Système d'Information Géographique (SIG) et études faunistiques : une première approche basée sur les Rhapalocères

Autor(en): **Gonseth, Yves**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society**

Band (Jahr): **68 (1995)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-402611

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
68, 441 – 457, 1995

Système d'Information Géographique (SIG) et études faunistiques: une première approche basée sur les Rhopalocères

YVES GONSETH

CSCF, Terreaux 14, CH-2000 Neuchâtel

Geographic information system (GIS) and faunistical studies: a first approach based on the butterflies. - The definition of an efficient protection policy of species and habitats is a crucial problem with which every public or private institution interested in nature conservation is confronted. On the basis of concrete examples issued from the study of the lepidopterological fauna of the Jura mountains of Neuchâtel (Switzerland), this paper suggests, after a summary of some basic notions, a pragmatic strategy, which combines the use of a GIS with an extensive field survey.

Keywords: GIS ; faunistical study ; nature conservation ; Rhopalocera ; Swiss Jura

INTRODUCTION

Les possibilités offertes par un Système d'information géographique (SIG) pour la représentation, la mise en valeur et l'analyse de données éco-faunistiques sont nombreuses mais exigent une pratique et une maîtrise longues à acquérir. Cet article se limitera ainsi à proposer, sur la base d'exemples concrets et des enseignements qui peuvent en être tirés, une méthode possible d'approche de la réalité biologique d'une région dans une optique de protection des espèces et des habitats. Cette approche allie l'utilisation simple de certaines potentialités d'un SIG à une étude de terrain approfondie.

QUELQUES PRINCIPES

L'utilisation des SIG est en pleine expansion et de nombreuses publications présentant leurs principes de base (STAR & ESTES, 1990) et leur application potentielle dans divers domaines (BURROUGH, 1986; MC LAREN & BRAUN, 1993) sont aujourd'hui disponibles. Nous résumerons donc ici ce qui est indispensable à la compréhension de notre propos.

La possibilité de «mise en relation» d'informations spatiales spécifiques (= «plans thématiques» ou «couches d'informations» sous forme de points [sites de forage par ex.], de lignes [réseau hydrographique, réseau routier ou ferroviaire par ex.] ou de polygones [surfaces forestières, pâturages par ex.]) et d'informations tabulaires (banque de données classiques = ensemble d'informations descriptives sous formes numérique et/ou alphanumérique) représente un des atouts de l'association d'un SIG comme ARCINFO à un gestionnaire de banque de données comme ORACLE. L'expression «mise en relation» recouvre trois concepts fondamentaux qu'il est important de différencier: représentation, analyse et modélisation.

Représentation

Ce concept n'exprime que la transcription (carto)graphique d'un ou de plusieurs plans thématiques auxquels peuvent être associées ou non certaines données tabulaires. L'image obtenue est donc l'exact reflet (respectivement le reflet simplifié) de ce qui a été numérisé (données spatiales) ou saisi (données tabulaires). En d'autres termes, une telle image n'exprime pas la réalité mais uniquement une schématisation de cette réalité.

Un plan thématique peut être composé d'informations spatiales extraites de plusieurs cartes ou plans adjacents. Un SIG comme ARCINFO effectuant automatiquement les «coutures» entre les informations spatiales (polygones ou lignes) à cheval sur plusieurs de ces documents, leurs limites physiques (une carte suisse 1:25'000 de format standard couvre une surface «réelle» de 12 x 17,5 km par exemple) n'influencent nullement leur traitement ultérieur.

Les documents cartographiques utilisés pour la réalisation d'un même plan thématique doivent être tous à la même échelle. Le résultat sera d'autant plus schématique que cette dernière sera petite (une carte au 1:200'000 offre une vision plus caricaturale de la «réalité» qu'un plan au 1:5'000). L'échelle des documents cartographiques choisis pour réaliser un plan thématique est donc extrêmement importante: elle détermine non seulement l'échelle effective de ce dernier, mais aussi les possibilités et les limites de sa future utilisation (il serait par exemple aberrant, même si cela est techniquement possible, de se fonder sur un plan thématique au 1:25'000 pour tracer les limites cadastrales d'une réserve naturelle).

La réalisation d'un plan thématique ne se limite pas à la numérisation des points, lignes ou polygones qui le composent, mais implique aussi la création d'une banque de données alphanumériques permettant de les identifier. Les informations saisies dans cette banque de données forment la légende du plan thématique concerné.

L'échelle adoptée pour la réalisation d'un plan thématique et l'échelle adoptée pour sa représentation sont totalement indépendantes. La première, comme nous venons de le souligner, a une influence directe sur la qualité des informations enregistrées, alors que la seconde n'a qu'une influence sur l'image qui en est rendue. En cas de modification de l'échelle de représentation il convient toutefois de garder à l'esprit que si le choix d'une échelle plus petite se limite à gommer certains détails, celui d'une échelle plus grande accentue certains défauts (un simple agrandissement [zoom] ne se traduit jamais par un gain d'informations). Quel que soit le choix qui a été fait, l'échelle de représentation doit figurer, au même titre que la légende, sur tout document cartographique.

Les cartes 1 à 10, qui illustrent cet article, sont de simples représentations (échelle 1: 200'000) d'une superposition des informations spatiales (limites politiques 1:25'000, réseau hydrographique 1:25'000, forêts du canton 1:10'000...) et tabulaires (données de terrain sur la faune des Rhopalocères neuchâtelois) dont nous disposons. Chaque plan thématique retenu a été réalisé sur la base de plusieurs documents cartographiques adjacents.

Analyse

Ce concept recouvre l'intersection de deux ou de plusieurs couches de données spatiales et/ou tabulaires dans le but d'obtenir un plan thématique nouveau qui pourra ensuite faire l'objet d'une représentation. Dans la pratique une analyse se traduit par exemple par la subdivision de tout ou partie des polygones (respective-

ment de tout ou partie des lignes) d'une plan thématique par la superposition de tout ou partie des polygones (respectivement de tout ou partie des lignes) d'un ou de plusieurs autres plans thématiques. Plus élevé est le nombre de plans thématiques différents à disposition, plus grandes sont les possibilités d'analyse. La carte 11 est le fruit d'une analyse impliquant le modèle de terrain 1:50'000 du canton de Neuchâtel (informations spatiales), le plan thématique «cadastre alpestre» (informations spatiales) et la banque de données «cadastre alpestre» (informations tabulaires) qui lui est liée.

Modélisation

Ce concept recouvre une généralisation, par le biais de méthodes statistiques évoluées, des résultats obtenus par analyse. Elle offre par exemple à son concepteur la possibilité de prévoir l'évolution, dans le temps et/ou dans l'espace, du système qu'il étudie si une ou plusieurs variables qui le caractérisent sont modifiées. Aucune tentative de modélisation n'a été faite dans le cadre de ce travail.

INFORMATIONS PRATIQUES

Deux contraintes très différentes influencent beaucoup le traitement de données par le biais d'un SIG : le temps et le format de représentation.

Temps

La réalisation de plans thématiques est un travail très long. Les étapes suivantes doivent en effet impérativement être réalisées:

- isolement de la couche d'informations concernée à partir d'un document de base (carte topographique par exemple). Si des outils performants sont, ou seront dans un très proche avenir, disponibles pour accélérer cette procédure, l'ensemble des plans thématiques utilisés ici ont été soit obtenus de l'extérieur soit intégralement décalqués sur «film» (papier-calque de haute qualité);
- numérisation du plan thématique décalqué pour pouvoir l'introduire dans la machine. Cette numérisation peut être réalisée par l'intermédiaire d'une «souris» et d'une «table à numériser» (vectorisation) ou par l'intermédiaire d'un scanner (données «raster» pouvant ensuite être vectorisées automatiquement);
- correction à l'écran de toutes les imperfections du plan concerné (polygones mal fermés, arcs isolés, microtaches ...);
- création des banques de données tabulaires associées aux plans thématiques numérisés;
- identification de tous les polygones, respectivement de toutes les lignes ou points, des plans thématiques et création d'un lien (code numérique) avec les banques de données tabulaires correspondantes. Un tel code_lien permet par exemple de savoir à quelle association forestière (information tabulaire) correspond un polygone donné (information spatiale) du plan thématique «forêt».

Ce chapitre est basé sur l'utilisation d'un nombre limité de plans thématiques:

- frontières politiques (pays, cantons, districts, communes) de la Suisse (dont nous avons extrait les informations neuchâteloises) issues de la banque de données GEOSTAT de l'OFS (échelle 1: 25'000);
- modèle de terrain du canton de Neuchâtel (échelle 1:50'000), obtenu de l'Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne;

- réseau hydrographique complet du canton (échelle 1:25'000);
- réseau routier du canton (échelle 1:25'000);
- agglomérations du canton (échelle 1:25'000);
- forêts du canton (approche phytosociologique) (échelle 1:10'000);
- cadastre alpestre neuchâtelois (échelle 1:25'000);
- surfaces inventoriées pour les Rhopalocères (échelle 1: 5'000). Les sites inventoriés correspondant à des structures linéaires (chemin forestiers, talus routiers, lisières) n'ont pas encore été numérisés.

Format

Pour des raisons pratiques évidentes nous nous sommes tenus au format A4 pour la représentation de nos informations. Ce choix s'est forcément traduit par une forte schématisation des informations de base puisque les résultats sont présentés à l'échelle du canton. Ainsi sur les cartes 3 à 10, nos sites d'observations sont identifiés par un sigle et présentés sur une grille kilométrique.

UTILISATION DU SOL DANS LE CANTON DE NEUCHATEL , DEUX EXEMPLES

Les résultats présentés dans nos articles précédents indiquent que l'évolution de la faune lépidoptérique du canton de Neuchâtel est largement tributaire de celle des pratiques agricoles et sylvicoles. Les cartes 1 et 2 donnent une première idée de l'importance des surfaces concernées.

La carte 1 est un reflet simplifié de la carte phytosociologique des associations forestières du canton (plan thématique «forêt», échelle 1:10'000 numérisé à partir des plans réalisés dans les années septante par le Prof. J.-L. RICHARD). Elle ne présente que la surface forestière totale du canton. Rappelons ici que si quelques espèces de Lépidoptères diurnes sont strictement ou principalement forestiers, l'écrasante majorité des espèces sont inféodées aux milieux ouverts.

La carte 2 est un reflet simplifié du cadastre alpestre du canton (échelle 1:25'000 d'après les cadastres alpestres communaux déposés au service cantonal de l'agriculture, OFA, 1988). L'ensemble des surfaces herbagères identifiées dans le plan thématique «cadastre alpestre» (plus de 2000 polygones) ont été réparties en 2 catégories: les pâturages permanents (surfaces herbagères pâturées vouées à la production laitière) et les estivages (surfaces herbagères pâturées vouées essentiellement à l'élevage de jeune bétail). Ce mode de représentation n'a pas été choisi au hasard, puisqu'un estivage, par son mode d'exploitation et par le type de bétail qui y transite, a plus de chances d'être favorable aux papillons qu'un pâturage permanent.

MÉTHODE APPLIQUÉE ET ILLUSTRATION DE QUELQUES RÉSULTATS

Ce qui suit résume l'essentiel de l'approche que nous avons adoptée pour étudier la faune lépidoptérique du canton de Neuchâtel (1984-1990).

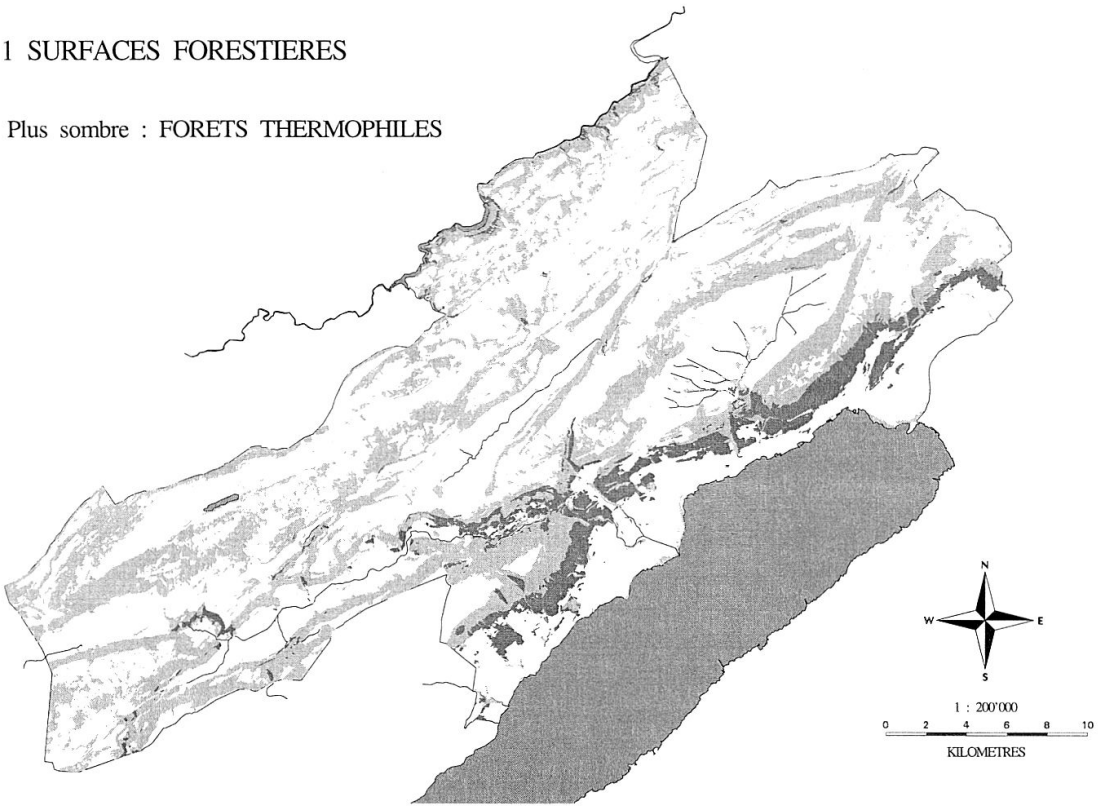
1984 - 1985

Localisation de sites potentiellement favorables aux Lépidoptères diurnes par une recherche systématique de discontinuités paysagères sur photos aériennes et sur documents cartographiques; report sur carte topographique 1:25'000 des endroits ainsi repérés et contrôle sur le terrain.

La carte 3 illustre les résultats obtenus, soit la découverte d'une soixantaine de sites intéressants (nombre d'espèces > 15) et de neuf sites de haute richesse fau-

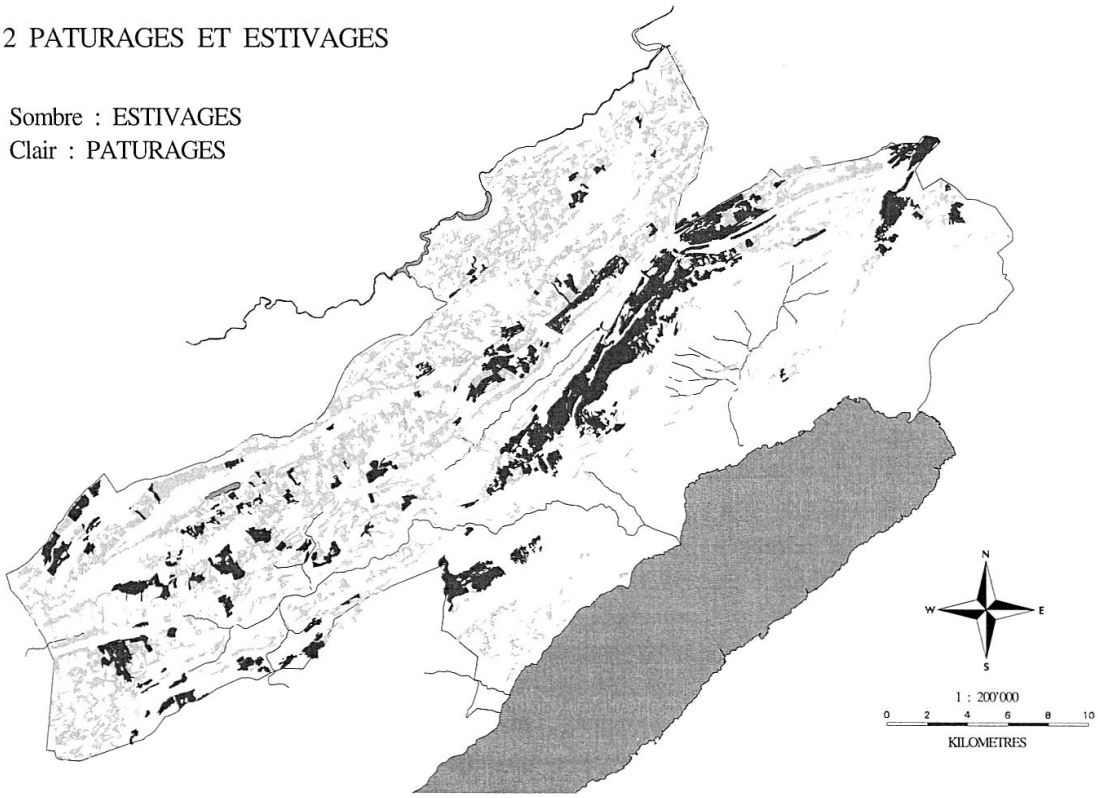
1 SURFACES FORESTIERES

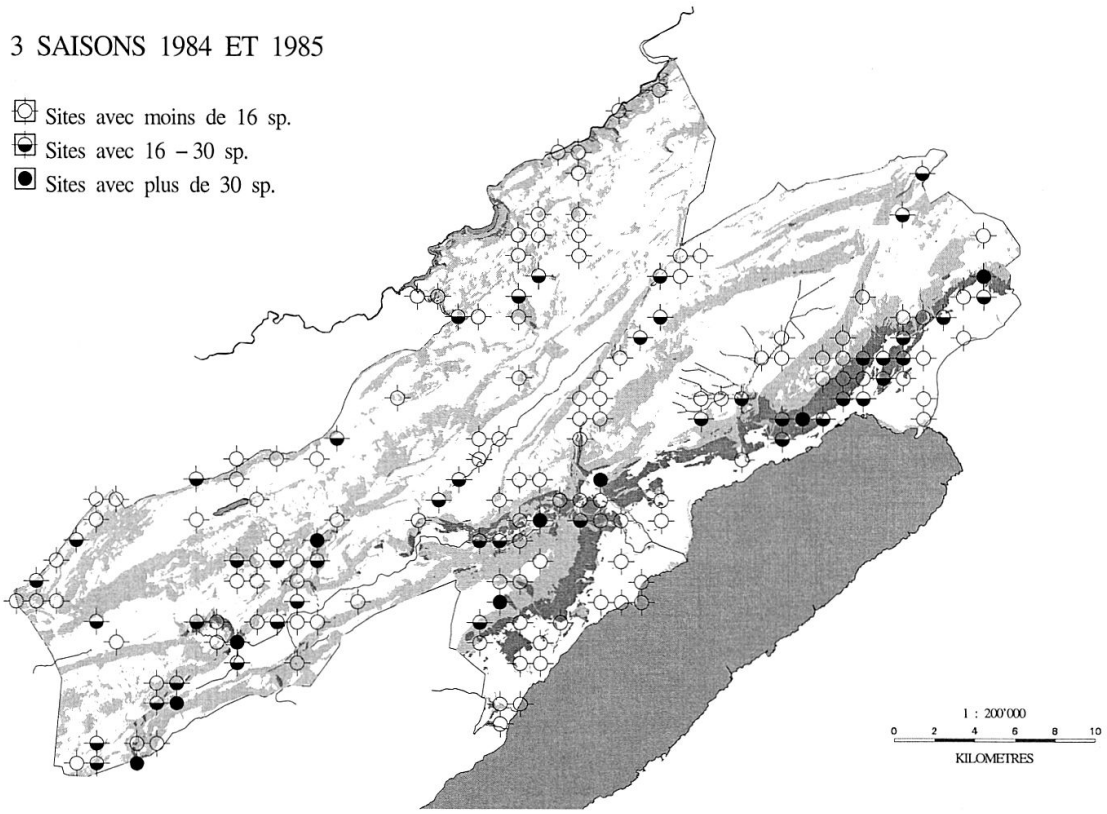
Plus sombre : FORETS THERMOPHILES

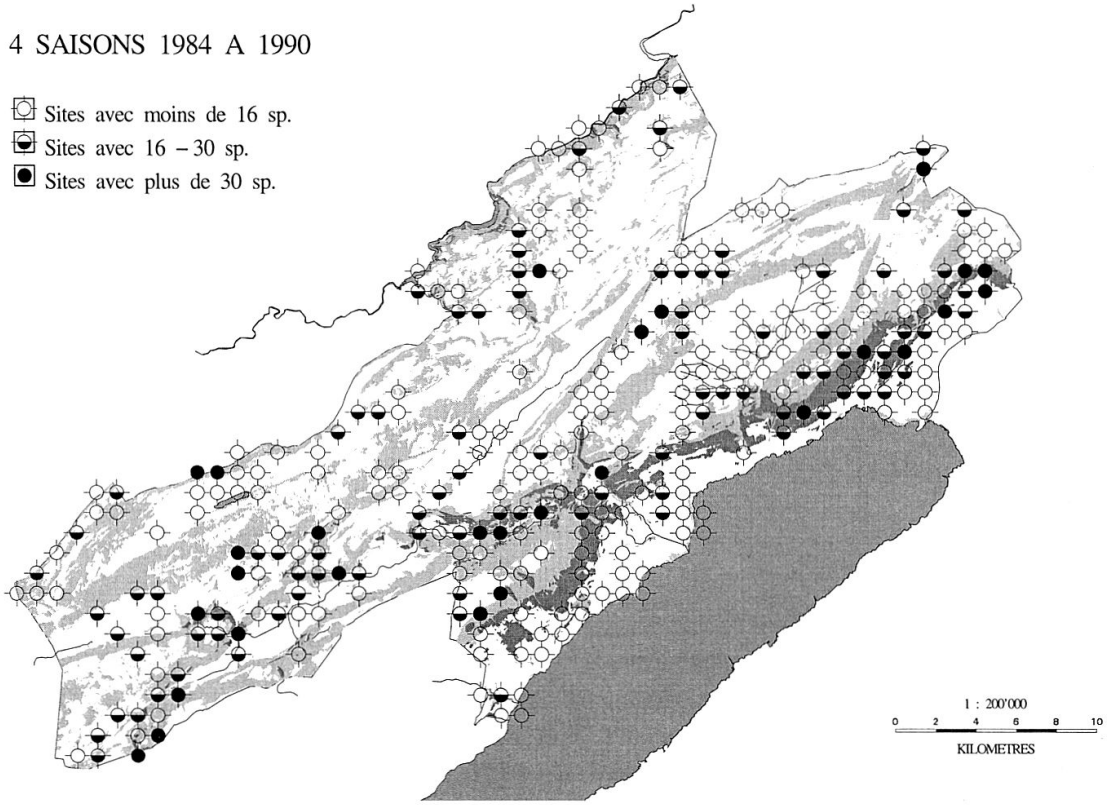


2 PATURAGES ET ESTIVAGES

Sombre : ESTIVAGES
Clair : PATURAGES




3 SAISONS 1984 ET 1985
Sites avec moins de 16 sp.
Sites avec 16 – 30 sp.
Sites avec plus de 30 sp.
1 : 200'000
0 2 4 6 8 10
KILOMETRES


4 SAISONS 1984 A 1990
Sites avec moins de 16 sp.
Sites avec 16 – 30 sp.
Sites avec plus de 30 sp.
1 : 200'000
0 2 4 6 8 10
KILOMETRES

nique (nombre d'espèces > 30). Rappelons que cette méthode nous a permis de découvrir en un temps record (2 saisons de terrain pour 1 seule personne) plus de 95% des espèces observées dans le canton depuis lors, espèces très rares comprises.

Une telle approche est donc particulièrement efficace pour obtenir rapidement la liste des espèces présentes dans une région de surface respectable (en l'occurence 800 km^2). Or, l'établissement d'une telle liste représente l'indispensable première étape de toute stratégie efficace de protection des espèces et de leur(s) habitat(s).

1986-1990 (travail de thèse)

Approche ciblée de la faune lépidoptérique de structures paysagères particulières (prairies et pâturages secs [GONSETH, 1994b] ou humides [GONSETH, 1993a, 1994 a], lisières [GONSETH, 1993b], clairières et chemins forestiers [GONSETH, 1993c], talus ferroviaires ou routiers [GONSETH, 1992b], bords de cours d'eau) réparties sur l'ensemble du canton. Une récapitulation des résultats obtenus (et déjà discutée [GONSETH, 1991a]) est fournie par les cartes 4 à 6.

La carte 4 souligne une augmentation sensible du réseau de sites visités et du nombre de sites intéressants découverts durant cette période. La proportion de chaque type de sites (sites pauvres à sites riches en espèces) ne s'est toutefois pas fondamentalement modifiée malgré un effort d'échantillonnage plus constant (4 passages par site entre 1986 et 1990).

La carte 5, qui ressemble assez à la carte 4, fournit toutefois une information différente: la somme totale d'espèces observées, soit la richesse faunique cumulée, dans un km^2; elle intègre donc la notion de «Macrostructure paysagère» favorable aux Lépidoptères diurnes.

La carte 6 rassemble les carrés kilométriques dans lesquels une ou plusieurs espèces de Rhopalocères menacées à l'échelle nationale ont été observées; selon l'ordonnance fédérale pour la protection de la nature de 1991, de telles espèces devraient être utilisées par les autorités compétentes pour choisir des milieux dignes de protection légale.

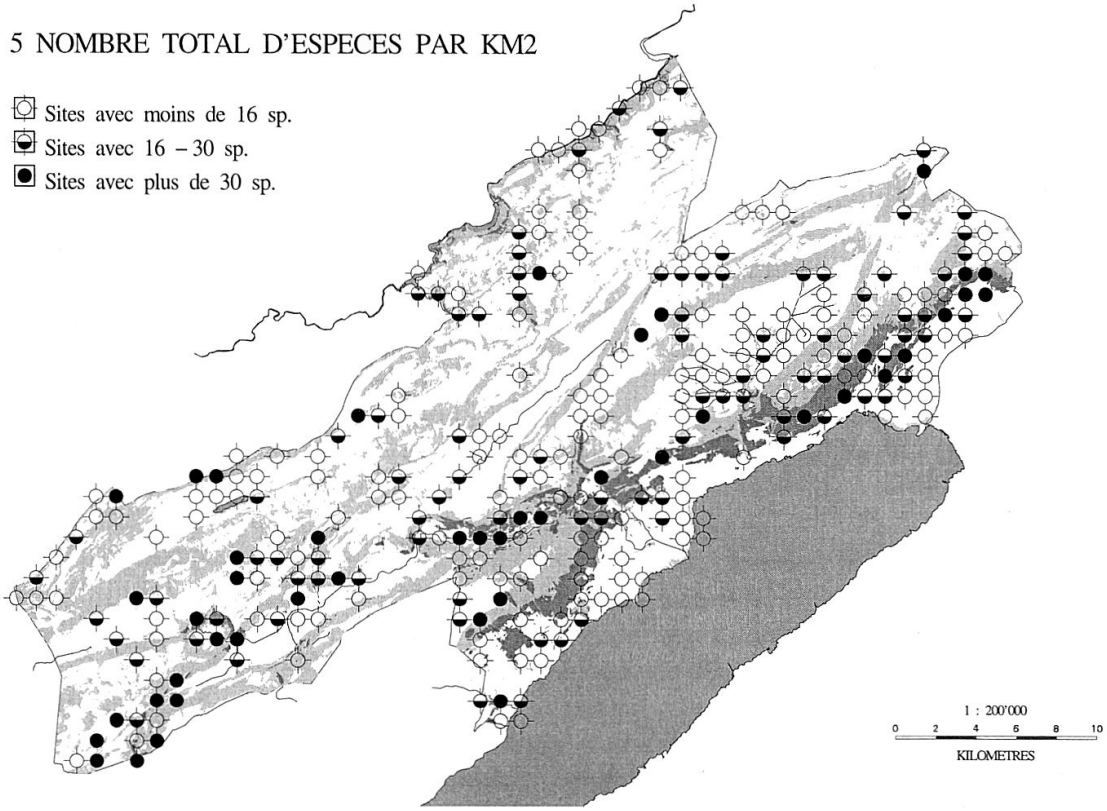
La carte 7 présente la distribution régionale et la surface réelle de tous les sites inventoriés entre 1986 et 1990 (structures linéaires non comprises), qu'ils soient intéressants ou non. Elle a été introduite à ce niveau de notre réflexion pour souligner l'importance fondamentale que revêt le type de représentation cartographique adopté pour illustrer les résultats obtenus. En effet, les cartes 2 à 4 laissent supposer, du moins au premier abord, qu'une part importante de la surface cantonale abrite une faune lépidoptérique riche et diversifiée. Or il est clair, à la lecture de cette dernière carte, qu'il n'en est rien et que les enjeux «réels» de la protection des Lépidoptères diurnes de la région ne touchent qu'une part extrêmement faible de la surface cantonale [1] .

Cette seconde étape a donc notamment permis :

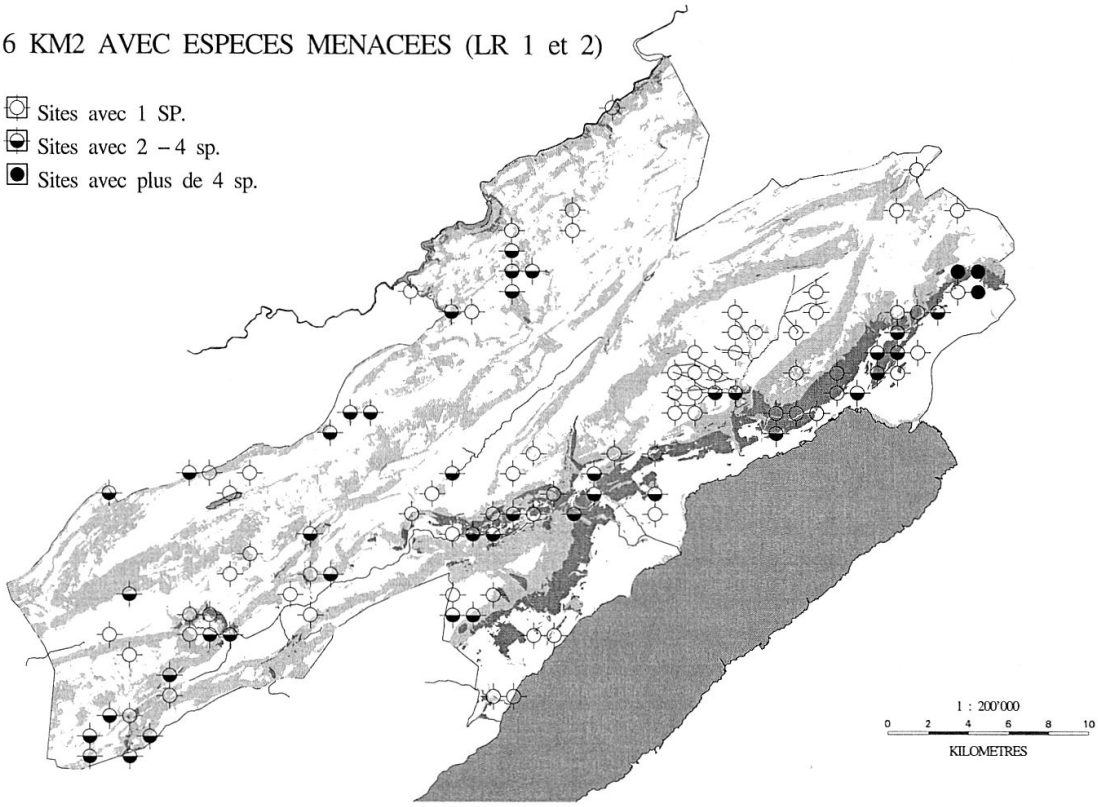
- d'enregistrer l'ensemble des informations rassemblées dans une BdD interacvive (elles sont donc disponibles) et sur la base de leur traitement;
- de définir l'intérêt lépidoptérique respectif des divers types de milieux (primaires ou secondaires) présents dans le canton;
- de souligner, pour chacun d'eux, certaines variables influençant la nature et la structure de leurs peuplements lépidoptériques;
- de localiser plusieurs sites et «macrostructures paysagères» (accumulation de sites intéressants sur une petite surface) de haute richesse faunique;

[1] Notons à ce sujet que cette dernière carte relativise aussi notre propre travail

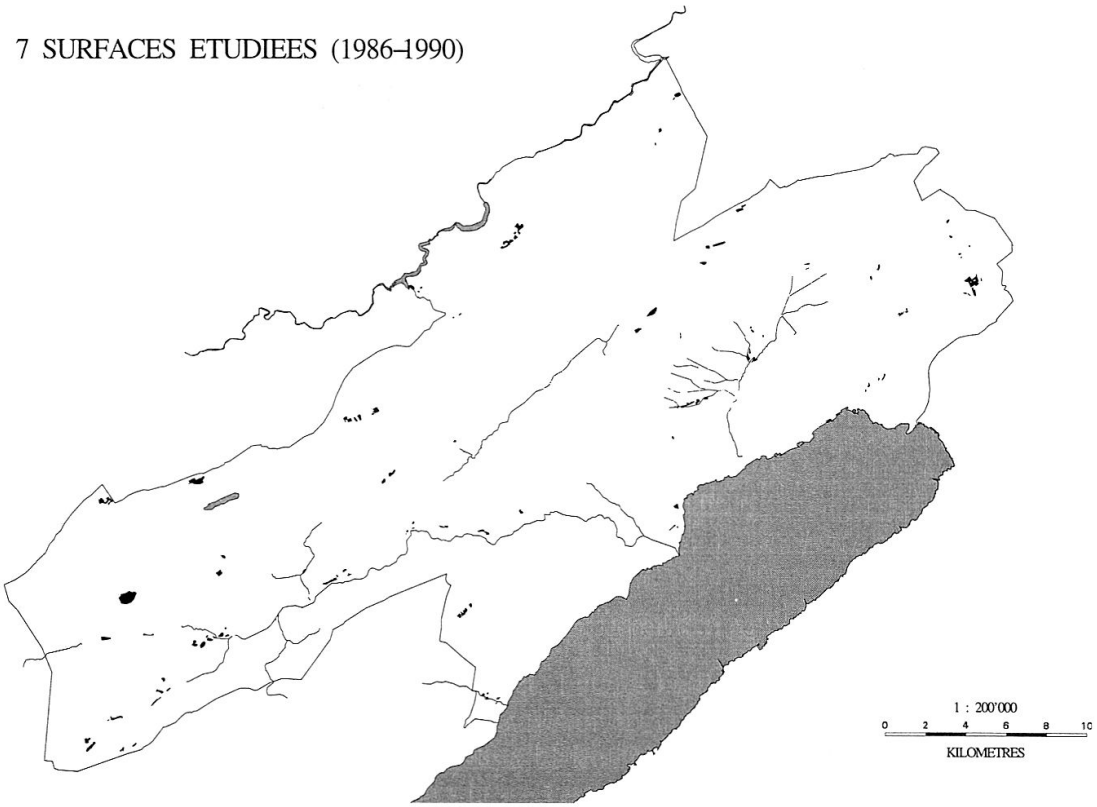
5 NOMBRE TOTAL D'ESPECES PAR KM2



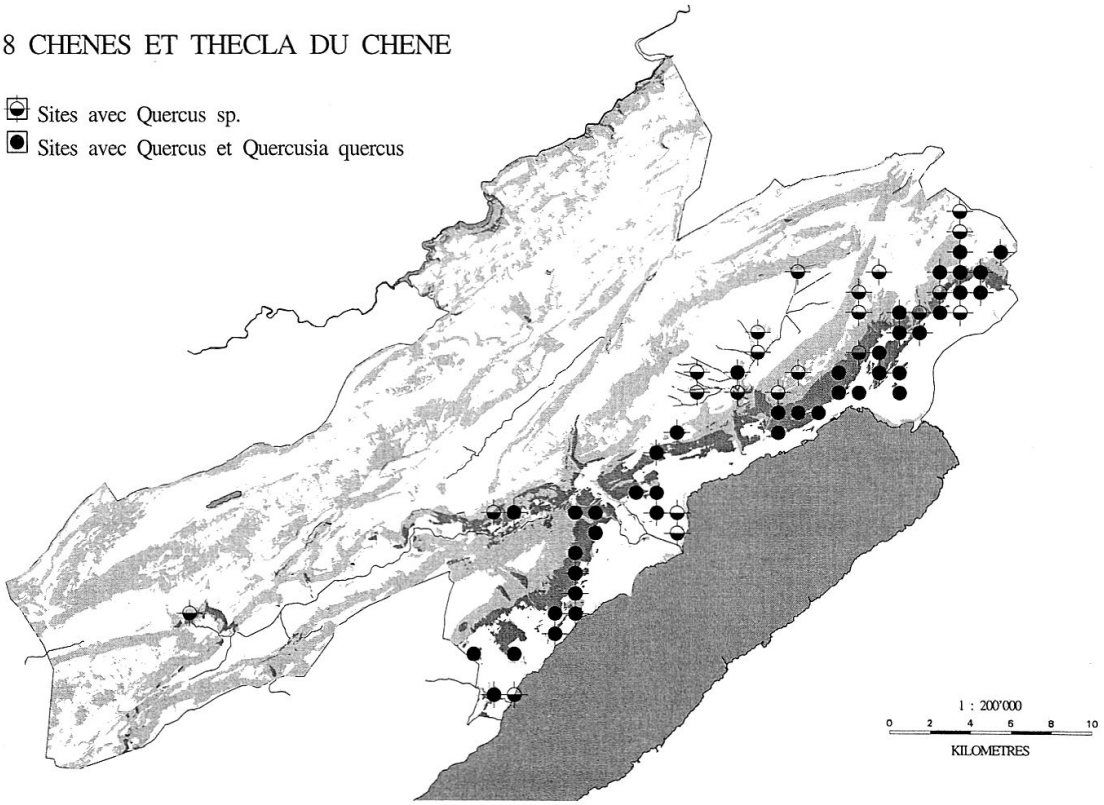
6 KM2 AVEC ESPECES MENACEES (LR 1 et 2)



7 SURFACES ETUDIEES (1986-1990)



8 CHENES ET THECLA DU CHENE



- d'isoler les sites dans lesquels des mesures ciblées sur la protection d'espèces particulièrement menacées devraient être prises.

APPORTS POSSIBLES D'UN SIG À LA MÉTHODE ENVISAGÉE, QUELQUES EXEMPLES

Si la méthode d'échantillonnage choisie pour la réalisation de ce travail est adaptée à l'observation de la plupart des espèces de Lépidoptères diurnes, certaines ont une autécologie si particulière qu'elles peuvent toutefois y échapper. C'est le cas par exemple pour *Quercusia quercus* et *Maculinea nausithous*. La monophagie de leurs chenilles (se nourissant respectivement sur *Quercus* sp. et sur *Sanguisorba officinalis*) représente leur seul trait commun, la première, non nectarivore ([GONSETH, 1992a), étant liée à la canopée des massifs forestiers, la seconde, nectarivore, étant liée à la strate herbacée des milieux humides méso- à oligotrophes. Ces deux espèces ont ainsi fait l'objet d'un recensement spécifique (recherche systématique des sites qu'elles colonisent).

Les informations rassemblées par ce biais, auxquelles ont été adjointes celles concernant *Parnassius apollo,* sont illustrées par les cartes 8 à 10. Elles ont été introduites à ce niveau de notre réflexion car elles ont un lien avec l'utilisation d'un SIG comme outil supplémentaire d'approche de la réalité biologique d'une région.

La carte 8 présente les résultats obtenus pour *Quercusia quercus*. Les points noirs expriment la découverte du papillon et de sa plante-hôte dans les sites visités alors que les demi-lunes noires expriment la seule découverte du chêne. En sachant que le papillon peut facilement échapper à l'observateur (nous avons parfois attendu plus de 45 minutes au pied d'un chêne avant de le voir voler), cette carte exprime très bien la bonne corrélation existant entre sa présence et celle de sa plante-hôte dans le canton de Neuchâtel (présence prouvée du papillon dans plus de 70% des 96 sites visités abritant du chêne). Ainsi, il y a de fortes chances que sa distribution régionale corresponde à celle des formations forestières qui abritent du chêne. Si un document tel que l'inventaire des forêts neuchateloises a été numérisé, la recherche par ordinateur de la localisation de ces formations pourrait représenter un moyen plus rapide de définir la distribution régionale de l'espèce que la recherche systématique du papillon.

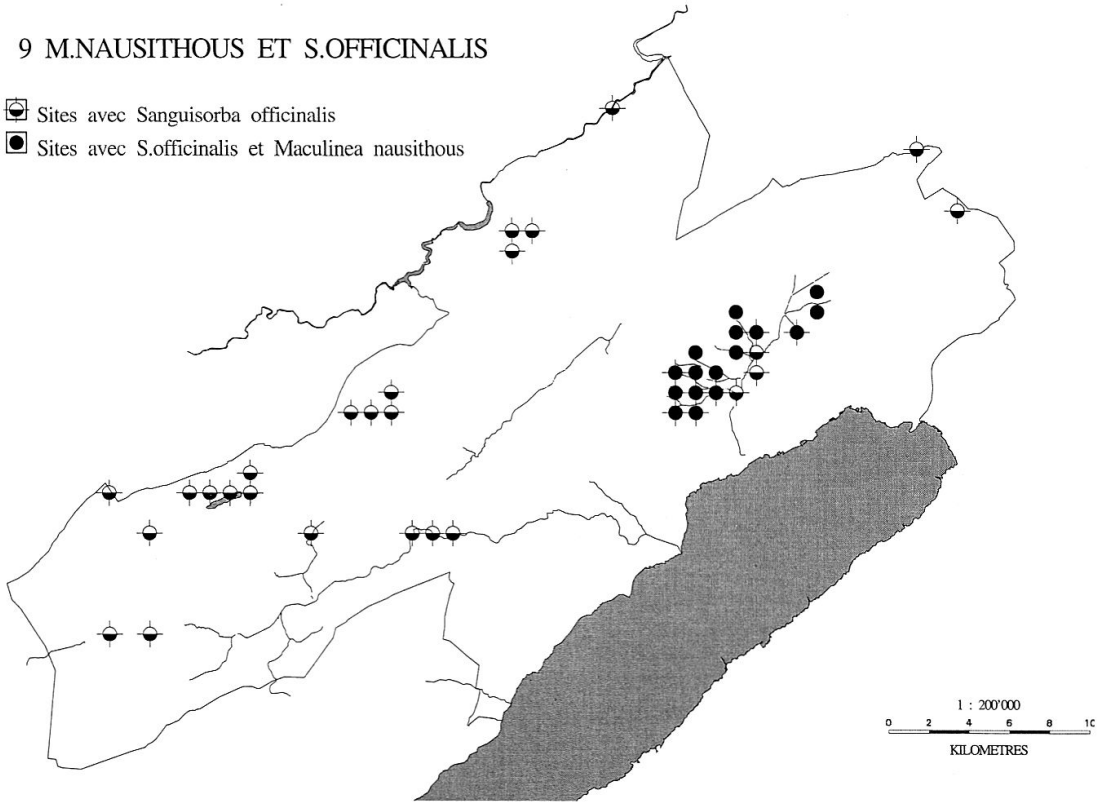
Une telle méthode d'investigation (déduction par ordinateur de la distribution d'une espèce par le biais de celle de sa plante-hôte) est-elle généralisable?

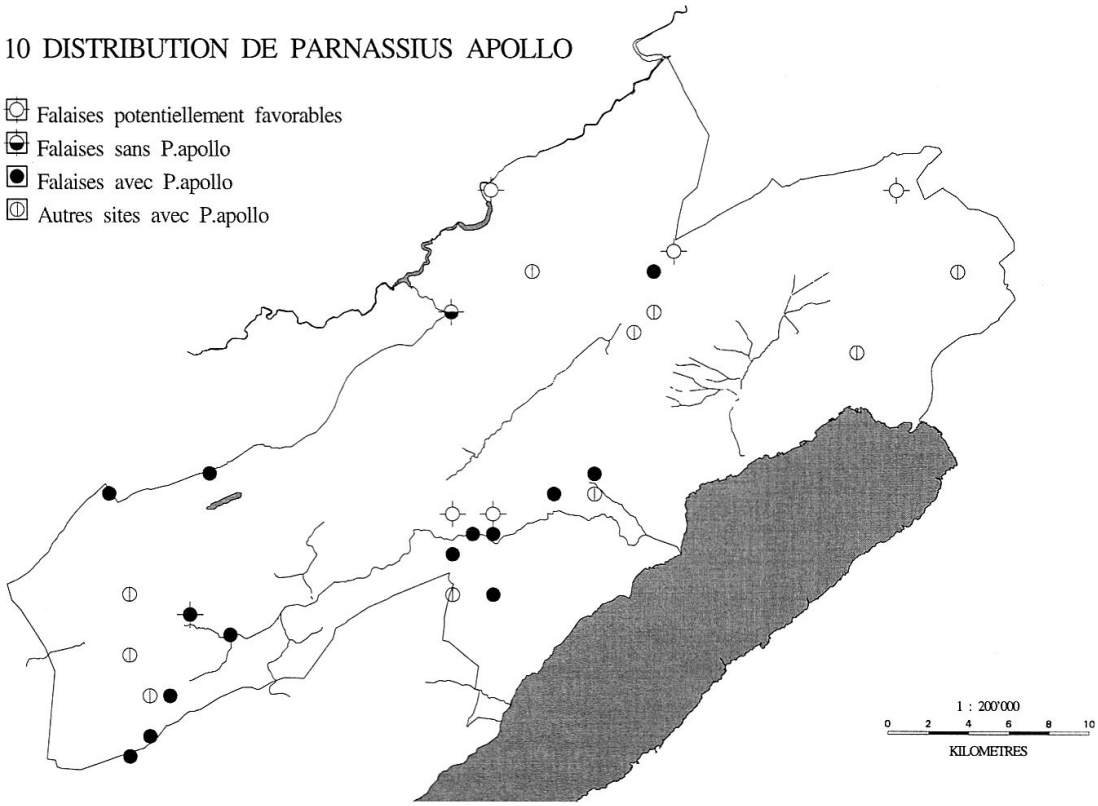
La carte 9 illustre les informations recueillies pour *Maculinea nausithous* et *Sanguisorba officinalis*. Si la méthode appliquée est la même, les résultats obtenus sont diamétralement opposés: il n'existe pas de corrélation évidente entre la distribution régionale du papillon et celle de sa plante-hôte (présence du papillon dans moins de 30% des 58 sites où *S.officinalis* a été découverte). Cette constatation est d'ailleurs valable pour la majorité des espèces observées dans le canton.

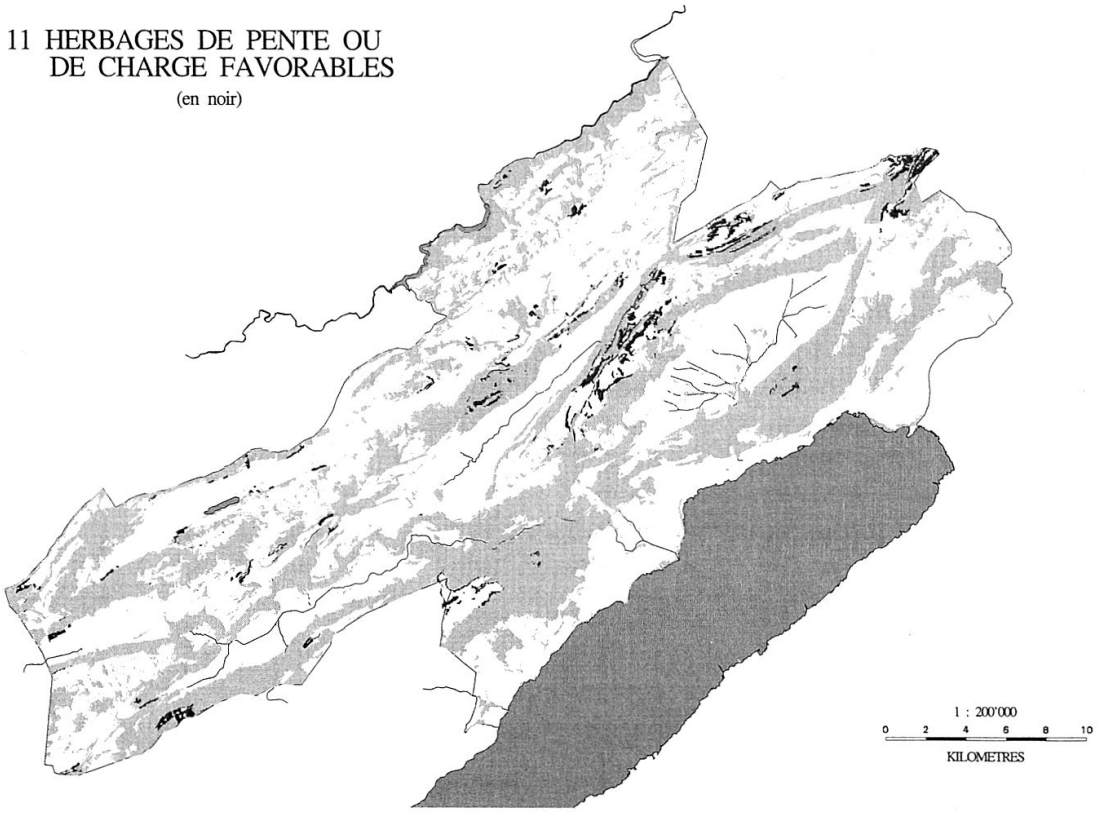
Le recours à d'autres plans thématiques préalablement numérisés peut-il faciliter la détermination de la distribution régionale d'une espèce ?

Une autre possibilité est offerte par la recherche d'une éventuelle relation entre la présence d'une espèce et celle de structures paysagères identifiables sur les documents disponibles et préalablement numérisées. En ce qui concerne l'apollon, espèce caractéristique des milieux pionnniers, il était donc intéressant de tester si sa distribution dans le canton correspondait à celle des falaises rocheuses et des éboulis de grande surface exposés au sud (il ne colonise jamais de tels milieux exposés au nord).

La carte 10 illustre les résultats obtenus. Les points noirs expriment la découverte du papillon dans des falaises ou éboulis identifiables sur cartes topographiques


9 M.NAUSITHOUS ET S.OFFICINALIS
Sites avec Sanguisorba officinalis
Sites avec S.officinalis et Maculinea nausithous
1 : 200'000
0 2 4 6 8 10
KILOMETRES


10 DISTRIBUTION DE PARNASSIUS APOLLO
Falaises potentiellement favorables
Falaises sans P.apollo
Falaises avec P.apollo
Autres sites avec P.apollo
1 : 200'000
0 2 4 6 8 10
KILOMETRES



1:25'000; la demi-lune noire localise l'unique site identifiable visité où l'apollon était absent; les points blancs localisent les falaises rocheuses exposées au sud qui n'ont pas été visitées; les points blancs barrés localisent les sites à apollon découverts dans le canton qui n'étaient pas identifiables dans les documents sus-mentionnés. Ainsi, si la distribution régionale de cette espèce peut être déduite de celle de structures paysagères identifiables sur des documents cartographiques relativement grossiers (présence de l'espèce dans 14 des 15 falaises rocheuses visitées), l'image obtenue grâce au plan thématique «falaises rocheuses exposées au sud» n'est qu'un reflet partiel de sa distribution «réelle». Elle exprime en fait la distribution minimale que l'espèce pourrait avoir dans la région si l'ensemble des sites moins extrêmes qui l'abritent encore devaient être irrémédiablement dégradés.

En définitive, si le recours à des plans thématiques simples pour évaluer la distribution d'une espèce dans une région donnée est possible dans certains cas, ce qui précède démontre que seule leur multiplication (la présence d'une espèce dans un site n'est généralement pas tributaire d'une seule variable, mais d'un faisceau de variables) est susceptible d'apporter un résultat probant pour l'ensemble des espèces qu'elle abrite. En d'autres termes, si le développement d'un système d'évaluation automatique de la distribution des espèces d'une région donnée est une voie de recherche envisageable, elle ne peut à notre sens que compléter un sérieux inventaire de terrain.

Or, c'est notamment dans le choix même des sites à visiter dans le cadre d'un tel inventaire que le recours à un SIG peut être extrêmement efficace. La carte 11 est la représentation cartographique de l'analyse de deux plans thématiques particuliers («modèle de terrain» et «cadastre alpestre» du canton de Neuchâtel), elle-même basée sur les faits suivants:

- les pâturages et estivages dont la charge en bétail dépassent 1.5 UGBN/ha n'ont que peu de chances d'être favorables aux Lépidoptères diurnes;
- les machines agricoles classiques (et notamment les épandeuses d'engrais) ne peuvent pas être utilisées dans des herbages dont la pente dépasse 18% sans risque sérieux d'accident. L'épandage d'engrais dans de tels herbages étant plus compliqué (il doit être effectué à la main ou par le biais de véhicules 4 x 4 adaptés), de nombreux exploitants sont susceptibles d'y renoncer. Dans un tel cas, ces surfaces ont de fortes chances d'être plus intéressantes pour les Lépidoptères diurnes.

Les surfaces sombres présentes sur cette carte correspondent à des pâturages ou à des estivages (respectivement, à des parties de) dont la charge en bétail est inférieure à 1.6 UGBN/ha ou dont la pente est supérieure à 20%. Au moment où j'ai effectué le choix de mes sites d'échantillonnage, le recours aux résultats d'une telle analyse aurait été fort utile!

CONCLUSION

L'utilisation d'un SIG, associé à un logiciel de gestion de banque de données, en permettant l'analyse croisée d'informations spatiales et tabulaires, représentent un outil très efficace d'approche d'un territoire donné dans une optique de protection des espèces et des habitats. Ils permettent par exemple:

- d'isoler rapidement des surfaces répondant à des critères précis et susceptibles de faire l'objet d'études faunistiques et/ou floristiques approfondies. Les résultats offerts par de telles analyses seront d'autant plus fins (et le calibrage de l'échantillonage d'autant plus précis), que la qualité des informations à disposition sera élevée;
- de représenter cartographiquement non seulement les informations floristiques ou faunistiques glanées lors d'inventaires de terrain mais aussi tous les résultats issus d'analyses faites sur ces informations;
- d'analyser et/ou de représenter la distribution d'espèces (respectivement de groupes d'espèces) en fonction d'une (1 plan thématique) ou de plusieurs variables (cumul de plusieurs plans thématiques) différentes et d'obtenir ainsi certaines informations auto- ou synécologiques originales.

Dans ce contexte, les informations fournies dans cet article ne doivent pas être considérées comme l'aboutissement, mais au contraire comme l'ébauche d'une réflexion et d'un travail qui méritent d'être et seront approfondis.

PERSPECTIVES

Si la réalisation de l'ensemble de notre travail nous a permis de cerner les limites d'une approche solitaire de la réalité biologique d'une région dans un but de protection des espèces et des habitats, elle nous a aussi permis d'entrevoir une stratégie susceptible de l'optimiser. La fig. 1 présente le schéma général d'une telle stratégie.

Le contexte de départ envisagé est celui dans lequel nous nous trouvions en 1984 (soit devant une «terra incognita») à la nuance près qu'il intègre l'utilisation d'un SIG pour optimiser le travail de terrain à réaliser.

Un telle approche n'est bien évidemment plus envisageable par un individu isolé. Elle implique un travail d'équipe. Dans son principe, elle peut toutefois s'appliquer à des échelles de travail très différentes (réserves naturelles de moyenne à grande surface, commune, district, canton, pays entier) à la nuance près que plus

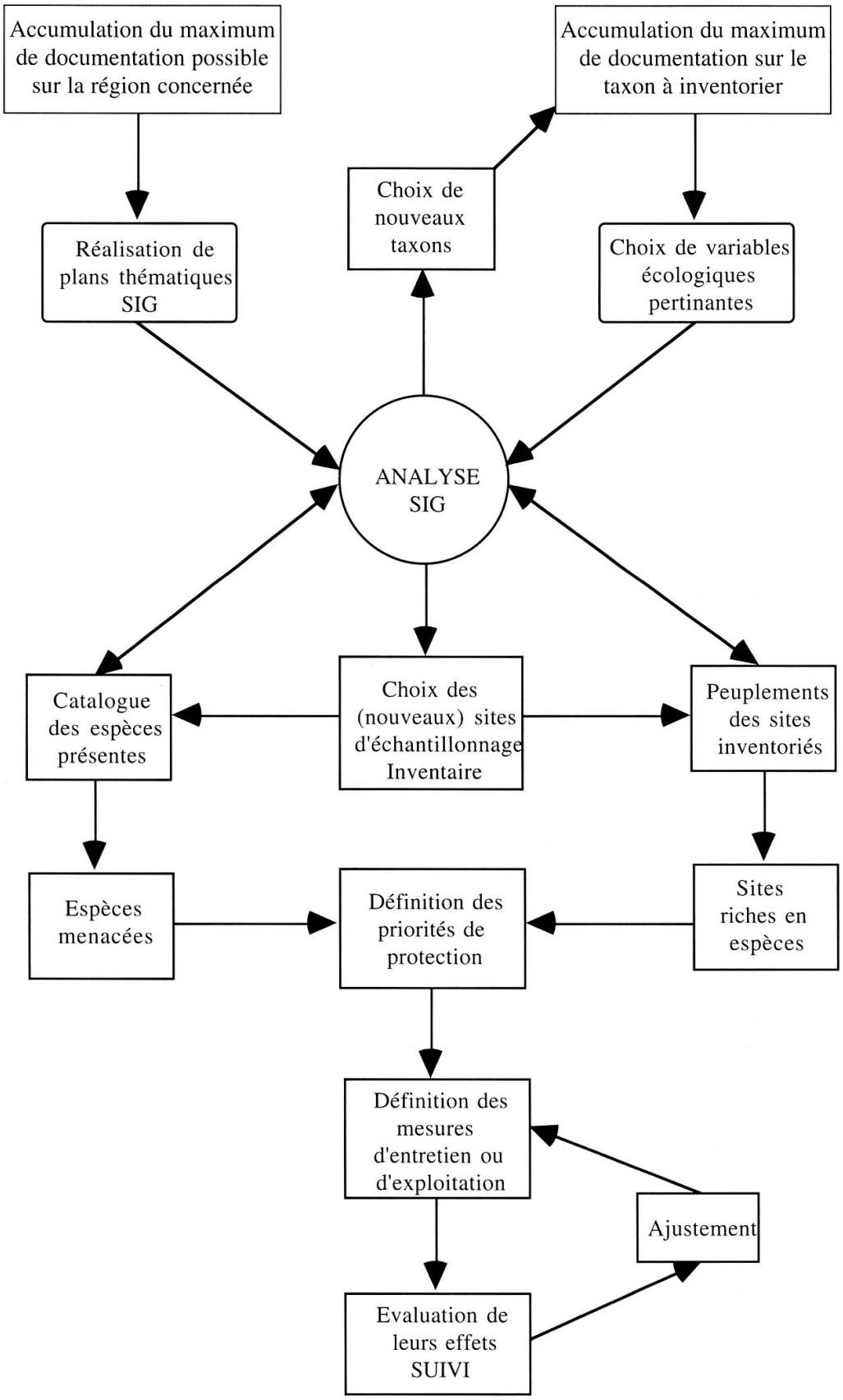


Fig. 1. Approche proposée de la réalité biologique d'une région dans une optique de protection des espèves et des habitats

le territoire concerné est grand et varié, plus le travail préparatoire est important.

Elle comporte trois étapes principales impliquant toutes un traitement et une analyse des informations qu'elles ont permis de rassembler: préparation du travail de terrain, réalisation du travail de terrain, mise en place d'une stratégie de protection des espèces et des habitats.

Préparation du travail de terrain

Le but de cette première phase est d'obtenir un échantillon aussi fin que possible de sites à visiter durant l'inventaire planifié. Plus le nombre de plans thématiques à disposition sera élevé et/ou de qualité plus le travail d'inventaire sera efficace. L'échelle adoptée pour les plans thématiques retenus dépendra bien entendu de la surface à inventorier et de la finesse des résultats escomptés. Les plans thématiques suivants peuvent être conseillés:

- limites effectives de la région considérée qu'elles soient politiques ou physiques;
- modèle numérique de terrain. Un tel modèle permet par exemple de tenir compte, dans une analyse, de la pente et de l'exposition des polygones des autres plans thématiques;
- réseau hydrographique;
- voies de communication et surfaces urbanisées;
- plans d'eau (lacs, mares, étangs...);
- types de sols;
- types d'utilisation du sol (cultures ouvertes, vignes, pâturages, estivages...);
- tout inventaire préalablement réalisé dans la région (pelouses sèches, bas- et haut-marais, objets naturels, types de milieux, réserves naturelles, forêts...).

Les variables choisies pour l'analyse croisée de ces différents plans devront être adaptées à l'écologie générale du taxon retenu. Pour les lépidoptères diurnes, d'après nos propres résultats, les variables suivantes sont intéressantes: pente, exposition, types d'utilisation du sol, types de milieux.

Réalisation de l'inventaire :

De nombreuses méthodes d'inventaire ont été proposées pour les différents taxons susceptibles d'être étudiés. Pour les Lépidoptères diurnes la méthode du transect, telle que nous l'avons utilisée, peut être recommandée; nous préconisons toutefois une légère augmentation du nombre de passages annuels par site (5 au lieu de 4).

Mise en place d'une stratégie de protection des espèces et des habitats

Les résultats fondamentaux d'un inventaire sont une liste d'espèces présentes dans la région considérée et une liste de sites colonisés par le(s) taxon(s) traité(s). Sur cette base, une définition pragmatique de priorités de protection peut être réalisée en tenant compte de deux variables: les espèces menacées observées et les sites riches en espèces et/ou très représentatifs (haute «naturalité») pour le(s) taxon(s) considéré(s) [2] .

[2] L'échelle de travail implicitement retenue ici est l'échelle stationelle (quelques dizaines de m^2 à quelques hectares). Les taxons traités en parallèle doivent donc avoir des exigences spatiales similaires, ce qui n'est pas le cas pour la plupart des Lépidoptères diurnes (traceurs stationnels) et de nombreux oiseaux (traceurs paysagers) par exemple.

Le choix des priorités de protection ayant été réalisé, il est indispensable de définir, si besoin est, les mesures d'entretien et/ou d'exploitation des sites retenus qui assurent le maintien de leur intérêt initial et de mettre sur pied un système de contrôle à long terme des effets de ces mesures (pour une approche synthétique des nombreux problèmes qu'un tel choix suppose voir DIERSSEN, 1994). C'est à ce niveau que le concept de «suivi» prend toute sa valeur. En effet, la mise en place d'un «suivi», permettant d'estimer l'évolution des populations des espèces présentes dans les sites étudiés, est le seul moyen envisageable pour contrecarrer à temps les causes de dégradation du milieu (mesures d'entretien inadaptées par ex.) que leur raréfaction ou que leur expansion indiquent. Il implique toutefois:

- l'obtention de données (semi)quantitatives;
- un nombre élevé de passages annuels par site retenu (1 relevé tous les 15 jours au minimum pour les Lépidoptères diurnes) afin d'assurer une bonne évaluation de l'évolution annuelle des populations de chaque espèce suivie;
- une durée assez longue permettant de séparer les fluctuations naturelles des fluctuations anthropogènes des populations des espèces considérées. Comme des fluctuations naturelles de population de 5 à 10 ans ne sont pas rares chez les Invertébrés, les résultats d'un suivi ne sont utilisables qu'après plusieurs années (cf. POLLARD, 1978); ou
- un choix judicieux d'espèces cibles (traceurs biologiques) dont les fluctuations naturelles des populations ont une courte périodicité par exemple (pour une approche synthétique des difficultés qu'un tel choix engendre voir REICH, 1994).

Le fort investissement en temps et en moyens financiers que de tels suivis imposent excluent leur généralisation à l'ensemble d'un territoire donné ou leur application dans des sites choisis au hasard. C'est pourquoi nous proposons de ne les réaliser que dans des sites «prioritaires».

En ce qui concerne le canton de Neuchâtel, nous sommes persuadé que l'application rapide de ces mesures permettraient d'assurer le maintien d'une partie importante des populations de Lépidoptères diurnes que nous avons observées.

RÉSUMÉ

La définition d'une politique efficace de protection des espèces et des habitats est un problème crucial auquel est confronté toute institution publique ou privée intéressée à la conservation de la nature. Sur la base d'exemples concrets tirés de l'étude de la faune lépidoptérique du Jura neuchâtelois (Suisse), cet article propose, après un résumé de quelques notions fondamentales, une stratégie pragmatique d'approche de ce problème qui allie l'utilisation d'un SIG à un sérieux inventaire de terrain.

BIBLIOGRAPHIE

BURROUGH, P. A., 1986. *Principles of geographical information systems for land resource assessment.* Monographs on Soil and Resources Survey 12, Oxford, 193 pp.

DIERSSEN, K., 1994. Was ist Erfolg im Naturschutz? *In: Effizienkontrollen im Naturschutz.* Bonn-Bad Godesberg, p. 9-23.

GONSETH, Y., 1991. La faune des Rhopalocères (Lepidoptera) du Jura neuchâtelois, un reflet partiel de la faune lépidoptérologique jurassienne. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. Nat. 114:* 31-41.

GONSETH, Y., 1992a. Relations observées entre Lépidoptères diurnes (Lepidoptera Rhopalocera) adultes et plantes nectarifères dans le Jura occidental. *Nota Lepidopterologica 15:* 10-122.

GONSETH, Y., 1992b. La faune des Lépidoptères diurnes (Rhopalocera) des talus routiers et ferroviaires du Jura neuchâtelois. *Bull. Soc. Ent. Suisse 65:* 413-430.

GONSETH, Y., 1993a. Les Lépidoptères diurnes (Rhopalocera) des milieux humides du canton de Neuchâtel I. Les milieux à *Maculinea nausithous* (BERGSTR.), Lep. Lycaenidae. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. Nat. 116:* 25-39.

GONSETH, Y., 1993b. La faune des Lépidoptères diurnes (Rhopalocera) des lisières forestières du Jura neuchâtelois. *Bull. Soc. Ent. Suisse 66:* 159-171.

GONSETH, Y., 1993c. La faune des Lépidoptères diurnes (Rhopalocera) des clairières et des chemins forestiers du Jura neuchâtelois. *Bull. Soc. Ent. Suisse 66:* 283-302.

GONSETH, Y., 1994a. Les Lépidoptères diurnes (Rhopalocera) des milieux humides du canton de Neuchâtel II. Tourbières, prés à litières, mégaphorbiées. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. Nat. 117:* 33-57.

GONSETH, Y., 1994b. La faune des Lépidoptères diurnes (Rhopalocera) des pâturages, des pelouses sèches et des prairies de fauche du Jura neuchâtelois. *Bull. Soc. Ent. Suisse 67:* 17-36.

MCLAREN, S. B. & BRAUN, J. K., 1993. *GIS applications in mammalogy.* Special publication of the Oklahoma Museum of Natural History, Oklahoma 41 pp.

OFA, 1988. *Cadastre alpestre suisse; Canton de Neuchâtel; Agriculture, économie pacagère et alpestre.* Office fédéral de l'agriculture, Berne, 327 pp.

POLLARD, D., 1978 : A method for assessing changes in the abundance of butterflies. *Biol. Conservation 12:* 115-134.

REICH, M., 1994. Dauerbeobachtung, Leitbilder und Zielarten - Instrumente für Effizienzkontrollen des Naturschutzes ? *In: Effizienkontrollen im Naturschutz.* Bonn-Bad Godesberg, p. 103-111.

STAR, J. & ESTES, 1990. *Geographic information systems: an introduction.* New Jersey, 303 pp.

(reçu le 21 juillet 1995; accepté le 11 septembre 1995)