamique ou pour ramener le milieu à un stade antérieur de son évolution. Un suivi scientifique permet d'évaluer l'impact de ces mesures.

a- *l'entretien des marais*

Un plan général d'entretien de 550 ha de roselières et de cariçaies fut élaboré. Aujourd'hui, tous les marais sont entretenus à l'exception des roselières lacustres (40 ha), des zones témoins (60 ha) et de rares secteurs inaccessibles (20 ha). Au départ, un gros effort de débroussaillement a permis de stopper l'avance de la forêt. De nombreux groupes de volontaires ont participé à ce travail. Depuis lors, un entretien mécanique permet de maîtriser la repousse des rejets de souche.
L'essentiel de l'entretien consiste en un fauchage régulier du marais, pour diminuer le dépôt de litière au sol. Il porte chaque année sur 120 à 130 ha: 80 ha de cariçaies sont fauchées à un rythme biennal et 350 ha de roselières et de cariçaies inondées, à un rythme triennal. Ce rythme d'entretien est le résultat de contraintes à la fois biologiques, techniques et financières. Afin de ne pas compromettre le cycle biologique des espèces de l'avifaune nicheuse, l'entretien se fait entre septembre et février sur des parcelles non contiguës de 3 à 4 ha. En effet, les zones fauchées sont inhospitalières pour la faune en raison de la repousse trop tardive de la végétation et de la structure défavorable la première année après la fauche.

b- *le suivi scientifique*

Conserver un patrimoine naturel est la lourde responsabilité que le groupe de gestion de la grande cariçaie doit assumer vis à vis de l'Etat et de la collectivité. On attend de lui qu'il prenne les mesures nécessaires pour assurer la pérennité d'un milieu que l'évolution naturelle conduit au boisement. Que soient garanties les conditions de vie de milliers d'espèces végétales et animales, aux exigences écologiques souvent pointues et quelques fois divergentes.

Constatant la présence de grandes populations d'oiseaux hivernants, l'autorité fédérale a délimité des réserves. Comment savoir si les mesures prises sont utiles, favorables, suffisantes, sinon en dénombrant les populations qui y séjournent et en analysant les résultats de façon critique?

Connaissant l'évolution rapide des milieux humides, un important programme d'entretien vise, par le fauchage, le débroussaillement, le recreusement, à ralentir leur banalisation, même à remonter le temps. Le rythme de ces travaux, leur ampleur, le mode de leur exécution sont-ils appropriés? Comment l'apprendre, sinon par une observation minutieuse de la réaction des biotopes et de leurs hôtes?

Les listes rouges nous permettent de connaître les espèces menacées, ou même sur le point de disparaître, parmi lesquelles certains invertébrés comme des libellules et des papillons. On ne peut penser tâche plus urgente que d'assurer à celles qui dépendent du marais, qu'elles trouveront ici, dans ces "réserves", les conditions dont elles ont besoin.

Le programme de surveillance scientifique est cadré de façon à répondre à ces interrogations. Le 20% du temps de travail du G.E.G y est consacré en plus de nombreux mois de travaux de stage et de mandats confiés à des spécialistes. La sous-commission scientifique dirige et vérifie ce suivi; elle veille à l'accumulation des connaissances et à leur bonne exploitation. Composée notamment de représentants de toutes les universités romandes, elle forme une base de coordination et de stimulation pour une recherche plus fondamentale.

c- l'information du public

L'information du public est une tâche fondamentale de la protection, même si elle ne représente pas un investissement aussi important que les tâches d'entretien et de surveillance. A travers les médias et ses propres publications, le gestionnaire doit faire comprendre aux populations résidentes et de passage l'intérêt de la protection et de la gestion de la Grande Cariçaie. Il organise également l'accueil du public à l'intérieur des zones naturelles en les balisant, en construisant et en entretenant les infrastructures nécessaires pour les visiter, sans les dégrader.

IV- Etude sur les invertébrés de la Grande Cariçaie

Le travail de ce stage porte sur le suivi d'invertébrés qui s'inscrit dans le cadre du monitoring des espèces menacées sur la rive. Il a pour objectifs :

- le suivi de l'expansion des populations marginales d'une libellule, l'agrion délicat.
- le recensement de deux espèces de papillons, l'azuré des paluds et le grand nègre des bois ainsi que la prospection de nouvelles zones favorables.
- l'analyse des populations de l'azuré des paluds et du grand nègre des bois vue sous l'angle de l'entretien.

Tous les recensements sont réalisés avec la collaboration d'une autre stagiaire.

A- Suivi de l'extension des populations marginales d'agrion délicat (Ceriagrion tenellum)

1- Les libellules de la Grande Cariçaie

- ***De bons indicateurs***

De part leurs habitudes de vie, les libellules sont très liées aux milieux aquatiques. En effet, elles passent toute leur vie larvaire dans l'eau alors que l'adulte vole souvent à proximité de ce milieu. Comme prédateurs, elles jouent un rôle dans la régulation d'une partie de la faune de ces biotopes et comme proie, elles contribuent au maintien et au développement d'autres espèces animales. De plus, chaque espèce a des exigences particulières. Les adultes peuplent une zone humide bien spécifique (eaux courantes, lacs, étangs, mares superficielles...) et les larves, des microhabitats précis. Ainsi, la diversité de leurs peuplements révèle la variété des biotopes inondés et elles sont fréquemment utilisées comme indicateur de la valeur biologique du milieu.

- ***Une surveillance attentive***

Dans la Grande Cariçaie, les libellules font l'objet d'un effort d'inventaire important. Depuis le début du siècle, 48 espèces ont été observées, soit 60% des Odonates de Suisse. Parmi celles-ci, 15 espèces sont inscrites sur la liste rouge avec des degrés de menace divers. La connaissance des exigences de ces différentes espèces est importante car elle permet de prendre des mesures nécessaires à leur conservation et d'affiner la gestion des milieux humides.

2- Les populations d'agrion délicat

- ***Présentation de l'agrion délicat***

Photographie 3: accouplement d'agrion délicat (Les Odonates du canton de Genève; atlas de répartition et mesures de conservation, B. Oertli, E. Pongratz, 1996)

➢ Une libellule délicate

L'agrion délicat est une libellule (Odonate) appartenant à la famille des Coenagrionidae. L'adulte tient ses ailes repliées sur le dos au repos, c'est donc une Demoiselle (sous-ordre des Zygoptères). Son corps est grêle et l'espèce se reconnaît grâce à ses pattes orangées. Le mâle a l'abdomen rouge sans tache noire alors que la femelle possède souvent des segments marqués de noir. L'envergure des adultes varie entre 3 et 4 centimètres. Les adultes émergent à la fin du mois de mai jusqu'au milieu du mois d'août. Les œufs sont déposés sur la végétation immergée et la larve passe l'hiver à différents stades larvaires.
Par sa coloration rouge, l'agrion délicat ne peut être confondu qu'avec la petite nymphe à corps de feu. Cependant, les pattes de cette dernière sont noires.

➢ Une libellule exigeante pour son milieu de vie

L'agrion délicat n'est présent que dans 10 stations en Suisse situées pour la plupart sur le plateau, à une altitude comprise entre 350 et 500 m. Les larves vivent dans des eaux peu profondes, chaudes, bien exposées et oxygénées par un ruissellement léger. Ces caractéristiques ne semblent être réunies que dans certains bas-marais de plaine et plus précisément dans les prairies à choin noirâtre.

➢ Une espèce menacée

C'est en 1989 que les entomologues du G.E.G découvrent dans une clairière marécageuse de la réserve de Cheyres la présence du *Ceriagrion tenellum*, espèce menacée de disparition en Suisse et classée dans la liste rouge. La cause de la diminution des populations est liée au drainage de nombreux marais de plaine dans la première moitié du 20ème siècle. De plus, sur les dix populations connues aujourd'hui, deux sont au bord de l'extinction et quatre autres ont des effectifs annuels qui restent faibles. Il faut donc s'assurer que leur lieu de reproduction (surtout le biotope de ponte et de développement des larves) ne disparaisse pas. Des mesures de protection sont nécessaires à la survie de l'espèce:

- la mise sous protection des sites de reproduction de l'espèce.
- veiller au bon fonctionnement hydrique des prairies à choins qui doivent être inondées la majeur partie de l'année.
- conserver les structures typiques des schoenetum.
- contenir la dynamique de l'embroussaillement ainsi que la colonisation des prairies par les roseaux (unicité de la structure verticale).

3- Suivi de l'extension des populations: juillet 2001

- ***Matériel et méthode***

Le suivi de cette espèce consiste surtout à la rechercher plusieurs fois par an dans les prairies à choins inondées de la rive, milieu principal de reproduction de celle-ci. Antoine Gander (responsable du suivi invertébrés au sein du G.E.G) a adapté pour ces recensements, le protocole de suivi proposé par les réserves naturelles de France (B. Pont, J.-M. Faton, S. Pissavin, 1999) et ceci depuis 1997. Depuis 3 ans, des recensements réguliers en marge des zones principales de reproduction de l'agrion délicat est réalisé en vue de mesurer l'extension des populations marginales de l'espèce.

Les 16 zones à prospecter (un unique passage) sont définies sur des cartes aériennes de chaque secteur de la rive où sont également représentées les principales unités de végétation (roselière, prairie à laîche élevée, prairie à marisque, prairie à choin noirâtre...). Ces zones correspondent à des milieux potentiellement colonisables par l'agrion délicat, en marge des endroits déjà occupés par l'espèce. Elles sont de 2 sortes:
- les milieux de reproduction potentiel.
- les milieux de nourrissage potentiel.

Les zones sont nommées de la façon suivante (annexe 2):

Ex: 65 .20. 2

Coordonnées x (coordonnées nationales) — unité de végétation (prairie à molinie) — numéro de la zone

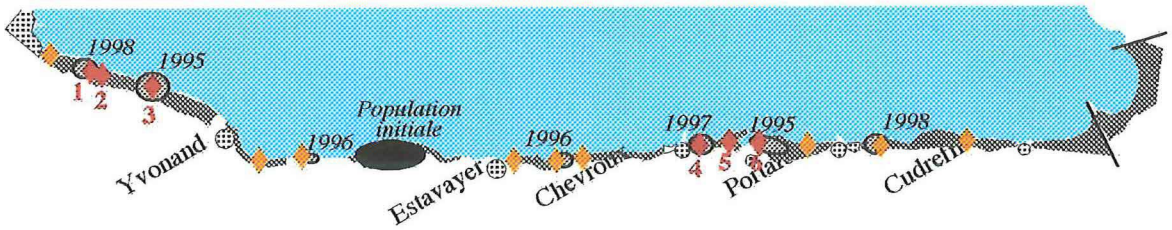
Nous procédons par comptage à vue en suivant un itinéraire rectiligne, si le milieu possède une structure linéaire (lisière) ou un itinéraire en "zig-zag", si le milieu couvre une surface plus importante. Pour chaque zone, nous effectuons un comptage des individus isolés, des accouplements ou des pontes (la femelle applique son abdomen contre la végétation). Nous obtenons ainsi une indication sur les lieux des différents types de colonisation de l'espèce.

Les comptages effectués sont relativement fiables du fait que l'agrion délicat se tient dans la végétation et se déplace peu (mimétisme avec la base des tiges rougeâtres du choin).
Dans la limite de nos compétences, nous recueillons des données qualitatives sur la présence d'autres espèces d'Odonates. Ainsi, tous les individus non déterminables à vue sont capturés au filet et identifiés à l'aide d'une clé de détermination.

La principale difficulté observée lors de ces recensements sont les conditions météorologiques. Elles s'avèrent importantes les jours précédents le relevé et le jour même du relevé pour obtenir des résultats reproductibles et comparables (conditions favorables aux libellules: température clémente, absence de vent, beau temps).

- ***Résultats du suivi effectué du 2 au 12 juillet 2001***

Sur l'ensemble des 15 zones parcourues, nous avons trouvé l'agrion délicat à 6 endroits.



Légende:

- zone avec observation de *Ceriagrion tenellum*
- zone sans observation de *Ceriagrion tenellum*

Graphique2: zones parcourues pour le recensement de l'agrion délicat sur les 7 secteurs de la rive

Secteur	Code de la station	Nb. individus isolés	Nb. de couples	Nb. total d'individus
1	42.14.1	11	17	45
	42. 6 .1	4	0	4
	43.14.1	10	2	14
5	59.18.1	6	1	8
	60.18.1	4	4	12
	61.20.1	2	0	2

Tableau 1: stations favorables à l'agrion délicat et effectifs rencontrés

- ***Discussion***

Sur les 6 zones comprenant l'agrion délicat, trois avaient déjà été signalées auparavant:

- **station 43.14.1**: station semblant favorable à l'espèce dès 1995. La population devient significative (effectifs supérieurs à 4 individus) dès 1997.
- **station 59.18.1**: l'espèce n'a été répertoriée qu'en 1996. Les résultats n'étant pas exhaustifs (effort d'échantillonnage, aléas du recensement), on ne peut pas conclure quant à l'absence de cette espèce entre 1997 et 2000.
- **Station 60.18.1**: l'espèce a été observée en 1998 et en 2000 (même remarque que ci-dessus).

L'agrion délicat n'a jamais été signalé dans les trois autres zones au cours des cinq dernières années. Ceci tend à démontrer qu'il s'agit bien de nouvelles stations de l'espèce. A l'exception de la station 61.20.1, les populations de ces six zones peuvent être qualifiées de significatives (plus de quatre individus). De plus, nous relevons systématiquement la présence d'au moins un couple (à l'exception de la zone 42.6.1). Les zones trouvées sont donc propices à la reproduction de l'espèce.

L'espèce n'avait jamais été signalée dans les 9 sites où nous ne l'avons pas observé cette année. A une exception près, celle de la station 57.20.1 (prairie à molinie) où un individu a été découvert en 1995, vraisemblablement un individu erratique.

A partir de ces résultats, nous ne pouvons pas tirer de réelles conclusions quant à l'extension des populations de *Ceriagrion tenellum* sur la rive. Il faut prendre des précautions pour comparer les données d'une année à l'autre.
D'une part, l'effort d'échantillonnage peut varier d'une année sur l'autre et influencer directement les résultats obtenus. D'autre part, il existe aussi un facteur "hasard" dans l'échantillonnage tel qu'une zone où la présence de l'espèce n'a pas été observée à un moment donné n'implique pas forcément qu'elle en soit absente.

Nos comparaisons avec les données des années précédentes n'étaient pas chose facile. En effet, les stations où l'espèce n'était pas observée ne donnaient lieu à aucune fiche de recensement et donc n'étaient pas répertoriées. Sur la base de données des invertébrés, les stations n' ont été codifiées que depuis 1999. Pour les données antérieures à cette date, seules les coordonnées permettaient de différencier les stations (latitude, longitude).

D'une façon générale, par manque de données sur la biologie de l'agrion délicat, on ne connaît pas la façon dont il choisit ses nouveaux territoires (besoin d'une surface minimale pour s'implanter dans un nouveau milieu par exemple).

Ce recensement aura néanmoins permis de confirmer une présence stable de l'espèce dans trois sites déjà répertoriés ainsi qu'une probable colonisation de trois nouvelles stations proches de zones déjà colonisées. La poursuite du suivi ces prochaines années permettra de vérifier si ces stations s'avèrent propices à l'expansion de l'agrion délicat à long terme.

B- Recensement de deux espèces de Rhopalocères: l'azuré des paluds (Maculinea nausithous) et le grand nègre des bois (Minois dryas) et analyse de leurs populations vue sous l'angle de l'entretien

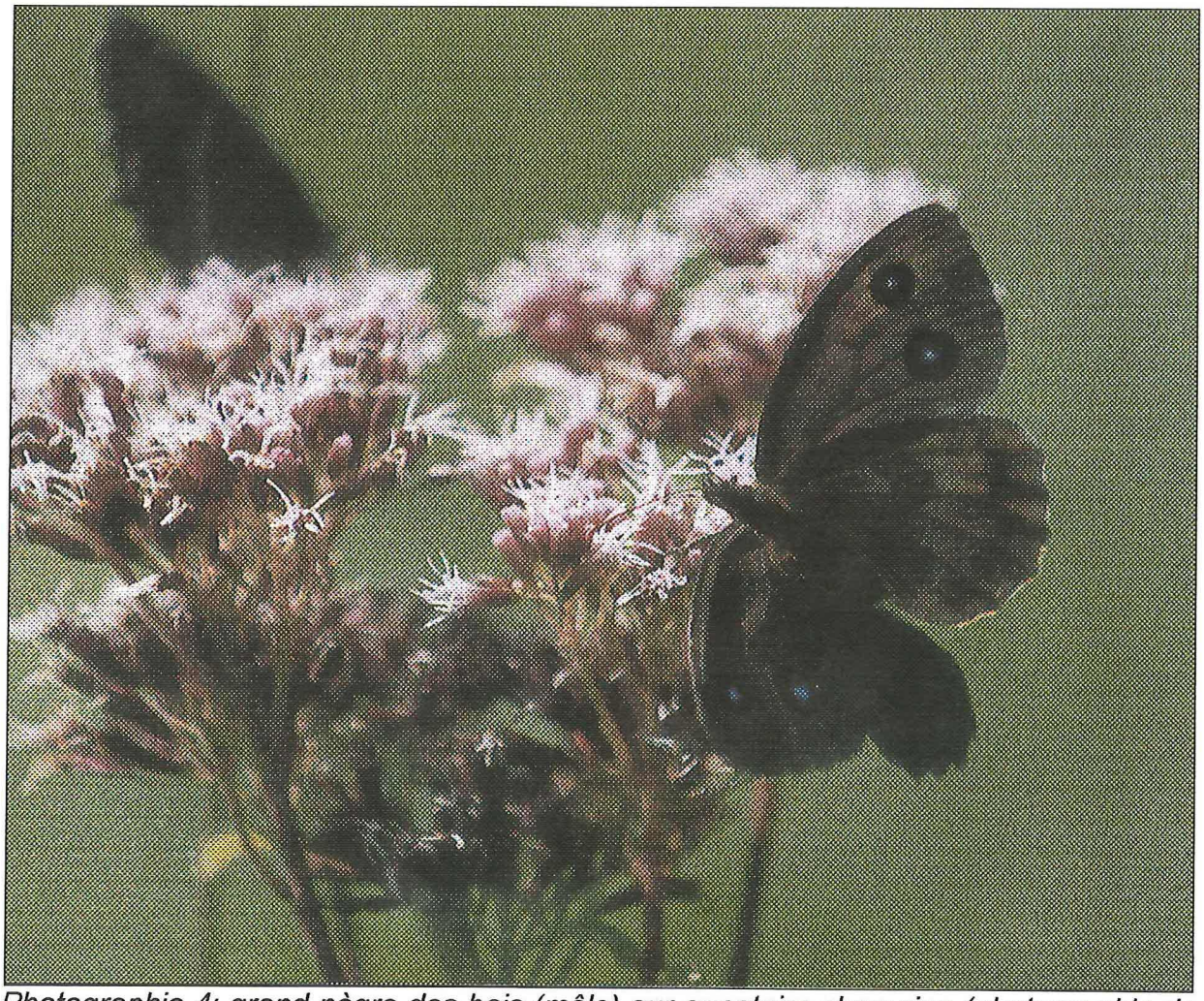
1- Les papillons de la Grande cariçaie

Jusqu'en 1996, 715 espèces de Lépidoptères ont été inventoriées, soit 70% des espèces potentiellement présentes. Parmi celles-ci, on trouve 56 espèces de papillons diurnes (Rhopalocères) dont 21 sont inscrites sur la liste rouge des espèces menacées en Suisse (6 d'entre elles semblent avoir disparues de la Grande Cariçaie; Mulhauser, 1997).

La rive sud du lac de Neuchâtel constitue un refuge pour un grand nombre de papillons du plateau Suisse. Elle est un des derniers grands milieux naturels de basse altitude propice à leur reproduction (petit sylvain, demi-deuil...).
Cependant, la plupart des papillons de jours sont menacés au sein même de la rive. C'est le cas des espèces inféodées aux prairies sèches constituant de rares îlots au sein de l'écosystème. A l'opposé, les espèces liées aux zones humides sont celles qui ont développé les populations les plus prospères grâce à la mosaïque de prés humides et de forêts riveraines présente sur la rive (azuré des paluds, grand nègre des bois).

2-Les populations de l'azuré des paluds et du grand nègre des bois

- ***Présentation du grand nègre des bois***



Photographie 4: grand nègre des bois (mâle) sur eupatoire chanvrine (photographie de Krysia Krzyczkowska)

➢ Majestueux papillon brun

Le grand nègre des bois est un papillon diurne (Rhopalocère) appartenant à la famille des Satyridae. Cette espèce imposante (54 à 70mm d'envergure) se reconnaît immédiatement à ses ocelles bleues. Le mâle est noir, la femelle plutôt brune et possède un bord externe des ailes postérieures plus ondulé. Il vole en juillet et août. La femelle pond ses œufs un à un dans la végétation. Sur la rive, la chenille semble monophage. Elle se nourrit exclusivement de molinie, espèce caractéristique du Molinietum. Elle est également citée sur le *Carex acutiformis* et *Calamagrostis epigeios* (G. Ebert, 1991).

➢ Un milieu vital particulier

En Suisse, l'espèce présente 2 écotypes. Un vivant dans des prairies sèches buissonnantes et l'autre dans des prés à litière des marais sur les rives plates des lacs. Au nord des Alpes, quelques colonies subsistent encore dans de grands marécages. Les populations ont globalement diminué et on ne compte actuellement plus qu'une douzaine de stations sur le Plateau et le jura. Plusieurs d'entre elles sont dans des réserves naturelles. Il s'avère donc indispensable de protéger ces biotopes par un entretien régulier de ceux-ci.

- ***Présentation de l'azuré des paluds*** .

➢ Un petit lutin bleu

Photographie 5: azuré des paluds en vue de dessus sur centaurée jacée (photographie de Krysia Krzyczkowska)

L'azuré des paluds est un Rhopalocère de la famille des Lycaenidae. Il possède une face inférieure d'un brun cannelle ornée d'une ligne de petites tâches postmédianes. Le dessus des ailes du mâle est bleu foncé alors que celui de la femelle est brun foncé uni, avec seulement de temps en temps quelques écailles bleues dans l'aire basale.

Sa vie adulte se déroule presque entièrement sur les capitules de sa plante-hôte sur lesquels il se pose, s'accouple, se repose et suce du nectar. Pour pondre ses œufs, il choisit les grands capitules terminaux.

Durant ses premiers stades larvaires, la chenille se nourrit des pièces florales de la sanguisorbe. Après sa troisième mue, elle se laisse tomber au sol où elle attend le futur passage d'une ouvrière de fourmi.
Si une espèce quelconque de fourmi découvre la chenille, elle la traitera comme une vulgaire proie. Par contre, s'il s'agit d'une ouvrière de *Myrmica rubra*, elle prendra la chenille pour une de ses propres larves et l'emmènera jusque dans le couvain de sa fourmilière: l'adoption de la chenille est assez rapide. La fourmi commence par la tapoter de ses antennes pendant 5 à 10 secondes. La chenille, qui jusque là était restée tout à fait immobile, se contracte alors brusquement et émet certaines substances chimiques. Elle prend ainsi la forme et revêt l'odeur caractéristique d'une larve de fourmi.
La chenille passe alors 10 mois à l'abri de la fourmilière et y accompli la fin de son développement en se nourrissant du couvain. L'émergence du papillon est un moment délicat dans la vie de l'azuré. Lorsqu'il sort de sa chrysalide, il perd les artifices chimiques et morphologiques qui lui servaient de protection. Il doit donc s'extraire rapidement de la fourmilière.

Le *Maculinea nausithous*, ainsi que les quatre autres représentants du genre sont menacés de disparition dans l'ensemble de l'Europe. Il est un des papillons les plus rares de notre pays, mais semble heureusement prospérer dans la Grande Cariçaie. Depuis 3 ans, le G.E.G a mis en place un suivi systématique de ses populations le long de la rive.

Quatre conditions principales sont nécessaires à la prospérité d'une colonie d'azuré des paluds:

- une présence assez abondante de la sanguisorbe officinale et des fleurs nectarifères quand les femelles commencent à pondre.

- un nombre suffisant de fourmilières de *Myrmica rubra* à proximité des plantes nourricières.

- les plantes nourricières doivent être assez dispersées; car, si elles sont trop concentrées, les chenilles de l'azuré sont recueillies dans un trop petit nombre de fourmilières, et celles-ci meurent de faim après avoir épuisé les réserves de couvain.

- les fourmilières doivent être assez grandes parcequ' une chenille dévore environ 600 larves de fourmis. Exceptionnellement, une forte densité de petites fourmilières peut être une alternative satisfaisante.

3- Recensement des populations des deux espèces sur la rive et prospection de nouvelles zones

- ***Matériel et méthode***

Depuis une dizaine d'années, un inventaire des sites ainsi qu'une surveillance des populations de ces deux espèces sont effectués sur la rive sud. Entre mi-juillet et mi-août, nous parcourons à trois reprises l'ensemble des sites déjà connus et suivis précédemment. Nous prospectons ensuite jusqu'à la fin du mois d'août dans les zones potentiellement favorables au *Minois dryas*, voir au *Maculinea nausithous* car la sanguisorbe colonise de préférence les prés à litières du molinion. Cette démarche est effectuée pour la première fois. Les zones à prospecter sont définies au préalable sur des cartes aériennes de chaque secteur de la rive (annexe2).

Un comptage à vue est effectué en suivant un itinéraire rectiligne, pour les lisières et les chemins et un itinéraire en "zig-zag" lorsque le milieu couvre une plus grande surface. Le nombre d'individus des deux espèces est relevé ; mais aussi certaines caractéristiques du milieu: présence de molinie, de sanguisorbe (nombre de pieds), degré d'embroussaillement et hydromorphie du sol (annexe 3).
Ce protocole de recensement permet à la fois la comparaison des effectifs annuels et la détection de perturbations affectant le milieu. Le comptage des azurés des paluds est relativement facile. Ils sont très sédentaires et se tiennent toujours sur ou à proximité de leur plante-hôte. Celui du grand nègre des bois est plus délicat, ce papillon se déplaçant beaucoup plus. Nous notons également la présence des autres espèces de lépidoptères rencontrées (identification à l'aide d'un guide).
La principale difficulté observée pendant ces recensements reste encore les conditions météorologiques afin de recueillir des données comparables. Sur le terrain, nous avons constaté une variation des effectifs en fonction de l'heure et donc de la température et de l'ensoleillement. Il serait peut-être nécessaire de préciser ces paramètres météorologiques ainsi que l'heure de passage sur la fiche de recensement.

Par ailleurs la phase d'essai d'un futur recensement de la fourmi-hôte de l'azuré des paluds est réalisé. Trois zones-test sont sélectionnées pour leurs caractéristiques diverses (présence de la plante-hôte et du papillon, présence unique de la plante-hôte...). Nous établissons plusieurs transes le long desquels des pièges (des couvercles remplis de sucre), sont disposés à intervalles réguliers. Nous les relevons une heure plus tard (temps nécessaire aux fourmis pour découvrir l'appât). Leur détermination, particulièrement délicate sera confiée à un spécialiste.
Une meilleure connaissance des populations de fourmis-hôte devrait permettre à l'avenir d'effectuer une gestion plus pointue des sites du *Maculinea nausithous*.

- ***Résultats***

♦ **Recensement**

Sur l'ensemble de la rive, nous avons recensé un total de 116 individus d'azurés des paluds et 126 individus de grands nègres des bois (somme des effectifs maximums rencontrés par secteur).

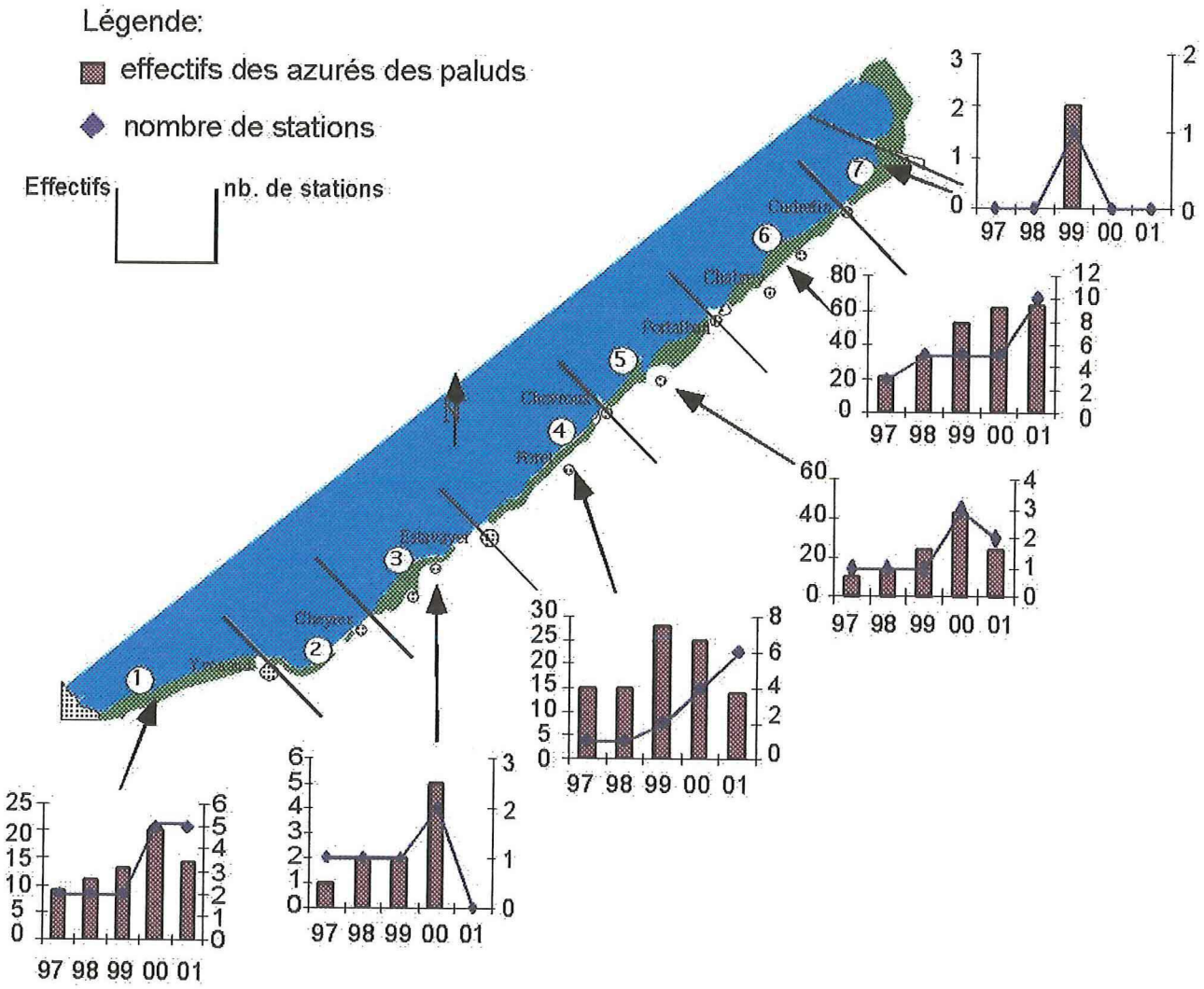
Sur les 54 stations visitées, 23 se sont révélées favorables à l'azuré des paluds, 24 au grand nègre des bois et 15 d'entre elles aux deux espèces (tableau 2)

Secteur	Nb. de station visitées	Nb. de station avec Maculinea	Nb. de station avec Minois	Nb. de station avec les 2 espèces
1	6	5	1	1
2	1	0	0	0
3	3	0	0	0
4	11	6	6	5
5	12	2	8	2
6	13	10	9	7
7	8	0	0	0
Total	**54**	**23**	**24**	**15**

Tableau 2: résultat du recensement de l'azuré des paluds et du grand nègre des bois (août 2001)

♦ Evolution des effectifs de Maculinea nausithous de 1997 à 2001

Le schéma suivant présente l'évolution des effectifs de l'azuré des paluds et le nombre de stations visitées par secteur de la rive sur les cinq dernières années. Le manque de données les années précédant 1997 ne nous permet pas d'étudier l'évolution des populations sur plus de 5 ans.



Evolution des effectifs du *Maculinea nausithous* entre 1997 et 2001

♦ Effectifs de Minois dryas en 2000 et en 2001

secteur	nombre de Minois dryas	
	2000	2001
1	0	1
2	0	0
3	0	0
4	45	58
5	33	27
6	24	40
7	1	0
total	**103**	**126**

Tableau 3: effectifs du Minois dryas en 2000 et en 2001

♦ Prospection

Parmi les 56 stations visitées, 4 se sont montrées favorables à l'azuré des paluds, 12 au grand nègre des bois et 4 aux deux espèces (tableau 4).

Secteur	Nb. de station visitées	Nb. de station avec Maculinea	Nb. de station avec Minois	Nb. de station avec les 2 espèces
1	1	0	0	0
2	0	0	0	0
3	2	0	0	0
4	11	3	6	3
5	5	1	2	1
6	17	0	2	0
7	20	0	2	0
Total	**56**	**4**	**12**	**4**

Tableau 4: Résultats de la prospection de nouvelles zones (août 2001)

- ***Discussion***

Les résultats obtenus sont à appréhender avec précaution du fait de différents facteurs. L'effort d'échantillonnage est supérieur à celui des années précédentes:

- nous étions deux à recenser sur le terrain.

- nous avons parcouru l'ensemble des zones connues pour chaque secteur.

- les conditions météorologiques clémentes nous ont permis de réaliser 3 passages complets par station. Ainsi, nous avons suivi l'ensemble du cycle de vie des imagos (résultats plus représentatifs).

Durant les 3 passages, les effectifs les plus élevés de chaque secteur ont été retenus. Ils correspondent aux effectifs minimaux d'individus réellement présents dans le milieu (il existe un facteur "hasard" non mesurable).

➢Evolution des effectifs de l'azuré des paluds sur les 5 dernières années (schéma page 28).

Il est très complexe d'interpréter les fluctuations des populations de l'azuré des paluds. De multiples facteurs sont à prendre en considération:

- l'évolution de l'habitat (fluctuation du régime hydrique, embroussaillement).
- importance de la plante-hôte et de la fourmi-hôte.
- influence de l'entretien.

En considérant les résultats exprimés par les graphiques, une légère régression des populations de la rive semble se dessiner cette année, exception faite du secteur 6 et 7 (phénomène d'erratisme pour les 2 individus rencontrés en1999 dans le secteur 7).
Nous émettons l'hypothèse suivante:
Ce printemps, le niveau du lac était supérieur d'environ 30 à 40 cm à la moyenne (fortes précipitations des mois de mars et avril, hausse artificielle du niveau du lac au mois de juin). Cette modification du régime hydrique aurait pu avoir un impact négatif sur les populations de la fourmi-hôte et donc, indirectement, sur les chenilles du papillons.

La disparition des populations d'azurés du secteur 3 en 2001 est inquiétante. On peut l'expliquer par une mauvaise adéquation entre l'entretien d'une des stations et le cycle du papillon (fauche trop précoce constatée sur le terrain). Cette zone constitue un point de dissémination vital entre les secteurs 1 et 4. Il devrait être préservé afin de conserver un réseau permettant des échanges de populations.

La diminution des effectifs en 2001 dans le secteur 4, malgré un effort d'échantillonnage plus important (2 stations supplémentaires), peut également s'expliquer par des mesures d'entretien inappropriées. En effet, lors du deuxième recensement, nous avons constaté que 3 stations avaient été fauchées (23 individus en 2000 et plus que 5 en 2001).

Enfin, nous avons encore constaté un cas similaire dans une station du secteur 5 quelques jours après notre dernier recensement.

Il apparaît très important de remédier à ces problèmes de gestion de l'entretien en instaurant une meilleure communication et coordination entre les différents intervenants (communes, groupes d'utilisateurs divers). Ceci permettrait de fixer des conventions concernant les dates de fauchages de ces zones abritant des espèces fragiles.

➢Les populations du grand nègre des bois

Ne disposant pas de données comparables concernant les recensements effectués entre 1997 et 1999, l'analyse représentative des fluctuations de ses effectifs n'est pas possible. Nous pouvons constater que, de façon générale, les populations semblent stables voire progressent légèrement. Seul un suivi à plus long terme permettra d'analyser l'évolution de cette espèce de façon fiable.

➢Prospection

Une douzaine de zones semblent propices au grand nègre des bois. Cependant ces résultats sucitent les remarques suivantes:

- l'absence de l'espèce relevée dans certaines stations ne signifie pas que le milieu lui soit défavorable.

- un unique papillon observé dans une zone peut être un individu erratique.

- à l'inverse, un seul individu peut correspondre à l'effectif minimal de la zone en question.

➢Méthode d'échantillonnage des fourmis

La méthode utilisée pour le comptage des fourmis nous a posé des problèmes inattendus. L'appât avec du sucre a donné les résultats escomptés. Cependant, lors du prélèvement des fourmis effectué avec un aspirateur à bouche, le sucre en poudre s'est avéré inapproprié. Il était difficile d'obtenir un échantillon représentatif de la faune présente dans le piège. Nous proposons de tester la méthode suggérée par Antoine Richard (1997), utilisant des tubes en verre contenant un morceau d'ouate imbibé de miel dilué dans de l'eau.

4- Analyse des populations de l'azuré des paluds et du grand nègre des bois vue sous l'angle de l'entretien (zone non entretenue et zone entretenue par fauchage et/ou par débroussaillement)

Les objectifs de cette étude sont:

- la réactualisation des cartes de répartition des deux espèces.
- la réalisation de l'historique de 6 ans d'entretien pour toutes les stations comprenant l'azuré des paluds et/ou le grand nègre des bois.
- la comparaison des effectifs des deux espèces dans des zones non entretenues et entretenues.
- l'étude sur la faisabilité de la mise en place d'un protocole d'étude de l'impact de l'entretien, compte tenu des données actuelles et du parcellaire.

- ***Matériel et méthode***

Afin de réaliser une comparaison des effectifs recensés sur plusieurs années, les données récoltées en 2000 et 2001 ont été saisies sur le logiciel File Maker Pro (base de donnée). Le logiciel de dessin Canevas a permis de remettre à jour les cartes de répartitions des deux espèces (intégration des données de 1995 à 2000) et de les superposer.

A partir des archives disponibles sur l'entretien, l'historique des travaux effectués depuis 1995 dans toutes les stations présentant l'une ou l'autre espèce a été réalisé (annexe 4). Certaines difficultés sont apparues:

- hétérogénéité des supports: plan au 1:7500 pour 2000/2001, plan au 1:15000 pour 1999/2000, photographies aériennes pour 1998/1999 et 1997/1998 et carte au 1:5000 pour les années antérieures.

- difficulté à trouver des données précises avec les cartes au 1:5000, celles-ci étant trop simplifiées au niveau des contours et détails des parcelles.

- problème de fiabilité entre ce qui est concrètement réalisé sur le terrain (passage de la machine) et la représentation papier.

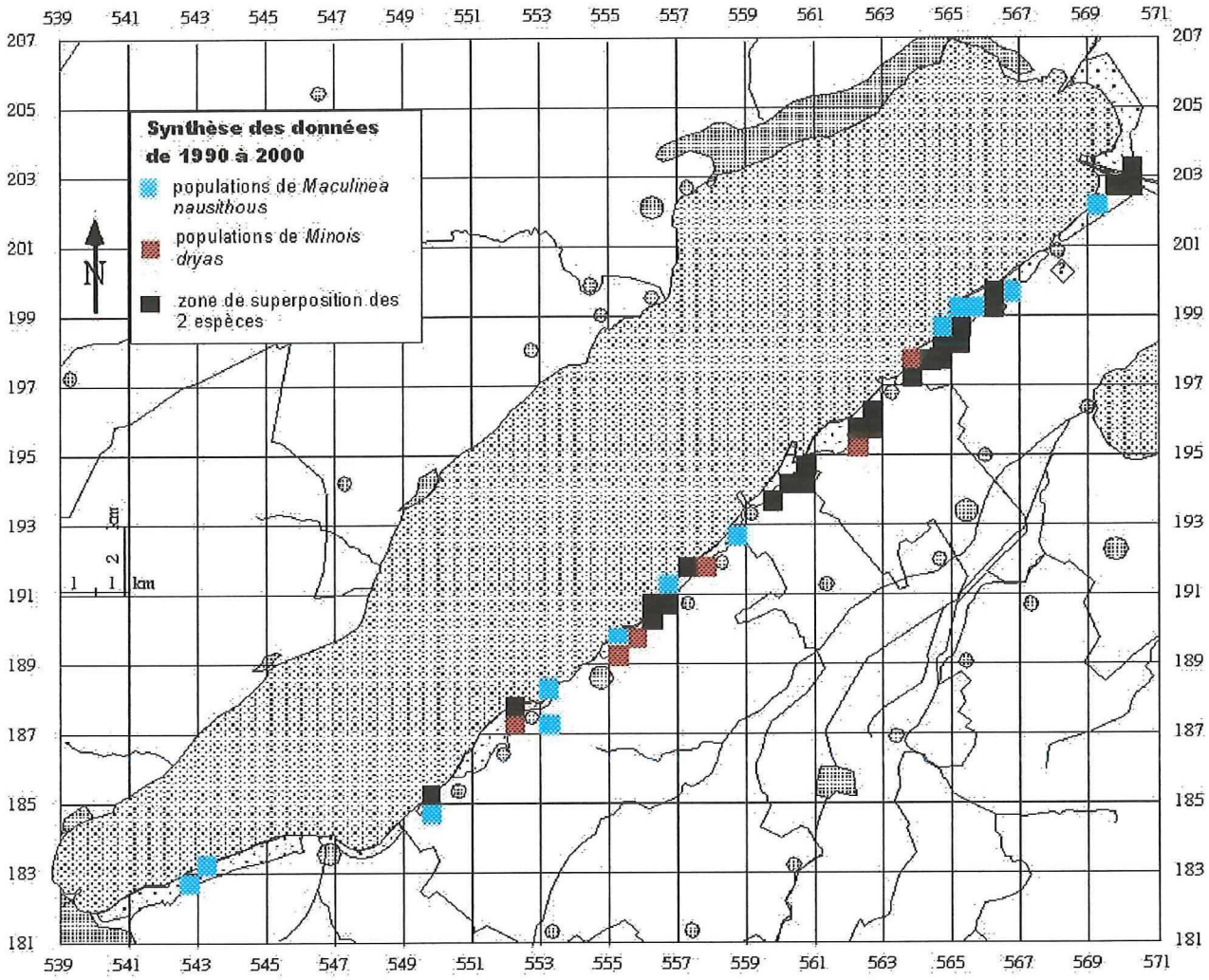
- certaines zones, non-entretenues par le G.E.G (terrains militaires, groupes d'ornithologues ou communes) ne donnent lieu à aucune vérification.

- Il n'existe pratiquement aucune donnée sur l'entretien des chemins. J'ai alors interrogé François Bolle, le technicien responsable des travaux d'entretien sur les différents sites.

Cependant, des efforts sont réalisés pour améliorer la précision des plans. Désormais, le cheminement de la machine est relevé, ce qui donne une information essentielle sur l'entretien des chemins (manque la fréquence de passage de la machine).

- ***Résultats***

Répartition de l'azuré des paluds et du grand nègre des bois le long de la rive



Carte de répartition du *Maculinea nausithous* et du *Minois dryas*

BIBLIOGRAPHIE

J. d'Aguilar, J. L. Dommaget (1998). Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique du nord; *Les Guides du naturaliste.* Ed. Delachaux et niestlé.

Biol conseils (1999). Navigation de plaisance sur les lacs de Neuchâtel et Morat, Etat des lieux, Yverdon-lesBains.

G. Ebert (1991). Die schmetterlinge Baden-Würtembergs. Band I und II: Tagfalter.Ulmer-Verlag, Stuttgart.

F. Manuel, M. Antoniazza (1991). La Grande Cariçaie, Les Rives sauvages du lac de Neuchâtel. Ed.24 heures.

B. Mulhauser (1990). Effet de l'entretien des zones humides sur les peuplements d'inverténrés, Rapports préliminaires sur les méthodes d'échantillonnage. Surveillance scientifique, rapport n°12.

B. Mulhauser (1993). Effets de l'entretien des lisières sur les peuplements d'orthoptères, de papillons diurnes et d'araignées, Résultats de 1989-1991. Surveillance scientifique, rapport n°19.

B. Mulhauser (1997). Inventaire de la faune de la Grande Cariçaie. Ed. Grande Cariçaie, Champ-Pittet CH- 1400 Yverdon.

B. Oertli, E. Pongratz (1996). Les Odonates du canton de Genève, Atlas de répartition et mesures de conservation; *Miscellanea faunistica helvetiae 5.* Ed. Centre Suisse de cartographie de la faune.

B. Pont, J. M. Faton, S. Pissavin (1999). Protocole de suivi a long terme des peuplements de macrophytes aquatiques et d'odonates comme descripteurs de fonctionnement des hydrosystèmes. Réserves naturelles de France.

A. Richard (1997). Populations, déplacements, écologie de la fourmi-hôte, et conservation de l'azuré des paluds *Maculinea nausithous* au val-de-ruz. Travail de diplôme.

Station ornithologique Suisse de Sempach (1996). Atlas des oiseaux nicheurs de Suisse, Distribution des oiseaux nicheurs en Suisse et au Liechtenstein en 1993-1996.

T. Tolman, R. Lewington (1999). Guide des Papillons d'Europe et d'Afrique du nord; *Les Guides du naturaliste.* Ed. Delachaux et niestlé.

ANNEXES

Annexe 1

La composition du G.E.G. est la suivante (6,5 postes de travail à plein temps) :

Collaborateurs	Fonction	Tél. direct
Mme Catherine Strehler Perrin	Responsable du groupe Dr. ès science biologiste	024/425.18.02
M. Michel Antoniazza	Collaborateur scientifique biologiste Responsable du suivi de l'avifaune et de l'aménagement du territoire	024/425.18.01
M. Antoine Gander	Collaborateur scientifique biologiste Responsable du suivi des invertébrés et des batraciens	024/425.22.76
M. Christian Clerc	Collaborateur scientifique biologiste Responsable du suivi de la flore et du planning de l'entretien	024/425.18.78
M. Christophe Le Nédic	Collaborateur scientifique biologiste Responsable de l'information	024/425.18.04
M. Philippe Curdy	Collaborateur technique Architecte paysagiste Responsable de l'entretien	024/425.18.78 079/347.49.34
M. François Bolle	Collaborateur technique Forestier / menuisier / viticulteur Responsable des infrastructures	024/425.18.78 079/347.49.34
Mme Liliane Brunner	Secrétaire Responsable de l'appartement des stagiaires	024/425.18.88

Annexe 4

secteur	station	type d'entretien					
		2000/2001	1999/2000	1998/1999	1997/1998	1996/1997	1995/1996
1	41.20.1	F	F	0	0	F	0
	42.2.1	F	F	0	0	0	DM
	43.20.3	F	0	0	F	0	0
	43.20.2	F	0	0	F	0	0
	43.20.1	0	0	0	F	0	0
	43.20.4	F	0	0	F	0	0
2	49.20.1	0	DM	0	0	0	F?
3	55.20.1	0	F	0	0	F	DM 2 PTS
	52.2.1	0	0	0	F	0	0
	53.20.1	0	0	F+Dmlisiere	0	0	F
	53.20.2	0	0	0	0	0	0
4	55.20.1	0	0	0	0	0	0
	56.2.1	F	F	F	F	F	F
	56.2.2	F	F	F	F	F	F
	56.2.3	F	F	F	F	F	F
	56.17.1	0	0	0	0	0	0
	56.2.4	?	?	?	?	?	?
	57.2.1	?	?	?	?	?	?
	58.2.1	?	?	?	?	?	?
	58.2.3	?	?	?	?	?	?
	57.20.1	DM	?	?	?	?	?
	57.20.2	DM	?	?	?	?	?
5	59.20.1	F	0	F	0	0	F+DM
	59.2.1	F	F	F	F	F	F
	60.2.2	0	0	0	0	0	0
	60.18.1	0	0	0	0	0	0
	60.20.4	0	0	0	0	0	0
	60.2.3	0	0	0	0	0	0
	60.2.1	0	0	0	0	0	0
	60.20.2	0	0	0	0	0	0
	60.20.3	0	0	0	0	0	0
	61.20.1	PACAGE	0	0	F	F?	0
	62.20.1	0	0	0	0	F	0
	62.20.3	0	0	0	0	0	0
	62.20.4	0	0	DM	0	0	0
6	63.20.2	0	0	0	0	0	0
	63.20.1	F	0	0	F+DM	0	0
	64.20.3	0	0	0	0	0	0
	64.2.1	F	F	F	F	F	F
	64.20.1	0	0	0	Flimsup	0	0
	64.20.5	F	0	0	0	DM en partie	0
	65.2.1	F	F	F	F	F	F
	65.2.2	F	F	F	F	F	F
	65.20.3	F en partie	0	0	0	0	0
	65.20.2	0	0	F partie dte	F partie gche	DM	0
	65.20.1	0	0	F	0	DM	0
	66.2.1	F	F	F	F	F	F

F: fauchage, DM: débrousaillement mécanique, ?:incertitude ou absence de données