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

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 65 (1992)

Heft: 3-4

Artikel: La faune des Lépidoptères diurnes (Rhopalocera) des talus routiers et ferroviaires du Jura neuchâtelois

Autor: Gonseth, Y.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-402499

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: 11.07.2025

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

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
65, 413 – 430, 1992

La faune des Lépidoptères diurnes (Rhopalocera) des talus routiers et ferroviaires du Jura neuchâtelois[1]

Y. GONSETH

CSCF, Terreaux 14, CH-2000 Neuchâtel

The diurnal butterflies (Lepidoptera, Rhopalocera) on road and train embankments in the Jura mountains of Neuchâtel.- In the Jura mountains of Neuchatel (Switzerland), 43 road and train embankments have been explored. 59 species of diurnal Lepidoptera (53% of the local fauna) are concerned, of which 4 are endangered on a national level and 11 on the Jura level. The statistical analysis emphasized that among the environmental variables studied, surface, relative proportion of forest borders, quality of the flora, have a significant influence on the butterfly population. Effects of other environmental variables (presence of thickets, rocky outcrops, embankment maintenance, type of adjacent thoroughfare) are also presented.

Keywords: Rhopalocera, Swiss Jura, embankments, species composition, environmental variables.

INTRODUCTION

Le concept de talus, essentiellement typologique, n'a pas de réelle signification biologique. Il regroupe en effet sous une même dénomination des structures paysagères très hétérogènes dont les seuls points communs sont l'aspect général, la proximité d'une voie de communication et de ses nuisances et l'origine anthropique. Leur situation géographique et topographique, leur exposition, leur substrat, leur régime hydrique, leur entretetien et leur histoire sont autant de variables qui influencent la composition de leur flore et de leur faune et leur confèrent une certaine individualité.

Depuis plusieurs années, les talus routiers et ferroviaires ont focalisé l'attention des naturalistes qui ont vu, dans ces surfaces herbeuses délaissées par l'agriculture, des refuges potentiels pour la flore et la faune indigènes. Toutefois, cette intime conviction n'était pas étayée, du moins régionalement, sur des informations concrètes permettant d'en estimer la valeur biologique réelle. Cette constatation a justifié le lancement en 1988 d'une étude multidisciplinaire (pédologique, phytosociologique et faunistique) sur un nombre représentatif de talus-test répartis sur l'ensemble du canton de Neuchâtel (BARBALAT, 1990, 1991). Dans le cadre de cette étude, nous avons tenté de définir les peuplements lépidoptérologiques de 27 d'entre eux et de déterminer leur valeur en fonction de ce groupe d'insectes. Les informations rassemblées ont été complétées en 1989 et 1990 par l'étude de 16 talus complémentaires.

[1] Cet article fait partie de la thèse de l'auteur (projet FNRS, 3.269-0.85).

Tab. 1: Informations générales sur les espèces observées. ST: statut de liste rouge: 2: très en danger, 3: menacée dans le Jura, 4b: potentiellement menacée, 5: non menacée, 6: migratrice. MHAB: type d'habitat mou: milieux ouverts, tran: lisières, clairières, ext: milieux extensifs, roc: milieux rocailleux, bui: milieux buissonneux. VG: indice de mobilité. PHENO: phénologie. GEN: nb. de générations annuelles. VALNL: valence nutritionnelle des chenilles: MONOP: monophage, OLIGO: oligophage, POLYP: polyphage. REGALIL: régime alimentaire des chenilles. PLANTES HOTES: principales plantes hôtes des chenilles (plantes présentes dans le Jura).

ESPECE	ST	MHAB	VG	PHENO	GEN	VALNL	REGALIL	PLANTES-HOTES
Erebia ligea	5	ffm	1	6 à 8	1	OLIGO3	phyllophage	Carex sylvatica, Sesleria esp.
Erebia euryale	5	fmc	2	7 à 8	1	OLIGO3	phyllophage	Calamagrostis varia, Carex flacca, Festuca rubra, Poa nemoralis
Anthocharis cardamines	5	tran	3	4 à 7	1	OLIGO1	phyllophage	Cardamine pratensis, Cruciferes esp.
Argynnis paphia	5	tran	3	7 à 9	1	OLIGO3	phyllophage	Viola canina, Viola reichenbachiana, Viola esp.
Celastrina argiolus	5	tran	1	4 à 9	1 ou 2	POLYP1	spermo à blastophage	Cornus sanguinea, Frangula alnus, Rhamnus catharticus
Gonepteryx rhamni	5	tran	4	1 à 12	1	OLIGO1	phyllophage	Frangula alnus, Rhamnus catharticus, Rhamnus esp.
Polygonia c à album	5	tran	4	6 à 5	2	OLIGO3	phyllophage	C. avellana, S. caprea, U. dioica, Ulmus esp., H. lupulus, Rubus esp.
Erebia aethiops	3	mou ou tran	1	7 à 9	1	OLIGO3	phyllophage	Bromus erectus, Briza media, Festuca ovina...
Fabriciana adippe	3	mou ou tran	3	6 à 9	1	MONOP2	phyllophage	Viola esp., Viola reichenbachiana, Viola tricolor
Carterocephalus palaemon	5	mou ou tran	2	5 à 7	1	OLIGO1	phyllophage	Brachypodium sylvaticum, Molinia caerulea
Clossiana euphrosyne	5	mou ou tran	2	4 à 8	1 ou 2	MONOP2	phyllophage	Viola canina, Viola reichenbachiana, Viola esp.
Cyaniris semiargus	5	mou ou tran	2	5 à 8	1 ou 3	OLIGO1	spermo à blastophage	Trifolium pratense
Leptidea sinapis	5	mou ou tran	2	4 à 9	2	OLIGO1	phyllophage	L. linifolius, Lathyrus pratensis, Trifolium esp., Lotus corniculatus
Ochlodes venatus	5	mou ou tran	2	5 à 9	1	OLIGO1	phyllophage	Dactylis glomerata
Pieris napi	5	mou ou tran	5	4 à 10	3	OLIGO1	phyllophage	Cruciferes esp.
Iphiclides podalirius	2	moubui	4	4 à 6	1 ou 2	MONOP2	phyllophage	Prunus mahaleb, Prunus spinosa
Aporia crataegi	3	moubui	4	6 à 7	1	OLIGO3	phyllophage	B. pendula, S. aucuparia, S. aria, Crataegus esp., S. caprea, Prunus esp.
Callophrys rubi	3	moubui	1	4 à 7	1	OLIGO3	spermophage	Anthyllis esp., Rhamnus catharticus, Helianthemum esp.
Hamearis lucina	3	moubui	2	4 à 7	1 ou 2	MONOP2	phyllophage	Primula vulgaris
Coenonympha arcania	4b	moubui	2	5 à 8	1	OLIGO1	phyllophage	Melica esp., Poa esp.
Thecla betulae	5	moubui	1	7 à 10	1	MONOP2	blasto à phyllophage	Prunus esp., Prunus spinosa
Thymelicus lineolus	5	moubui	2	6 à 8	1	OLIGO1	phyllophage	Dactylis glomerata, Holcus mollis
Coenonympha glycerion	2	mouext	1	5 à 8	1	OLIGO1	phyllophage	B. sylvaticum, Melica ciliata, Cynosurus cristatus, Briza media
Maculinea nausithous	2	mouext	1	6 à 8	1	XENOPH	spermophage	Sanguisorba officinalis
Mellicta parthenoides	2	mouext	2	4 à 10	1 ou 2	MONOP2	phyllophage	Plantago lanceolata, Plantago media
Cupido minimus	3	mouext	1	4 à 8	1	OLIGO1	spermophage	Anthyllis vulneraria
Lysandra coridon	3	mouext	2	7 à 10	1	OLIGO1	phyllophage	Coronilla varia, Hippocrepis comosa
Melitaea diamina	3	mouext	2	5 à 11	1 ou 2	OLIGO3	phyllophage	Polygonum bistorta, Plantago lanceolata, Valeriana officinalis...
Colias alfacariensis	5	mouext	2	4 à 10	3	OLIGO1	phyllophage	Coronilla varia, Hippocrepis comosa
Hesperia comma	5	mouext	2	7 à 9	1	OLIGO1	phyllophage	Festuca ovina
Lycaena hippothoe	5	mouext	1	6 à 9	1	MONOP2	phyllophage	Rumex acetosa, Rumex acetosella
Lysandra bellargus	5	mouext	2	5 à 10	2	MONOP1	phyllophage	Hippocrepis comosa
Melanargia galathea	5	mouext	2	6 à 8	1	OLIGO1	phyllophage	Brachypodium esp., Bromus erectus, Poa trivialis
Spialia sertorius	5	mouext	2	5 à 9	2	OLIGO1	phyllophage	Potentilla esp., Sanguisorba minor
Plebicula dorylas	3	mouroc	1	5 à 9	1 ou 2	MONOP1	spermo à phyllophage	Anthyllis vulneraria
Erebia meolans	5	mouroc	2	5 à 8	1	MONOP2	phyllophage	Festuca esp.
Lasiommata maera	5	mouroc	1	5 à 9	1 ou 2	OLIGO1	phyllophage	Calamagrostis varia, Festuca rubra, Festuca ovina
Lasiommata megera	5	mouroc	1	4 à 10	2 ou 3	OLIGO1	phyllophage	Bromus erectus, Festuca esp.
Parnassius apollo	5	mouroc	3	5 à 9	1	MONOP2	phyllophage	Sedum album
Brenthis ino	3	mou	2	6 à 8	1	OLIGO1	phyllophage	Filipendula ulmaria
Aglais urticae	5	mou	5	1 à 12	1 ou 3	MONOP1	phyllophage	Urtica dioica
Aphantopus hyperantus	5	mou	2	6 à 8	1	OLIGO3	phyllophage	Carex esp., Festuca esp.
Coenonympha pamphilus	5	mou	2	4 à 9	1 ou 3	OLIGO1	phyllophage	Anthoxanthum odoratum, Nardus stricta, Poa esp.
Colias hyale	5	mou	5	5 à 10	3	OLIGO1	phyllophage	Medicago esp., Trifolium esp., Vicia esp.
Erebia medusa	5	mou	1	5 à 7	1	OLIGO1	phyllophage	Bromus erectus, Festuca rubra
Erynnis tages	5	mou	2	4 à 8	1 ou 2	OLIGO1	phyllophage	Hippocrepis comosa, Lotus corniculatus
Inachis io	5	mou	5	1 à 12	1 ou 3	MONOP1	phyllophage	Urtica dioica
Issoria lathonia	5	mou	4	4 à 10	1 ou 3	OLIGO3	phyllophage	Rubus esp., Viola esp.
Lycaena phlaeas	5	mou	4	3 à 11	2 ou 4	MONOP2	phyllophage	Rumex acetosa, Rumex acetosella
Lycaena tityrus	5	mou	2	4 à 9	1 ou 2	MONOP2	phyllophage	Rumex acetosa, Rumex scutatus, Rumex acetosella
Maniola jurtina	5	mou	2	6 à 9	1	OLIGO3	phyllophage	Carex esp., Festuca esp.
Mesoacidalia aglaja	5	mou	3	6 à 8	1	MONOP2	phyllophage	Viola tricolor
Papilio machaon	5	mou	4	4 à 10	2	OLIGO1	phyllophage	D. carota, Pimpinella saxifraga, Peucedanum palustre, P. cervaria
Pieris brassicae	5	mou	5	4 à 9	2 ou 3	OLIGO1	phyllophage	Cruciferes esp.
Pieris rapae	5	mou	5	3 à 10	3	OLIGO1	phyllophage	Cruciferes esp.
Polyommatus icarus	5	mou	2	5 à 9	2 ou 3	OLIGO1	phyllophage	Medicago lupulina, Onobrychis viciifolia, Medicago sativa
Thymelicus sylvestris	5	mou	2	6 à 8	1	OLIGO1	phyllophage	Holcus lanatus
Colias crocea	6	mou	5	6 à 10	1	OLIGO1	phyllophage	Onobrychis viciifolia, Medicago esp., Trifolium esp.
Cynthia cardui	6	mou	5	4 à 10	2 ou 3	OLIGO1	phyllophage	Carduus acanthoides, Cirsium arvense, Onopordum acanthium
Vanessa atalanta	6	mou	5	4 à 10	2 ou 3	MONOP1	phyllophage	Urtica dioica

MÉTHODE ET ANALYSES

Les valeurs présentées dans le tab. 3 sont basées sur un comptage direct des individus observés dans les talus retenus. Quatre passages ont été réalisés dans chacun d'eux entre les mois de mai et de septembre, et ceci toujours par beau temps. Dans des talus de structure linéaire (faible largeur) les individus rencontrés ont été comptés en effectuant un itinéraire rectiligne; dans des talus recouvrant une surface plus grande (forte largeur), les comptages ont été effectués par le biais d'un itinéraire en zig zag (10 m d'espacement entre chaque ligne parallèle du parcours). Le temps passé dans chaque talus à chaque passage a oscillé entre 15 et 90 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 talus inventoriés.

Les variables environnementales suivantes ont été systématiquement prises en compte :

- type de talus: haut-talus, bas-talus routiers et ferroviaires ou talus mixte;
- localisation géographique, position topographique, exposition, pente effective;
- longueur effective; largeur moyenne, évaluée par pointage effectué tous les 2 à 10 m en fonction de la régularité du talus concerné; surface du talus;
- surface effective de pierraille et de roche apparente, de buissons isolés ou de massifs boisés;
- type de milieux voisins (en cas de présence de forêt la longueur et la structure moyenne de la lisière ont été déterminées);
- type d'entretien ou d'exploitation déterminés de visu.

Un minimum de 10 relevés phytosociologiques partiels (sans graminées ni cypéracées) de $1m^2$, choisis au hasard, ont été effectués dans chaque talus 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 $\geq$ à 90; les classes intermédiaires étant les suivantes: 2: 76 à 90%; 3: 51 à 75%; 4: 26 à 50%; 5: 11 à 25%.

Les relevés fauniques effectués dans chaque talus ont été ordonnés par l'intermédiaire du programme TWINSPAN, Two way indicators species analysis (HILL, 1979). Ce tri a défini leur ordre d'apparition dans les tableaux 2 et 3. Ils ont subi ensuite une analyse canonique des correspondances, CANOCO (TER BRAAK, 1988) en tenant compte des variables environnementales suivantes: coordonnées (considérées isolément afin de déceler une éventuelle structure spatiale des données), altitude, longueur, largeur, surface, longueur de lisière forestière adjacente, pourcentage de recouvrement des buissons et massifs boisés, indice floristique, type d'entretien (descripteurs considérés ensemble puis analysés par régression pas à pas multivariable).

RÉSULTATS

Approche faunistique globale

59 espèces, soit 53% de la faune régionale (GONSETH, 1991), ont été répertoriées au moins une fois dans les 43 talus étudiés. Parmi ces 59 espèces, 4 sont menacées à l'échelle nationale et 11 sont menacées à l'échelle jurassienne (tab. 1, d'après

GONSETH, sous presse). Nous préciserons toutefois que l'une d'entre elles, *Iphiclides podalirius*, a été observée le long d'un talus dont les caractéristiques ne correspondent pas à ses exigences écologiques, mais qui est situé non loin d'un milieu ou sa présence est confirmée. Cette observation est imputable aux déplacements importants que l'espèce effectue en période de reproduction (WEIDEMANN, 1982 notamment).

Comme l'exemple sus-mentionné le souligne, il est peu probable que les 59 espèces observées forment des populations stables dans les talus étudiés: si certaines s'y reproduisent, d'autres ne font sans doute qu'y transiter. Un classement des espèces par le biais d'un indice de mobilité (tab. 1, VG), défini d'après BAKER (1969) et BALLETTO & KUDRNA (1985), permet d'isoler celles dont la probabilité de reproduction dans les sites où elles ont été observées est la plus forte et de définir ainsi leur peuplement minimal potentiel. Calculé pour chaque groupe écologique (tab. 2, MHAB) représenté par les 59 espèces recensées, le rapport entre le nombre d'espèces peu mobiles (VG 1-3) et le nombre total d'espèces présentes est le suivant: espèces forestières (2/2); espèces des lisières et des clairières (3/5); espèces des milieux ouverts extensifs et des lisières et clairières (8/8); espèces des milieux ouverts extensifs buissonneux (5/7); espèces des milieux ouverts extensifs (12/12); espèces des milieux ouverts rocailleux (5/5); espèces peu exigeantes des milieux ouverts (10/21). En définitive, il existe une forte probabilité que 44 des 59 espèces recensées soient résidantes dans les talus où elles ont été observées.

Ces premières informations permettent de souligner les faits suivants:

- compte tenu de la petite surface qu'ils représentent (11 ha), l'ensemble des 43 talus étudiés abritent de nombreuses espèces de papillons diurnes, dont plusieurs sont menacées en Suisse ou dans le Jura. Ce fait est une première justification de l'intérêt porté à ces milieux dans une optique de protection des espèces et des habitats. Cette affirmation doit toutefois être pondérée par le fait que 55 espèces ont été observées dans 7 talus (nb. moyen d'espèces = 26) et que seules 23 espèces ont été observées dans les 36 talus restants (nb. moyen d'espèces = 5.8)
- la diversité biologique de la faune recensée, soulignée par la présence conjointe de plusieurs groupes écologiques différents, est un premier indice de l'hétérogénéité des talus étudiés

Tri des relevés (TWINSPAN)

Un fait marquant émane de la lecture du tab. 3: si 6 espèces, largement répandues dans les cultures ou dans les herbages amendés (*Maniola jurtina, Pieris rapae, P. napi, Polyommatus icarus*) et dans les prairies semi-extensives à extensives (*Aphantopus hyperanthus, Melanargia galathea*), sont communes à de nombreux talus (fréquence > 55%), la majorité d'entre elles (58%) n'ont été observées que ponctuellement (fréquence < 15%). Il est donc difficile de définir une communauté lépidoptérologique minimale des talus routiers et ferroviaires du canton de Neuchâtel.

Le tri des relevés fauniques établi grâce à TWINSPAN a été effectué en ne tenant compte que des espèces sédentaires ou peu mobiles (tab. 1: VG 1-3). Les catégories d'abondance suivantes ont été retenues 1: 1-2 ind.; 2: 3-8 ind.; 3: 9-17 ind.; 4: 18-35 ind.; 5: >35 ind. La limite inférieure de séparation d'un groupe de relevés a été fixée à 5. La fig. 1 résume les résultats de cette analyse.

Tab. 2: Caractéristiques des talus étudiés. Parc: numéro du talus; altit: altitude; surf: surface; long: longueur; larg: largeur; expo: exposition; nsp: nombre d'espèces de papillons observées; sed: nombre d'espèces de papillons sédentaires ou peu mobiles observées; spi: nombre d'espèces menacées et (ou) caractéristiques de milieux de qualité observées; rbu: recouvrement des buissons (en % de la surface totale du talus concerné); rbo: recouvrement des zones boisées; lis: longueur de lisière adjacente (m); nbfl: nombre d'espèces de plantes; fl12: nombre d'espèces de plantes des pelouses maigres; fl58: nombre d'espèces de plantes des pelouses mésotrophes à eutrophes; Nf: note floristique globale (appréciation qualitative); SH: indice de diversité de Shanon; N1: indice de diversité de Hill (nb. espèces abondantes); N2: indice de diversité de Hill (nb. espèces très abondantes) d'après Ludwig & Reynolds, 1988; Moy: moyenne des valeurs de la colonne concernée; Ety: Ecart type.

parc	commune	altit	expo	surf	long	larg	nsp	sed	spi	rbu	rbo	lis	nbfl	Nf	fl12	fl58	entretien	type de talus	SH	N1	N2
217	Chaux-du-Milieux	1080	E/NE	1176	235	5	0	0	0	0	0	0	35	6	16	4	fauchage	ban rte secondaire	–	–	–
178	Brot-Dessous	830	SE	969	255	4	2	1	0	0	0	0	31	4	7	15	fauchage	htl rte cantonale	0.69	–	–
348	Boudevilliers	685	E/SE	975	90	11	2	1	0	7	0	0	15	1	1	13	sans	btl rte principale	0.67	1.96	2.5
152	Thielle-Wavre	435	E	1943	270	7	5	2	0	5	0	0	10	4	1	3	fauch. partiel	htl autoroute	0.95	2.58	1.89
153	Thielle-Wavre	450	E/SE	3000	107	28	7	2	0	2	0	0	28	4	6	10	fauchage	htl autoroute	1.37	3.93	3.04
385	Hauts-Geneveys	940	SE	649	84	8	10	7	1	0	0	0	25	6	12	4	fauchage	htl CFF	2.24	9.44	26
347	Boudevilliers	685	SE	502	110	5	2	2	0	0	0	0	26	4	7	8	fauchage	htl rte principale	0.56	1.75	2
156	Cressier	435	E/SE	1860	220	8	7	3	0	8	34	0	14	4	2	5	sans	btl autoroute	1.68	5.38	5.08
169	Les Brenets	920	S/SE	920	140	7	9	4	0	0	0	0	36	4	9	11	fauchage	htl rte principale	2.01	7.47	8.56
154	Thielle-Wavre	450	SE	6112	180	34	11	5	0	12	51	0	20	4	2	8	sans	htl autoroute	1.8	6.06	4.34
329	Coffrane	785	NO	391	175	2	4	2	1	0	0	0	16	3	3	9	sans	htl cultures	1.03	2.81	2.61
161	Vilars-Saules	765	N/NE	530	120	4	6	3	1	0	0	0	10	5	4	2	fau. et pâture	htl rte secondaire	0.95	2.58	1.82
6	Valangin	700	N/NE	5495	320	33	14	10	3	10	0	40	56	5	17	16	sans	htl chemin revêtu	1.81	6.09	4.34
392	Fontaines	1280	NO/O	16327	1186	14	21	15	5	8	9	1186	75	4	24	25	sans	htl rte secondaire	2.64	14	12.1
171	Couvet	730	S	8671	681	13	24	17	5	12	24	300	58	5	23	12	sans	htl rte cantonale	2.59	13.4	9.57
277	St-Sulpice	910	S/SE	2855	410	7	28	24	7	21	0	360	52	6	25	3	fauch. partiel	htl CFF	2.86	17.5	13
403	Couvet	770	S	4231	557	8	33	26	5	7	0	557	71	6	38	8	fauch. partiel	htl CFF	2.65	14.1	8.28
64	Le Locle	990	SE	12525	497	25	33	23	11	2	13	74	60	5	27	11	sans	btl CFF / htl rte can	2.86	17.5	12.6
181	Les Bayards	940	S	9942	720	14	24	19	10	4	0	0	71	5	23	20	fauch. partiel	btl CFF / htl rte can	2.76	15.8	13.6
183	Le Locle	960	SE	8305	520	16	22	15	7	0	0	0	30	4	3	12	fauch. partiel	htl rte cantonale	2.78	16.1	15.1
8	Valangin	715	S	4840	220	22	17	11	3	0	0	0	58	4	17	20	fauch. partiel	htl rte principale	2.02	7.57	5.53
170	Rochefort	840	S/SE	1843	670	3	12	4	0	0	0	670	36	5	13	5	fauchage	htl rte principale	1.98	7.26	5.44
383	Hauts-Geneveys	950	E	1222	130	9	10	8	2	35	33	0	21	5	11	4	sans	btl pâturage	1.75	5.75	4.44
157	Le Landeron	770	S/SE	937	283	3	9	5	0	0	0	0	32	6	17	4	fauchage	htl rte secondaire	1.92	6.86	7.02
186	Colombier	460	E/SE	1144	143	8	8	5	1	0	0	0	37	6	19	5	fauchage	htl rte secondaire	1.88	6.6	7.06
401	Neuchâtel	1100	S	667	112	6	8	6	0	6	0	80	33	5	14	7	sans	btl cultures	1.59	4.88	3.57
159	Le Landeron	670	SE	314	150	2	6	5	0	0	0	0	29	5	10	4	fauchage	htl rte principale	1.64	5.17	7.5
382	Hauts-Geneveys	960	E	594	105	6	4	3	0	2	0	0	30	5	13	7	fauchage	htl rte cantonale	1.27	3.58	5.25
160	Le Landeron	670	SE	745	210	4	3	3	0	20	0	0	37	5	16	6	sans	btl rte principale	0.8	2.23	2.06
176	Noiraigue	760	S	3122	410	8	20	13	4	19	0	0	37	5	13	4	fauch. partiel	htl rte cantonale	2.65	14.2	13.2
179	Les Verrières	940	S	1143	135	8	13	10	3	0	0	0	38	5	11	11	fauch. partiel	btl CFF / htl rte pri	2.35	10.6	13.1
400	Neuchâtel	1095	S/SE	1188	120	10	11	9	3	0	0	0	25	5	8	6	fauch. partiel	htl cultures	1.86	6.43	4.97
52	Engollon	695	SE	1210	190	6	10	6	2	0	0	0	27	5	13	4	fauch. partiel	htl rte principale	1.46	4.3	3.3
162	Engollon	700	S/SE	2276	170	13	10	5	0	0	0	0	12	4	1	5	sans	htl rte principale	1.93	6.95	6.07
175	Travers	735	S/SE	2300	165	14	10	6	1	10	0	0	46	5	18	8	sans	htl rte cantonale	1.86	6.45	4.96
163	Fontainemelon	930	S	1867	335	6	8	6	1	0	0	0	26	4	5	8	fauch. partiel	rte principale	1.85	6.37	6.44
164	Dombresson	735	S/SE	1010	176	6	8	4	0	4	0	0	23	5	10	5	sans	htl rte principale	1.9	6.74	9.1
167	Fenin	710	NO	272	80	3	5	3	0	0	0	0	19	4	2	7	fauchage	htl rte secondaire	1.29	3.65	3.43
173	Travers	735	E/SE	947	200	5	5	4	0	0	0	200	38	6	20	4	fauchage	htl rte principale	1.49	4.46	7
216	Fenin	710	S/SE	268	108	2	4	3	0	0	0	0	17	5	5	3	fauchage	htl rte secondaire	1.35	3.86	7
165	Dombresson	735	S/SE	890	220	4	2	0	0	0	0	0	18	5	6	4	fauchage	htl rte principale	0.63	1.89	3
359	Lignières	890	SE	1100	165	7	7	4	1	0	0	0	39	5	12	12	fauchage	htl rte secondaire	1.85	6.33	11
436	Travers	740	S/SO	942	160	6	5	3	0	0	0	0	38	5	14	10	fauch. partiel	htl rte cantonale	1.38	4	4.67
Moy		790		2749	268	10	11	7	2				34		12	8					
Ety		187		3523	222	8	8	7	3				17		8	5					

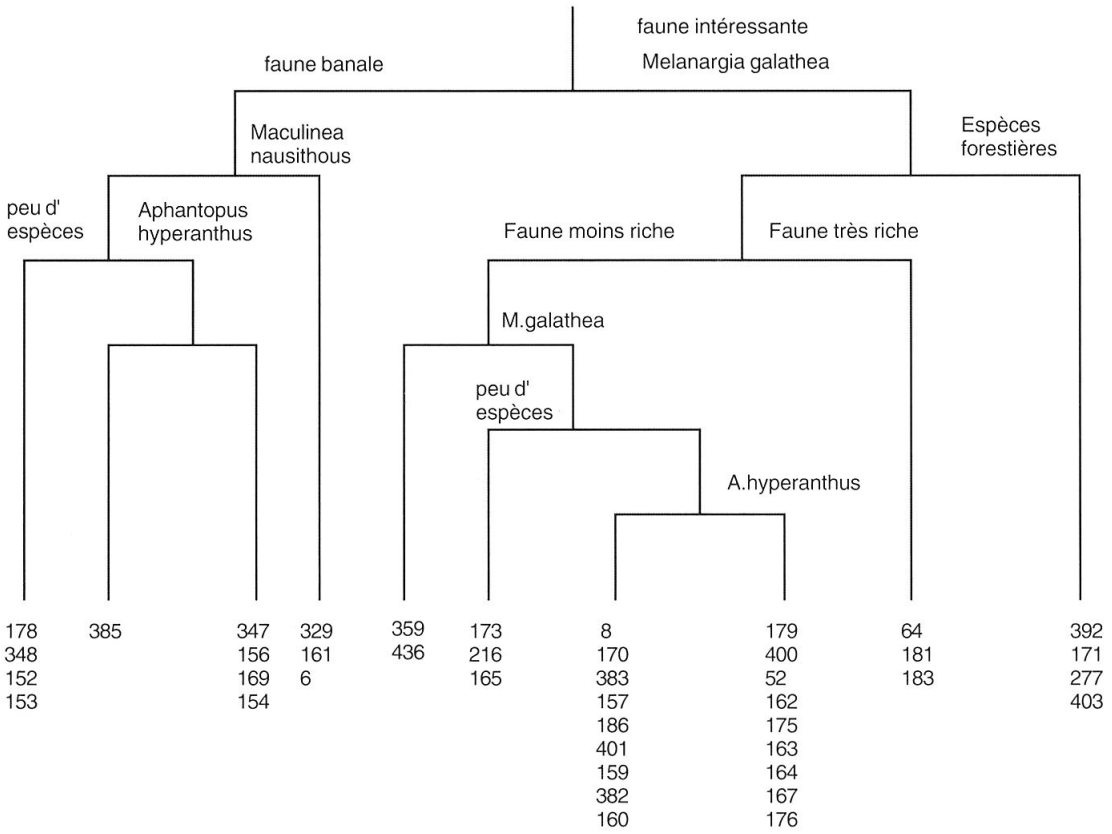

Fig. 1: Tri des relevés (TWINSPAN). Pour chaque niveau de division, TWINSPAN indique à son utilisateur les espèces significativement correlées à l'une ou l'autre des branches de l'arbre dichotomique. Une comparaison des connaissances accumulées sur l'écologie de ces espèces permet de cerner les tendances exprimées par les groupes de relevés ainsi formés. Ces tendances, ainsi que certaines espèces très significatives sont indiquées sur chaque branche de l'arbre dichotomique représenté sur cette figure.

Les faits suivants ressortent de cette première analyse:

- le premier niveau de division des relevés isole les talus dont la faune lépidoptérologique est la plus banale de ceux où la faune recèle une ou plusieurs espèces intéressantes. Il souligne aussi le rôle important que joue *Melanargia galathea* dans l'évaluation de la qualité biologique d'un milieu (espèce indicatrice): l'absence de cette espèce d'une prairie donnée est un indice de sa faible qualité biologique et la découverte d'autres espèces caractéristiques des pelouses sèches extensives est improbable (tab. 3, relevés 178 -161). La présence de quelques individus seulement de *Melanargia galathea* souligne souvent un problème d'exploitation ou d'entretien du milieu (début d'engraissement, fauchages trop fréquents ou trop précoces, charge trop forte en bétail); la présence de quelques autres espèces intéressantes est toutefois possible (tab. 3, relevés 170-165). La présence de nombreux individus de *Melanargia galathea* est un indice de la bonne qualité du milieu; dans ce cas, la présence d'autres espèces intéressantes est probable (tab. 3, relevés 171 -8);

- les talus abritant *Maculinea nausithous*, espèce menacée à l'échelle nationale, sont associés, dans le cas présent, aux talus dont la faune est la plus banale. Ce fait est imputable à la biologie très particulière de l'espèce, qui, sous certaines

conditions (GONSETH, sous presse), peut résister à une exploitation relativement intensive des milieux qui l'abritent (talus 161) et se maintenir dans des milieux dégradés (talus 329) ou relativement atypiques (talus 6);

- la présence de massifs forestiers aux abords immédiats de certains talus (392, 171, 277, 403) influence fortement leur faune lépidoptérologique. Toutefois, comme le montrent les relevés effectués dans les talus 170 et 173 (respectivement 12 et 5 espèces), d'autres conditions doivent aussi être remplies pour que cette influence apparaisse nettement (voir plus loin);

- les talus 64, 181 et 183 se distinguent par la bonne qualité de leur faune (avec respectivement 33, 24 et 22 espèces recensées dont 11, 10 et 7 très intéressantes). Ces 3 talus ont une surface et une largeur importantes et ne sont pas ou que partiellement entretenus;

- cette analyse met enfin en évidence le rôle non négligeable qu'*Aphantopus hyperanthus* joue comme espèce indicatrice: elle permet en effet d'isoler respectivement 5 et 9 talus des deux branches principales de l'arbre dichotomique. Sur ces 14 talus, 5 ne subissent aucun entretien, 5 ne subissent qu'un fauchage partiel et les 4 restants ne sont fauchés qu'en fin de saison. Ces faits sont en accord avec les constatations faites dans d'autres milieux de la région: l'espèce est particulièrement abondante dans les pelouses graminéennes à végétation haute, souvent abandonnées, et ceci indépendamment de la qualité de leur flore.

Analyse canonique des correspondances (CANOCO)

Pour effectuer les analyses décrites ci-dessous, les abondances des espèces telles qu'elles figurent dans le tab. 3 ont été pondérées en ln(nsp+1). En outre, ces analyses ont été réalisées deux fois, d'abord en ne retenant que les espèces peu mobiles, puis sur l'ensemble des espèces. Comme il s'est avéré que l'ajout des espèces très mobiles ne modifiait pas fondamentalement les résultats, c'est cette dernière variante qui sera développée ici.

Premier pas: analyse globale impliquant l'ensemble des espèces recensées, des talus étudiés et des variables environnementales retenues. L'inertie totale obtenue (varition de la matrice) est de 2.838. Le pourcentage de variation expliquée par les variables environnementales retenues est 60%. Toutefois comme certaines variables sont corrélées entre elles (surface, longueur et largeur par ex.), cette dernière valeur est à prendre avec précautions.

Deuxième pas: analyse par régression pas à pas multivariable. Les variables sont entrées une à une par ordre décroissant de pourcentage de variation expliquée. A chaque pas, la fraction de variation supplémentaire est testée (par permutations) et l'adjonction de nouvelles variables s'arrête quand cette fraction n'est plus significative. Cette analyse a fait ressortir 4 variables explicatives: la surface, la longueur de lisière adjacente, l'altitude et la note floristique maximale (6). Ces 4 variables explique significativement 27% de la variation de la matrice espèce ($p = 0.01$). Ces 4 variables sont corrélées positivement avec l'axe 1 de l'analyse (fig. 2) ce qui signifie que les espèces situées dans la zone positive de cet axe réagissent favorablement à une grande surface, à la présence d'une longue lisière et qu'elles se trouvent plutôt en altitude. L'axe 2 de l'analyse place du côté positif les espèces sensibles à l'indice floristique maximal et sépare les espèces sensibles à une longue lisière (côté positif) de celles qui sont sensibles à une grande surface (côté négatif).

Troisième pas: analyse similaire effectuée avec les coordonnées topographiques des talus étudiés afin de déceler une éventuelle structure spatiale des don-

Tab. 3: Peuplement lépidoptérologique de chaque talus. NP: nombre de talus où l'espèce a été observée; Numéro des colonnes: talus concernés (se réfère à la colonne PARC du tab. 2); TOT: nombre total de papillons adultes observés par espèce; TOT/PARC: nombre total de papillons adultes observés par talus.

ESPECE	NP	178	348	152	153	385	347	156	169	154	329	161	6	392	171	277	403	64	181	183	8	170	383	157	186	401	159	382	160	176	179	400	52	162	175	163	164	167	173	216	165	359	436	TOT
P.napi	25		3		1	1		3		5	1		1	12	11	11	27	3	4	1	3	5	1	1						3	1		1		2	4	1					1		107
O.venatus	18					2		1	1	3		1	6		3	6	8		3		7	2	5					3		1				1		1		1							55
G.rhamni	8								1					5	1	3	4	1		1	1																								17
E.ligea	6													4	1	2	1	1																						3					12
A.cardamines	6												1	4		3	1	2				1																							12
A.paphia	5													1	2	4	4										1																		12
C.euphrosyne	5													1	1	3	2																												7
C.rubi	4														1	3	1	1																											6
C.palaemon	3														1	2	1																												4
L.sinapis	3															4	3				3																								10
E.aethiops	3														24	15	61																												100
C.argiolus	3									3				1	1																														5
P.c-album	2														1			1																											2
F.adippe	2															2	1																												3
T.betulae	2																2					1																							3
I.podalirius	1																					1																							1
A.crataegi	1																	1																											1
E.euryale	1													11																														11
H.lucina	1														2																													2
M.nausithous	3										9	28	31																															68
M.galathea	27														7	18	18	53	16	10	42	1	6	6	3	2	3	1	4	5	5	5	16	6	14	5	4	6	1	2	2			261
A.hyperantus	25					1	3	5	4	32	5		10		5	1	2	10	4	6	17		3							4	4	1	1	2	3	9	3	2		2				139
E.medusa	11													1	9		2	17	13	9										4	2	1			2				1					61
L.hippothoe	10					1							5	1				1	1	4			1									2	1			2								19
S.sertorius	9												1	1		3	1	7	1	1												1										3		19
M.aglaja	7													1		1	1	34	5	1											1													44
L.bellargus	7															6	3	12	1		1									4													2		29
E.tages	6												1		2		2			3					1					1															10
B.ino	6																	5	8	3											1		1		1										19
L.maera	6					1								3	1	8	2	2																											17
T.lineolus	5																	6	4	2	1										1														14
C.alfacariensis	5															10	8	8	1																1										28
L.coridon	5															32	21	4					1							2															60
C.glycerion	4																	20	14	3											1														38
C.minimus	4													2				1		1										1															5
C.semiargus	4													4					1		2											4													11
P.apollo	3															6		1	4																										11
L.megera	3					1											5									3																			9
P.dorylas	3													1		1																2													4
H.comma	2													3					3																										6
M.parthenoides	2																	11		3																									14
E.meolans	2															2			1																										3
M.diamina	1																		1																										1
M.jurtina	35	1	2	1	1	1	1	1	3	8		1	73		7	10	14	6	9	2	60	12	9	8	3	13	3		10	10	1	17	30	9	6	7			2	2			1	344
P.icarus	24			2	14	2				1			10				5	2		10	31		1	1	6	1	1	2	1	1	1	10	11	12		3	1					2		131
C.pamphilus	15												3	2	1	1	1	5		1	1			1	3	1				1	2						1						4	28
T.sylvestris	9								2				38					12	2		12		20	3		2	1																		92
L.tityrus	5																				1	1								1													1	1	5
P.machaon	4				1											1					1																								4
L.phlaeas	1																	1																											1
P.rapae	36			16	6	2		10	6	15	1	4	4	1	7	2	6	8	6	4	3	3	1	4	7	2	1	1		9	3	1		2	2	1	2	1		1	1	1	1	145
C.cardui	17	1		2	2			3	2	5		3			1			1	1	2				5	2						1			2		1		1						35
A.urticae	16					1			2	1			1	9				31	2	4	6	1				1				1			1	2	2			1						66
C.hyale	10														1		1				4			1						1		1	1	2								1	1	14
P.brassicae	9			1	1			3		1		1				2	2					1								2															14
I.io	9								1	2				1	2		1	16				1								1					1										26
C.crocea	5																1		1	1														1			1								5
V.atalanta	3														1		1								1																				3
I.lathonia	3																2	1															1												4
Tot/talus		2	5	22	26	13	4	26	22	76	16	38	185	69	93	162	214	285	106	73	193	30	48	30	26	25	10	7	15	56	24	45	64	39	34	32	14	11	8	7	3	11	8	2177

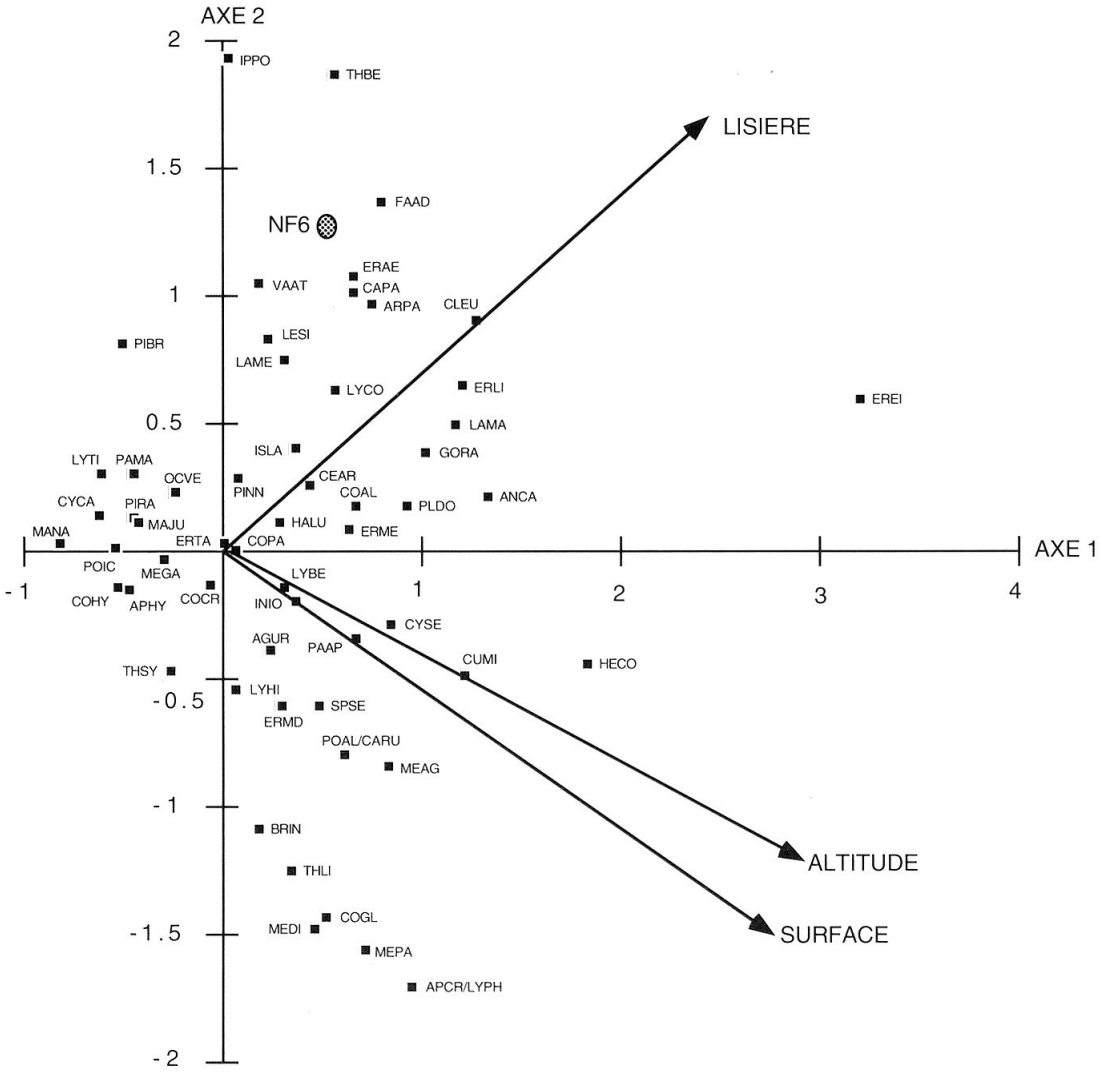

Fig. 2: Résultats de l'analyse canonique. Les espèces de papillons sont abrégées par un code de 4 lettres (2 premières lettres du genre, 2 premières lettre de l'espèce). La disposition des différentes espèces dans cette figure est déterminée par leur sensibilité aux 4 variables suivantes: NF6: note floristique maximale; LISIERE: longueur de lisière forestière adjacente; ALTITUDE: altitude des talus; SURFACE: surface des talus.

nées. La somme des 2 valeurs propres canoniques, égale à 0.397 (14% de l'inertie totale), est significative (p = 0.01). Comme les deux variables spatiales (coordonnées x et y) ont été entrées séparément, il est possible d'affirmer que les peuplements des talus étudiés varient significativement d'est en ouest et du sud au nord.

Quatrième pas: afin de déterminer si la variation expliquée par les facteurs environnementaux et celle expliquée par les variables spatiales ne représentent pas la même chose, une analyse canonique partielle des correspondances (après avoir retiré l'effet des variables spatiales par régression multiple) est effectuée: la somme des valeurs propres canoniques, égale à 0.570 (20.1% de variation expliquée), est significative (p = 0.01).

Cinquième pas: analyse similaire effectuée sur les variables spatiales après ıvoir retiré l'effet des variables environnementales: la somme des valeurs propres :anoniques égale à 0.199 (7% de variation expliquée) est significative (p = 0.01).

En définitive, la variation de la matrice papillons/talus peut être divisée en 4 ractions. La première 20.1%, représente la variation due aux facteurs environnenentaux uniquement; la seconde (6.9%) représente la variation due conjointement ıux facteurs environnementaux et spatiaux; la troisième (7%) représente la variaion due aux facteurs spatiaux indépendants des facteurs environnementaux; et la ıuatrième (66%) représente la fraction de variation non expliquée.

›ISCUSSION

Certaines précisions concernant les variables spatiales et altitudinales doivent :tre apportées:

'ariables spatiales

Les 43 talus étudiés se répartissent en gros sur un transect traversant le canon de Neuchâtel dans la direction SE (littoral) - NO (montagne). La variation signiicative des peuplements de Lépidoptères diurnes sur cet axe peut s'expliquer, du noins partiellement, par une variation importante de la topographie des régions qu'il raverse (relief collinéen et doux au SE, plus tourmenté au NO), par la nature des nilieux voisins des talus étudiés (cultures intensives ou zone fortement urbanisée ıu SE, pâture, forêts et zone peu urbanisée au NO) et par la structure même des talus etenus (homogène au SE, souvent hétérogène au NO), cette dernière variable étant :orrélée à la nature du relief ambiant. Il est clair toutefois que les résultats obtenus ur cet échantillon ne suffisent pas pour affirmer que la «valeur biologique» des alus routiers ou ferroviaires du canton de Neuchâtel varie en fonction de leur locaisation géographique.

\ltitude

Il existe un important gradient altitudinal entre les talus étudiés sur le littoral 435 m au minimum) et ceux étudiés en montagne (1280 m au maximum). Cette 'ariable, mise en évidence par l'analyse impliquant la totalité des espèces recenées, ne ressort pas d'une analyse impliquant les seules espèces sédentaires ou peu nobiles, ce qui peut sembler paradoxal.

Il est relativement aisé d'expliquer pourquoi cette variable ne ressort pas de a seconde analyse. La plupart des espèces peu mobiles les plus répandues et les ›lus abondantes dans les talus étudiés (*Melanargia galathea, Maniola jurtina, \phantopus hyperanthus, Polyommatus icarus, Ochlodes venatus* notamment) sont les espèces à large amplitude altitudinale qui ne sont donc pas sensibles à cette 'ariable (comme le prouve d'ailleurs la fig. 2). Il est par contre plus compliqué l'expliquer pourquoi elle ressort de la première analyse. Deux hypothèses, qui ne 'excluent pas, peuvent toutefois être formulées:

- la première est inhérente à l'échantillonnage: quelques espèces dont l'indice le mobilité est élevé sont particulièrement abondantes aux abords des forêts *Gonepteryx rhamni, Pieris napi* par ex.). Or, dans l'échantillon de talus retenus, eux qui sont bordés d'une longue lisière sont plutôt situés en altitude, à l'instar de a plupart de ceux qui abritent les espèces sédentaires les plus intéressantes. L'effet

cumulatif de la présence de ces espèces mobiles et sédentaires dans des talus de moyenne et haute altitude pourrait suffire pour expliquer la variation significative des peuplements de Lépidoptères décris en fonction de cette variable

- la seconde est inhérente à l'éthologie des espèces mobiles: un certain nombre d'entre elles (*Aglais urticae, Cynthia cardui, Inachis io, Vanessa atalanta* par ex.) effectuent d'importants déplacements (plusieurs km) durant leur vie, même si certaines (*Aglais urticae, Inachis io*) présentent une phase de comportement territorial sur leur site d'émergence et de reproduction. Si des facteurs endogènes sont à l'origine de ces comportement migratoires, l'influence de facteurs exogènes a aussi été proposée pour les expliquer: baisse de la qualité globale de l'habitat d'origine, augmentation de la concurrence intra-spécifique par exemple. Bien qu'une grande variabilité individuelle de direction migratoire existe généralement au sein d'une même espèce, certaines directions préférentielles (adoptées par la majorité des individus d'une population) ont été mises en évidence: schématiquement, direction S-N pour les générations printanières et estivales et direction N-S pour la (les) génération(s) plus tardives (Baker, 1984). Il n'est donc pas exclu que le comportement migratoire adopté par certaines espèces mobiles présentes dans nos relevés (*Aglais urticae, Inachis io* notamment) entraîne une concentration de leurs populations dans les montagnes neuchâteloises durant la saison. En effet, cette région abrite une densité de sites favorables de reproduction et de nutrition plus importante que la région littorale, qui est plus urbanisée, qui présente une plus forte densité de cultures intensives et dont les prairies (source potentielle de nectar) sont fauchées plus précocement. Notons à ce propos que 75% du nombre total d'individus d'*Aglais urticae* et d'*Inachis io* ont été observés dans les 13 talus (30%) situés à plus de 900 m d'altitude. En outre, en considérant l'ensemble des observations faites pour ces 2 espèces dans le canton de Neuchâtel (respectivement 1917 et 813 individus observés), il existe une corrélation significative ($R^2 = 0.955$, $p < 0.01$) entre le nombre total pondéré d'individus observés (ln(ni+1)) et l'altitude (exprimée en classe de 150 m.) des milieux dans lesquels elles ont été observées (ni = somme des nombres moyens d'individus observés par station pour ces 2 espèces par classe d'altitude).

Variables environnementales

66% de la variation de notre matrice de base ne sont pas expliqués par l'analyse des variables retenues. Cette valeur élevée sous-entend que l'ensemble des variables explicatives ne sont pas incluses dans l'analyse effectuée et rend compte du caractère aléatoire de la dispersion de certaines espèces de papillons. En outre, l'interdépendance de certaines variables compliquent l'analyse des résultats : des talus de grande surface ne sont pratiquement jamais intégralement fauchés; ils présentent ainsi des plages de végétation haute et généralement un recouvrement non négligeable de buissons; de par leur taille, ils subissent moins les nuisances des voies de communication qui les bordent et leur position géographique et topographique (région au relief tourmenté) assurent souvent la présence de milieux de bonne qualité dans leurs environs immédiats.

Le rôle prépondérant de la surface et du degré d'isolement d'un biotope donné dans l'augmentation du nombre d'espèces présentes (Blondel, 1979, notamment) est aujourd'hui largement admis en écologie. Si l'influence de la superficie est mise en évidence par l'analyse des peuplements des talus étudiés, l'isolement spatial est un facteur qui ne ressort pas nettement de nos observations; mais, comme nous l'avons déjà souligné, la notion de talus ne recouvre pas une entité écologique cohérente.

Quelle que soit l'influence de ces 2 facteurs, il est clair que d'autres variables entrent aussi en ligne de compte pour expliquer les différences des peuplements des talus étudiés. Si l'influence de l'un d'eux est nette, d'autres ont une influence plus diffuse qui ne ressort pas des analyses effectuées. Les faits suivants méritent d'être soulignés:

Lisière: si la présence d'une longue lisière aux abords de certains talus a une influence très nette sur leur peuplement lépidoptérologique (apparition d'espèces spécialisées), elle ne suffit pas pour assurer la présence d'une faune riche et diversifiée, comme le montrent les observations faites dans le talus 170. Une comparaison des caractéristiques des talus présentant une longue lisière et une faune intéressante (392, 171, 277, 403; 21 espèces sédentaires en moyenne) à celles du talus 170 (4 espèces sédentaires) met en évidence des différences importantes pour 4 facteurs principaux: surface, largeur, entretien et type de talus.

Flore: seul l'indice floristique 6 ressort des analyses effectuées. Ce fait est imputable d'une part au fait que certaines espèces, et notamment certaines espèces forestières, n'ont été observées que dans des talus dont l'indice floristique était maximum, et d'autre part au fait qu'aucune autre corrélation n'existe entre la qualité du couvert végétal des talus étudiés et leurs peuplements lépidoptérologiques. En effet, si les deux talus dont l'indice floristique est faible (348, 329) ont une faune très banale, ceux dont les indices sont élevés (5, 6) présentent des peuplements lépidoptérologiques soit très riches (64, 181), soit très pauvres (173, 359, 436) soit inexistant (217).

Largeur: cette variable est évidemment corrélée à la surface des talus étudiés; toutefois, elle ne ressort pas en tant que tel des analyses effectuées. Ce fait est dû à son interdépendance avec d'autres facteurs: à l'entretien (un talus de faible largeur est souvent intégralement fauché à l'inverse de la plupart des talus de forte largeur) ou à la nature de la voie de communication adjacente (type de talus). Pour ce dernier paramètre les faits suivants peuvent être soulignés: les haut-talus de faible largeur, situés aux abords d'une route très fréquentée, sont systématiquement balayés par les turbulences du trafic. Pour des insectes volants et délicats, ces turbulences représentent un piège mortel comme nous avons pu le constater sur le terrain: ils sont aspirés vers la route par les turbulences du premier véhicule qui passe; si un deuxième véhicule suit le premier, ils sont systématiquement tués. Pour des haut-talus de chemin de fer ce phénomène a des effets atténués puisque le trafic ferroviaire est moins dense.

Recouvrement par les buissons: cette variable n'a pas été mise en évidence par les analyses effectuées. Certaines constatations de terrain méritent toutefois d'être soulignées. La présence d'arbustes ou de buissons dans un talus peut être d'origine anthropique (stabilisation du sol, talus 171 et 154) ou naturelle (392, 277, 403 et 181). Dans le premier cas les essences utilisées ne sont souvent pas indigènes (*Alnus incana* pour le talus 171 et *Robinia pseudoacacia* pour le talus 154 par ex.); si la présence de ces arbustes ne peut concourir directement à enrichir la faune de Rhopalocères des talus où ils croissent (aucune espèce ne les exploite), elle peut toutefois avoir une influence sur leur faune lépidoptérologique: plantés sur la totalité de la surface du talus, leur croissance sera suivie de la raréfaction puis de la disparition pure et simple de toute espèce de papillon diurne; plantés sur toute la largeur d'un talus mais sur une partie seulement de sa longueur, leur croissance sera suivie par un morcellement de l'habitat susceptible d'empêcher les déplacements latéraux des espèces sédentaires (le talus 171 fournit un tel exemple: divisé en deux parties par plus de 40 x 10,5 m. d'un peuplement dense d'aulnes croissant de la

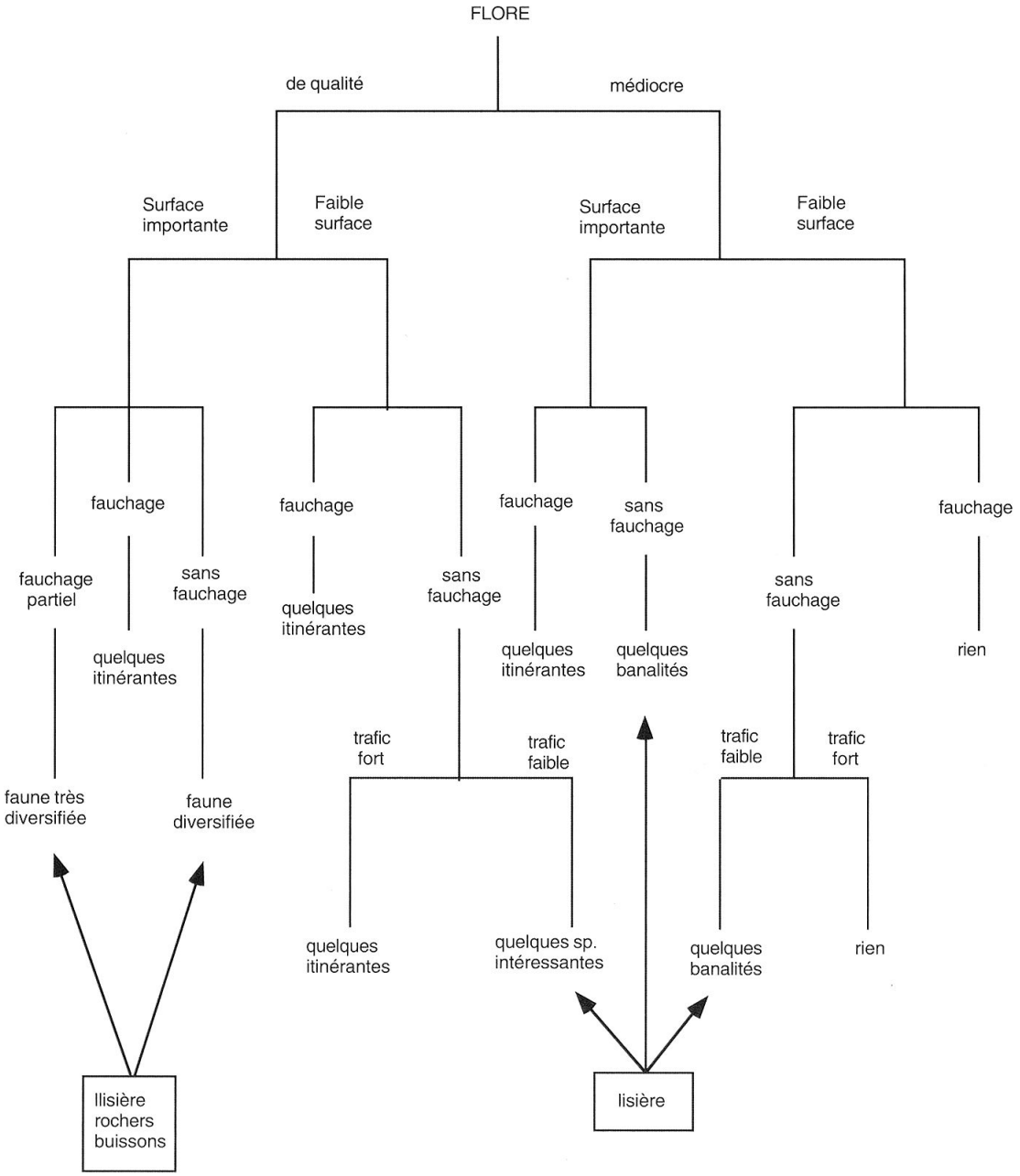

Fig. 3: Influence des variables environnementales sur les peuplements de papillons.. Les variables environnementales primaires (applicables à l'ensemble des talus routiers ou ferroviaires), ainsi que leur influence cumulée sur les peuplements décrits, déterminent la forme de l'arbre dichotomique qui a été dressé. Les variables environnementales secondaires (impliquant un enrichissement ponctuel de la faune) sont présentées dans les encadrés situés au bas de la figure.

route à la lisière forestière adjacente, ce talus voit sa faune s'appauvrir d'ouest en est: 17 espèces sédentaires dans sa partie occidentale, 4 espèces sédentaires dans sa partie orientale); plantés aux pieds d'un haut-talus de manière à ménager une surface libre au-dessus, leur présence a, si leur hauteur n'est pas trop importante, une influence favorable pour les peuplements de papillons en diminuant l'effet des turbulences du trafic (talus 171, partie occidentale). Dans le second cas, la présence

d'arbustes indigènes peut avoir un effet direct sur la faune des talus concernés en permettant l'établissement d'espèces qui leur sont liées (*Prunus spinosa / Thecla betulae*; talus 403) ou qui apprécient les milieux buissonneux (*Callophrys rubi, Carterocephalus palaemon, Hamaeris lucina, Thymelicus lineolus*). Notons encore que la présence de buissons d'origine naturelle dans un talus est souvent l'indice d'un fauchage partiel voire inexistant.

Entretien: cette variable ne ressort pas des analyses car, comme nous l'avons déjà souligné, elle est souvent dépendante d'autres facteurs (surface, largeur notamment). Nous soulignerons toutefois que la plupart des talus que nous avons étudiés font l'objet d'un fauchage régulier total (talus de faible largeur notamment) ou partiel (talus de forte largeur pour la plupart). De manière générale ces fauchages ont lieu entre les mois de mai et de juin selon l'altitude. Pour des talus fauchés intégralement, ce type d'entretien tend à appauvrir leur faune dans la mesure où la plupart des espèces qui pourraient s'y réfugier n'ont pas le temps de boucler leur cycle de développement (la moyenne du nombre d'espèces observées dans les talus abandonnés ou partiellement fauchés est de 14.6 et tombe à 5.2 dans les talus intégralement fauchés). A l'inverse, l'abandon total d'un talus se traduira par une modification progressive de sa faune, les espèces caractéristiques des pelouses ouvertes disparaissant au profit des espèces qui apprécient une végétation luxuriante, et se poursuivra à terme par une baisse du nombre d'espèces présentes due à la disparition de nombreuses plantes-hôtes des chenilles des papillons (la moyenne du nombre d'espèces observées dans des talus partiellement fauchés est de 16.3 et tombe à 10.4 dans les talus abandonnés). Le talus 64 illustre ce fait: divisé en 2 parties très différentes, ce talus abritait 20 espèces dans sa partie à sol profond et à fort couvert graminéen (végétation haute, étouffante) et 29 espèces dans sa partie à sol squelettique et à végétation ouverte et basse (Mesobromion).

Recouvrement de roche nue: cette variable n'a pas été introduite dans les analyses. Certaines espèces de Lépidoptères diurnes n'apparaissent toutefois que dans des milieux présentant des surfaces de roches affleurantes pour peu que leurs plantes hôtes soient présentes. Ce facteur peut donc avoir une influence sur leur peuplement lépidoptérologique. La présence de *Parnassius apollo* dans les talus 392, 181 et 8 et celle d'*Erebia meolans* dans les talus 64 et 183 illustrent ce fait.

La fig. 3 récapitule les résultats et constatations qui viennent d'être formulés. Elle met en évidence les relations qui unissent les variables environnementales retenues et souligne les effets qu'elles ont sur les peuplements de papillons diurnes.

La flore, la surface, le mode d'entretien et le type de voie de communication adjacente sont, à notre sens, les principales variables environnementales qui influencent la qualité des peuplements de papillons diurnes des talus prospectés. La présence d'une lisière, de roches affleurantes ou de buissons sont, quant à elles, des variables secondaires qui, si les conditions sont favorables, peuvent enrichir la faune en permettant l'apparition de certaines espèces spécialisées.

CONCLUSIONS

Nos résultats montrent que les talus routiers ou ferroviaires ne représentent pas forcément des habitats favorables aux papillons diurnes, et ceci même si la qualité de leur flore est excellente. Le profil idéal d'un «talus à papillons» peut se dessiner ainsi :

Talus de surface (> 2500 m2) et de largeur (> 7 m) importantes, colonisé par une flore riche en espèces des pelouses sèches (Mesobromion) et subissant un fauchage partiel (ménageant des surfaces de végétation haute) une fois durant l'année.

Ce fauchage doit être très tardif si le talus concerné abrite *Maculinea nausithous*. Si ces conditions sont remplies, sa diversité faunique augmentera encore s'il est parsemé de buissons indigènes (*Prunus spinosa, Rhamnus cathartica, Sorbus sanguinea, Ligustrum vulgare*) et de roches affleurantes et s'il est bordé d'une longue lisière forestière. Pour un talus récemment aménagé, la nature des milieux qui le bordent peuvent influencer sa recolonisation: s'il est noyé dans les cultures intensives, les chances de voir se réinstaller une faune intéressante (par essence riche en espèces sédentaires) sont minimes.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma vive reconnaissance au Dr. Daniel Borcard qui a accepté d'investir du temps dans l'analyse canonique de mes données. Je remercie en outre Mme. Sylvie Barbalat qui a aimablement mis à ma disposition les relevés floristiques qu'elle a effectués dans les talus que nous avons étudiés en commun. Je remercie enfin sincérement le Dr. W. Matthey et le Dr. Willy Geiger qui ont relu avec attention mon manuscrit et qui m'ont toujours encouragé dans mon travail.

RÉSUMÉ

Cet article expose les résultats obtenus dans 43 talus routiers et ferroviaires du Jura neuchâtelois (Suisse). Il concerne 59 espèces de Lépidoptères diurnes (53% de la faune régionale), dont 4 sont menacées à l'échelle nationale et 11 sont menacées à l'échelle jurassienne. Les analyses statistiques effectuées soulignent que, parmi les variables environnementales étudiées, la surface, la proportion relative de lisière forestière, l'altitude et la composition floristique de ces talus ont une influence significative sur leur peuplement lépidoptérologique respectif. Les effets d'autres variables environnementales (présence de buissons et de roches affleurantes, type d'entretien et type de la voie de communication adjacente) sont aussi exposés.

BIBLIOGRAPHIE

Baker, R.R., 1969. The evolution of the migratory habit in butterflies. *J. Anim. Ecol. 38:* 703-746.

Baker, R.R., 1984. The dilemna: When and How to Go or Stay. *In:* Vane-Wright & Ackery P.R. (eds) *The Biology of butterflies* pp. 279-296.

Barbalat, S., 1990. *Etude de la typologie et de la végétation de certains talus routiers du Canton de Neuchâtel.* Travail de Licence, Université de Neuchâtel, 54 pp.

Barbalat, S., 1991. Inventaire des Coléoptères Carabidés et des Hétéroptères de cinq talus du Val de Ruz (Canton de Neuchâtel, Suisse). *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat. 114:* 7 - 17.

Balletto, E. & Kudrna, O., 1985. Some aspects of the conservation of butterflies in Italy, with recommandations for a future strategy. *Boll. Soc. Entomol. Italiana 117:* 39-59.

Blondel, J., 1979. *Biogéographie et Ecologie.* Masson, Paris: 173 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. sous presse. Les Lépidoptères diurnes (Rhopalocera) des milieux humides du canton de Neuchâtel I. Les milieux à *Maculinea nausithous* (Bergstr.), Lep. Lycaenidae. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.*

Gonseth, Y. sous presse. Liste rouge des Lépidoptères diurnes de Suisse. *In:* Duelli, P. (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.

Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F., (1988). *Statistical Ecology. A primer on methods and computing.* John Wiley and Sons, New York, 337 pp.

ter Braak, C.J.F., (1988). CANOCO - An extension of DECORANA tp analyse species-environment relationships. *Vegetatio 75 :* 159-160.

Weidemann, H.J., 1982. Zum Verhalten nordbayerischer Populationen des Segelfalters *(Iphiclides podalirius*), unter besonderer Berücksichtigung des Eiablageverhaltens schwalbenschwanzartiger Falter. *Entomol. Zeitsch. 92:* 65-76.

(reçu le 10 septembre 1992; accepté le 15 octobre 1992)

Les rédacteurs tiennent à remercier les personnes suivantes pour l'aide apportée lors de l'évaluation des manuscrits soumis pour publication :

Die Redaktoren danken folgenden Personen für die Mithilfe bei der Begutachtung der eingereichten Manuskripte :

Dr. M. Brancucci (Basel), Prof. A. Buschinger (Darmstadt), Dr. D. Cherix (Lausanne), Dr. A. Francoeur (Chicoutimi, Canada), Dr. W. Geiger (Neuchâtel), Dr. C. Goater (Zürich), Dr. W. Nentwig (Bern), Prof. W. Sauter (Zürich), Dr. N.D. Springate (Genève), Dr. W. Wittmer (Basel).