**Zeitschrift:** Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft =

Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss

**Entomological Society** 

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

**Band:** 67 (1994)

**Heft:** 1-2

**Artikel:** La faune des Lépidoptères diurnes (Rhopalocera) des pâturages, des

pelouses sèches et des prairies de fauche du Jura neuchâtelois

Autor: Gonseth, Yves

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-402542

# Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

## **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF: 27.11.2025** 

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

## MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE

67, 17 – 36, 1994

La faune des Lépidoptères diurnes (Rhopalocera) des pâturages, des pelouses sèches et des prairies de fauche du Jura neuchâtelois <sup>1</sup>

# YVES GONSETH

CSCF, Terreaux 14, CH-2000 Neuchâtel

The diurnal butterflies (Lepidoptera Hesperioidea and Papilionoidea) of pastures, dry grasslands and meadows in the Jura mountains of Neuchâtel. - Results of the study of diurnal Lepidoptera (Lepidoptera Hesperioidea and Papilionoidea) of 68 pastures and 72 dry grasslands or meadows in the Jura mountains of Neuchâtel are presented. Analysis shows that the most important environmental variables that influence the compostion, the richness and diversity of the butterfy fauna in the studied areas are: rich and diversified flora, altitude, structural diversity and farm management.

Keywords: Rhopalocera, Swiss Jura, pastures, meadows, dry grasslands, species composition

### INTRODUCTION

Les Lépidoptères diurnes sont des insectes essentiellement héliophiles susceptibles de coloniser la plupart des milieux ouverts ou semi-ouverts. Primitivement confinés dans les forêts claires, dans les clairières naturelles et dans les pelouses impropres à la croissance des arbres (sol très superficiel ou très humide, altitude élevée), ils ont largement profité du déboisement progressif des forêts européennes, occasionné par les diverses activités humaines (agriculture, chauffage, construction), pour accroître leur aire de distribution et/ou augmenter le nombre et l'importance de leurs populations. Cette tendance a perduré jusqu'à l'aube du XXème siècle en tout cas puisque, comme le démontrent la plupart des «inventaires» régionaux établis en Suisse à la fin du siècle dernier (FAVRE, 1899; DE ROUGEMONT, 1904 notamment), les Lépidoptères diurnes constituaient à cette époque un élément faunique très représentatif de nos campagnes. Cette situation favorable s'est toutefois fortement dégradée au cours du XXème siècle avec les modifications drastiques des moyens de production agricole (mécanisation, apparition des engrais chimiques, des pesticides et des herbicides), l'abandon progressif des pratiques traditionnelles (prés à litière, communaux par exemple) et l'adoption durant la seconde guerre mondiale d'un plan de production agricole de crise (plan Wahlen), qui s'est notamment traduit par la mise en culture ouverte d'une surface très importante de prairies naturelles.

Le Jura neuchâtelois, qui n'a pas échappé à ces profondes mutations des pratiques culturales, est caractérisé par une grande diversité topographique et mésoclimatique. Le type d'exploitation agricole du sol varie donc fortement d'une région à l'autre: le littoral, le fond du Val de Ruz et le fond du Val de Travers sont caractérisés par la prédominance de cultures ouvertes (fourragères, céréalières ou même viticoles), alors que les régions sises au-dessus de 800 m. sont caractérisées par la prédominance des pâturages permanents, des prairies de fauches montagnardes

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Cet article fait partie de la thèse de l'auteur (FNRS No 3.269-0.85)

(Polygono-Trisetion) et des estivages (les champs d'orge, très répandus durant la seconde guerre mondiale, y ont pratiquement disparu). Si les cultures ouvertes représentent par essence des milieux hostiles aux Lépidoptères diurnes, le problème est plus complexe pour les herbages, leur intérêt potentiel étant tributaire de nombreux facteurs: type et quantité d'engrais épandus, charge en bétail (pour les pâturages et les estivages), nombre et période des fauches annuelles (pour les prairies). Les buts poursuivis dans ce travail étaient les suivants: détermination de la faune potentielle des herbages de la région; découverte et cartographie des sites de haute valeur lépidoptérologique (réservoirs de faune); mise en évidence des principales variables environnementales et anthropogènes influençant la distribution régionale des espèces et évaluation de leurs effets. Pour ce faire plus de 140 prairies, pâturages et estivages ont été étudiés. Cet article résume les principaux résultats obtenus et présente les mesures qui doivent être envisagées pour assurer la survie de la faune lépidoptérologique de la région.

### **METHODES**

Les chiffres présentés dans le tab. 2 sont basés sur un comptage direct des individus observés dans les herbages retenus. Quatre passages ont été réalisés dans chacun d'eux entre les mois de mai et de septembre et ceci toujours par beau temps. Les individus rencontrés ont été comptés par le biais d'un itinéraire en zig zag (10 - 15 m d'espacement entre chaque ligne parallèle du parcours). Le temps passé dans chaque herbage à chaque passage a oscillé entre 40 et 180 minutes. Si les chiffres obtenus par cette méthode d'échantillonnage ne permettent pas d'évaluer l'effectif réel des populations présentes (une méthode de capture/recapture devrait être adoptée pour le faire), ils permettent toutefois une comparaison des différents milieux inventoriés.

Les variables environnementales suivantes ont été prises en compte :

- type de milieu: pâturage, estivage, prairie de fauche, pelouse sèche, prairie ou pâturage abandonné;
- localisation géographique, position topographique, exposition, pente moyenne, minimale et maximale (cette variable peut avoir une incidence non négligeable sur le type d'exploitation d'une surface, les machines agricoles classiques ne pouvant être utilisées dans des pentes excédant 18% sans risque de retournement; ce danger important limite l'utilisation d'épandeur d'engrais tractés sur des surfaces très pentues), surface étudiée et surface totale de la parcelle exploitée;
- surface effective de buissons isolés et de massifs boisés. Un indice exprimant la complexité de la structure spatiale de chaque milieu a été calculé en tenant compte des surfaces boisées, de la surface couverte par les roches apparentes et de la pente;
- en fin de saison, évaluation sur la base d'échantillons d'1 m² (en nombre variant en fonction de la surface inventoriée) du recouvrement et de la stratification de la végétation, de la proportion de roche apparente et, pour les pâturages ou les estivages, de la proportion de végétation résiduelle (végétation non consommée par le bétail); les catégories suivantes ont été retenues pour évaluer ces variables: recouvrement de la végétation, proportion de roches apparentes et proportion de végétation résiduelle : 0%, 1 10%,11 25%, 26 50%, 51 75%, 76 90%,> 90%; pour la stratification de la végétation : 1 10 cm, 10 25 cm, 26 50 cm, 50 cm 1 m, > 1 m; sur la base des résultats obtenus, un indice de complexité structurale de la végétation résiduelle a été calculé pour les pâturages et les estivages;

- type d'entretien ou d'exploitation; pour les pâturages et les estivages : charge en bétail, types et quantité d'engrais épandus. Ces renseignements ont été recueillis, dans la mesure du possible, auprès de l'exploitant de la surface étudiée. En cas de non réponse ils ont été rassemblés dans les comptes rendus des enquêtes effectuées entre 1979 et 1984 dans le canton par l'Office fédéral de l'agriculture (Cadastre alpestre suisse, 1988). En ce qui concerne la charge en bétail <sup>2</sup>, ces renseignements sont suffisamment fiables pour 31 pâturages ou estivages sur 68; en ce qui concerne le type et la quantité d'engrais épandus (fumier, lisier ou engrais chimiques), ces renseignements ne sont pas assez précis pour permettre une analyse comparative de nos résultats en fonction de cette variable.

En fonction de la surface inventoriée, un nombre variable de relevés phytosociologiques partiels (sans graminées ni cypéracées) de 1m², choisis au hasard, ont été effectués dans chaque milieux à chaque passage. Sur la base de ces relevés, un indice floristique, oscillant entre 1 et 6, a été déterminé pour chacun d'eux. Un indice de 6 signifie que le pourcentage de plantes caractéristiques de milieux amendés ou eutrophes est < 10; un indice de 1 signifie que ce pourcentage est > à 90; les classes intermédiaires étant les suivantes: 5: 76 à 90%; 4: 51 à 75%; 3: 26 à 50%; 2: 11 à 25%.

Les relevés fauniques effectués dans les pelouses, dans les prairies, dans les pâturages et dans les estivages ont été ordonnés par l'intermédiaire du programme TWINSPAN, Two way indicators species analysis (HILL, 1979). Les résultats de ces analyses sont présentés à la fig. 1.

### APPROCHE FAUNIQUE GLOBALE

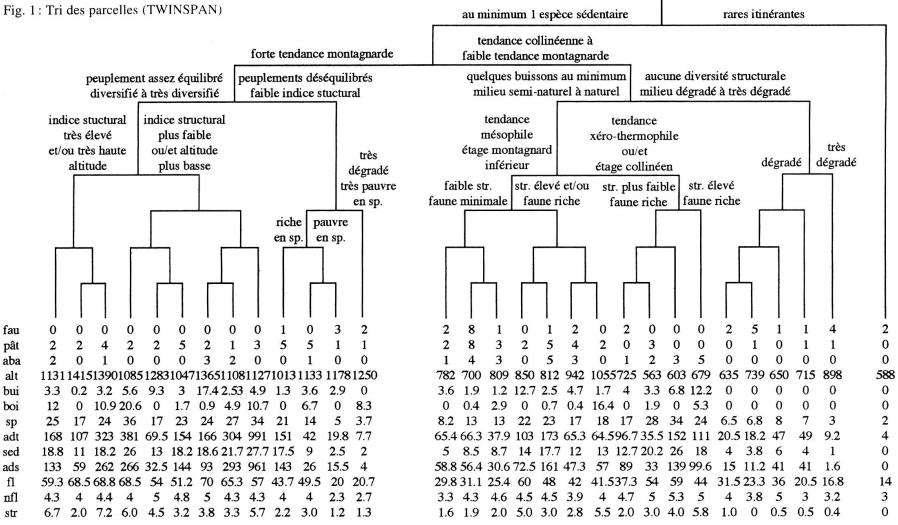
87 espèces, 78% de la faune régionale (Gonseth, 1991), ont été répertoriées au moins une fois dans les 140 milieux retenus. Parmi ces 87 espèces, 15 sont menacées à l'échelle nationale et 25 sont menacées à l'échelle régionale (Gonseth, sous presse). Si les chiffres présentés sont uniquement fondés sur les observations faites grâce aux méthodes décrites au chapitre précédent, le nombre de sites prospectés est suffisant pour pouvoir affirmer que les résultats obtenus reflètent bien la faune potentielle actuelle des herbages de la région.

Sur la base des fréquences calculées pour chaque espèce, il est possible d'en isoler 22 qui forment ensemble le peuplement minimal <sup>3</sup> des herbages du Jura neuchâtelois (par ordre de fréquence décroissant): *Maniola jurtina, Coenonympha pamphilus, Pieris rapae, Pieris napi* et*Polyommatus icarus*, les plus fréquentes (FR>60%) et leurs compagnes les plus régulières (FR > 30%), *Aglais urticae, Melanargia galathea, Aphantopus hyperanthus, Ochlodes venatus, Anthocharis cardamines, Spialia sertorius, Inachis io, Thymelicus sylvestris, Gonepteryx rhamni, Mesoacidalia aglaja, Cyaniris semiargus, Pieris brassicae, Lysandra coridon, Erebia medusa, Colias hyale, Lycaena hippothoe et Cynthia cardui.* 

Ces résultats d'ensemble cachent certaines différences entre les types de milieux considérés. Une première distinction peut être faite entre milieux pâturés et milieux non pâturés (fauchés ou abandonnés).

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> La charge en bétail est exprimée en UGBN, nombre d'UGB pour 100 jours de pâture; elle est évaluée à partir des équivalences suivantes : jument suitée : 2 UGB; vache : 1 UGB; génisse > 2 ans : 4/5 UGB; génisse de 1 à 2 ans : 3/5 UGB; veau : 1/3 UGB (voir Cadastre alpestre suisse 1988)

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Cette notion est bien entendu théorique. Elle permet toutefois d'estimer si un herbage donné présente une faune nettement sous optimale (pauvreté plus grande) ou relativement diversifiée (plus grande richesse)



140 objets

fau: prairies de fauche; pat: pâturages; aba: prairies ou pâturages abandonnés ou partiellement exploités; alt: altitude; bui: recouvrement des buissons: boi: recouvrement des massifs boisés; sp: nombre d'espèces; adt: nombre d'individus; sed: nombre d'espèces peu mobiles; ads: nombre d'individus (espèces peu mobiles); fl: nombre de plantes à fleurs; nfl: note floristique; str: indice structural.

# Pâturages et estivages

Sur la base des fréquences calculées des 83 espèces observées dans les pâturages ou dans les estivages, il est possible d'en isoler 29 qui forment ensemble leur peuplement minimal: aux 22 espèces susmentionnées s'ajoutent quelques compagnes régulières (FR > 30%), Erebia ligea, Cupido minimus, Hesperia comma, Lasiommata maera, Erebia euryale et Colias alfacariensis.

Les espèces suivantes ont été essentiellement observées dans ce type de milieu (FR > 70% du nombre total d'herbages où l'espèce était présente; espèces très rares non comprises): Hesperia comma, Plebicula dorylas, Lasiommata maera, Erebia euryale, Colias alfacariensis, Clossiana euphrosyne, Mellicta parthenoides, Thymelicus lineolus et Aricia agestis.

# Prairies de fauche et pelouses abandonnées

Sur la base des fréquences calculées des 78 espèces observées dans les prairies de fauche ou dans les pelouses abandonnées, il est possible d'en isoler 18 qui forment ensemble leur peuplement minimal: Maniola jurtina, Coenonympha pamphilus, Pieris rapae, Polyommatus icarus, les plus fréquentes (FR > 60%) et leurs compagnes les plus régulières (FR > 30%) Aglais urticae, Melanargia galathea, Aphantopus hyperanthus, Ochlodes venatus, Anthocharis cardamines, Inachis io, Thymelicus sylvestris, Gonepteryx rhamni, Pieris brassicae, Lysandra coridon, Colias hyale et Lycaena tityrus.

Les espèces suivantes ont été essentiellement observées dans ce type de milieu (FR > 70% du nombre total de prairies où l'espèce était présente; espèces très rares non comprises): Leptidea sinapis, Brintesia circe, Coenonympha arcania, Plebicula thersites et Erebia aethiops.

Le tab. 1 apporte quelques renseignements complémentaires pour une classification un peu plus fine des différents milieux étudiés. Les chiffres proposés dans ce tableau ne représentent, compte tenu des méthodes d'échantillonnage qui ont été retenues, que des estimations semi-quantitatives comparatives qui ne sont pas assimilables à des évaluations réelles des effectifs des populations présentes. Leur

Tab.1: Moyennes de quelques variables par type d'exploitation.

NFL: indice floristique ALT: altitude NSP: nombre d'espèces de papillons NSF: nombre d'espèces de plantes %GR: pourcentage d'espèces exploitant des graminées %LEG: exploitant des légumineuses N: nombre de sites IN/HA: nombre d'individus par hectare INS/HA: idem pour les espèces peu mobiles

Type d'exploitation	NFL	ALT	NSP	NSF	IN/HA	INS/HA	%GR	%LEG	N
Pâturages et estivages	5 - 6	1027	24	52	83	74	38	30	15
	4	1022	17	48	74	64	45	23	43
	1 - 3	926	14	27	35	27	47	22	6
Prairies de fauche	5 - 6	735	18	42	147	135	43	27	8
i	4	663	12	32	118	97	45	26	12
	1 - 3	910	4	16	16	12	62	21	15
Prairies et pelouses	5 - 6	762	21	47	224	194	42	27	8
partiellement fauchées	4	914	16	43	43	23	52	25	4
Pelouses abandonnées	5 - 6	870	24	47	207	181	39	36	19
	4	889	17	52	129	98	48	32	8

unique intérêt est l'isolement de certaines tendances générales. Ces premiers résultats appellent quelques commentaires.

A qualité floristique égale, la richesse faunique des différents milieux étudiés (exprimée en nombre d'espèces) est sensiblement la même pour les pâturages ou les estivages, les prairies partiellement fauchées et les pelouses abandonnées. Le cas des prairies de fauche est légèrement différent: leur peuplement moyen est non seulement régulièrement plus pauvre, mais la diminution du nombre d'espèces présentes, parallèle à l'appauvrissement de la flore, est plus forte. Ce fait est essentiellement imputable au type d'exploitation normal des prairies de fauche de la région: souvent amendées pour en améliorer le rendement, elles voient leur végétation croître rapidement ce qui permet un premier fauchage très précoce (mai en plaine, juin en montagne) et la réalisation d'une à deux coupes supplémentaires durant la saison selon l'altitude et les conditions climatiques (en montagne les prairies de fauche permettent rarement plus de deux coupes annuelles suivies d'une pâture de la repousse en automne). Ce type d'exploitation a deux incidences: banalisation de la flore (et ainsi disparition de nombreuses plantes-hôtes des chenilles) et impossibilité pour la plupart des espèces de papillons qui pourraient encore y vivre de boucler leur cycle complet entre deux fauches. Il est intéressant de constater à cet égard que les espèces monovoltines sont systématiquement absentes des prairies les plus banales (qui sont les plus fréquentes) et que, dans la majorité des cas, seules quelques espèces plurivoltines à cycle très court (3 à 4 générations annuelles) et quelques espèces extrêmement mobiles y ont été observées.

A qualité floristique égale, le nombre moyen d'individus observés par hectare est beaucoup plus faible dans les milieux pâturés que dans l'ensemble des autres types de milieu. L'apparente contradiction entre cette constatation et celle émise au paragraphe précédent s'explique toutefois aisément. La pâture, qui débute généralement en même temps voire même avant la première coupe des prairies, agit comme un «fauchage progressif». Son effet, s'il est insuffisant pour faire disparaître en une fois l'ensemble des pieds des différentes plantes présentes (ce qui peut permettre à certaines espèces de papillons à cycle «long» de se maintenir), est par contre suffisant pour en diminuer rapidement le nombre (ce qui entraîne une limitation du nombre d'individus pouvant parvenir à maturité). A ce premier effet se greffe bien entendu le piétinement du bétail susceptible de détruire de nombreuses chenilles et chrysalides puisque le développement larvaire et la nymphose de la plupart des espèces de papillons des milieux ouverts se passent au sein de la strate herbacée.

La baisse de la qualité floristique de chaque type de milieu est liée non seulement à une baisse de leur richesse faunique, mais aussi à une modification de la composition même de leurs peuplements, traduite par une augmentation de la proportion d'espèces qui exploitent des graminées (>> 40% du nombre d'espèces sédentaires ou peu mobiles) et par une baisse de la proportion de celles qui exploitent des légumineuses (<< 30% du nombre d'espèces sédentaires ou peu mobiles). Cette constatation reflète bien les effets de l'intensification des pratiques agricoles, et notamment de l'apport d'engrais, dans les herbages de la région - explosion des graminées, raréfaction de la plupart des autres espèces de plantes - effets d'autant plus marqué que cet apport est important.

# TRI DES RELEVES (TWINSPAN)

Nous avons renoncé à énumérer les 140 sites étudiés dans la fig. 1 présentant les résultats de ces analyses. Cette énumération a été remplacée par les valeurs

Tab. 2: caractéristiques des sites étudiés.

PARC: numéro de parcelle; LOC: nom du site; ALT: altitude; EXPO: exposition; SRFET: surface étudiée; SRFTOT: surface totale; PEN: pente moyenne; PMX: pente maximale; RBU: recouvrement des buissons; RBO: recouvrement des massifs boisés; UGBN: charge en bétail; UTIL: type d'exploitation; FAUC: fauche; PATU: pâture; FAPA: fauche partielle; FPAT: fauche et pâture; PPAR: pâture partielle; nsp: nombre d'espèces de papillons; sed: nb. d'espèces sédentaires; NCO: nb. d'espèces de plantes à fleurs; NF: note floristique; adt: nb. d'individus (toutes les espèces de papillons); ads: nombre d'individus (espèces sédentaires).

17   117   15   226   253   254   2   3   225   1   62   63   225   416   58   59   60	LOC Côte-aux-Fées Locle Côte-aux-Fées Cernier Chasseral Chasseral Tête de Ran Fontaines Chasseral Tête de Ran Fontaines Chasseral Fête de Ran Brévine Brévine Fontaines Enges Bayards Bayards	ALT 1000 1225 1000 1300 1405 1425 1370 1380 1360 1470 1370 1085 1085 1230 1040	EXPO SO/O SE SE SE SE SE SE SE SE SE SE	SRFET 34470 24500 17000 20300 40000 58750 21275 83050 33700 1E+05 15375 59875 75850	SRFTOT 175000 175000 175000 17000 20300 620000 685000 685000 293000 230625 15375	28 12 85 55 38 58 26 48 44	9MX 37 15 120 85 64 75 47	8BU 4.2 0 4 5 0 0.5 5.7 3	1.9 6.6 10 29 0 0	39.4 94.8 94.8	PATU PATU SANS FPAR PATU PATU	10 33 19 20 14	300 30 227 114 104 109	5 27 10 13 9	ads 282 17 207 26 47 71	76 46 42 73 70 67	NF 4 4 5 4
117   15   226   253   254   2   3   224   2   1   62   63   225   416   58   59   60	Locle Côte-aux-Fées Cernier Chasseral Chasseral Tête de Ran Fontaines Chasseral Tête de Ran Fontaines Chasseral Tête de Ran Brévine Brévine Fontaines Enges Bayards	1225 1000 1300 1405 1425 1370 1380 1360 1470 1370 1085 1085 1335 1230	SE S	24500 17000 20300 40000 58750 21275 83050 33700 1E+05 15375 59875	175000 17000 20300 620000 620000 685000 685000 293000 230625 15375	12 85 55 38 58 26 48 44	15 120 85 64 75	0 4 5 0 0.5 5.7	6.6 10 29 0	94.8 94.8	PATU SANS FPAR PATU PATU	10 33 19 20 14	30 227 114 104 109	5 27 10 13 9	17 207 26 47 71	46 42 73 70 67	4 5 4
15 226 253 254 2 3 224 252 1 62 63 225 416 58 59 60	Côte-aux-Fées Cernier Chasseral Chasseral Tête de Ran Fontaines Chasseral Tête de Ran Fontaines Chasseral Tête de Ran Brévine Brévine Fontaines Enges Bayards	1000 1300 1405 1425 1370 1380 1360 1470 1370 1085 1085 1335 1230	SE S	17000 20300 40000 58750 21275 83050 33700 1E+05 15375 59875	17000 20300 620000 620000 685000 685000 293000 230625 15375	85 55 38 58 26 48 44 45	120 85 64 75	4 5 0 0.5 5.7	10 29 0 0	94.8 94.8	SANS FPAR PATU PATU	33 19 20 14	227 114 104 109	27 10 13 9	207 26 47 71	42 73 70 67	5 4
226 (253 (254 (252 (252 (252 (252 (252 (252 (252	Cernier Chasseral Chasseral Tête de Ran Fontaines Chasseral Tête de Ran Fontaines Chasseral Tête de Ran Brévine Brévine Fontaines Enges Bayards	1300 1405 1425 1370 1380 1360 1470 1370 1085 1085 1335	SE NE SE E/SE SE SE SE SE SE SE SE	20300 40000 58750 21275 83050 33700 1E+05 15375 59875	20300 620000 620000 685000 685000 293000 230625 15375	55 38 58 26 48 44 45	85 64 75	5 0 0.5 5.7	29 0 0	94.8	FPAR PATU PATU	19 20 14	114 104 109	10 13 9	26 47 71	73 70 67	4
253 (254 (2 ) 3 ) 224 (252 ) 1 (62 ) 63 (225 ) 416 (58 ) 59 (60 )	Chasseral Chasseral Tête de Ran Tête de Ran Fontaines Chasseral Tête de Ran Brévine Brévine Fontaines Enges Bayards	1405 1425 1370 1380 1360 1470 1370 1085 1085 1335 1230	SE NE SE E/SE S SE SE SE SE SE SE	40000 58750 21275 83050 33700 1E+05 15375 59875	620000 620000 685000 685000 293000 230625 15375	38 58 26 48 44 45	75	0 0.5 5.7	0	94.8	PATU PATU	20 14	104 109	13 9	47 71	70 67	
254   2   3   224   252   1   62   63   225   416   58   59   60	Chasseral Tête de Ran Tête de Ran Fontaines Chasseral Tête de Ran Brévine Brévine Fontaines Enges Bayards	1425 1370 1380 1360 1470 1370 1085 1085 1335 1230	NE SE E/SE S SE SE SE SE SE SE SE	58750 21275 83050 33700 1E+05 15375 59875	620000 685000 685000 293000 230625 15375	58 26 48 44 45	75	0.5 5.7	0	94.8	PATU	14	109	9	71	67	
2 3 224 252 1 62 63 225 416 58 59 60	Tête de Ran Tête de Ran Fontaines Chasseral Tête de Ran Brévine Brévine Fontaines Enges Bayards	1370 1380 1360 1470 1370 1085 1085 1335 1230	SE E/SE S SE SE SE SE SE	21275 83050 33700 1E+05 15375 59875	685000 685000 293000 230625 15375	26 48 44 45		5.7						_		_	_
3 224 252 1 62 63 225 416 58 59 60	Tête de Ran Fontaines Chasseral Tête de Ran Brévine Brévine Fontaines Enges Bayards	1380 1360 1470 1370 1085 1085 1335 1230	E/SE SE SE SE SE SE	83050 33700 1E+05 15375 59875	685000 293000 230625 15375	48 44 45			0								4
224 252 1 62 63 225 416 58 59 60	Fontaines Chasseral Tête de Ran Brévine Brévine Fontaines Enges Bayards	1360 1470 1370 1085 1085 1335 1230	SE SE SE SE SE	33700 1E+05 15375 59875	293000 230625 15375	44 45		3	10.70	89.3	PATU	15	123	13	110	63	4
252 1 62 63 225 416 58 59 60	Chasseral Tête de Ran Brévine Brévine Fontaines Enges Bayards	1470 1370 1085 1085 1335 1230	SE SE SE SE S	1E+05 15375 59875	230625 15375	45	47		11	89.3	PATU	33	713	24	620	79	4
1 62 63 225 416 58 59 60	Tête de Ran Brévine Brévine Fontaines Enges Bayards	1370 1085 1085 1335 1230	SE SE SE S	15375 59875	15375			1.1	2	40.1	PATU	17	115	12	58	60	5
62 63 225 416 58 59 60	Brévine Brévine Fontaines Enges Bayards	1085 1085 1335 1230	SE SE S	59875			50	0	9.3	15.5	PATU	28	333	19	225	72	4
63 225 416 58 59 60	Brévine Fontaines Enges Bayards	1085 1335 1230	SE S			44	47	6.2	32		SANS	26	330	23	298	70	5
225 416 58 59 60	Fontaines Enges Bayards	1335 1230	S	75850	143000	15	32	8.1	27		PATU	34	396	24	266	72	4
416 58 59 60	Enges Bayards	1230			166000	32		3.1	14		PATU	37	365	28	265	65	4
58 59 60	Bayards		9	20000	65000	38	43	3	0	10.1	PATU	16	95	12	37	54	5
59 60		1040	٦	8850	10000	14	17	16	0		PATU	18	44	14	28	54	5
60	Bayards	1040	S	57050	210600	13	19	2.2	1.5		PATU	25	171	20	162	56	5
		1055	S	31600	31600	13	15	7.2	2.3	5.9	PATU	29	219	24	206	58	5
	Bayards	1060	S	1E+05	108600	12	25	0.6	0		PATU	24	227	20	213	47	5
01 1	Bayards	1055	S	41775	205825	8	25	1.5	4.6		PATU	14	82	10	73	49	4
_	Bayards		SE-SO	11425		18	28	3.4	0		PATU	22	72	17	65	46	5
	Montalchez	1405	S/SE	47614	525000	26	35	1.7	4.6	80	PATU	25	182	17	122	74	5
	Montalchez	1360	S/SO	20125	23000	19	21	11	0	4.2	PATU	19	96	15	43	57	5
	Montalchez	1375	SE	14850	14850	15	23	27	0		SANS	33	225	25	139	78	5
	Montalchez	1345	S/SO	13675	6500	25		13	0	0.7	PPAR	26	184	21	86	80	5
222	Montalchez	1340	SE	3800	3800	20		35	0		SANS	19	142	15	77	62	5
35	Cachot	1055	SE	17175	100000	37	45	2.5	0		PATU	30	192	23	178	57	4
55	Boveresse	1140	PLAT	41575	205000	0	0			31	SANS	28	502	24	491	71	5
57	Boveresse	1130		31875	156000				9.8	20.6	SANS	23	218	18	210	68	4
27	Couvet	1125	S/SE	27400	90800	41	52	7.7	13	8.7	PATU	40	1583	32	1532	69	4
28	Couvet	1115	SE	13175	154000	42	46	5.6	19	27.2	PATU	33	308	28	287	56	4
30	Couvet	1140	S/SE	23400	90800	40	53	1.5	0	8.7	PATU	30	1081	23	1063	46	5
420	Côte-aux-Fées	965	N/NO	18450	217000	24	39	0.2	0	35.8	PATU	25	113	19	97	54	4
11	Côte-aux-Fées	1010	SE	17275	94000	35	47	0	0	18	PATU	13	79	10	71	47	4
144	Côte-aux-Fées	1030	SE	16125	157000	37	37	3.9	0	22.9	PATU	22	78	19	75	23	3
13	Côte-aux-Fées	1005	NESO	8825	323000	5	29	0	0	48.7	PATU	18	82	14	76	46	4
	Côte-aux-Fées	1060	SE/NO	9650	15000	44	44	3.7	0	2.4	PATU	26	251	23	238	52	4
	Côte-aux-Fées	1010		6500	6500	47	47	0	ō		FPAR	24	304	20	298	40	5
229	Brévine	1150	N/NO	28000	28000	14	18	0.4	2		PATU	11	30	5	14	42	4
	Chaumont	1145	PLAT	12709		0	0	3.7	19		PATU	15	29	12	19	69	4
	Chaumont	1130	SE	3016		13	Ť	0	0		PATU	9	10	8	9	22	4
	Bayards	945	N	11300		41	52	5.8	0		PATU	13	33	10	28	51	4
_	Brévine	1130	N/NO	15250		4	8	2.3	20		PATU	15	60	8	46	48	4
	Fontaines	1300	SE	3100	3100	32	40	9.4	0		SANS	18	90	11	40	65	4
	Cernier	1155	N/NO	28000	294000	27	٠,٠	12	0	59.3	PATU	6	11	2	5	41	4
	Cachot	1050	PLAT	13200	204000	0	0	0	0	55.5	FAUC	5	21	3	18	6	1
	Montalchez	1340	PLAT	4800		ō	ō	0	0		FAUC	7	19	3	11	20	3
434	Rochefort	1165	PLAT	6500		0	0	0	0		FAUC	2	28	2	28	13	1
119	Locle	1240	SE	22125	161000	17	20	0	25	29.5	PATU	5	11	3	5	28	4
121			PLAT		31375	0	0	0	0		FAUC		7	2	3	23	3
123	Chaux-de-Fonds	1250	PLAT	30150		0	0	0	0		FAUC	2	5	1	4	11	1
211	Coffrane	770	Ν	5100	7950	44	48	3.8	0		PATU	14	33	7	21	29	3
	Valangin	735	N	4800		29	29	0	0		PATU	9	55	6	46	34	4
	Boudevilliers	800	PLAT	4300	13200	0	0	0	0		FAUC	4	45	3	44	9	2
	Boudevilliers	785	PLAT	500	500	0	0	0	0		FAUC	4	137	3	134		
	Lignières	820	SE/E	1425	1425	20	20	14	0		SANS	-	57	6	49	47	4
	Valangin	685	E/NE	18257		32	55	0	0		PATU	12	172	10	168	43	4
	Engollon	695	S/SE	3425	60000	29	38	0.2	0	18.1	PATU	10	57	7	52	26	4
98	Vaumarcus	590	O/SO	15000	15000	55	60	0	0		PATU	11	54	4	36	35	4
99	Vaumarcus	580	S/SE	4000	20000	33	47	3	1.7		PATU	14	72	9	64	48	4
310	Enges	790	so	2275		25	27	0	0		PATU	7	20	5	18	20	3
313	Enges	790	SE	2400	2400	27	33	0	0		PATU	9	51	8	50	12	5
	Boudevilliers	750	E/SE	20150		17	35	0	0		FPAT	18	129	12	103	60	4

499   Trawers																		_
Maumarcus   520   SSC   200   210   27   SS   0 0     FALIC   10   73   7   SS   28   3   7   Vaurnarcus   520   SSC   2100   2100   26   86   0 0	439	Travers	810	S/SE	9375		23	30	-			PATU	13	100	8	91	24	4
Second Color	451	Travers	740	S/SE	7025		26	37	0	0	13.4	PATU	12	46	10	38	33	4
97 Vaumarcus 550 S00 2100 2100 28 0	94	Vaumarcus	550	SSE	1950		27	35	0	0		FAUC	10	73	7	63	26	3
290 Gorgler	97	Vaumarcus	520	so	2100	2100	26	26	0	0		FAUC	16		7	33	32	4
314   Engles	102	Vaumarcus	560	S/SO	3125	3125	41	45	0	5		FAUC	12	68	5	55	25	4
319 Montmollin 715 SISE 2823 2833 48 38 28 30 0 0 0 FAUC 17 9 121 72 1710 34 6 2 3 4 4 3 4 5 4 4 4 3 4 5 4 4 4 4 4 4 4 4	290	Gorgier	510	O/SO	4360	4360	32	41	0	0		FAUC	9	28	4	18	31	4
319 Montmollin 716 SISE 2823 2823 482 No. 0 0 No. 0 NO. 0 NO. 0 12 NO. 172 12 18 0 4 6 2 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18	314	Enges	790	SE	1000		19	27	0	0		FPAR	13	83	11	81	20	5
384   Hauts-Genevoys   945   PLAT   1690   0   0   0   0   0   0   0   0   0	319	Montmollin	715	S/SE	2823	2823	45	48	2.8	0		FAUC	19	121	12	110	34	
929 Gorgler	384	Hauts-Geneveys	945	PLAT	1690		0	0	0	0		FAUC	17	37	12	28	26	
429 Brof Dessous         920 SS         SS         330 OS         85 SI         31 OS         SANNS 16 641 13 31 24 5         34 OS         44 OS           440 Travers         760 SSE         900 OS         39 AS         85 OS         20 OS         28 BO         0 O         SANNS 10 23 77 15 40 OS         40 OS           55 Engolion         710 O         9950 GROOD         85 OS         15 O         0 O         18.1 PATU 10 C2 7 T         16 12 3           55 Chaux-de-Fonds         1014 PLAT 15850 4700         3 T         2.8 IT         17 O         93 PATU 16 43 OS         27 T         44 12 23 T         18 12 3           324 Montmollin         840 PLAT 1590 1590 OS         0 O         0 O         FAUG 18 15 S         15 T         1 1 PATU 15 A3 IS A1 00 21 T         21 T         44 12 24 S         10 S         11 Q4 S         44 12 24 S         10 S         11 Q4 S         44 1 T	295		500	E/NE	2439	2439	36	90	0									
437 Travers																		
Section   Sect																		
Standard		Travers																
Section   Chaus-de-Fonds   1014   PLAT   16560   47000   3   7   2.8   17   9.3   PATU   15   43   9   27   44   3   25   55   55   45   7   6   6   6   6   6   6   6   6   6											40.4						-	
255 Brenets 760 6/SO 3485 6485 65 75 1 0 0 1 PATU 15 34 10 12 18 8 4 18 24 Montmollin B40 PAT 1590 0 1590 0 0 0 0 0 0 PAU 2 15 5 1 1 24 5 5 1 1 36 18 18 18 18 23 0 0 0 0 0 0 PAU 2 17 19 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10		Engolion								1000	18.1			22	_			
Section   Sect	85	Chaux-de-Fonds	1014	PLAT	15650	47000	3	7	2.8	17	9.3	PATU	16	43	9	27	44	3
Section   Sect	255	Brenets	760	S/SO	3485	3485	55	75	1	0	1	PATU	15	34	10	21	38	4
Section   Sect																		
317 Montmollin	316																	
Montmollin	317							30										
1744   Travers																		
1842   Locle						2000												
Butles																		
279   Couvet						00000					F 6							
A											5.6							
A	279	Couvet	830	SE	10250	52000	46	54	0	0	9.6	PATU	23	193	19	181	54	4
A	418	Côte-aux-Fées	980	S/SF	9125	331000	41	50	2.4	O	60	PATII	22	107	14	91	54	4
SES-Sulpice												200 000 000 000						
5 Valangin         675         E         2700         40         0         0         FAUC         12         253         11         223         33         5         55         SNorlaigue         800         SSE         5500         5500         30         35         3.4         0         FAUC         25         226         18         21         57         58         88         Brot Dessous         805         SSE         500         7500         750         5.7         SANS         29         26         18         21         27         20         22         18         18         18         20         0         6         74         7         20         3.8         20         18         2         10         18         25         20         18         2         10         18         2         10         10         0         18         19         2.4         18         2         10         10         0         0         0         0         2         11         18         18         2         4         12         2         3         5         3         5         3         5         3         3         4 <th< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>60</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></th<>											60							
4 Valangin						19100		76										
668         Brot Dessous         80         S/SES         5500         5500         30         35         3.4         0         FAUC 25         22         18         212 15         57         56         86         Brot Dessous         790         S/SE         10925         10925         44         45         0         0         FRAR         37         270         29         249         53         5           172         Couvet         755         S/SE         3925         3925         3925         37         0         FRAR         37         270         29         29         25         35         5           182         Chaux-de-Fonds         1015         S/SE         21000         10500         19         19         6.4         3.8         PATU         22         120         15         56         6.6         4           120         Locide         1240         SENDIDIO         17         20         0         0         0         0         0         0         17         8         32         30         3         4         4         4         4         4         4         4         4         4         4         4																		
686         Brot Dessous         825         S/SCO         7050         45         50         0         5.7         SANS         29         188         24         169         67         50         80         95         19925         10925         44         50         0         FPARR         37         20         29         24         53         5           172         Couvet         755         S/SE         3925         37         40         3.7         0         FARU         22         120         15         56         4           120         Locic         1240         SENO 15325         171000         17         20         3.9         0         30.4         PATU         12         17         8         32         3           244         SISSUPICE         1125         NINO         9175         10         20         0         0         0         20         21         10         PATU         11         23         6         16         37         4           424         SISSUPIDICE         790         PLAT         7700         3         0         20         20         10         40         40         40<		Valangin										SANS	21	232	17	223	53	
Brot Dessous   790   S/SE   10925   44   45   0   0   FPAR   37   270   29   249   53   55   58   58   58   58   58   58	65	Noiraigue	800		5500	5500	30	35	3.4	0		FAUC	25	226	18	212	57	5
Brot Dessous   790   S/SE   10925   44   45   0   0   FPAR   37   270   29   249   53   55   58   58   58   58   58   58		Brot Dessous	825	S/SO	7050		45	50	0	5.7		SANS						
Region   R	69	Brot Dessous	790	S/SE	10925	10925	44	45	0	0		<b>FPAR</b>	37	270	29	249	53	5
Beg   Chaux-de-Fonds   1015   S/SE   21000   105000   19   19   6.4   3.8   PATU   22   120   15   58   65   4	172	Couvet	755	S/SE	3925	3925	37	40	3.7	0		FAUC	26	141	20	120	53	5
120	82	Chaux-de-Fonds	1015	S/SF	21000	105000	10	10	6.4	3.8		PATII	22	120	15		65	1
246   Chézard																		
A24   St-Sulpice	120	Locie	1240	SE/NO	15325	171000	17	20	3.9	0	30.4	PATU	12	21	7	8	32	3
Buttes	246	Chézard	1125	N/NO	9175	102000	45	50	0	0	21.1	PATU	11	23	6	16	37	4
Buttes	424	St-Sulpice	795	NF	1925	3100	43		21	0		PATU	10	32	9	31	38	4
Add								0										
Total   Tota							-											
423   St-Sulpice   810   N/NO   4575   4575   32   50   2.8   0   FPAR   18   56   15   45   33   4   425   St-Sulpice   800   N   2150   2150   52   4.9   0   SANS   8   25   6   23   18   4   415   St-Sulpice   866   N/NE   25000   66   45   1.4   17   PATU   19   106   14   97   43   4   415   Enges   1245   S/O/E   10950   28325   8   21   2   16   PATU   16   23   12   17   40   4   4   23   Landeron   600   SE   3950   3950   17   17   0   0   0   0   1.1   FAUC   15   39   12   35   23   4   4   302   Landeron   770   SE   30000   46250   20   2   0   0   2   1.1   FAUC   15   39   12   35   23   4   302   Landeron   505   O/S   27475   54500   33   52   3.7   0   0   DATU   38   434   26   397   49   5   18   Landeron   665   SE   47500   47500   25   32   2   7   9   5   PATU   36   634   46   637   49   5   18   Landeron   665   SE   47500   47500   25   32   2   7   9   5   PATU   35   676   25   654   48   5   20   Landeron   605   S   26200   26200   25   10   0   PATU   26   274   21   246   74   5   18   15   55   5   22   2   2   2   2   2   2																		
ABS   St. Sulpice   B00																		
St-Sulpice								50										
Handeron   Gob   Se   3950   3950   3950   77   70   0   0   0   0   1   FAUC   15   39   12   35   23   4   302   Landeron   770   SE   3000   46250   20   32   0   0   2.1   FPAT   22   127   15   115   52   5   5   315   Enges   805   SE   883   883   50   12   0   SANS   14   124   11   117   37   5   5   18   Landeron   505   O/S   27475   54500   33   52   3.7   0   PATU   38   434   26   397   49   5   19   Landeron   665   SE   47500   47500   25   32   2.7   9.5   PATU   35   676   25   654   48   5   20   Landeron   665   SE   47500   47500   25   32   2.7   9.5   PATU   35   676   25   654   48   5   20   Landeron   665   SE   3500   7500   25   0   0   SANS   20   284   13   257   40   5   1014   St-Biaise   560   SE   3500   7500   25   0   0   SANS   20   284   13   257   40   5   21   Landeron   610   S/SE   8175   8175   20   28   9.8   0   SANS   35   150   26   136   60   5   22   Landeron   610   SE   12000   12000   26   30   3.8   0   FPAR   40   229   32   216   78   5   5   5   5   5   5   5   5   5	425		800		2150	2150	52		4.9				8	25	6	23	18	4
23	74	St-Sulpice	865	N/NE	25000		66	45	1.4	17		PATU	19	106	14	97	43	4
23	415	Enges	1245	S/O/E	10950	28325	8	21	2	16		PATU	16	23	12	17	40	4
302											0.1							
315   Enges																		
18   Landeron   505   O/S   27475   54500   33   52   3.7   0   PATU   38   434   26   397   49   5   19   Landeron   665   SE   47500   47500   25   32   2.7   9.5   PATU   35   676   25   654   48   5   20   Landeron   605   S   26200   26200   25   10   0   PATU   26   274   21   246   74   5   187   Colombier   480   PLAT   15778   0   55   0   0   SANS   20   284   13   257   40   5   1014   St-Blaise   560   SE   3500   7500   25   0   0   FAUC   21   108   16   102   59   5   21   Landeron   610   S/SE   8175   8175   20   28   9.8   0   SANS   35   150   26   136   60   5   22   Landeron   610   SE   12000   12000   26   30   3.8   0   FPAR   40   229   32   216   78   5   146   Landeron   590   SE   2800   2800   20   SANS   35   150   26   136   60   5   22   Landeron   590   SE   2800   2800   20   SANS   35   150   26   136   60   5   25   146   Landeron   590   SE   2800   2800   20   SANS   31   164   25   153   47   5   355   Dombresson   785   S   555   555   42   42   18   4.3   SANS   31   33   30   21   47   4   4   1005   Cornaux   500   SE   3800   3800   46   7   7   FAUC   18   69   13   63   5   1008   St-Blaise   440   SE   7100   45   21   0   SANS   27   171   19   154   37   6   1057   Fretereules   855   SE   12900   12900   20   15   15   SANS   29   116   23   107   5   287   Gorgier   525   SE   1020   1020   10   12   0   0   FAUC   5   21   4   20   24   4   4   4   1   Chaumont   1125   SE/E   5875   130   10800   12000   12000   0   FAUC   5   21   4   20   24   4   4   4   1   Chaumont   1125   SE/E   5875   130   13000   15000   12000   10   10   0   FAUC   5   12   4   20   24   4   4   4   1   1   10   24   10   10   10   10   10   10   10   1								-										
Landeron		_																
Landeron		Landeron	505			54500		52		0	-		38	434		397	49	
187   Colombier   480   PLAT   15778   50   0   55   0   0   SANS   20   284   13   257   40   5	19	Landeron	665	SE	47500	47500	25	32	2.7	9.5		PATU	35	676	25	654	48	5
187   Colombier   480   PLAT   15778   50   0   55   0   0   SANS   20   284   13   257   40   5	20	Landeron	605	S	26200	26200	25		10	0		PATU	26	274	21	246	74	5
1014   St-Blaise   560   SE   3500   7500   25   0 0 0   FAUC   21   108   16   102   59   5								55										
21         Landeron         610         S/SE         8175         8175         20         28         9.8         0         SANS         35         150         26         136         60         5           22         Landeron         610         SE         12000         12000         26         30         3.8         0         FPAR         40         229         32         216         78         5           146         Landeron         590         SE         2800         2800         20         SANS         26         77         20         65         40         6           67         Noiraigue         815         S/SO         6350         6350         43         45         0.7         0         SANS         31         164         25         153         47         5           355         Dombresson         785         S         555         555         42         42         18         4.3         SANS         13         33         10         21         47         4           1008         Shalise         440         SE         7100         45         21         0         SANS         29         11						7500	_		_	_			-					_
22         Landeron         610         SE         12000         12000         26         30         3.8         0         FPAR         40         229         32         216         78         5           146         Landeron         590         SE         2800         2800         20         SANS         26         77         20         65         40         6           67         Noiraigue         815         S/SO         6350         6350         43         45         0.7         0         SANS         31         164         25         153         47         5           355         Dombresson         785         S         555         555         42         42         18         4.3         SANS         13         33         10         21         47         4           1008         Srblaise         440         SE         7100         45         21         0         SANS         27         171         19         154         37         6           287         Gorgier         525         SE         12900         12900         20         15         15         SANS         27         171								28	_									
146         Landeron         590         SE         2800         2800         20         SANS         26         77         20         65         40         6           67         Noiraigue         815         S/SO         6350         6350         43         45         0.7         0         SANS         31         164         25         153         47         5           355         Dombresson         785         S         555         555         555         42         42         18         4.3         SANS         13         33         10         21         47         4           1005         Cornaux         500         SE         3800         3800         46         7         7         FAUC         18         69         13         63         5           1008         St-Blaise         440         SE         7100         45         21         0         SANS         27         171         19         154         37         6           1057         Fretereules         855         SE         1200         120         10         12         0         FAUC         820         4         10         39<																		
67         Noiraigue         815         S/SO         6350         6350         43         45         0.7         0         SANS         31         164         25         153         47         5           355         Dombresson         785         S         555         555         42         42         18         4.3         SANS         13         33         10         21         47         4           1008         St-Blaise         440         SE         7100         45         21         0         SANS         27         171         19         154         37         6           1057         Fretereules         855         SE         12900         12900         20         15         15         SANS         27         171         19         154         37         6           1057         Fretereules         855         SE         12900         12900         20         15         15         SANS         29         116         23         107         5           287         Gorgier         525         SE         1020         10000         12         0         0         FAUC         5         21								1	7.5	Ť								
355   Dombresson   785   S   555   555   42   42   18   4.3   SANS   13   33   10   21   47   4   1005   Cornaux   500   SE   3800   3800   46   7   7   FAUC   18   69   13   63   5   5   5   5   5   5   5   5   5								45	0.7	0								
1005   Cornaux   500   SE   3800   3800   46   7   7   FAUC   18   69   13   63   5   1008   St-Blaise   440   SE   7100   45   21   0   SANS   27   171   19   154   37   6   1057   Fretereules   855   SE   12900   12900   20   15   15   SANS   29   116   23   107   5   287   Gorgier   525   SE   1020   1020   10   12   0   0   FAUC   8   20   4   10   39   4   306   Cressier   745   SE   8820   10000   12   0   0   FAUC   5   21   4   20   24   4   411   Chaumont   1125   SE/E   5875   13   0   0   PATU   4   8   4   8   19   4   4   4   10   39   4   4   4   4   4   5   4   4   5   4   4									_									
1008   St-Blaise								<u> </u>									.,	
1057   Fretereules																	37	
287         Gorgier         525         SE         1020         1020         10         12         0         0         FAUC         8         20         4         10         39         4           306         Cressier         745         SE         8820         10000         12         0         0         FAUC         5         21         4         20         24         4           411         Chaumont         1125         SE/E         5875         13         0         0         PATU         4         8         4         8         19         4           54         Engollon         690         PLAT         10800         10800         0         0         0         FAUC         7         15         4         6         14         3           125         Colombier         435         PLAT         34000         52250         0         0         0         FAUC         7         15         4         6         14         3           288         Gorgier         525         NO         1779         1779         45         45         0         0         FAUC         9         22         5						12900											51	
306         Cressier         745         SE         8820         10000         12         0         0         FAUC         5         21         4         20         24         4           411         Chaumont         1125         SE/E         5875         13         0         0         PATU         4         8         4         8         19         4           54         Engollon         690         PLAT         10800         10800         0         0         0         FAUC         7         15         4         6         14         3           125         Colombier         435         PLAT         34000         52250         0         0         0         FPAR         8         22         3         10         26         4           288         Gorgier         525         NO         1779         1779         45         45         0         0         FPAR         8         22         3         10         26         4           353         Dombresson         760         S         14000         14000         16         16         0         0         FAUC         9         22         5 <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>30</td> <td></td>								12									30	
411         Chaumont         1125         SE/E         5875         13         0         0         PATU         4         8         4         8         19         4           54         Engollon         690         PLAT         10800         10800         0         0         0         FAUC         7         15         4         6         14         3           125         Colombier         435         PLAT         34000         52250         0         0         0         FPAR         8         22         3         10         26         4           288         Gorgier         525         NO         1779         1779         45         45         0         0         FPAR         8         22         3         10         26         4           288         Gorgier         525         NO         1779         1779         45         45         0         0         FPAR         8         30         5         22         29         5         16         19         3         360         Engelson         760         S         10400         11040         1040         5         11         0         0																		
54         Engollon         690         PLAT         10800         10800         0         0         0         FAUC         7         15         4         6         14         3           125         Colombier         435         PLAT         34000         52250         0         0         0         FPAR         8         22         3         10         26         4           288         Gorgier         525         NO         1779         1779         45         45         0         0         FPAR         8         30         5         22         29         5           353         Dombresson         760         S         14000         14000         16         16         0         0         FAUC         9         22         5         16         19         3           360         Enges         900         PLAT         1040         1040         5         11         0         0         FAUC         5         12         2         5         33         4           26         Landeron         650         SE         10500         15000         23         0         0         FAUC         8						. 5550												
125         Colombier         435         PLAT         34000         52250         0         0         0         FPAR         8         22         3         10         26         4           288         Gorgier         525         NO         1779         1779         45         45         0         0         FPAR         8         30         5         22         29         5           353         Dombresson         760         S         14000         14000         16         16         0         0         FAUC         9         22         5         16         19         3           360         Enges         900         PLAT         1040         1040         5         11         0         0         FAUC         5         12         2         5         33         4           26         Landeron         650         SE         10500         15000         23         0         0         FAUC         5         12         2         5         33         4           340         Valangin         735         N         6950         32         32         32         0         0         PATU						10000		_										
288         Gorgier         525         NO         1779         1779         45         45         0         0         FPAR         8         30         5         22         29         5           353         Dombresson         760         S         14000         14000         16         16         0         0         FAUC         9         22         5         16         19         3           360         Enges         900         PLAT         1040         1040         5         11         0         0         FAUC         5         12         2         5         33         4           26         Landeron         650         SE         10500         15000         23         0         0         FAUC         8         47         6         41         36         5           340         Valangin         735         N         6950         32         32         2         0         0         PATU         9         84         6         77         26         4           50         Engollon         695         PLAT         14250         14250         0         0         PATU         9																		
353         Dombresson         760         S         14000         14000         16         16         0         0         FAUC         9         22         5         16         19         3           360         Enges         900         PLAT         1040         1040         5         11         0         0         FAUC         5         12         2         5         33         4           26         Landeron         650         SE         10500         15000         23         0         0         FAUC         8         47         6         41         36         5           340         Valangin         735         N         6950         32         32         0         0         PATU         9         84         6         77         26         4           50         Engollon         695         PLAT         14250         14250         0         0         PATU         9         84         6         77         26         4           413         Chaumont         1140         SE         6486         14         22         0         0         PATU         4         4         1																		
360         Enges         900         PLAT         1040         1040         5         11         0         0         FAUC         5         12         2         5         33         4           26         Landeron         650         SE         10500         15000         23         0         0         FAUC         8         47         6         41         36         5           340         Valangin         735         N         6950         32         32         0         0         PATU         9         84         6         77         26         4           50         Engollon         695         PLAT         14250         14250         0         0         0         FAUC         5         14         2         5         15         2           413         Chaumont         1140         SE         6486         14         22         0         0         PATU         4         4         1         1         22         4           84         Chaux-de-Fonds         1020         PLAT         12050         3         6         0         0         8.6         FAPA         3         4							_		_									
26         Landeron         650         SE         10500         15000         23         0         0         FAUC         8         47         6         41         36         5           340         Valangin         735         N         6950         32         32         0         0         PATU         9         84         6         77         26         4           50         Engollon         695         PLAT         14250         14250         0         0         0         FAUC         5         14         2         5         15         2           413         Chaumont         1140         SE         6486         14         22         0         0         PATU         4         4         1         1         22         4           84         Chaumont         1126         Boudry         434         PLAT         10000         0         0         0         8.6         FAPA         3         4         2         3         25         3           126         Boudry         434         PLAT         10000         0         0         0         FAUC         3         28         0																		
340         Valangin         735         N         6950         32         32         0         0         PATU         9         84         6         77         26         4           50         Engollon         695         PLAT         14250         14250         0         0         0         FAUC         5         14         2         5         15         2           413         Chaumont         1140         SE         6486         14         22         0         0         PATU         4         4         1         1         22         4           84         Chaum-de-Fonds         1020         PLAT         12425         105000         3         6         0         0         8.6         FAPA         3         4         2         3         25         3           126         Boudry         434         PLAT         10000         0         0         0         FAUC         3         28         0         0         15         4           354         Dombresson         745         S         19095         19095         16         27         0         0         FAUC         2         2								11										
50         Engolion         695         PLAT         14250         14250         0         0         0         FAUC         5         14         2         5         15         2           413         Chaumont         1140         SE         6486         14         22         0         0         PATU         4         4         1         1         22         4           84         Chaux-de-Fonds         1020         PLAT         12425         105000         3         6         0         0         8.6         FAPA         3         4         2         3         25         3           126         Boudry         434         PLAT         10000         0         0         0         FAUC         3         28         0         0         15         4           354         Dombresson         745         S         19095         19095         16         27         0         0         FAUC         3         8         1         3         13         3           414         Chaumont         1150         PLAT         3780         3780         3         7         0         0         FAUC         2						15000												
413         Chaumont         1140         SE         6486         14         22         0         0         PATU         4         4         1         1         22         4           84         Chaux-de-Fonds         1020         PLAT         12425         105000         3         6         0         0         8.6         FAPA         3         4         2         3         25         3           126         Boudry         434         PLAT         10000         0         0         0         FAUC         3         28         0         0         15         4           354         Dombresson         745         S         19095         19095         16         27         0         0         FAUC         3         8         1         3         13         3           414         Chaumont         1150         PLAT         3780         3780         3         7         0         0         FAUC         2         2         1         1         9         2           143         Boudry         435         PLAT         1600         1600         0         0         0         FAUC         2	340						32	32	0			PATU	9	84	6	77	26	4
84         Chaux-de-Fonds         1020         PLAT         12425         105000         3         6         0         0         8.6         FAPA         3         4         2         3         25         3           126         Boudry         434         PLAT         10000         0         0         0         FAUC         3         28         0         0         15         4           354         Dombresson         745         S         19095         19095         16         27         0         0         FAUC         3         8         1         3         13         3           414         Chaumont         1150         PLAT         3780         3780         3         7         0         0         FAUC         2         2         1         1         9         2           143         Boudry         435         PLAT         1600         1600         0         0         0         FAUC         2         9         0         0         17         3	50	Engollon	695	PLAT	14250	14250	0	0	0	0		FAUC	5	14	2	5	15	2
84         Chaux-de-Fonds         1020         PLAT         12425         105000         3         6         0         0         8.6         FAPA         3         4         2         3         25         3           126         Boudry         434         PLAT         10000         0         0         0         FAUC         3         28         0         0         15         4           354         Dombresson         745         S         19095         19095         16         27         0         0         FAUC         3         8         1         3         13         3           414         Chaumont         1150         PLAT         3780         3780         3         7         0         0         FAUC         2         2         1         1         9         2           143         Boudry         435         PLAT         1600         1600         0         0         0         FAUC         2         9         0         0         17         3	413	Chaumont	1140	SF	6486		14	22	0	0		PATU	4	4	1	1	22	4
126     Boudry     434     PLAT     10000     0     0     0     0     FAUC     3     28     0     0     15     4       354     Dombresson     745     S     19095     19095     16     27     0     0     FAUC     3     8     1     3     13     3       414     Chaumont     1150     PLAT     3780     3780     3     7     0     0     FAUC     2     2     1     1     9     2       143     Boudry     435     PLAT     1600     1600     0     0     0     FAUC     2     9     0     0     17     3						105000					8.6							
354         Dombresson         745         S         19095         19095         16         27         0         0         FAUC         3         8         1         3         13         3           414         Chaumont         1150         PLAT         3780         3780         3         7         0         0         FAUC         2         2         1         1         9         2           143         Boudry         435         PLAT         1600         1600         0         0         0         FAUC         2         9         0         0         17         3											J.U							
414 Chaumont         1150 PLAT         3780         3780         3         7         0         0         FAUC         2         2         1         1         9         2           143 Boudry         435 PLAT         1600         1600         0         0         0         FAUC         2         9         0         0         17         3						19095	_											
143 Boudry 435 PLAT 1600 1600 0 0 0 FAUC 2 9 0 0 17 3																		
			363.55.5															
140   Enguion   140   PLAT   22/5   22/5   0   0   0   0   14   3							_											
	48	Lugolion	/40	FLA I	22/5	22/5	U	U	U	U		FAUC	2	4	U	U	14	3

moyennes de certaines variables susceptibles d'expliquer les regroupements réalisés, soit, par ordre d'apparition : nombre de sites (par catégorie), altitude, nombres totaux d'espèces et d'individus recensés, nombres d'espèces et d'individus recensés (espèces peu mobiles), nombre de plantes à fleurs observées, indice floristique moyen et indice de complexité de la structure spatiale du milieu. Cette analyse a été effectuée deux fois: en tenant compte de toutes les espèces (non figurée) puis en éliminant les espèces les plus mobiles (*Aglais urticae*, *Cynthia cardui*, *Pieris brassicae*, *Pieris napi*, *Pieris rapae*, *Vanessa atalanta*; fig. 1).

La variable environnementale qui ressort le plus nettement de ces analyses est l'altitude: pour les pâturages ou les estivages comme pour les prairies fauchées ou abandonnées, la plupart des milieux situés à plus de 1000 m. d'altitude se différencient nettement de ceux situés à une altitude inférieure. Si la présence, le long de l'Arc jurassien, d'espèces strictement ou essentiellement collinéennes (Coenonympha arcania, Fixsenia pruni, Hipparchia fagi, Iphiclides podalirius, Quercusia quercus, Satyrium acaciae...) à côté d'espèces strictement montagnardes (Erebia euryale, Erebia meolans, Lasiommata petropolitana, Pieris bryoniae...) est une évidence, il est toutefois intéressant de constater que, dans le Jura neuchâtelois, le statut de certaines espèces, connues pour leur large amplitude altitudinale, semble s'être modifié depuis le début du siècle. En effet, des espèces comme Hesperia comma, Lycaena virgaureae, Plebicula dorylas ou Pyrgus alveus, signalées aussi bien en plaine qu'en montagne par DE ROUGEMONT (1904), sont aujourd'hui essentiellement confinées à des milieux ouverts de moyenne et haute altitude. Leur présence dans un relevé donné accuse donc son caractère «montagnard». Cette tendance, nette pour les cas qui viennent d'être mentionnés, est aussi sensible pour d'autres espèces: Mellicta athalia, qui se rencontre aussi bien en plaine qu'en montagne (mais extrêmement rarement dans des milieux identiques à ceux de M.parthenoides; elles s'excluent d'après LSPN, 1987), est, selon nos observations, la seule espèce du genre sur le littoral neuchâtelois; Limenitis camilla s'observe aujourd'hui le plus souvent dans ou aux abords immédiats de la chênaie pubescente (Gonseth, 1993); Aglais urticae, Cynthia cardui, Inachis io et Vanessa atalanta, espèces très mobiles susceptibles de se reproduire à peu près partout, sont particulièrement abondantes à moyenne et haute altitude, à certaines périodes de l'année du moins, comme nous l'avons déjà souligné (Gonseth, 1992a).

L'étude de l'arbre dichotomique de la fig. 1 permet de tirer certains enseignements complémentaire.

De manière générale, la complexité de cet arbre, indice de différences fines entre les peuplements des milieux étudiés, est imputable aux observations irrégulières ou même très ponctuelles de nombreuses espèces qui sont ainsi devenues autant d'espèces différentielles. Si une telle constatation peut être le fruit d'un problème d'échantillonnage (il est certain que 4 passages annuels ne permettent pas d'affirmer que les relevés effectués dans chaque milieu sont exhaustifs), l'ampleur du phénomène est telle, qu'elle traduit, à notre sens, le morcellement important de leur aire de distribution régionale et le caractère aléatoire de la répartition de leurs populations. Si pour des espèces très rares et/ou dont les exigences écologiques sont très particulières (Lasiommata petropolitana, Maculinea nausithous, M. rebeli par exemple), ce fait peut être considéré comme normal, il n'en va pas de même pour des espèces plus «plastiques», telles Aricia agestis, Brenthis ino (présente aussi bien dans les Mégaphorbiées que dans certaines pelouses sèches dans le Jura), Coenonympha glycerion, Eurodryas aurinia, Lysandra coridon, Maculinea arion, Melitaea diamina, Mellicta parthenoides ou M. athalia, Plebicula dorylas, Satyrium

spini... qui, comme nous l'avons personnellement constaté dans le Jura français (Vallée de la Loue; région de Rémoray), peuvent être observées dans les mêmes milieux ou dans des milieux adjacents. Deux causes complémentaires sont vraisemblablement à l'origine de cette distribution particulière des espèces: les milieux encore favorables aux papillons diurnes, même les plus riches, sont trop petits ou/et subissent une trop forte pression pour permettre le maintien de l'ensemble des espèces qui pourraient théoriquement y vivre; ces mêmes milieux sont trop isolés (éclatement généralisé des macrostructures paysagères favorables aux papillons diurnes en petits éléments dispersés) pour permettre l'échange régulier d'espèces entre leurs peuplements respectifs.

A qualité égale, il n'existe pas, d'après cette seule analyse, de différences très nettes entre les peuplements des différents types de milieux retenus; en d'autres termes, certains pâturages gras peuvent présenter des peuplements assez similaires à ceux de certaines prairies de fauche intensives; certains pâturages maigres extensifs peuvent présenter des peuplements assez similaires à ceux de certaines prairies sèches. Soulignons toutefois que 84% des prairies de fauches étudiées (31 sur 37), qu'elles soient collinéennes ou montagnardes, présentent des peuplements lépidoptérologiques nettement sous optimaux (nombre moyen d'espèces sédentaires < 10) et qu'à l'inverse, 77% des herbages abandonnés (28 sur 35), présentent des peuplements lépidoptérologiques plus diversifiés (nombre moyen d'espèces sédentaires >> 10).

Quel que soit l'étage altitudinal considéré, les herbages profondément dégradés se dissocient rapidement de l'ensemble des autres milieux; les prairies artificielles, les prairies grasses et les pâturages gras collinéens et de moyenne montagne sont généralement caractérisés par l'absence de toute diversité structurale (pente faible, absence de buissons, de massifs boisés, de roches affleurantes) et par une flore très pauvre en espèces; leurs peuplements lépidoptérologiques ne recèlent au mieux que quelques espèces sédentaires dont les exigences écologiques sont très faibles. L'ensemble des herbages dégradés à tendance montagnarde sont rassemblés dans un groupe de relevés dont les composantes indiquent un profond déséquilibre des peuplements: forte dominance d'espèces exploitant des graminées, rareté extrême ou absence totale d'espèces exploitant des légumineuses ou d'autres familles de plantes.

Quel que soit l'étage altitudinal considéré, la complexité de la structure spatiale des milieux étudiés joue un rôle non négligeable dans la composition de leurs peuplements lépidoptérologiques, certaines espèces étant visiblement liées, dans le Jura neuchâtelois du moins, à certains éléments structuraux: *Erebia meolans*, forte pente et roche affleurante; *Parnassius apollo*, roche affleurante; *Erebia ligea*, *E. euryale*, massifs boisés; *Iphiclides podalirius*, *Satyrium spini*, buissons par exemple. Soulignons toutefois que composition et richesse d'un peuplement ne sont pas synonymes, des milieux homogènes de qualité pouvant abriter un grand nombre d'espèces.

### **CORRELATIONS**

Afin de compléter les résultats obtenus par ces premières analyses, nous avons effectué, pour les pâturages et les estivages d'une part et pour les prairies et les pelouses sèches d'autre part, certains calculs de corrélation entre diverses variables environnementales et les nombres d'espèces et d'individus observés (tab. 3).

Tab. 3: correlations entre variables environnementales et nombre d'espèces et d'individus observés. N: nombre d'échantillons; R2: coefficient de corrélation.

VARIABLES COMPAREES	N	R2	%	RESULTAT
Pâturages et estivages			-	
nb. espèces papillons / nb. espèces plantes	65	0.476	< 0.1	hautement significatif
nb. espèces papillons (peu mobiles) / nb. espèces plantes	65	0.427	< 0.1	hautement significatif
ln(nb. individus) / nb. espèces plantes	65	0.435	< 0.1	hautement significatif
ln(nb individus, sp. peu mobiles) / nb. espèces plantes	65	0.335	< 1	très significatif
nb. espèces de plantes / surface étudiée	65	0.319	< 5	significatif
nb. espèces papillons / surface étudiée	65	0.247	< 5	significatif
nb. espèces papillons peu mobiles / surface étudiée	65	0.190	> 5	non significatif
ln(nb. individus) / surface étudiée	65	0.258	< 5	significatif
ln(nb individus, sp. peu mobiles) / surface étudiée	65	0.195	> 5	non significatif
nb. espèces papillons / diversité végétation résiduelle	64	0.331	< 1	très significatif
ln(nb. individus) / diversité végétation résiduelle	64	0.336	< 1	très significatif
(nb individus, sp. peu mobiles) / diversité vég. résiduelle	64	0.282	< 5	significatif
charge par hectare / surface étudiée	31	0.216	> 5	non significatif
charge par hectare / surface totale	31	0.159	> 5	non significatif
charge par hectare / nb. espèces papillons	31	0.413	< 5	significatif
charge par hectare / ln(nb. individus)	31	0.542	< 1	très significatif
charge par hectare / ln(nb. individus, sp. peu mobiles)	31	0.475	< 1	très significatif
		19		
Prairies de fauche, abandonnées et pelouses sèches				
nb. espèces papillons / nb. espèces plantes	72	0.616	< 0.1	hautement significatif
nb. espèces papillons peu mobiles / nb. espèces plantes	72	0.559	< 0.1	hautement significatif
ln(nb. individus) / nb. espèces de plantes	72	0.539	< 0.1	hautement significatif
ln(nb. individus, espèces peu mobiles) / nb. sp. plantes	72	0.424	< 0.1	hautement significatif
nb. espèces papillons / surface étudiée	72	0.022	> 5	non significatif
ln(nb. individus) / surface étudiée	72	0.008	> 5	non significatif

Pour les prairies de fauche, les prairies abandonnées et les pelouses sèches, le lien entre la qualité et la richesse de la flore et la diversité des peuplements lépidoptérologique est évident. Les prairies grasses et artificielles, dont la flore est très pauvre quelque soit l'altitude considérée, n'abritent qu'un très faible nombre d'espèces de papillons: à basse altitude, Colias hyale, Pieris rapae et Polyommatus icarus parfois associées à quelques itinérantes telles Aglais urticae, Issoria lathonia, Lycaena phlaeas, Pieris brassicae, P. napi qui exploitent, avant la fauche, les rares plantes nectarifères qui s'y trouvent (Gonseth, 1992b); en montagne, Erebia medusa et Polyommatus icarus associées à ces mêmes itinérantes (Issoria lathonia et Lycaena phlaeas y sont toutefois plus rares). Les prairies de l'Arrhenaterion, subissant 2 coupes annuelles au maximum, qui présentent une flore un peu plus diversifiée, peuvent abriter, en plaine comme en montagne, certaines espèces complémentaires: Cyaniris semiargus, Lycaena tityrus, Maniola jurtina, Coenonympha pamphilus associées, dans le meilleur des cas (pelouses tendant vers le Mesobromion) à Melanargia galathea et Lycaena hippothoe. Dans tous ces types de prairies, il suffit d'un fauchage retardé (août) pour assister à l'explosion des populations de deux espèces dont les chenilles se nourrissent de graminées: Aphantopus hyperanthus et Maniola jurtina (cf. tab.2, parcelle 465); ces deux espèces sont donc aussi très abondantes dans les prairies abandonnées depuis plusieurs années quelque soit la qualité de leur flore. La majorité des espèces de papillons sont évidemment confinées dans les lambeaux de pelouses sèches, abandonnées ou fauchées, qui subsistent encore dans la région. Toutefois, un fauchage de prairies maigres ou mésotrophes effectué précocement (mai, juin), peut avoir des conséquences dramatiques sur leurs peuplements lépidoptérologiques: la plupart des espèces qui pourraient théoriquement y vivre sont en effet éliminées ou ne peuvent subsister qu'en population dont les effectifs sont très faibles (parcelles 288, 290, 319 par exemple; voir aussi Gonseth, 1992a).

Pour les pâturages et les estivages le lien existant entre la qualité et la richesse de la flore (exprimée en nombre d'espèces) et la diversité des peuplements lépidoptérologiques est aussi nette que pour les prairies et les pelouses. Un fait pondère toutefois cette constatation puisque ces mêmes variables sont aussi corrélées à la surface étudiée. Richesse floristique, diversité faunique et surface ne sont donc pas, du moins apparemment, des variables indépendantes. Si la relation existant entre diversité spécifique et surface est une notion bien connue en écologie (voir Blon-DEL, 1979 notamment), il ne faut pas en tirer ici de conclusions trop hâtives. En effet, cette relation n'est valable que si les milieux comparés sont identiques (à qualité égale un milieu de grande surface est plus riche en espèce qu'un milieu de surface plus petite). Or, dans ce cas précis, l'identité entre les pâturages et les estivages étudiés n'est que conceptuelle (liée à leur mode d'exploitation) et ne recouvre en fait aucune réalité biologique: certains présentent une grande diversité structurale, d'autres sont très homogènes; certains sont exploités très intensivement, d'autres extensivement; certains sont amendés sur toute leur surface, d'autres partiellement ou pas du tout... La raison de cette relation doit donc être trouvée ailleurs. Elle est, à notre sens, liée à notre méthode d'échantillonnage: les pâturages permanents de moyenne altitude ne présentent pratiquement aucune diversité structurale (pas de haie, ni de massifs boisés ou de roche affleurante, pente faible à moyenne) et sont généralement très intensivement exploités. Comme les résultats fauniques obtenus dans ce type de milieu plafonnent rapidement, il n'est pas indispensable d'en étudier une très grande surface pour obtenir une idée objective de la composition de leurs peuplements lépidoptérologiques. Dans notre échantillonnage les surfaces de pâturages permanents retenues sont ainsi systématiquement faibles. A l'inverse, les estivages montagnards présentent généralement une forte diversité structurale (présence de massifs boisés, de buissons, de roche affleurante, alternance de zones de forte et de faible pente). Il est ainsi indispensable d'en étudier une grande surface pour obtenir une vision objective de leurs peuplements lépidoptérologiques. Dans notre échantillonnage les surfaces d'estivages retenues sont ainsi systématiquement grandes. Toutefois, la microdistribution des espèces dans de tels milieux n'étant pas homogènes (les zones de pentes faibles, engraissées naturellement ou chimiquement et fortement broutées n'abritent souvent pas plus d'espèces que les pâturages permanents), la surface réellement colonisée par les papillons est donc plus faible que celle qui a été étudiée et retenue dans ces calculs. En conclusion, la relation surface/diversité faunique et floristique qui émanent du traitement de nos résultats est sans doute surestimée, ce qui ne nous permet pas de retenir la surface comme variable explicative importante des différences existant entre les peuplements des milieux étudiés.

Pour les pâturages et les estivages, il existe une corrélation très significative entre l'indice de complexité de leur végétation résiduelle (diversité cumulée du recouvrement et de la stratification de la végétation restant sur pied en fin de saison après le passage du bétail) et la diversité de leurs peuplements lépidoptérolo-

giques. Cette variable est intéressante car elle exprime la pression réelle du bétail sur la surface étudiée. Toutefois, un indice élevé de cette variable peut exprimer deux choses très différentes: la pression du bétail est faible, l'exploitation du milieu est donc extensive (ce qui est favorable aux papillons diurnes en général); la nature du fourrage est telle (très forte proportion de dactyle par exemple), que le bétail refuse de le brouter (ce qui n'est favorable qu'à quelques espèces seulement, telles Aphantopus hyperanthus ou Maniola jurtina par exemple). En outre, comme nous avons pu le constater dans la parcelle 447, une forte charge en bétail (exprimée par un très faible indice de végétation résiduelle) peut être compatible avec le maintien d'un peuplement lépidoptérologique très intéressant si certaines conditions sont remplies: premier passage du bétail assez tardif (début juillet) et pas d'engraissement chimique.

La charge en bétail a, d'après nos résultats, une influence significative sur la richesse (exprimée en nombre d'espèces) des peuplements des milieux étudiés et une influence très significative sur le nombre d'individus présents. Le fait qu'aucune corrélation n'existe entre cette variable et les surfaces étudiée et totale des pâturages et estivages retenus exprime parfaitement la forte variabilité d'exploitation des herbages de la région et le manque de «règles» ou de «coutumes» en la matière. Soulignons que la charge en bétail, telle que nous l'avons estimée, exprime une valeur moyenne relative à la surface totale du milieu. Elle occulte donc complètement les variations ponctuelles de la pression du bétail en fonction des irrégularités du terrain par exemple (pression plus forte dans les zones de faible pente que dans les zones de forte pente), variations qui influencent beaucoup, comme nous l'avons déjà souligné, la micro distribution des papillons dans les milieux étudiés. La charge de 1.0 à 1.5 UGBN/ha qui, d'après nos calcul, est encore compatible avec une bonne diversité faunique des peuplements lépidoptérologiques des estivages et pâturages de la région (voir figs 2 et 3) ne correspond donc pas exactement à la charge effective des surfaces qui abritent réellement les papillons; en effet sur de telles surfaces la charge réelle doit être encore plus faible.

## RECAPITULATION ET DISCUSSION

Un certains nombre de variables environnementales ou anthropogènes influencent, d'après nos résultats, la composition ou la diversité des peuplements lépidoptérologiques des herbages du Jura neuchâtelois. La hiérarchisation suivante de ces variables peut être faite.

Altitude: cette variable n'influence en rien la «valeur» ou la diversité des peuplements décrits; elle joue par contre un rôle important dans leur composition faunique respective.

Type d'exploitation: quelque soit le type de milieu concerné, les herbages abandonnés de basse ou moyenne qualité floristique abritent une faune lépidoptérologique plus diversifiée que ceux qui sont encore exploités; l'abandon soudain d'une surface se traduit rapidement par l'explosion des populations de certaines espèces.

Fauchage: la multiplication des fauchages ou un fauchage très précoce des herbages, quelque soit la qualité de leur flore, se traduisent par une baisse sensible de leur richesse et de leur diversité fauniques. A qualité égale, les milieux partiellement fauchés sont plus riches que les milieux intégralement fauchés.

Pâture: la pâture d'un herbage influence fortement le nombre d'individus présents; sous certaines conditions, cette variable ne se traduit toutefois pas par une

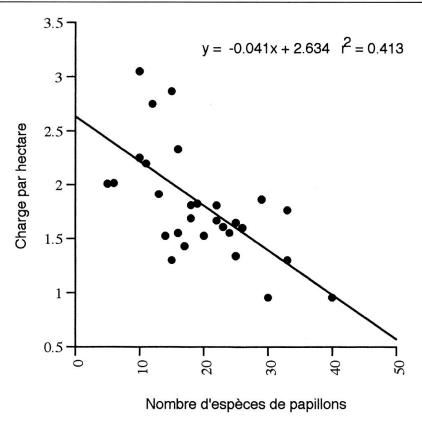


Fig. 2: Relation charge en bétail / richesse des peuplements lépidoptériques des pâturages étudiés.

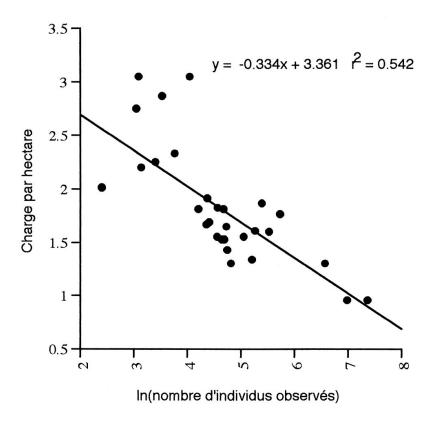


Fig. 3: Relation charge en bétail / nombre pondéré de papillons observés dans les pâturages étudiés.

baisse sensible du nombre d'espèces recensées; la charge en bétail a par contre une influence et sur la richesse faunique d'un herbage et sur le nombre d'individus qu'il abrite; la charge en bétail est une variable liée à la diversité structurale du milieu et l'indice de diversité de la végétation résiduelle exprime la variation ponctuelle de cette charge moyenne en fonction, par exemple, des irrégularités du terrain; un pâturage à faible indice de diversité de végétation résiduelle peut toutefois, s'il est pâturé tardivement et non engraissé, abriter une faune lépidoptérologique très intéressante.

Qualité de la flore: la qualité de la flore est généralement liée à la qualité globale des peuplements lépidoptérologiques des herbages de la région; toutefois, si un herbage de basse qualité floristique n'a aucune chance d'abriter une faune lépidoptérologique intéressante, un herbage de haute qualité floristique n'abrite pas forcément un peuplement lépidoptérologique diversifié, la présence de ce dernier dépendant de son mode d'exploitation.

Complexité de la structure spatiale du milieu: à qualité égale un milieu à haute complexité structurale est plus riche en espèces et en individus qu'un milieu homogène; un milieu homogène peut toutefois, sous certaines conditions, abriter un peuplement lépidoptérologique extrêmement intéressant.

Variable géographique: la question qui se pose est de savoir si l'existence d'une «variable géographique», exprimant un problème d'échantillonnage, n'influençe pas nos observations de façon prépondérante. S'il est vrai que, pour des raisons pratiques évidentes, des milieux géographiquement proches ont été étudiés simultanément, les arguments suivants nous permettent d'affirmer que cette variable, si elle existe bel et bien, ne remet pas en causes nos principales conclusions:

- l'ensemble des calculs de corrélations qui ont été effectués ne s'attachent pas à la composition spécifique des peuplements (qui varie en effet spatialement), mais à des valeurs semi-quantitatives plus neutres (nombres d'espèces et d'individus, charge moyenne, complexité du milieu...)
- les parcelles 58, 59 et 447 appartiennent bien à la même unité géographique, mais les observations y ont été faites à deux ans d'intervalle et à des périodes de l'année sensiblement différentes. Leurs affinités fauniques n'expriment donc pas un travers d'échantillonage mais une affinité objective imputable à d'autres variables (voir plus bas);
- l'ensemble des parcelles sises à plus de 1000 m. d'altitude dans la région de Chaumont sont rassemblées avec celles étudiées sur le littoral neuchâtelois. Ce regroupement n'est cependant pas imputable à un problème d'échantillonnage, mais plutôt à leur proximité et à leurs contacts étroits (par le biais de trouées forestières par exemple; voir Gonseth, 1993) avec les milieux les plus intéressants de la garide jurassienne (étage collinéen). Leurs peuplements lépidoptérologiques présentent ainsi certaines caractéristiques qui ne se retrouvent généralement pas dans ceux des herbages d'altitude similaire mais situés ailleurs dans le canton;
- enfin, si les règles générales d'exploitation de l'ensemble des herbages de la région sont assez homogènes, leur application peut varier localement et ceci sans doute autant pour des raisons pratiques (climatiques par exemple), qu'humaines (conformité sociale, coutumes ou expériences locales). La date et la durée de la première période de fauche des prairies varient fortement d'une région à l'autre en fonction des conditions climatiques: le cas le plus extrême que nous ayons constaté concerne l'ensemble des prairies de la vallée de la Brévine, dont le fauchage quasi simultané bouleverse fondamentalement, en quelques jours seulement, les conditions de vie des papillons de l'ensemble de la région. Une proportion importante des pâtu-

rages des Bayards appartenait, il y a quelques années encore, à une seule et même entité: le «communal des Bayards»; cette situation, assez rare dans le canton, était d'autant plus favorable aux Lépidoptères diurnes (les relevés faits dans les parcelles 58, 59, 60 et 447 l'attestent encore) que les surfaces concernées n'étaient pas amendées, ne subissaient qu'un entretien minimal (forte densité de buissons) et étaient parcourues en un seul bloc par le bétail; elle s'est toutefois radicalement modifiée peu avant la réalisation de nos observations avec le partage du communal en unités plus petites, chacune louée à un exploitant différent; l'amendement systématique de certaines surfaces (engrais chimiques; canon à lisier) et l'arrachage massif des buissons ont alors débuté (parcelles 58, 60, 61) et des différences entre la faune lépidoptérologique de ces parcelles sont déjà sensibles (appauvrissement très net de la parcelle 61 par exemple); il est ainsi à craindre que, si rien n'est entrepris rapidement, le caractère particulier des peuplements lépidoptérologiques de cette commune, primitivement dû à une pratique locale originale, ne disparaisse totalement.

Une variable assurément importante n'a pas pu être traitée de manière satisfaisante dans ce travail: la nature et/ou la quantité moyenne des engrais chimiques ou naturels épandus compatibles avec la survie de nombreux papillons diurnes (l'influence grossière de cette variable est toutefois exprimée par la qualité de la flore présente). Les remarques suivantes peuvent cependant être faites.

Tous les pâturages et les estivages dans lesquels nous sommes sûrs que des engrais azotés ont été épandus se sont révélés très pauvres en espèces et en individus, du moins dans les parties qui avaient été visiblement traitées; les engrais azotés doivent donc être absolument proscrits de milieux dans lesquels il est prévu de maintenir une faune lépidoptérologique même minimale.

Les pâturages et les estivages qui recèlent des surfaces non engraissées abritent, pour la plupart, une faune riche et diversifiée. Notons à ce sujet que les recommandations de l'Office fédéral de l'agriculture concernant l'épandage d'engrais sont claires: proscription de tout engraissement des herbages sur sol superficiel et aride ou très humide.

Certaines constatations faites sur le terrain, confirmées et complétées par les discussions que nous avons eues avec certains exploitants intéressés par nos travaux, méritent d'être soulignées. Le but initial de l'épandage d'engrais sur un pâturage est d'en augmenter la qualité fourragère en favorisant les légumineuses (dont certaines sont exploitées par les lépidoptères diurnes) et les graminées «tendres». Si l'épandage d'engrais chimiques se traduit bien, dans une première phase, par l'augmentation sensible de la proportion relative de ces plantes, il se traduit à terme (épandages répétés dans le temps et/ou excessifs), par une baisse de la proportion des légumineuses et par une augmentation très nette de la densité de graminées «dures» tel que le dactyle (Dactylus glomerata). Or cette plante, en conditions normales, est dédaignée par le bétail quand elle est mûre en raison de l'épaisseur et de la rigidité de sa tige (le dactyle est souvent la plante dominante des touffes de végétation résiduelle (refus) des pâturages engraissés). Ce fait a une incidence très néfaste sur le devenir de l'herbage concerné: en effet, dans la plupart des cas, plutôt que de sursoir à tout nouvel épandage d'engrais <sup>4</sup>, l'exploitant tend à parcelliser son pâturage (barrières électriques mobiles) pour obliger le bétail à consommer ce fourrage de basse qualité. La spirale ainsi engagée, en augmentant encore la pression sur le milieu, est bien entendu extrêmement défavorable aux Lépidoptères diurnes.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Il n'est d'ailleurs pas sûr qu'à ce niveau de dégradation, l'abandon de l'épandage d'engrais se traduise rapidement par une amélioration sensible de sa flore.

### **CONCLUSIONS**

Les milieux ouverts exploités extensivement représentent assurément les milieux de prédilection de la majorité des espèces «prairiales» de Lépidoptères diurnes. Si l'intensification généralisée des pratiques agricoles ont touché de plein fouet ce groupe d'insectes, leurs effets sur les différentes espèces sont loin d'être homogènes. Les observations que nous avons faites dans la région (observations générales basées sur 10 ans de terrain, dont 6 très intensives), nous permettent de tirer les conclusions suivantes.

Un certain nombre d'espèces ne semblent pas avoir souffert fortement de cette évolution; il s'agit d'espèces plurivoltines, susceptibles de coloniser l'ensemble des herbages de la région, qu'ils soient artificiels (prairies à *Trifolium* et *Lolium*) ou plus naturels (prairies grasses, pâturages gras), et/ou les cultures ouvertes; 6 espèces sont concernées: *Colias hyale, Papilio machaon, Pieris brassicae, Pieris napi, Pieris rapae, Polyommatus icarus*.

Quelques espèces sont, dans la plupart des cas, exclues des prairies artificielles et des cultures, mais peuvent être observées dans la majorité des herbages naturels pâturés et/ou fauchés; de manière générale toutefois le nombre d'individus de leurs populations respectives diminue avec l'augmentation de la pression sur le milieu; les espèces concernées peuvent être bivoltines ou monovoltines et les plantes-hôtes de leurs chenilles sont des graminées; 8 espèces sont concernées: Aphantopus hyperanthus, Coenonympha pamphilus, Erebia medusa (plutôt en altitude, rare dans les pâturages), Lasiommata maera (la présence de roche apparente, un mur de pierre suffit, est toutefois indispensable), Lasiommata megera (colonise volontiers les terrains vagues, les friches), Maniola jurtina, Ochlodes venatus, Thymelicus sylvestris.

Ces deux groupes d'espèces ne sont pas menacés dans le canton.

Quelques espèces, fréquentes dans les pelouses maigres, peuvent encore être observées dans des prairies fleuries subissant un léger engraissement et au maximum 2 coupes annuelles (*Arrhenaterion*; prairies à marguerites et rhinanthes); de manière générale, ces espèces supportent assez mal la pâture et ne s'observent ainsi en nombre que dans les pâturages extensifs; 7 espèces sont concernées: *Cyaniris semiargus*, *Erynnis tages*, *Lycaena tityrus*, *Lycaena hippothoe*, *Lysandra bellargus*, *Melanargia galathea*, *Mesoacidalia aglaja*. Encore relativement communes dans la région, ces espèces sont toutefois «sur la corde raide»: une légère intensification des pratiques agricoles dans les herbages qu'elles colonisent se traduirait par une forte diminution du nombre de leurs populations.

La majorité des autres espèces prairiales observées dans le canton ont fortement souffert de l'intensification des pratiques culturales et doivent ainsi être considérées comme menacées. Ces espèces, qui ne colonisent que des herbages extensifs, peuvent être réparties en deux catégories:

- certaines d'entre elles ont des exigences écologiques compatibles avec la colonisation de milieux extrêmes (sol très superficiel, falaises rocheuses, éboulis) et/ou indépendants du domaine agricole (clairières naturelles par exemple); compte tenu de la grande diversité topographique du canton, ces espèces pourraient sans doute se maintenir en quelques populations isolées si les herbages extensivement exploités qui les abritent encore devaient encore se raréfier; une trentaine d'espèces sont concernées tels *Brintesia circe*, *Callophrys rubi*, *Erebia meolans*, *Hipparchia fagi*, *Hipparchia alcyone*, *Iphiclides podalirius*, *Lasiommata petropolitana*, *Lysandra coridon*, *Maculinea arion*, *Parnassius apollo*.

- les espèces dont les exigences écologiques ne sont compatibles qu'avec les conditions règnant dans les pelouses maigres mésophiles à sol profond sont sans nul doute les plus fortement menacées. Sans considérer celles que nous n'avons pas retrouvées dans le canton (voir Gonseth, 1991), c'est parmi ces espèces que se trouvent celles qui ont subi le plus net recul dans la région; 14 espèces sont particulièrement concernées: Agrodiaetus damon, Clossiana dia, Fabriciana niobe, Glaucopsyche alexis, Melitaea cinxia, Plebejus argus, Pyrgus alveus, toutes au bord de l'extinction, Aricia agestis, Coenonympha glycerion, Lycaena virgaureae, Melitaea diamina (colonise aussi certaines prairies humides), Mellicta parthenoides, Plebicula thersites et Pyrgus malvae.

Face à un tel constat, il est intéressant de comparer certaines recommandations faites aux agriculteurs (Cadastre de la production agricole) à leurs effets sur les peuplement de Lépidoptères diurnes.

Apports réguliers d'engrais sur les surfaces qui s'y prêtent	Cette règle, dans son application actuelle, a des effets extrêmement destructeurs : banalisation de la flore; augmentation de la fréquence des fauchages
Proscription de l'amendement des surfaces très arides et très humides	Cette recommandation, si elle était rigoureusement appliquée, serait très bénéfique pour la faune (et la flore)
Parcellisation des surfaces pâturées pour obliger le bétail à consommer le fourrage de basse qualité	Cette recommandation, qui est de plus en plus appliquée, est très néfaste pour la faune puisqu'elle augmente significativement la pression sur le milieu concerné
Arrachage systématique des buissons	Cette recommandation, appliquée à la lettre, diminue la diversité structurale du milieu et entraîne un appauvrissement de la faune; des excès peuvent en outre être constatés chaque année avec l'arrachage de surface importantes de haies et de grands bosquets et la destructuration de nombreuses lisières forestières
Elimination systématique des «mauvaises plantes» (Cirsium, Carduus, Gentiana lutea)	Cette recommandation, si elle n'a pas à elle seule d'effets importants sur les peuplements de papillons diurnes, diminue toutefois l'offre en plantes nectarifères du milieu; elle implique en outre l'emploi croissant d'herbicides dont les effets à long terme sont mal connus
Abandon des surfaces les moins productives	Ponctuellement et à court terme cette pratique a des effets bénéfiques sur la faune; elle a toutefois un effet pervers immédiat (augmentation de la pression sur les autres surfaces) et un effet négatif à long terme (avance de la forêt et diminution implicite de la surface prairiale utile aux papillons diurnes)

Notre propos n'est bien évidemment pas de condamner en bloc l'ensemble des pratiques agricoles actuelles. Nous sommes en effet conscients que la production de nourriture répondant aux besoins croissants de la population n'est pas envisageable sans impact sur les milieux naturels. Nous tenons toutefois à souligner que si la richesse globale de la faune lépidoptérologique du canton ne s'est pas beaucoup modifiée depuis le début du siècle, le nombre total des populations des espèces qu'il abrite encore s'est quant à lui fortement amoindri. Si rien n'est entrepris rapidement pour enrayer ce phénomène, ce ne sont pas moins des deux tiers de la faune de la région qui risquent de disparaître. Les solutions suivantes devraient être adoptées pour diminuer ce risque.

Mise sous protection ou négociation de contrats d'exploitation précis des dernières pelouses maigres mésophiles de la région. Ces pelouses ne doivent faire l'objet d'aucun amendement, qu'il soit naturel ou chimique, ne doivent subir qu'un fauchage annuel tardif, au plus tôt à la mi-juillet, et, si leur surface est suffisante, effectué par parcelles en rotation triénalle.

Mise sous protection ou négociation de contrats d'exploitation précis des dernières pelouses sèches de la région (garide). Ces pelouses ne doivent faire l'objet d'aucun amendement; leur fauchage annuel n'est pas nécessaire (un fauchage tous les trois a cinq ans est sans doute suffisant); s'il est effectué, il doit répondre aux mêmes exigences que celui des pelouses mésophiles. Les buissons, qui représentent les éléments structuraux caractéristiques de ces milieux, ne doivent pas être abattus; un contrôle de leur avance dans les pelouses doit toutefois être effectué: arrachage d'une partie seulement des jeunes pousses. Si ces pelouses sont pâturées, une charge maximale d'1 UGB par hectare pour 100 jours de pâture ne doit pas être dépassée; plus le début de la pâture sera retardé, meilleur sera le résultat.

Pour les pâturages et les estivages l'accent des mesures prises doit être mis sur les surfaces peu productives (sol aride et superficiel ou très humide), ou/et de forte pente (> 50%) ou/et qui présentent encore aujourd'hui une faune exceptionnelle. Ces surfaces ne doivent ni être totalement abandonnées, ni être trop chargées (une charge de 1 à 1,5 UGB par hectare pour 100 jours de pâture serait idéale, mais une charge plus forte est envisageable si la pâture débute au mois de juillet); elles ne devraient subir aucun amendement et leur couvert arbustif ne devrait pas subir d'attaque massive; un contrôle de l'avance des buissons peut toutefois être recommandé; enfin, l'arrachage ou l'élimination chimique des cirses, des chardons et autres gentianes jaunes doit être proscrit. L'application rigoureuse de ses mesures pourrait déboucher sur un redécoupage des actuelles parcelles d'exploitation, tenant compte de la nature du sol et de la topographie, afin de préserver au mieux celles qui sont le plus intéressantes pour la faune mais qui sont aussi celles dont le rendement agricole est par nature le plus faible.

Les boisements compensatoires ont entraîné la disparition de nombreuses pelouses maigres mésophiles ou de pelouses sèches de la région; il est impératif de renoncer aujourd'hui à de telles pratiques dans celles qui existent encore; compte tenu de la surface actuellement couverte par la forêt dans le canton, une solution simple pourrait être trouvée si de telles surfaces compensatoires étaient réellement attribuées au cadastre forestier, sans toutefois être systématiquement reboisées; leur entretien adéquat, ménageant la restructuration des lisières et assurant une zone tampon avec les cultures adjacentes favoriserait la faune prairiale au même titre que la faune forestière (source de nourriture, refuge potentiel, lieu de parade ...).

L'ensemble de ces propositions doit être considéré dans le contexte de l'article 31 b (compensations écologiques) de la nouvelle ordonnance fédérale sur l'agri-

culture, dont les buts avoués sont le maintien ou la restauration de la diversité naturelle des milieux agricoles. En résumé, tout agriculteur qui appliquerait avec succès les recommandations qui viennent d'être développées pourrait bénéficier d'un soutien financier de la Confédération. Or, de tels subsides compenseraient assurément la «perte de rendement» des surfaces concernées puisque, si l'on se tient au choix que nous proposons, la plupart d'entre elles sont par essence assez peu productives.

Nous ajouterons pour terminer, et cela n'est pas le moindre des paradoxes, qu'une première étape vers une protection efficace de la faune lépidoptérologique de la région serait franchie, si de telles recommandations étaient dès aujourd'hui rigoureusement appliquées dans l'ensemble des réserves naturelles et des biotopes protégés de la région.

### REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier le Prof. W. MATTHEY, le Dr. W. GEIGER et J.-P. HAENNI qui ont relu et proposé certaines corrections judicieuses à ce manuscrit.

## **RÉSUMÉ**

Cet article présente les résultats obtenus lors de l'étude de la faune de Lépidoptères diurnes (Lepidoptera Hesperioidea et Papilionoidea) de 68 pâturages ou estivages et 72 pelouses sèches ou prairies de fauche du Jura neuchâtelois. Les analyses effectuées démontrent que les variables environnementales les plus importantes qui influencent la composition, la richesse et la diversité des peuplements lépidoptérologiques des milieux étudiés sont leur richesse floristique, leur altitude, leur diversité structurale et leur type d'exploitation.

### **BIBLIOGRAPHIE**

BLONDEL, J., 1979. Biogéographie et Ecologie. Masson, Paris, 173 pp.

FAVRE, E. 1899. Macrolépidoptères du Valais et des régions limitrophes. Schaffhouse, 318 pp.

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

Gonseth, Y., 1992 b. Relations observées entre Lépidoptères diurnes adultes (Lepidoptera Rhopalocera) et plantes nectarifères dans le Jura occidental. *Nota Lepid. 15*: 106-122.

Gonseth, Y., 1993. Les Lépidoptères diurnes (Lep. Rhopalocera) des clairières et des chemins forestiers du Jura neuchâtelois. *Bull. Soc. Ent. Suisse* 66: 283-302.

GONSETH, Y. sous presse. Liste rouge des Lépidoptères diurnes de Suisse. *In:* P. DUELLI (ed.): Rote Liste der gefährdeten Tierarten der Schweiz.

HILL, M.O., (1979). TWINSPAN - A Fortran programm for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Cornell University Ithaca, N.Y.,90 pp.

LSPN, 1987. Les Papillons de jour et leurs biotopes. Bâle, 512 pp.

ROUGEMONT, F. DE, 1904. Catalogue des Lépidoptères du Jura neuchâtelois. Neuchâtel, 366 pp.

(reçu le 29 septembre 1993; accepté le 2 novembre 1993)