

1993  
1994



PARC NATUREL  
REGIONAL DES  
VOSGES DU NORD

# *Annales scientifiques*

*de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord*

1993  
1994



PARC NATUREL  
REGIONAL DES  
VOSGES DU NORD

# *Annales scientifiques*

*de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord*

***ANNALES SCIENTIFIQUES  
DE LA RÉSERVE DE  
LA BIOSPHERE DES VOSGES  
DU NORD***

publiées sous la direction de  
Bernard ROCH,  
Directeur de la Réserve de la Biosphère  
et  
Serge MULLER,  
Président du Conseil Scientifique de la Réserve  
de la Biosphère, responsable de la publication

---

TOME 3 - 1993-1994

Parc Naturel Régional des Vosges du Nord  
Maison du Parc  
67290 La Petite-Pierre

Les «Annales scientifiques de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord» sont publiées par le Comité de Gestion de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord, sous l'égide de son Conseil Scientifique. Elles sont ouvertes à tous les travaux scientifiques relatifs au milieu naturel (flore, faune, écosystèmes, influence de l'homme sur le milieu, etc...) dans le territoire du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, auquel a été attribué en 1989 le label de «Réserve de la Biosphère» par le Comité M.A.B. de l'U.N.E.S.C.O. Des articles sur les territoires voisins, en particulier le Parc Naturel du Palatinat (Naturpark Pfälzerwald), pourront également y être publiés, éventuellement en langue allemande. La parution des Annales est en règle générale annuelle. Les articles doivent être adressés avant le 31 décembre, pour publication dans le numéro de l'année suivante, au Secrétariat de Rédaction des Annales, Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, 67290 La Petite-Pierre. Les articles sont examinés par le comité de lecture de la revue, qui peut requérir l'avis de personnes extérieures au comité. Celui-ci décide de l'acceptation ou non des manuscrits et des modifications à y apporter.

*L'édition n° 3 des Annales Scientifiques de la Réserve de la Biosphère a été possible grâce au concours financier du Ministère de l'Environnement.*

#### **Le comité de rédaction et de lecture est composé de :**

- Serge MULLER, Président du conseil scientifique de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord, responsable de la publication.
- Jean-Claude GÉNOT, chargé de la protection de la nature du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, secrétaire de rédaction.
- Jacques LECOMTE, Président du Comité National Français du MAB.
- Yves MULLER, rédacteur en chef de la revue régionale d'écologie CICONIA et membre du conseil scientifique de la Réserve de la Biosphère.

## Directives aux auteurs

Les manuscrits doivent être envoyés en trois exemplaires, dactylographiés avec double interligne et marge de 5 cm sur une seule face de feuilles numérotées de papier standard. Les graphiques seront présentés prêts à l'impression, sinon sur papier millimétré. Les textes peuvent également être fournis sur disquette trois pouces et demi au format Macintosh 800 K avec les logiciels suivants: Word 4, Mac write 2 ou texte ASCII. Le nom scientifique est requis lors de la première mention d'une espèce et doit être souligné. Les références placées dans le texte prennent la forme CALLOT (1991) ou (CALLOT, 1991), avec nom de l'auteur en majuscules et renvoient à une liste bibliographique finale arrangée par ordre alphabétique des noms d'auteurs. Lorsqu'une référence comporte plus de deux noms, elle est citée dans le texte en indiquant le premier nom suivi de *et al.* (abréviation de *et alii*) et de l'année, mais tous les noms d'auteurs peuvent être cités dans la bibliographie. Dans celle-ci, les citations sont présentées comme dans les exemples suivants: CALLOT H. 1991. Coléoptères *Dytiscidae* des Vosges du Nord. *Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord* 1: 7-16 ou pour un livre: BOUCHARDY C. 1986. La loutre. Ed. Sang de la Terre. Paris. 174 p. Pour tout ouvrage, on indique l'éditeur et la ville d'édition; s'il s'agit d'une thèse, rajouter «Thèse» avec la discipline et l'Université.

Dans la bibliographie, les noms scientifiques, ainsi que les noms de revue et les titres d'ouvrages seront imprimés en italiques. L'auteur vérifiera l'exactitude des abréviations de noms de revue; en cas de doute mentionner le nom entier de la revue. S'il y a moins de 5 références, elles peuvent être citées complètement dans le texte entre parenthèses sans mentionner le titre; par ex. (CALLOT, 1991, *Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord* 1: 7-16). Aucune référence non mentionnée dans le texte ne doit figurer dans la bibliographie. Les notes infra-paginales sont à éviter; Les noms vernaculaires doivent comporter, comme les noms scientifiques, une majuscule à la première lettre du nom du genre et une minuscule au nom d'espèce (ex.: le Faucon pèlerin) sauf nom de personne (ex.: le Vespertillon de Daubenton) ou géographie (ex.: le Sympétrum du Piémont) ou lorsqu'un adjectif précède le nom du genre (ex.: le Grand Murin) lorsque le nom d'espèce ou de genre remplace le nom complet (ex.: l'Effraie pour la Chouette effraie). Par contre, les noms vernaculaires de groupe ne doivent pas comporter de majuscule (ex.: les lycopodes) à la différence des noms scientifiques (ex.: les Ptéridophytes). Les dates données en abrégé seront présentées de la façon suivante: 10.07.87.

Dans le texte, seuls les noms d'auteurs sont à écrire complètement en majuscules; le reste, y compris les titres et lieux géographiques sera dactylographié en minuscules.

Un résumé d'une demi-page au maximum sera inclus pour les articles, avec traduction en allemand et anglais. L'adresse de l'auteur doit figurer au début sous le titre de l'article. Trente tirés-à-part sont offerts à l'auteur ou au groupe d'auteurs ainsi qu'un exemplaire de la publication.

## ÉDITORIAL

N'ayant jamais tenu à parler de choses que j'ignorais, j'ai toujours préféré réfléchir sur mes relations avec une nature confrontée à la présence humaine. Au cours de plus de sept décennies (j'en ai plus de huit), ce fut là une motivation sans faille, instinctive, mue par la curiosité, par les événements au sein d'un environnement qui m'était favorable, mais avant tout par une sympathie profonde envers «mes» paysages des Vosges du Nord où s'anèrent mes racines. Paysages et sites harmonieusement diversifiés, certes façonnés par l'homme : prés, champs, vergers, proches de la montagne offrant à perte de vue ses doux vallonnements de forêts, couronnés de roches fantastiques et de ruines médiévales.

Je pris conscience d'une réalité grandiose, celle d'un ensemble vivant dont les composants, du minéral au végétal, du microbe à l'animal paraissaient tissés dans un mystérieux réseau de connections, de synergies et de symbioses, garantes de leur présence et de leur survie.

Au premier abord je me voyais comme un intrus dans cet univers, à la fois accueillant et hostile. Bientôt je ressentis combien tous ces liens multiples, invisibles concernaient ma propre existence. Je vis leur équilibre toujours remis en cause et, en y regardant de près, plus que jamais par les ingérences aveugles de mes semblables. Dans notre société de consommation hypertrophique, la compréhension d'une nature libre, polyvalente, s'avère de plus en plus difficile. Son approche implique une motivation, un engagement total de ce qu'on peut désigner par «sens de la nature». Il peut se manifester spontanément dans la manière de ressentir, de reconnaître dans sa plénitude, comme dans ses déficiences, le devenir d'un ensemble naturel. C'est, en quelque sorte, une participation morale à cet ensemble vivant, considéré comme un être cher. Inné chez des privilégiés, sa formation, son perfectionnement peuvent s'acquérir au contact du terrain. Ma propre expérience m'a enseigné qu'un naturaliste digne de ce nom y parvient en s'inspirant de deux préceptes essentiels :

- Devenir chercheur profondément motivé. Proposition il est vrai banale, propre à tous les domaines de la recherche, qu'elle soit biologique ou technique. S'agissant de la nature comme entité globale, le but est de progresser vers un concept précisément global, vers l'élargissement du champ de vision, donc de la connaissance de tous les composants et de leurs interactions.

- Reconnaître l'ignorance qui entrave nos rapports avec la nature. Pour cela faire preuve d'humilité et de respect envers la moindre parcelle de l'ensemble. Ces préceptes n'ont de sens que s'ils parviennent à toucher la conscience d'un grand nombre d'ignorants et d'indifférents, mais surtout, en priorité, tous ceux qui, doués d'un certain savoir, sont les décideurs, forestiers, agriculteurs, aménageurs (est-ce un «alpha privatif» sur ménageurs ?), responsables du maintien de l'harmonie de nos paysages.

Personne ne saurait contester la compétence de nos chercheurs dans leurs découvertes et dans leur appréciation globale d'une situation engageant l'avenir de la nature et celui des hommes. Il y aura toujours des aigris qui regardent les naturalistes s'occuper de petits oiseaux plutôt que des hommes. Qu'ils se mettent enfin à réfléchir !

Sans relâche, des contributions nouvelles viennent enrichir la connaissance de nos sites naturels. Ce sont bien elles qui constituent la raison d'être primordiale de l'organisation d'un Parc Régional. Leur influence vivifiante doit s'exercer dans l'immédiat sur le droit et sur la volonté librement consentie parmi tous ceux engagés dans la gestion et la jouissance d'un vénérable patrimoine.

Dr. Henri ULRICH  
Président d'honneur de Alsace Nature

## **COMPOSITION DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DE LA RÉSERVE DE LA BIOSPHERE DES VOSGES DU NORD**

Président :

- Serge MULLER, Professeur à l'Université de Metz (laboratoire de phytoécologie).

Membres :

- Henry CALLOT, membre de la Société Alsacienne d'Entomologie.
- Bernard HAMON, président de la Commission Permanente d'Etude et de Protection des Eaux Souterraines et des Cavernes de Lorraine.
- Véronique HERRENSCHMIDT, chargée de mission pour la faune sauvage à la Direction de la Nature et des Paysages.
- Guy LANDMANN, ingénieur spécialisé du Département de la Santé des Forêts.
- Frédéric LUCKEL, membre de l'Association Internationale de Micropsychologie.
- Yves MULLER, président du Centre d'Etudes Ornithologiques d'Alsace.
- Amould SCHAAL, biologiste.
- Jean-Michel TRENDEL, membre de la Société Mycologique de Strasbourg.

## SUMMARY

Editorial .....	4
Members of the scientific committee .....	5
E. DAMBRINE, M. BONNEAU et G. NOURRISSON - Contribution of pollution and nutrients brought by the atmosphere to the Vosges forest plan- tations : intensity, spatial and historic variations and consequences forest nutrition .....	7 - 24
A. TARGET, J. KLEINPETER et F. CESAR - The air quality in La Petite Pierre .....	25 - 43
F. LUCKEL - Perception and representation of the landscape in the Nor- thern Vosges .....	45 - 84
R. DESBROSSES - Dying out of the Hazel Grouse ( <i>Bonasa bonasia</i> ) in the Northern Vosges Biosphere Reserve .....	85 - 93
B. HAMON, Y. GERARD, M. RENNER et J.-F. SCHNEIDER - Contri- bution to the study on bats ( <i>Chiroptera</i> , Mam.) in the Northern Vosges Bios- phere Reserve : species, distribution, status .....	95 - 112
G. HOUPERT et A. CLEMENT - Ground-beetles fauna of the meadows and fallow lands of the valleys of the Northern Vosges .....	113 - 125
S. MULLER - Distribution and ecologie of the Royal fern ( <i>Osmunda regalis</i> L.) in the Northern Vosges Biosphere Reserve .....	127 - 136
P. WOLFF - The Rusty Willow, <i>Salix atrocinerea</i> BROTERO and its hybrids-new for the Northern Vosges and Palatine Biosphere Reserves .....	137 - 148
Note .....	149 - 151

## INHALT

Leitartikel .....	4
Zusammenstellung des wissenschaftlichen Komitees .....	5
E. DAMBRINE, M. BONNEAU et G. NOURRISSON - Durch die Atmosphäre in die Waldbestände der Vogesen zugeführte Schadstoffe und Nährstoffe : Menge, räumliche und historische Veränderungen und Folgen auf die Ernährung der Wälder .....	7 - 24
A. TARGET, J. KLEINPETER et F. CESAR - Die Luftqualität in La Petite Pierre .....	25 - 43
F. LUCKEL - Wahrnehmung und Darstellung der Landschaft in den Nordvogesen .....	45 - 84
R. DESBROSSES - Das Haselhuhn ( <i>Bonasa bonasia</i> ) ist im Biosphä- renreservat Nordvogesen ausgestorben .....	85 - 93
B. HAMON, Y. GERARD, M. RENNER et J.-F. SCHNEIDER - Beitrag zur Studie der Fledermause ( <i>Chiroptera</i> , Mam.) im Biosphärenreservat Nordvogesen : Arten, Verbreitung, Geschlecht, spezifische Stellung .....	95 - 112
G. HOUPERT et A. CLEMENT - Beitrag zur Kenntnis über das Vor- kommen von Laufkäfer in den Brachländer und den Wiesen der Täler der Nordvogesen .....	113 - 125
S. MULLER - Verbreitung und Ökologie des Königsfarns ( <i>Osmunda regalis</i> L.) im Biosphärenreservat Nordvogesen .....	127 - 136
P. WOLFF - Die Rostrote Weide, <i>Salix atrocinerea</i> BROTERO und ihre Hybriden - neu für die Biosphärenreservate Nordvogesen und Pfälzerwald .....	137 - 148
Note .....	149 - 151

**Apport de pollution  
et de nutriments par  
l'atmosphère aux peuplements  
forestiers vosgiens :  
intensité, variations spatiales  
et historiques et conséquences  
sur la nutrition des forêts**

par Etienne DAMBRINE, Maurice BONNEAU et Gilles NOURRISSON  
CRF-INRA Equipe cycle biogéochimique - 54280 Champenoux

avec le concours de

D. MOHAMED, D. GELHAYE, J. RANGER du C.R.F. Nancy , J.-M. BERGER, B. DIDIER, M. HAFFNER, R. HAMM, D. HEIM, Y. MARSAUD, MOUGENOT, B. SCHMELTZ, F. THIERY, volontaires de l'O.N.F. dans le cadre du réseau DEMENT, G. FIEGEL, B. ELSASS de L'A.S.P.A.-Strasbourg, A. PROBST et D. VIVILLE du C.N.R.S. Strasbourg et J.-C. GENOT du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord.

**Résumé :** Dans le cadre du programme DEFORPA, les précipitations hors couvert et sous couvert ont été analysées pendant plusieurs années dans 11 sites répartis de manière à couvrir l'ensemble du massif. L'analyse des résultats montre que l'acidité des précipitations hors couvert est modérée (pH médian = 4,6) en général, tandis que cette acidité augmente nettement sous couvert (pH médian = 4) en réaction aux dépôts secs et occultes de polluants. La variabilité spatiale du dépôt atmosphérique est forte : les Vosges alsaciennes méridionales reçoivent des dépôts modérés à faibles principalement associés à l'importante tranche de précipitation qu'elles reçoivent. Le versant lorrain, bien que moins arrosé, subit à altitude égale des dépôts plus importants. Les crêtes des Vosges centrales reçoivent les dépôts les plus importants, malgré une pluviométrie modérée, en raison de forts dépôts secs et occultes. Enfin, le piémont lorrain des Vosges subit des dépôts variables mais globalement modérés en relation avec une faible pluviométrie. Cette variabilité ainsi que l'évolution temporelle des dépôts doit être prise en compte pour interpréter la distribution des carences minérales comme celle de l'acidité des cours d'eau dans les Vosges.

**Summary :** Contribution of pollution and nutrients brought by the atmosphere to the Vosges forest plantations : intensity, spatial and historic variations and consequences forest nutrition

With the framework of the DEFORPA programme, rainfall outside and within the forest has been analysed over several years in 11 sites distributed in such a way as to cover the entire massif. The analysis of the results shows that rainfall acidity outside the forest is moderate (average pH = 4,6) in general, while this acidity increases sharply within the forest (average pH = 4) due to reaction with dry and hidden pollutant deposits. The spatial variability of the atmospheric deposit is high : the southern Alsatian Vosges receive moderate to weak deposits principally linked to the important quantity of rainfall they receive. The Lorraine versant, although less wet, receives at the same altitude more important deposits. The central Vosges crests receive the highest deposits, in spite of moderate rainfall, because of high dry and hidden deposits. Finally, the Lorraine foothills of the Vosges have variable deposits, but on the whole moderate in relation to low rainfall. This variability, as well as the temporal evolution of deposits, must be taken into account when interpreting the distribution of mineral deficiencies, such as the acidity of the Vosges watercourses.

**Zusammenfassung :** Durch die Atmosphäre in die Waldbestände der Vogesen zugeführte Schadstoffe und Nutrimente Menge, räumliche und historische Veränderungen und Folgen auf die Ernährung der Wälder

Im Rahmen des DEFORPA-Programmes wurden die Niederschläge an bewaldeten Stellen und im freien Gelände mehrere Jahre lang zur Erfassung des gesamten Massives an 11 unterschiedlichen Standorten analysiert. Die Analyse des Ergebnisse zeigt, daß der Säuregehalt der Niederschläge an unbewachsenen Stellen im allgemeinen mässig ist (pH Medianwert = 4,6), während dieser Säurewert an bewaldeten Stellen als Reaktion auf trockene und unsichtbare Ablagerungen von Schadstoffen deutlich zunimmt (pH Median-Wert = 4).

Die räumliche Variabilität der atmosphärischen Ablagerungen ist hoch : in den südlichen Vogesen im Elsass werden nur mittlere bis schwache Ablagerungsmengen gemessen, die hauptsächlich mit dem starken Niederschlag auf diesem Gebirgsabschnitt in Verbindung stehen. Auf den lothringischen Hang regnet es zwar weniger, jedoch wird in gleicher Höhe eine größere Ablagerungsmenge verzeichnet. Auf die mittleren Vogesenkämme lagern sich, trotz mässiger Regenmengen, wegen der trockenen und unsichtbaren Depots die grössten Schadstoff- und Nährstoffmengen ab. Schließlich erhält das lothringische Vogesenvorgebirge unterschiedliche, aber im allgemeinen mässige Depotsmengen, da es hier nur wenig regnet. Diese Variabilität sowie die zeitliche Veränderung der Depots müssen bei der Interpretation der Verteilung der mineralischen Karenzen oder des Säuregehaltes der Wasserläufe in den Vogesen berücksichtigt werden.

Mots-clés : Pollution atmosphérique, pluie acide, dépérissement forestier, acidification, nutrition, résineux, Vosges

## 1. INTRODUCTION

Les pluies et les dépôts secs (gaz, poussières, aérosols) ou occultes (brouillard, rosée) apportent aux sols divers éléments. Les uns, éléments indispensables aux plantes, sont utiles si l'apport est modéré (S, N, P, Ca, Mg, K). D'autres sont considérés comme polluants, qu'ils soient sans utilité pour les plantes et les sols, ou nuisibles directement aux plantes s'ils sont apportés en fortes quantités (H<sup>+</sup>, Na, Cl). Les éléments utiles, déposés trop abondamment, peuvent provoquer des déséquilibres nutritifs (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ou être sources d'acidification excessive (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> qui, en se nitrifiant, libère des protons).

La connaissance de ces apports n'est pas très intéressante en milieu agricole où les sols sont généralement bien tamponnés contre l'acidité et où les exportations par les récoltes et les fertilisations pratiquées sont très importantes en regard des dépôts atmosphériques. Au contraire, pour les forêts qui constituent dans la plupart des cas une spéculation très économe n'occasionnant que de faibles exportations d'éléments minéraux, les apports par l'atmosphère représentent un poste positif non négligeable du bilan de fertilité. Les peuplements forestiers, surtout résineux, grâce à la grande surface de contact de leurs feuillages avec l'atmosphère, grâce aussi à la rugosité de leur couvert qui freine le vent, sont des capteurs extrêmement efficaces des gaz, poussières, gouttelettes de brouillard, aérosols : les dépôts secs et occultes y sont très élevés, souvent d'importance équivalente aux dépôts humides apportés par les pluies. Ce sont donc les apports totaux (humides, secs, occultes) qui intéressent les forestiers, que ce soit dans le souci d'établir un bilan des gains et des pertes de l'écosystème ou pour mettre éventuellement en relation les apports d'éléments nuisibles avec des symptômes d'altération de la santé des peuplements.

Si la détermination des apports humides par les pluies hors couvert forestier est relativement aisée, celle des apports secs ou occultes est beaucoup plus difficile. A première vue, on pourrait penser que la collecte de la pluie, après son passage à travers les feuillages (pluie sous couvert ou pluviollessivats) et le lessivage des éléments déposés sur les feuilles et rameaux, peut fournir la somme des apports. C'est effectivement vrai pour les éléments qui sont présents en très faible concentration à l'état soluble dans les feuilles comme Na ou S.

Mais en fait il existe, au niveau des feuilles, des échanges actifs entre l'eau de pluie qui ruisselle à leur surface et les cellules de l'épiderme et du mésophylle à travers la cuticule et les stomates. Lors de ces échanges, les feuilles absorbent de l'ammonium et des protons et libèrent des cations Ca, Mg et K. Cette libération constitue la récréation. La différence des flux d'un cation entre les pluies sous couvert et les pluies hors couvert, notée enrichissement, représente donc la somme algébrique de la récréation et des dépôts lessivés.

Pour estimer ces derniers, il faut, le plus souvent sur des bases très indirectes et très incertaines, répartir la différence de flux entre les deux processus.

Le dépérissement des forêts, très net dans les Vosges, nous a incités à connaître le mieux possible les apports sur ce massif. Pour cela nous avons depuis l'hiver 1988, et pour des durées variant de 3 à 5 années, collecté la pluie, à découvert et sous le couvert d'un peuplement adulte de sapin ou d'épicéa, dans 11 postes forestiers du massif vosgien disposés de façon à couvrir les différentes situations possibles (Nord et Sud de la région, versant alsacien et versant lorrain, altitudes variées). Les collecteurs à découvert sont généralement des «wet-only» fermés entre les événements pluvieux, s'ouvrant automatiquement lorsque la pluie survient, de sorte qu'ils limitent le dépôt sec ou occulte (DEREXEL, 1991). Les collecteurs sous le couvert sont de simples auges en PVC de 2 m de longueur disposées par groupe de 3 en éventail et raccordées à un bidon de recueil dans une fosse. Les collecteurs sont relevés chaque semaine ou chaque quinzaine par des agents de l'ONF ou des techniciens du CRF-Nancy.

Le collecteur hors couvert est généralement situé dans une clairière à proximité immédiate du collecteur sous couvert sauf dans certains postes comme La Petite Pierre, le Donon et Ban-sur-Meurthe où une certaine distance les sépare.

L'analyse d'un échantillon moyen mensuel des collectes hebdomadaires ou bimensuelles est effectuée en fonction des sites d'étude soit au laboratoire INRA d'Arras (réseau DEMENT), soit au laboratoire sols et nutrition du CRF-Nancy (Aubure, Bonhomme, Gemaingoutte), soit enfin au laboratoire d'analyse du CGS-Sirasbourg (PHC Aubure).

La figure 1 indique l'emplacement des onze postes, leur altitude et la pluviométrie moyenne annuelle.

Dans cet article nous nous efforcerons de brosser un tableau général du dépôt atmosphérique sur le massif vosgien, en soulignant le cas échéant la particularité des Vosges du Nord vis à vis du reste du massif.

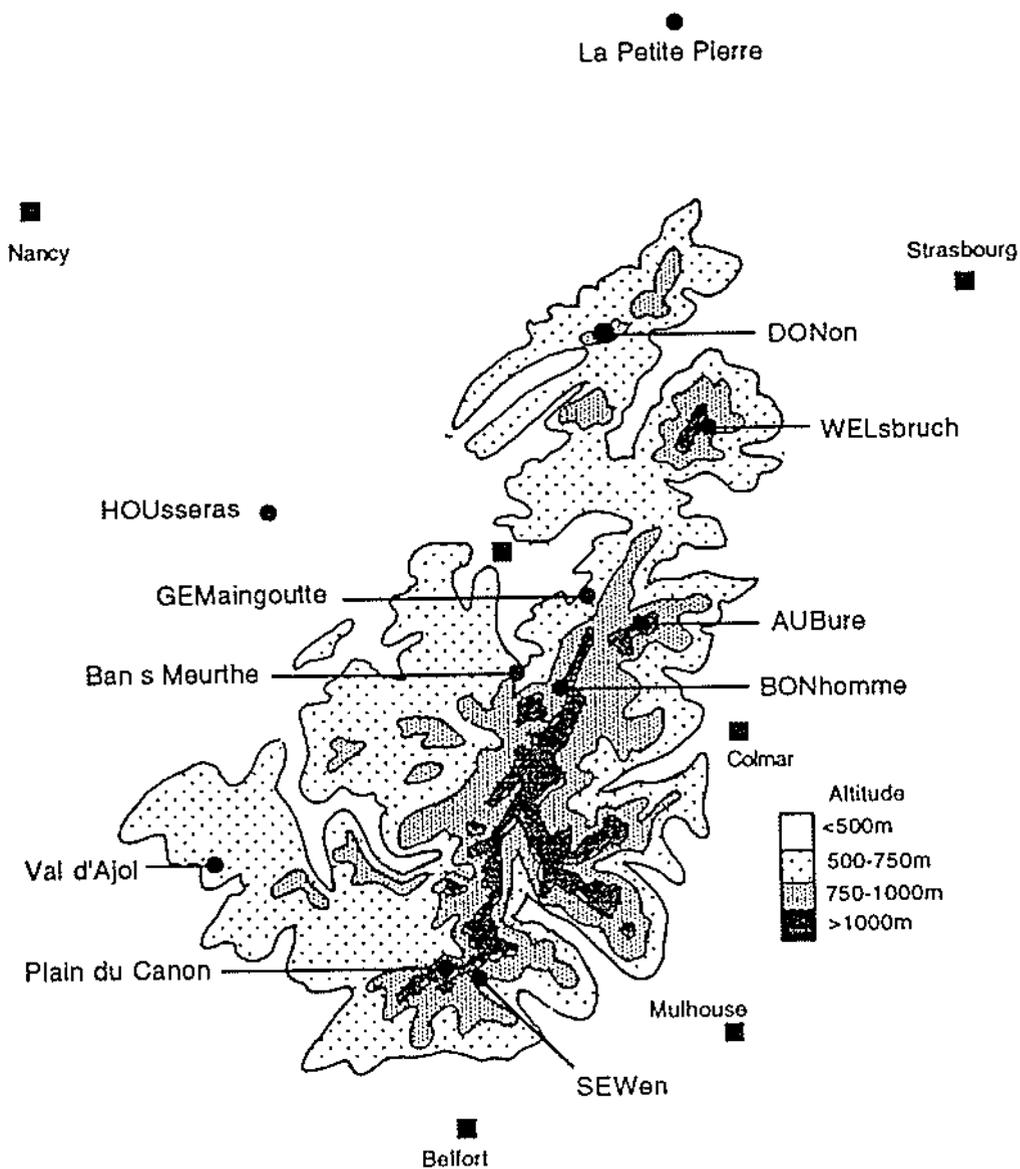


Figure 1 : Emplacement des postes pluviométriques dans le massif vosgien.

## 2. DÉPÔT ATMOSPHÉRIQUE ACTUEL SUR LE MASSIF VOSGIEN

Sites	Hors Couvert						Sous Couvert							
	Pluviom.	S	Na	N	Ca	Mg	H	Pluviom.	S	Na	N	Ca	H	
La Petite Pierre	LPP	813	8,75	4,07	9,07	5,28	1,12	0,15	496	12,44	5,23	12,21	6,57	0,28
Housseras	Hous	813	6,46	3,51	7,72	2,73	0,59	0,19	627	10,01	4,23	6,53	4,68	0,25
Weisbrucht	Wels	1093	8,34	3,93	9,67	2,82	0,5	0,28	729	18,01	9,26	17,64	13,93	0,58
Donon	Don	1161	8,57	5,12	8,19	2,4	0,48	0,25	907	14,18	7,93	14,39	7,11	0,61
Ban sur Meurthe	BsM	1052	7,28	3,57	8,46	2,43	0,52	0,35	600	13,89	5,29	7,67	6	0,56
Vai d'Ajol	VdA	1353	9,68	5,46	10,57	2,71	0,64	0,37	1165	19,93	10,52	18,46	9,54	0,54
Sewen	Sew	1617	8,83	5,42	8,55	2,62	0,53	0,24	1048	11,98	6,63	7,59	7	0,34
Plain du Canon	PdC	1982	11,33	5,99	10,85	3,5	0,8	0,36	1318	12,44	7,42	11,81	8,12	0,55
Aubure	Aub	1230	9,8	4,60	10,53	3,9	0,91	0,44	954	21,1	9,4	18,18	9,7	0,75
Cot du Bonhomme	Bonh	1432	9,2	4,20	9,7	2,8	0,9	0,4	963	20,1	7,3	15,7	10,9	0,8
Gemaingoutte	Gem	992	10,2	3,80	16,5	2,6	0,8	0,2	606	15	4,9	15,1	7,9	0,5

Tableau 1 : Flux d'eau (mm) et d'éléments minéraux (kg/ha/an) déposés annuellement dans les pluies hors couvert et sous couvert pendant la période 1988-1992.

Le tableau 1 indique les flux moyens d'acidité et d'éléments minéraux déposés hors couvert et sous couvert (kg/ha/an).

La distribution des pH des pluies hors couvert et sous couvert dans chaque site est présentée sur les figures 2 et 3 sous forme de «boîte à moustache». Chaque symbole représente la distribution des pH dans un site donné autour de la médiane (trait horizontal central), le rectangle représente l'intervalle où se situent 50% des valeurs mesurées et l'intervalle défini par les «moustaches», celui où se situent 90% des valeurs mesurées. Les petits cercles représentent les 10% de valeurs extrêmes.

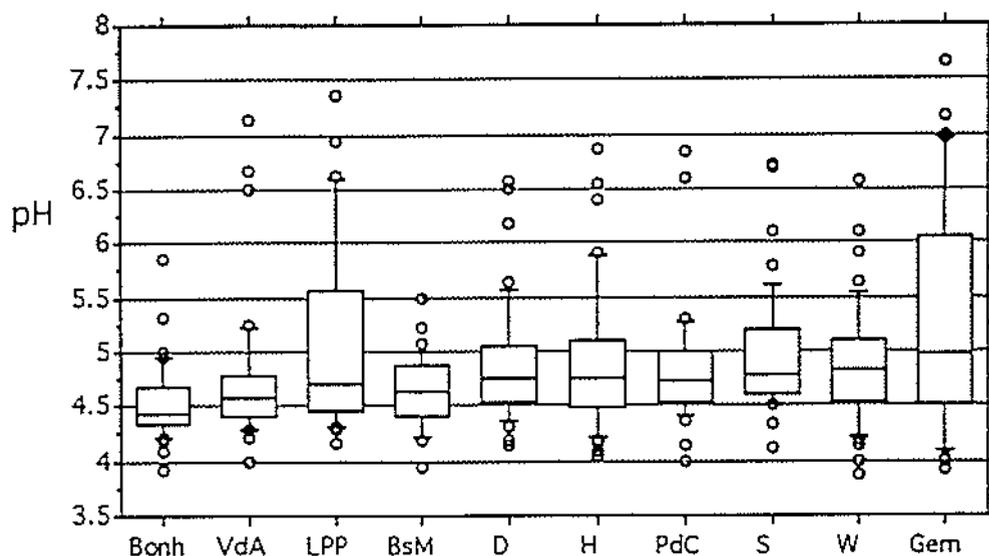


Figure 2 : Distribution des valeurs de pH des pluies hors couvert dans le massif vosgien au cours des années 1989-1991. Pour chaque station, le symbole indique la médiane des pH (trait horizontal à l'intérieur du rectangle, n = 43), l'intervalle dans lequel se situent 50% des valeurs mesurées (le rectangle), l'intervalle dans lequel se situent 90% des valeurs mesurées (intervalle entre les moustaches) ainsi que les valeurs extrêmes (points isolés).

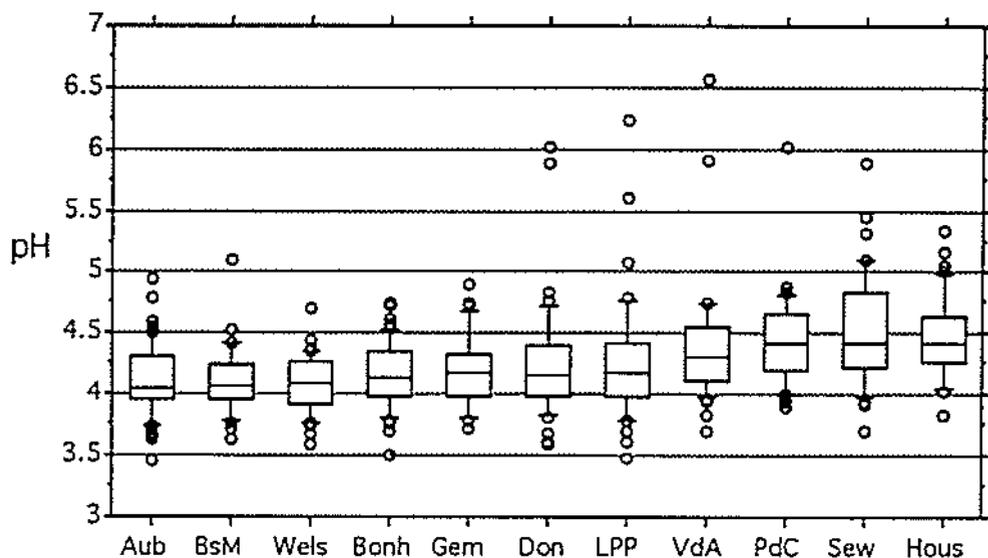


Figure 3 : Distribution des valeurs de pH des pluies sous couvert de peuplements résineux adultes dans le massif vosgien au cours des années 1989-1991.

## 2.1. Hors couvert

La médiane des pH (50% des valeurs au dessus et 50% au dessous) des pluies est modérément acide (4,4 à 4,7) avec une valeur exceptionnellement élevée (5) à Gemaingoutte (neutralisation de l'acidité par  $\text{NH}_3$ ). Les pluies de pH supérieur à 5,5 sont rares et n'atteignent pas 5% des dépôts, excepté à Gemaingoutte et à La Petite Pierre. On distingue un groupe de stations dont les pluies sont continuellement acides (Bonhomme, Val d'Ajol, Ban-sur-Meurthe). Le dépôt annuel d'acidité est faible, compris entre 0,1 et 0,4 keq/ha. Les valeurs les plus élevées sont mesurées sur les crêtes et dans les fonds de vallée orientées à l'Ouest des Vosges centrales (Aubure, Bonhomme, Ban-sur-Meurthe) et méridionales (Plain du Canon, Val d'Ajol). Les stations où le dépôt de protons est le plus élevé sont celles où les pluies sont acides mais surtout abondantes. Les apports de soufre (S : 6 à 11 kg) sont à l'origine de la majeure partie de l'acidité des pluies. Le dépôt d'azote (N : 7 à 10 kg) est faible, excepté à Gemaingoutte où il atteint 16 kg ; l'azote nitrique et l'azote ammoniacal sont, en unité de charge, généralement d'importance comparable de sorte qu'ils contribuent peu à l'acidité du dépôt. Le dépôt de calcium (Ca), généralement faible, varie de 2 à 5 kg avec des dépôts élevés sur le versant alsacien (Aubure) ainsi qu'à La Petite Pierre.

On observe une relation linéaire entre le dépôt de sodium et la pluviométrie (figure 4). Cette relation résulte de ce que l'ensemble du massif se trouve placé sous l'influence maritime dominante des vents d'Ouest-Sud-Ouest, lesquels amènent environ 70% des précipitations dans le massif vosgien. La relation entre la pluviométrie et le dépôt de soufre est nette mais moins forte, surtout en raison des dépôts élevés enregistrés à Gemaingoutte et La Petite Pierre pour une faible pluviométrie, ce qui montre qu'au-delà d'une certaine homogénéité de composition en soufre des précipitations sur le massif vosgien, la position du site, sans doute vis à vis de sources locales de pollution, influence aussi le dépôt de soufre. On observe par ailleurs une relation nette entre le dépôt de soufre et d'azote excepté à Gemaingoutte (point entre parenthèses exclu de la régression sur la figure 5). Cette relation confirme l'homogénéité globale de composition du dépôt humide dans les Vosges notée ci-dessus. L'exception du poste de Gemaingoutte, situé sous le vent immédiat d'activités d'élevage, souligne l'importance des sources de proximité. Même en excluant La Petite Pierre de la régression (point entre parenthèses sur la figure 5), la relation entre dépôt de soufre ou d'azote et dépôt de calcium est faible. Par contre le dépôt de Mg est assez fortement corrélé à celui de Ca et peu à celui de Na, ce qui suggère que des émissions locales de Mg peuvent être importantes.

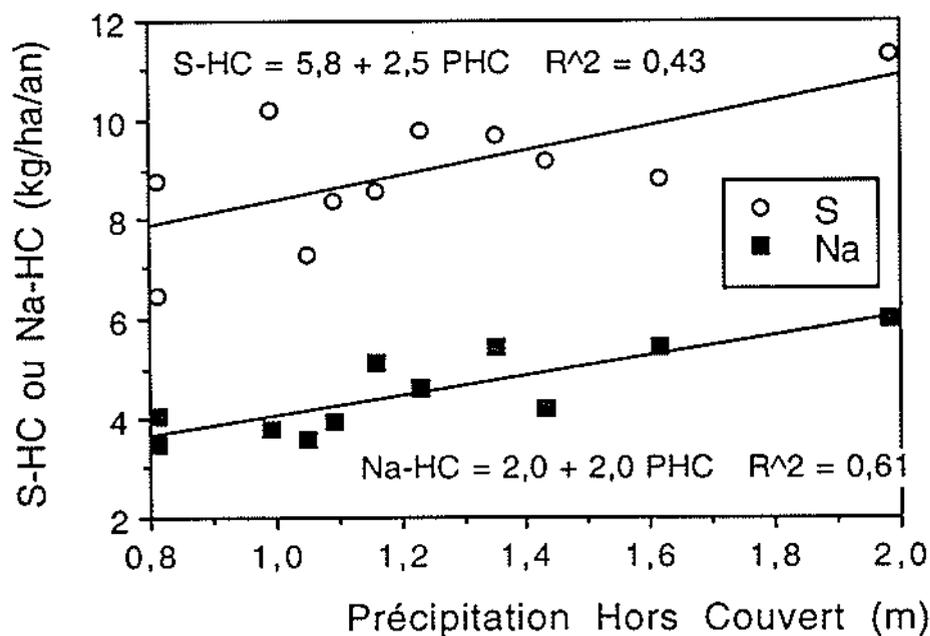


Figure 4 : Relation entre les précipitations moyennes annuelles hors couvert et le dépôt moyen annuel hors couvert de sodium (Na) et de soufre (S) dans le massif vosgien (chaque point représente un site).

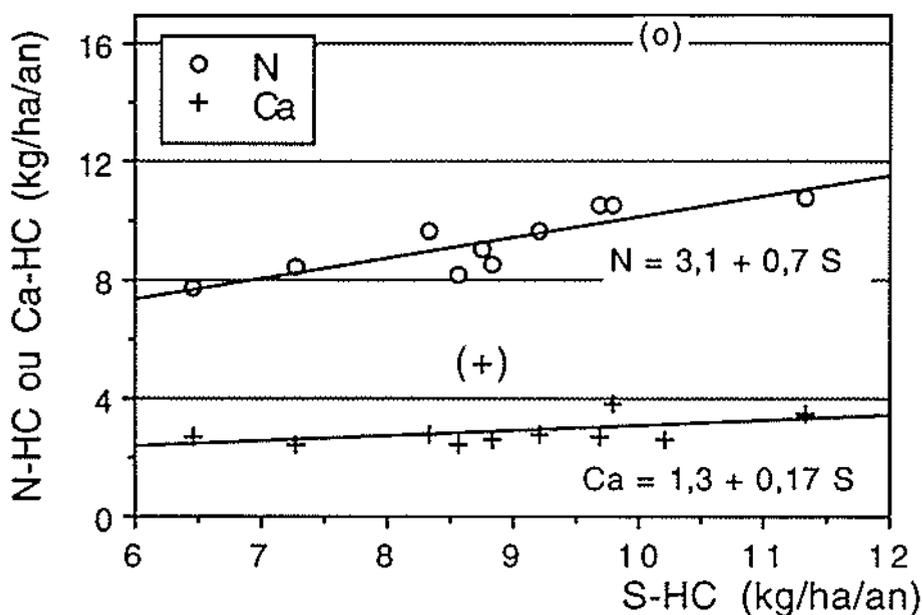


Figure 5 : Relation entre le dépôt moyen hors couvert de soufre (S-HC) et celui d'azote (N-HC) et de calcium (Ca-HC).

## 2.2. Sous le couvert forestier

Le pH des précipitations sous couvert est inférieur à celui mesuré hors couvert (figure 3). L'augmentation d'acidité correspondant à cette chute de pH peut être considérée comme résultant du lessivage de dépôts secs et occultes et d'une concentration par évaporation partielle de l'eau lors de son passage sur les cimes, hors effet biotique important. Une partie de cette acidité est cependant neutralisée par récrétion, c'est-à-dire échange entre les protons de la solution et certains cations de la feuille comme le calcium et le magnésium. On distingue les stations d'Aubure, Ban-sur-Meurthe, Welsbruch, Bonhomme, Gemaingoutte, le Donon et La Petite Pierre, dont les médianes de pH sont inférieures à 4,25 et plus de 25% des valeurs sont inférieures à 4, des stations du Val d'Ajol, Plain du Canon, Sewen et Housseiras dont les pluiolessivats sont moins acides. La baisse de pH entre pluies hors couvert et sous couvert est donc très variable d'une station à l'autre.

Les flux d'éléments dans les pluies sous couvert sont généralement supérieurs à ceux mesurés hors couvert, excepté pour l'azote en raison de l'absorption de cet élément par le feuillage. L'enrichissement, défini comme la différence entre flux sous couvert et hors couvert, varie entre 3 et 11 kg pour le soufre, 1 à 11 kg pour Ca et -1 à +8 kg pour l'azote, avec des valeurs généralement élevées sur les crêtes des Vosges centrales et occidentales (Val d'Ajol, Donon, Welsbruch, Aubure, Le Bon-

homme). L'enrichissement est généralement faible dans les stations de faible altitude (La Petite Pierre, Housseras), ainsi que sur les crêtes des Vosges méridionales (Sewen, Plain du Canon). Il est généralement indépendant du dépôt hors couvert pour les éléments non récrétés, comme S et Na (figure 6). On observe par contre une relation entre l'enrichissement en sodium et en soufre, plus forte que celle décrivant la relation entre dépôt hors couvert de sodium et de soufre (figure 7).

Ceci suggère une co-déposition sous forme sèche ou occulte de ces éléments. Les brumes de nuage et les brouillards, plus fréquents en altitude, pourraient être les vecteurs d'un tel dépôt. Sur la figure 8 représentant la relation entre enrichissement en soufre et en azote, on distingue deux ensembles de sites. Le premier ensemble de points correspond à des valeurs d'enrichissement en azote négative ou très faible.

Il s'agit soit de stations de basse altitude (Housseras, Ban-sur-Meurthe, Gemaingoutte) souvent proches de zones cultivées, pour lesquelles on serait en droit d'attendre des dépôts secs substantiels, soit de sites d'altitude des Vosges méridionales (Sewen, Plain du Canon). Dans toutes ces stations, une partie sans doute notable des dépôts azotés secs et occultes est vraisemblablement absorbée par les aiguilles des arbres. Le deuxième ensemble de sites se caractérise par des enrichissements associés en soufre et en azote et généralement élevés. Enrichissement en calcium et magnésium sont fortement corrélés, avec une pente proche de celle reliant les dépôts de calcium et magnésium hors couvert.

Ceci suggère que les dépôts sec et occulte de ces éléments ont la même composition relative que le dépôt humide. Les enrichissements en calcium et en magnésium sont par ailleurs positivement liés à l'enrichissement en sodium, ou soufre (figure 9) ; ceci peut s'interpréter de deux façons : soit l'enrichissement en sodium, calcium et magnésium résulte principalement du dépôt sec et occulte et il paraît normal que les enrichissements de ces éléments soient corrélés, soit le dépôt sec et occulte de sodium et de soufre s'accompagne d'un dépôt de proton, lequel accentue la récrétion de calcium et magnésium et l'enrichissement reflète plus l'intensité de la récrétion.

Dans ce dernier cas, on attendrait une relation entre enrichissement en proton d'une part, témoignant de l'acidité du dépôt sec et occulte, et l'enrichissement de calcium et magnésium d'autre part. Or la figure 10 montre que cette relation est faible. Ces figures suggèrent donc que l'enrichissement en calcium et magnésium résulte plutôt du dépôt sec et occulte.

Cette déduction, qui n'a cependant pas valeur de preuve, ne contredit pas les nombreuses expériences de laboratoire montrant une aggravation de la récrétion sous l'influence d'une aspersion par des solutions acides. En effet la plupart de ces études mettent en évidence une augmentation nette de la récrétion lorsque le pH de la solution d'aspersion est inférieur à 4 (SCHERBATSKOY et KLEIN, 1983). Or les pH des précipitations hors couvert et sous couvert sont généralement supérieurs à cette valeur.

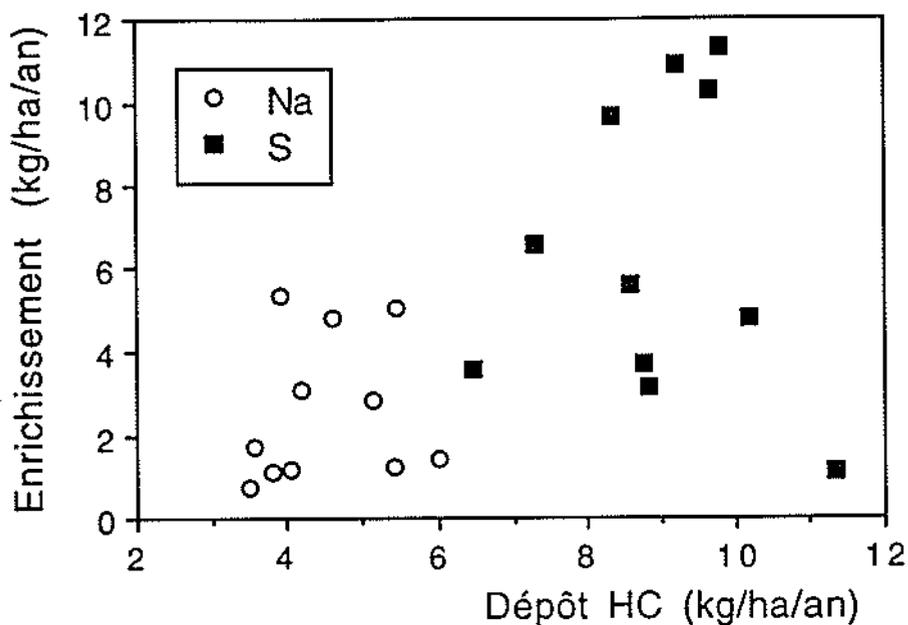


Figure 6 : Absence de relations entre le dépôt moyen hors couvert et l'enrichissement en sodium et en soufre.

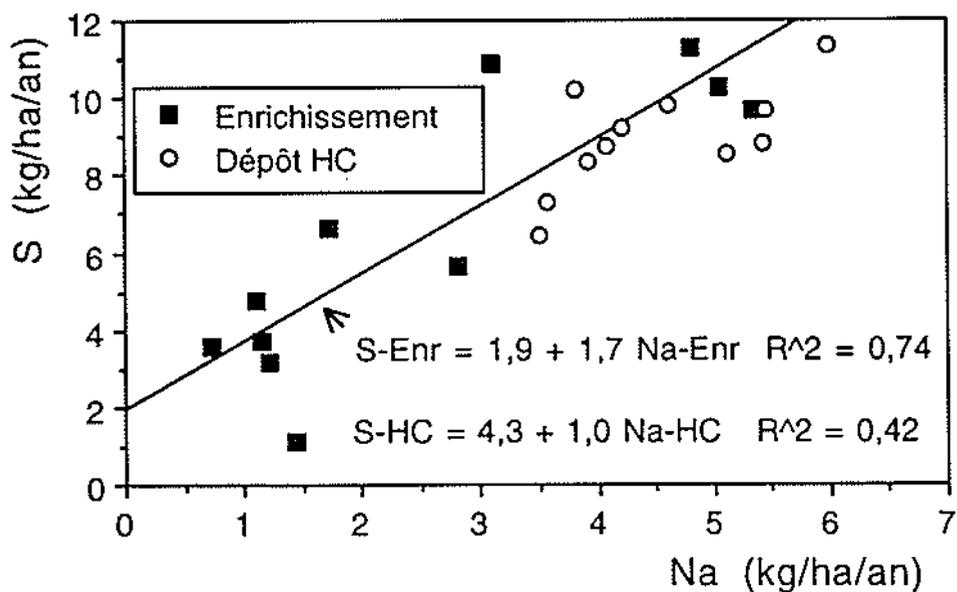


Figure 7 : Relation entre le dépôt et l'enrichissement en sodium et en soufre (seule la droite de régression entre l'enrichissement de S et Na est représentée).

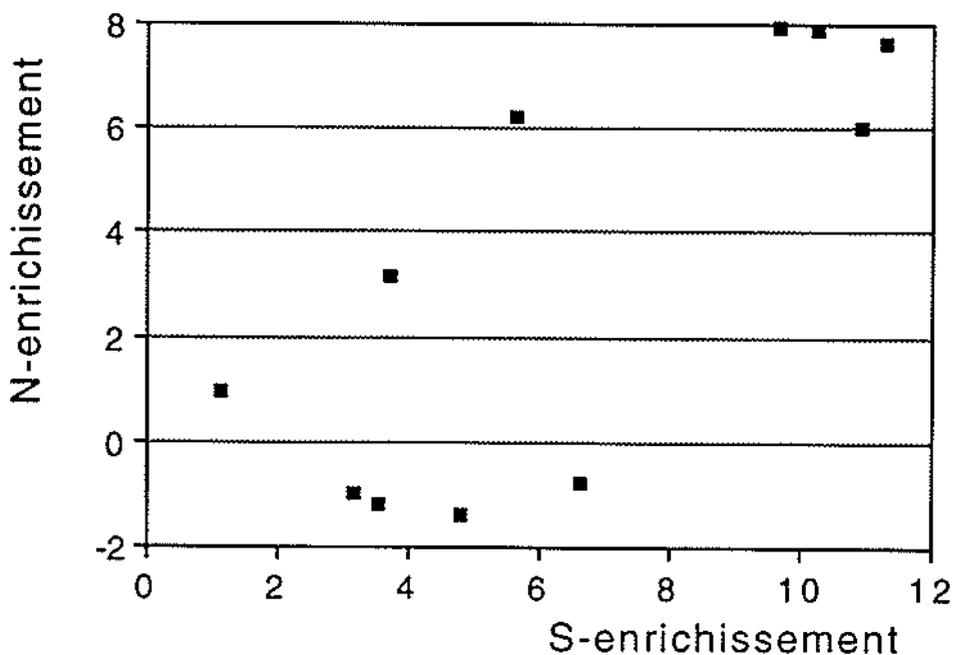


Figure 8 : Relation entre l'enrichissement en soufre et en azote (concentrations exprimées en kg/ha/an).

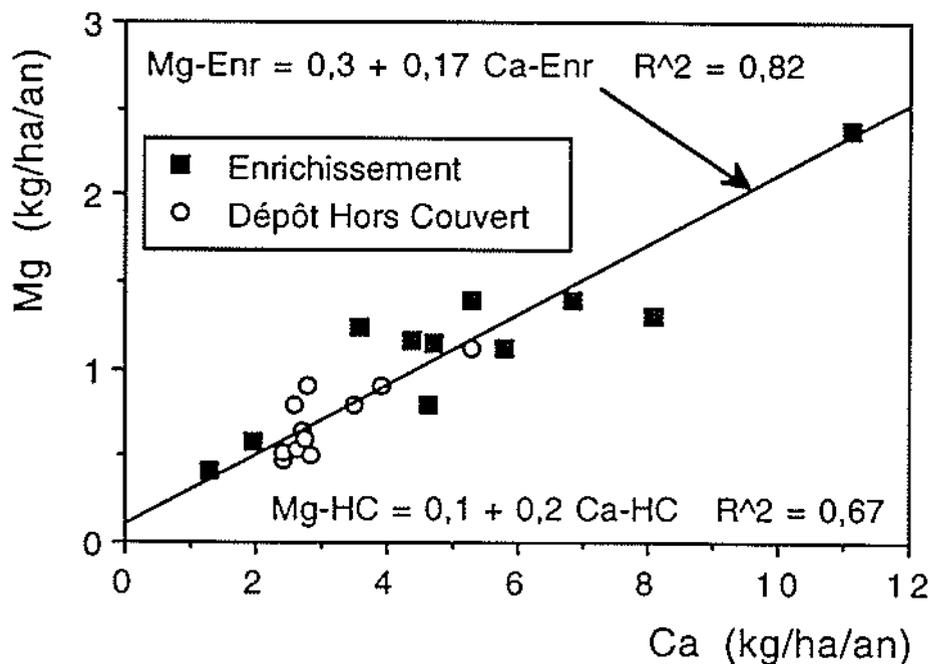


Figure 9 : Relation entre calcium et magnésium dans le dépôt hors couvert et l'enrichissement (seule la droite de régression entre l'enrichissement de Ca et Mg est représentée).

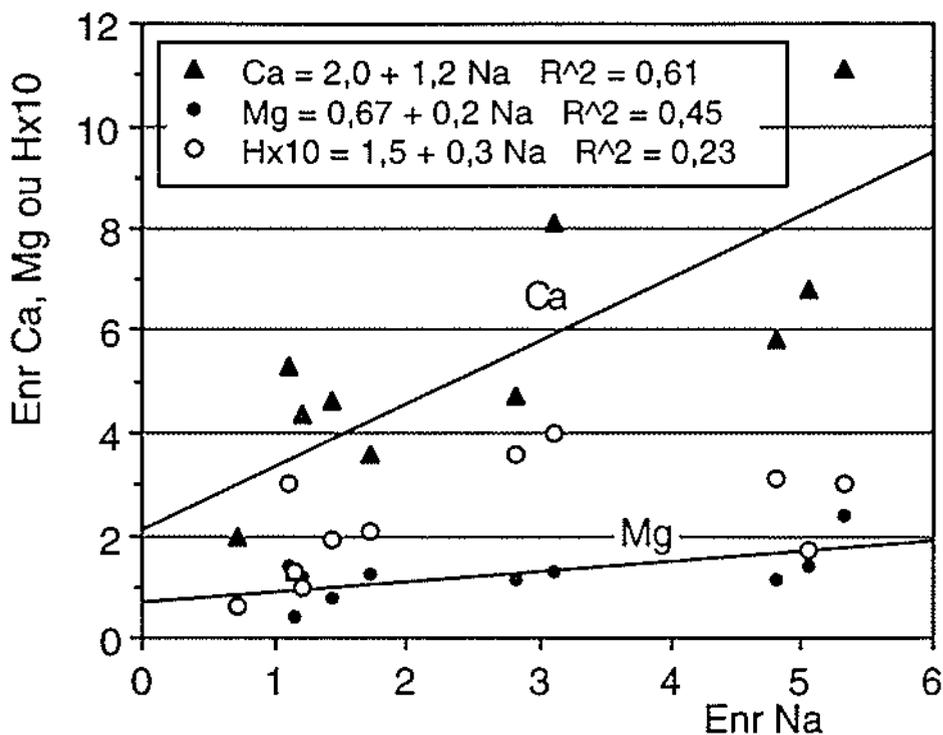


Figure 10 : Relation entre d'une part l'enrichissement en sodium et d'autre part celui en calcium, magnésium et proton (la droite de régression sur le proton n'est pas représentée).

### 2.3. Dépôt total

Les dépôts totaux de S et N sous couvert, considérés comme proches du dépôt total sont modérés de 12 à 21 kg de S par hectare et par an, de 6 à 18 kg de N, alors que dans les Ardennes on atteint au moins 40 kg de soufre et 50 kg d'azote (NYS, 1987). L'estimation des quantités récrétées de Ca, Mg est nécessaire avant qu'on puisse établir l'apport quantitatif de ces éléments, mais hasardeuse. Elle est basée sur l'enrichissement des pluviolessivats en ces deux éléments comparativement à l'enrichissement en sulfates ou en sodium, peu récrétés et peu absorbés. En déduisant la récréation du flux d'enrichissement des pluviolessivats par rapport aux pluies on arrive à une estimation des dépôts secs et occultes, donc à un dépôt total (pluie + dépôts secs). Les apports de calcium et magnésium varient respectivement entre 3 à 9 kg de Ca et 1 à 2 kg de Mg.

Il faut noter que la hiérarchie des stations en ce qui concerne les apports humides et celle qu'on peut établir pour les apports totaux sous le couvert sont différentes, ce qui met en lumière le rôle important joué par les dépôts secs et occultes dans les Vosges.

### 3. ÉVOLUTION HISTORIQUE DES DÉPÔTS ATMOSPHÉRIQUES

Nous ne disposons pas dans les Vosges de longues séries analytiques permettant d'étudier précisément l'évolution quantitative et qualitative des dépôts acides. Cependant, des analyses hebdomadaires des précipitations hors couvert ont été effectuées en continu depuis 1977 à la station de Phalsbourg, à l'initiative du réseau MERA (CENAC et ZEPHORIS, 1992). De par sa position géographique, cette station peut être regardée comme relativement représentative de l'évolution des dépôts atmosphériques dans les Vosges du Nord. La figure 11 montre une diminution sensible de 1980 à 1987 des concentrations moyennes pondérées de sulfate et d'ammonium, tandis que les teneurs en nitrate demeurent stables. L'acidité a décliné depuis 1980 mais moins que le sulfate. Cette réduction du sulfate et de l'acidité concorde avec les évolutions mesurées dans d'autres sites en France et à l'étranger et résulte de la réduction des émissions de polluants au cours des années 80 (CANH, 1991). Cette évolution est d'autre part confirmée dans les Vosges en comparant les concentrations mesurées dans les pluies du Nord du massif vosgien par BOURRIE (1978) au cours des mois de juin et juillet 1973-1974, avec celles mesurées dans le cadre de ce travail au cours des mois de juin et juillet 1989-1991 dans les sites (Donon, Welsbruch, La Petite Pierre) du Nord du massif (tableau 2). Bien que ni les sites, ni la fréquence d'échantillonnage ne soient pas exactement les mêmes, les différences de concentrations sont telles qu'un artefact est peu à craindre. En effet, seules deux pluies (sur 34) collectées entre 1989 et 1991 ont présenté un pH inférieur ou égal à la valeur moyenne des pH mesurés en 1973-1974. Entre 1973 et 1991 on observe une très nette réduction de l'acidité et du sulfate et une légère augmentation des concentrations en ammonium et nitrate. Il apparaît donc que l'acidité des dépôts a fortement régressé depuis une quinzaine d'années. Quelle sera l'évolution future? Il est probable que les mesures de réduction des émissions en Europe et tout particulièrement à l'Est vont contribuer à réduire encore l'acidité des dépôts. Une inconnue majeure est l'évolution des dépôts azotés, liés en majeure partie à celle des transports et des activités d'élevage.

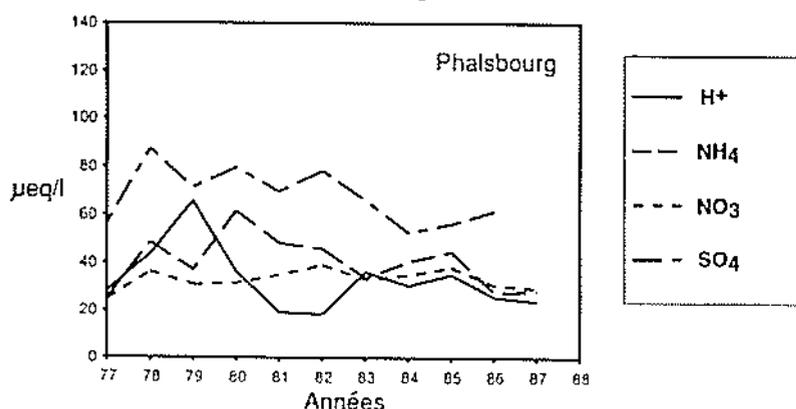


Figure 11 : Evolution de la concentration moyenne annuelle des pluies en proton, ammonium, nitrate et sulfate entre 1977 et 1987 à la station de Phalsbourg (données de CENAC et ZEPHORIS, 1990 in ULRICH et WILLIOT, 1994).

	pH	NH4	Na	K	Mg	Ca	Cl	NO3	SO4
1973-1974	4.19	26	17	3	6	16	20	26	94
47 événements									
1989-1991	4.62	38	14	8	4	13	22	31	52
33 événements									

Tableau 2 : Comparaison entre les concentrations moyennes arithmétiques en éléments minéraux calculées partir d'une série d'évènements de pluie prélevés au cours des mois de juin et juillet 1973-1974 et 1989-1991. dans le Nord des Vosges. d'après BOURRIÉ (1978) et DAMBRINE et NOURRISSON (1992)

## 4. DISCUSSION ET CONCLUSION

On sait aujourd'hui que les pertes d'aiguilles des peuplements dans les Vosges sont en grande partie la conséquence de périodes très sèches, dont l'effet a été particulièrement sensible sur les sols les plus superficiels ou les plus caillouteux et dans les peuplements trop denses (BECKER et LEVY, 1988). Il est néanmoins prouvé, par des travaux précis (diagnostic foliaire dans de nombreux peuplements, étude précise du cycle des éléments dans certains écosystèmes vosgiens, Aubure en particulier, essais de fertilisation) que des carences minérales très accusées en magnésium et calcium sont responsables d'un autre aspect très caractéristique du dépérissement, le jaunissement des feuilles et des aiguilles des résineux à partir de leur 2ème année, et que la pollution acide et azotée est un des facteurs de genèse de ces carences (BONNEAU, 1989). Mais les dépôts atmosphériques peuvent être utiles (Ca, Mg, N) aux peuplements forestiers. Face à des besoins moyens annuels pour leur immobilisation de l'ordre de 3 à 8 kg d'azote, 0,5 à 1 kg de soufre, 3 à 7 kg de calcium, 0,5 à 1,2 kg de magnésium, les apports atmosphériques représentent une «fertilisation gratuite». Les dépôts azotés participent ainsi très probablement à l'augmentation récente de productivité des peuplements vosgiens. Cependant cette fertilisation n'est profitable que si elle est équilibrée, ce qui n'est clairement pas le cas, ou que le sol peut fournir les éléments qui manquent. L'extrême pauvreté des sols issus de certaines roches des Vosges (certains granites, grès), explique que le jaunissement soit très répandu dans les Vosges malgré un niveau moyen de pollution qui apparaît comme assez modéré. Ces apports azotés s'accumulent dans les sols de nombreux écosystèmes comme en témoigne l'eutrophisation récente de la flore herbacée forestière observée en Lorraine (THIMONIER, 1994).

La pollution acide varie cependant beaucoup au sein du massif, pour des raisons diverses :

- la pluviométrie très diversifiée en fonction de l'altitude et d'un gradient Nord-Sud influence très directement le dépôt humide d'azote et le soufre,
- les positions géographiques des sites, par rapport à des sources locales ou à de grands courants de pollution acide, et altitudinales, vraisemblablement en raison de la plus grande fréquence des brumes et brouillards en altitude, des stations influent principalement le dépôt sec et occulte.

Schématiquement, si l'on considère le dépôt total, plusieurs ensembles géographiques peuvent être distingués :

- les Vosges méridionales et particulièrement les crêtes et le versant alsacien reçoivent des dépôts modérés à faibles principalement associés à l'importante tranche de précipitation qu'elles reçoivent. Le versant lorrain, bien que moins arrosé, subit à altitude égale des dépôts plus importants,

- les crêtes des Vosges centrales reçoivent les dépôts les plus importants, malgré une pluviométrie modérée, en raison de forts dépôts secs et occultes,

- le piémont lorrain des Vosges subit des dépôts variables mais globalement modérés en relation avec une faible pluviométrie. La variabilité résulte de la présence de sources locales comme à Gemaingoutte, ou d'une situation géographique favorisant l'expression de grands courants de pollution, comme à La Petite Pierre.

Si maintenant l'on compare cette distribution des dépôts à celle des symptômes de jaunissement des aiguilles de résineux, ou à celle des ruisseaux acides des Vosges, il ressort que le jaunissement des conifères et l'acidification des ruisseaux sont largement étendus sur des roches mères très pauvres comme les grès vosgiens du piémont lorrain subissant des dépôts atmosphériques faibles à modérés. A l'inverse, jaunissements et acidification des eaux sont inexistantes sur les granites riches des Vosges centrales, en dépit de dépôts atmosphériques substantiels. Ceci souligne la nécessité d'une analyse approfondie de la sensibilité des milieux, pour définir la «charge critique de polluants supportable par un écosystème» (DAMBRI-NE *et al.* 1992).

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Commission des Communautés Européennes (Direction de l'Agriculture) et le Ministère de l'Environnement pour leur soutien financier, MM MIRABEL et DEREXEL de l'Institut de Chimie de Strasbourg ainsi que le service recherche d'EDF pour la disponibilité des pluviomètres, Mmes LIVERTOUX et ROUSSEL de l'APPA (Comité de Lorraine), Mr A. TARGET de l'ASPA-Strasbourg ainsi que les responsables des divisions de l'ONF du massif vosgien.

## BIBLIOGRAPHIE

- BECKER M. et LEVY G. 1988. A propos du dépérissement des forêts climat, sylviculture et vitalité de la sapinière vosgienne. *Revue Forestière Française* 40 : 345-358.
- BONNEAU M. 1989. Que sait-on maintenant des causes du dépérissement des forêts. *Revue Forestière Française* 41: 367-385.
- BOURRIE G. 1978. Acquisition de la composition chimique des eaux en climat tempéré. Application au cas des Vosges et de la Margeride. Thèse Université Louis Pasteur. Sciences Géologiques 52, 171 p.
- CANH D.Q. 1991. A l'occasion du trentième anniversaire du CITEPA, bilan de trente années de lutte contre la pollution atmosphérique. *Etudes documentaires du CITEPA* 100, 19 p.
- CENAC N. et ZEPHORIS M. 1992. Une décennie de surveillance de l'acidité des précipitations en France. Météo France. Note technique 29, 39 p.
- DAMBRINE E., PROBST A. et PARTY J.P. 1992. Détermination et cartographie des «charges critiques» (critical loads) de polluants atmosphériques pour les écosystèmes naturels en particulier forestiers. Méthodes, application au cas des Vosges. *Pollution Atmosphérique* n° spécial : 21-28.
- DEREXEL P. 1991. Etude des caractéristiques physico-chimiques des hydrométéores dans le massif vosgien. Thèse. Université Louis Pasteur. Strasbourg. 152 p.
- NYS C. 1987. Fonctionnement du sol d'un écosystème forestier. Conséquences des enrésinements. Thèse. Université Nancy I. 207 p.
- SCHERBATSKOY T. et KLEIN R.M. 1983. Response of spruce and birch foliage to acid mists. *Journal of Environmental Quality* 12 : 189-195.
- THIMONIER A. 1994. Changement de la végétation et des sols en forêt tempérée européenne au cours de la période 1970-1990 : rôle possible des apports atmosphériques. Thèse. Université Paris XI. INRA-CRF Nancy. 102 p.
- ULRICH E. et WILLIOT B. 1994. Les dépôts atmosphériques en France. INRA-ONF eds. Fontainebleau. 140 p.

# La qualité de l'air à La Petite Pierre

par Alain TARGET, Joseph KLEINPETER et Fabienne CESAR  
ASPAs, 1 Rue Pierre Montet - 67000 Strasbourg

*Résumé :* La station de mesure de la qualité de l'air de La Petite Pierre (Bas-Rhin) complète le réseau de mesure alsacien (ASPAs) et participe au suivi scientifique de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord. Au cours des deux premières années de mesures (1991 et 1992), les concentrations en dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) et en dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) ont été bien inférieures à celles observées en agglomération strasbourgeoise. L'observation d'élévations ponctuelles des niveaux est principalement liée à des transports de pollution transfrontalière (en provenance de l'Est) voire, par temps stable, à une accumulation de pollution automobile d'origine locale. L'occurrence à La Petite Pierre de smogs photochimiques estivaux conduit par temps très ensoleillé à un excès d'ozone et confirme le caractère régional de tels épisodes plus durables en montagne qu'en agglomération.

*Summary :* The air quality in La Petite Pierre

The air quality measuring station of La Petite Pierre (Bas-Rhin) complete the alsatian network of measurements (ASPAs). It also contributes to the scientific monitoring of the Northern Vosges Biosphere Reserve. During the first two years of measurements (1991 and 1992), the sulphur dioxide ( $\text{SO}_2$ ) and nitrogen dioxide ( $\text{NO}_2$ ) concentrations were weaker than in the Strasbourg conurbation. The records of high levels are principally with long range transborderly transports of polluted air masses (coming from the east), or, during stable weather conditions, with an accumulation of local traffic pollution. The occurrence of estival photochemical smogs in La Petite Pierre lead to ozone excess under very sunny weather conditions and confirms the regional feature of these more durable episodes in mountain compared to urban area.

*Zusammenfassung :* Die Luftqualität in La Petite Pierre

Die Meßstation La Petite Pierre (Bas-Rhin) zur Ermittlung der Luftqualität ergänzt das elsässische Meßnetz (ASPA) und liefert ein Beitrag zur wissenschaftlichen Weiterführung des Biosphärenreservats Nordvogesen. Während der zwei ersten Messjahre (1991 und 1992), waren die Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) Konzentrationen wesentlich niedriger in La Petite Pierre als im Strassburger Raum. Die aufgetretenen etwas erhöhten Einzelwerte sind hauptsächlich mit dem grenzüberschreitenden Schadstofftransport (aus dem Osten) verbunden, oder, bei windschwacher Wetterlage, auf die Ansammlung der Schadstoffe des lokalen Verkehrs zurückzuführen. Das Auftreten von sommerlichen photochemischen Smog, der unter erhöhter Sonnenscheindauer zu erhöhten Ozonkonzentrationen führt, wird an der Station La Petite Pierre bestätigt sowie außerdem der regionale Charakter solcher Ereignisse. Diese treten im Mittelgebirge langanhaltender als in der Stadt auf.

Mots-clés : Qualité de l'air, Vosges du Nord, station de mesure, transport de pollution, smog photochimique, indice de qualité de l'air

## 1. CADRE GÉNÉRAL

La station de mesure de la qualité de l'air de La Petite Pierre est opérationnelle depuis janvier 1991 et fait partie du réseau de mesure de l'ASPA (Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique en Alsace).

L'ASPA est un organisme multipartite composé de représentants de l'Etat, de collectivités locales et territoriales, d'industriels et de mouvements associatifs. L'ASPA a pour vocation à l'échelle régionale de mesurer et surveiller en continu la qualité de l'air, d'alerter en cas de dépassement de seuils, d'informer ses adhérents ainsi que le grand public, de rechercher une meilleure connaissance des phénomènes qui président à la dilution, au transport, à la transformation et aux retombées des polluants, et de rechercher des solutions pour une meilleure qualité de l'air.

Le réseau de l'ASPA est composé de 38 stations de mesures (68 analyseurs) dont la majorité sont des stations de proximité (sous le vent dominant des émetteurs industriels ou à proximité de zones à circulation automobile intense). Quelques stations rurales de fond sont destinées à appréhender les transports de pollution en plaine comme en montagne.

La station de La Petite Pierre fait partie des trois stations de fond implantées dans le massif vosgien mais, contrairement aux deux autres stations de montagne (Aubure et la tour du Donon) ayant un caractère rural marqué (distantes des habitations), la station de mesure a été implantée en périphérie de la cité.

La station de fond de La Petite Pierre complète géographiquement le réseau de mesure par une implantation au nord-ouest de l'Alsace. Elle participe également pour sa part au suivi scientifique du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, classé Réserve de la Biosphère depuis 1989.

Après une description de l'implantation et du contenu de la station de mesure, cet article fait le point sur l'état de la qualité de l'air observé en 1992, en le comparant à celui de 1991.

## 2. DESCRIPTION DE LA STATION

La station de mesure de La Petite Pierre (335 m d'altitude, 55 km au nord-est de Strasbourg) a été implantée à l'intérieur même du château de La Petite Pierre, situé à l'extrémité ouest de la ville, surplombant toute la végétation environnante. L'air est prélevé à l'extérieur de la façade ouest du château et acheminé vers les analyseurs par une canne de prélèvement d'environ deux mètres de longueur.

La station de mesure comprend un analyseur de dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ), un d'oxydes d'azote ( $\text{NO}$  et  $\text{NO}_2$ ) et un d'ozone ( $\text{O}_3$ ) effectuant les mesures de ces polluants atmosphériques de façon continue, tout au long de l'année et fournissant une moyenne chaque quart d'heure. La température, la vitesse du vent ainsi que la direction du vent sont également mesurées sur le site. Le système local d'acquisition informatique des données mesurées est relié à l'ordinateur central de l'ASPA basé à Strasbourg. Les données sont validées selon les recommandations du Ministère de l'Environnement (M.E.Q.V., 1984).

## 3. ÉTAT DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN 1991 et 1992

Les résultats de chaque composé mesuré sont analysés en référence à des normes de qualité de l'air dans l'environnement émanant essentiellement de directives européennes (C.E.E., 1980 ; 1985 et 1992) ou de recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (W.H.O., 1987). L'unité de mesure est le micro-gramme par mètre cube ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 1$  millionième de gramme par mètre cube).

Pour faciliter la qualification des niveaux de pollution mesurés, l'ASPA a établi un indice de pollution de l'air pour  $\text{SO}_2$  et un pour  $\text{NO}_2$  ainsi qu'un indice de qualité de l'air prenant en compte les deux indices de pollution. L'échelle des indices de pollution va de 1 à 9 (c'est à dire d'insignifiant à très fort) et l'échelle de l'indice de qualité de A à I (c'est à dire d'excellent à exécrable) toutes deux étant associées à des mentions qualitatives. Les tables de correspondances des indices de l'ASPA sont présentées ci-après en annexe.

### 3.1. Le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>

Il provient essentiellement de la combustion du charbon et des fiouls et notamment les fiouls lourds utilisés pour la production industrielle d'énergie et de chauffage. En brûlant, ces combustibles libèrent le soufre qu'ils contiennent et celui-ci se combine avec l'oxygène de l'air pour former le SO<sub>2</sub>. En valeur limite, le décret français sur la qualité de l'air (conforme à la directive SO<sub>2</sub> de la CEE) recommande entre autres de ne pas dépasser par an plus de 2 % des jours le seuil journalier de 250 µg/m<sup>3</sup> (350 en l'absence de taux élevés de poussières). En valeur guide, ce décret propose pour une moyenne journalière la fourchette de 100 à 150 µg/m<sup>3</sup>.

L'Organisation Mondiale de la Santé (W.H.O., 1987) recommande entre autres de ne pas dépasser pour le SO<sub>2</sub> le seuil horaire de 500 µg/m<sup>3</sup>. Par temps sec, le dioxyde de soufre peut être transporté à longue distance (centaine à millier de kilomètres) (BERTRAND, 1991) ; par temps humide, il peut s'incorporer aux pluies ou aux brouillards et se déposer sous forme de précipitations acides contaminant les sols (DEREXEL *et al.*, 1989 et BARTHOT *et al.*, 1991).

En 1991 comme en 1992, les niveaux moyens de pollution mesurés en SO<sub>2</sub> à La Petite Pierre ont été faibles voire insignifiants. Le mois le plus chargé (26 µg/m<sup>3</sup>) a été celui de février 1991 (figure 1) qui connut dans l'ensemble du fossé rhénan des conditions météorologiques particulièrement défavorables à la dispersion de la pollution atmosphérique (TARGET *et al.*, 1992). Ces niveaux moyens comme d'ailleurs les niveaux les plus élevés (exprimés par le percentile 98, cf annexe 2) classent La Petite Pierre en troisième position des stations alsaciennes les moins chargées en SO<sub>2</sub> juste après les deux stations d'altitude d'Aubure (1100 m) et du Donon (780 m) et juste avant les stations rurales de plaine comme Chalampé et Munchhausen (figure 2).

2 % des valeurs journalières en SO<sub>2</sub> ont été supérieures au «percentile 98» égal à 43 µg/m<sup>3</sup> en 1991 et à 40 µg/m<sup>3</sup> en 1992, grandeurs bien inférieures à la normes CEE (250 µg/m<sup>3</sup>) (C.E.E., 1980). Ces 2% de valeurs les plus élevées sont à mettre en relation avec quelques pointes horaires occasionnelles comme le 2 avril 1992 (figure 3) et surtout avec des phénomènes de transports de pollution à longue distance, comme les 29 et 30 janvier 1992 (figure 4).

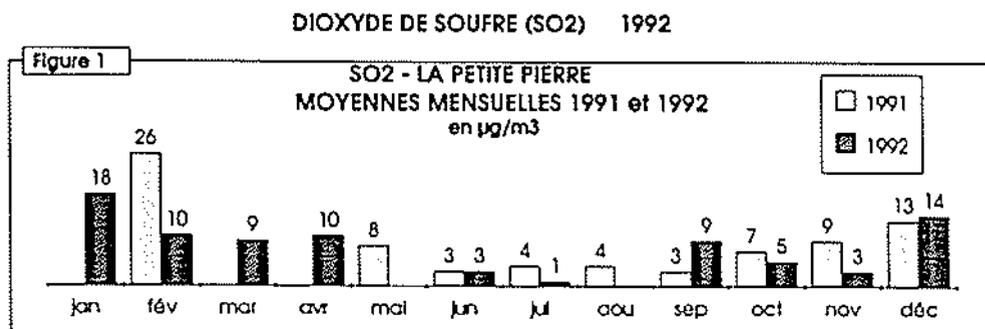


Figure 1 : Moyennes mensuelles en dioxyde de soufre en 1991 et 1992.

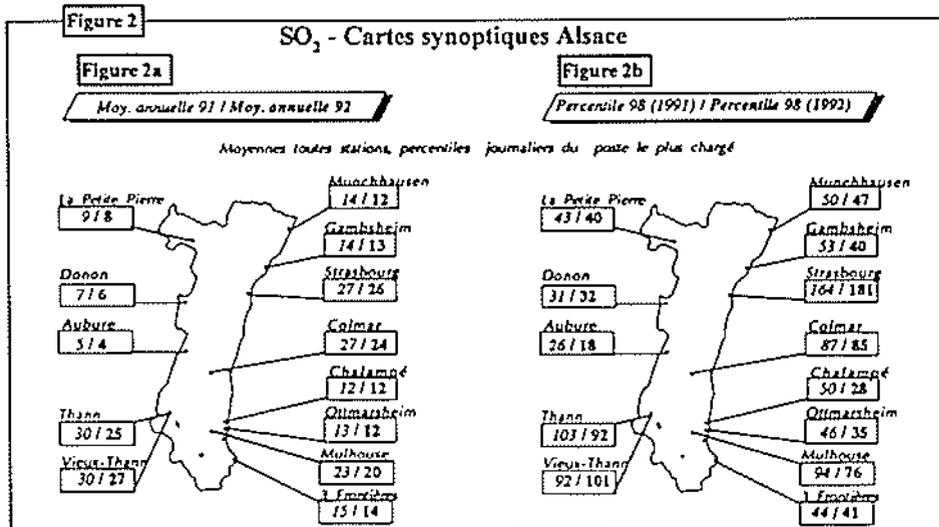


Figure 2 : Moyennes annuelles en dioxyde de soufre pour toutes les stations et percentiles de la station la plus chargée pour 1991 et 1992.

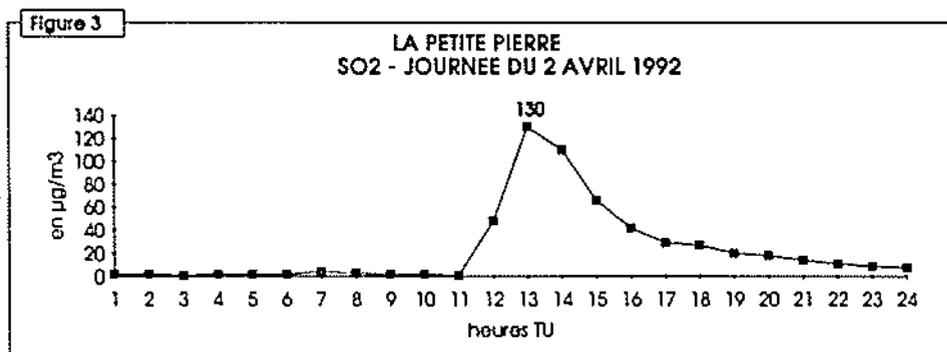


Figure 3 : Concentrations en dioxyde de soufre pour la journée du 2 avril 1992.

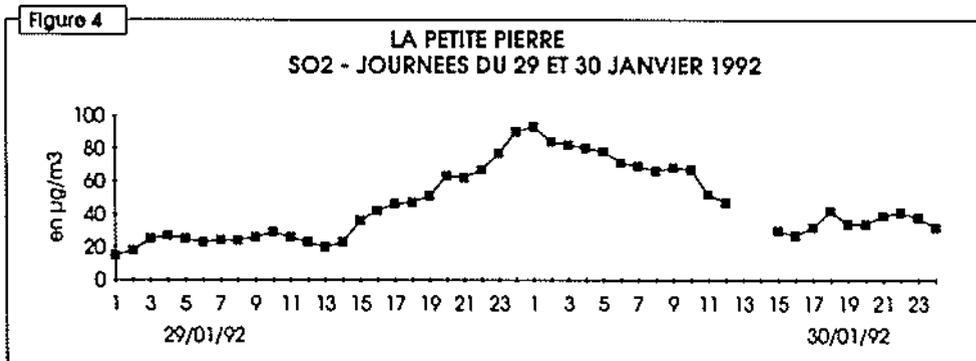


Figure 4 : Concentrations en dioxyde de soufre pour les journées du 29 et 30 janvier 1992.

En effet c'est le secteur Est et Est-Nord-Est formant la deuxième direction de vent la plus fréquente, le vent dominant étant le sud-ouest, (figure 5b) qui présente les charges en SO<sub>2</sub> en moyenne les plus élevées comme en témoigne la rose de pollution (figure 5a) exprimant les moyennes annuelles 1992 obtenues pour chacune des 16 provenances de vent. Au regard de l'emplacement de la station de mesure (placée au Sud-Ouest de la cité) cette pollution pourrait traduire aussi bien une pollution locale qu'une pollution à longue distance. Toutefois la rareté des pics aigus (fluctuations le plus souvent modérées typiques d'une pollution de fond) et la coïncidence avec des vagues de pollution en provenance du Nord-Est par ailleurs constatées en plaine d'Alsace, permet pour ces épisodes par vent d'Est d'accorder la prédominance à la pollution de fond transportée à longue distance plutôt qu'à la pollution locale.

Si les vents du sud-ouest sont à la fois les plus fréquents et les moins chargés en SO<sub>2</sub>, le pic relatif de secteur sud de la rose de pollution en SO<sub>2</sub> correspond à une fréquence de vent faible de la rose des vents associée, et traduit un phénomène occasionnel certainement dû à un effet de panache (incinération locale...).

Il est à rappeler toutefois que la rose de pollution ne prend pas en compte les situations sans vent susceptibles de conduire en hiver lors d'inversions de températures, à des conditions très défavorables à la dispersion des polluants locaux.

Figure 5a

ROSE DE POLLUTION

SO<sub>2</sub>

La Petite Pierre

du 01-Jan-92

au 31-Déc-92

(toutes vitesses de vent > à 1 m/s)

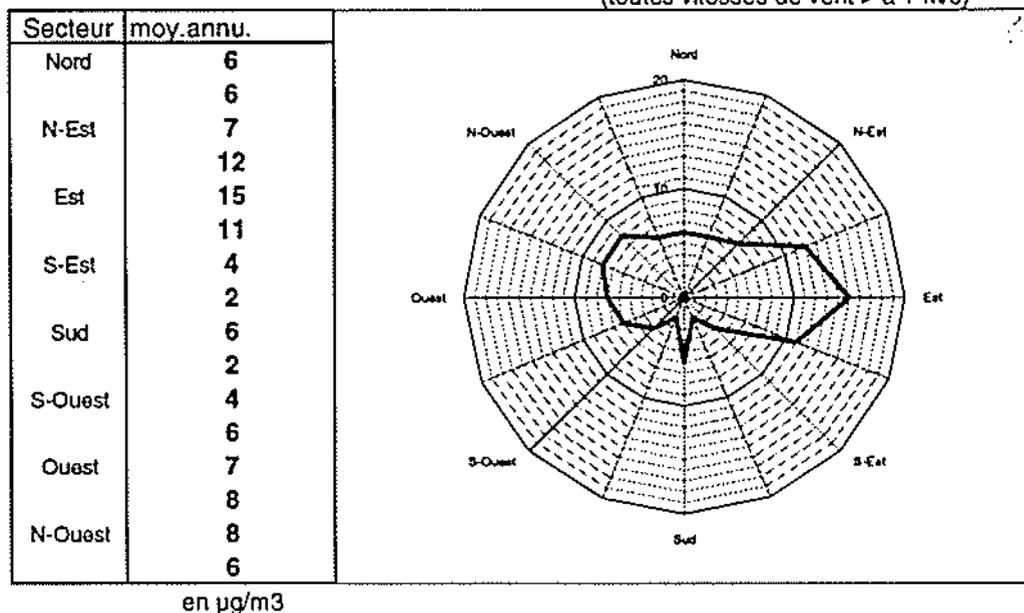


Figure 5b

ROSE DES VENTS ASSOCIEE

(toutes vitesses de vent > à 1 m/s)

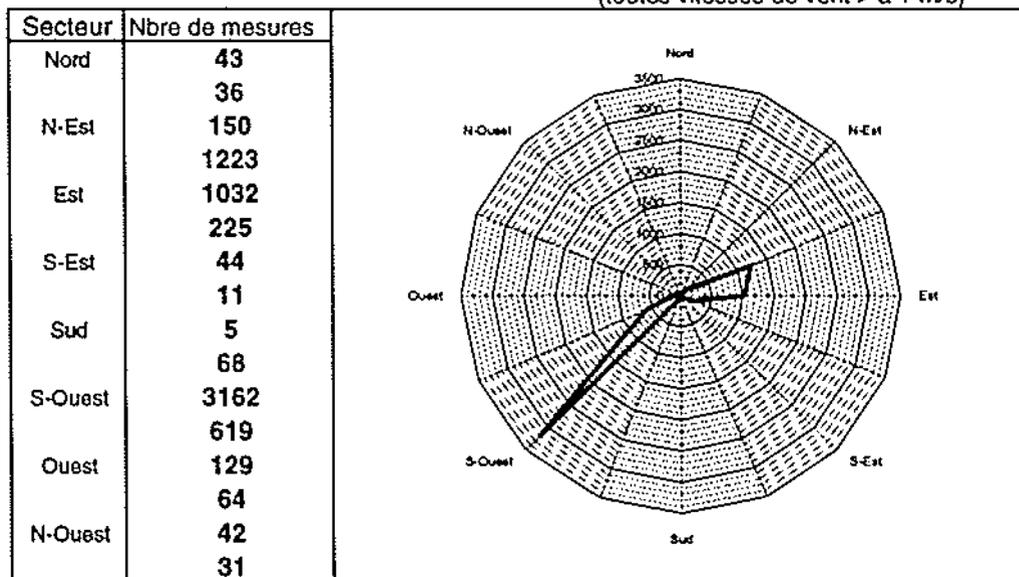


Figure 5a et 5b : Rose de pollution en dioxyde de soufre pour 1992 et rose des vents associée.

La répartition des moyennes journalières sur l'année 1992 (figure 6) montre que les niveaux en dioxyde de soufre sont d'une façon générale insignifiants, faibles ou très modérés, les deux valeurs sur l'année les plus élevées sont considérées comme modérées.

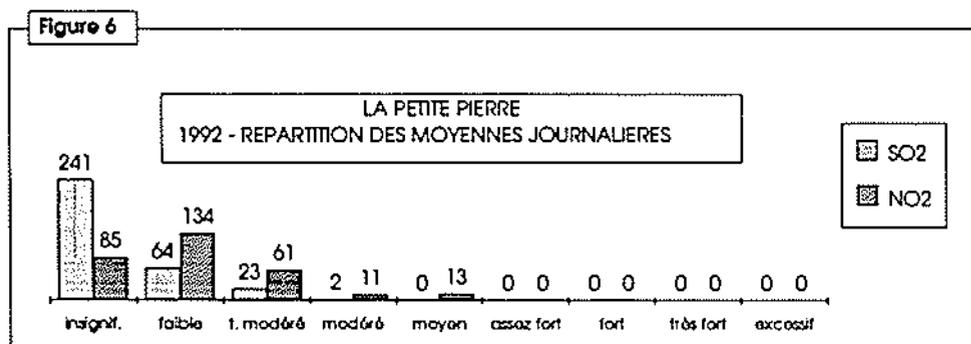


Figure 6 : Répartition des moyennes journalières en dioxyde de soufre et dioxyde d'azote

### 3.2. Le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>

Ces gaz sont principalement émis par les moteurs à explosion (gaz d'échappement des automobiles) mais aussi par les installations de combustions (DANG et FONTELLE, 1990).

Au cours d'une combustion, l'azote de l'air est oxydé en grande partie en NO puis progressivement en NO<sub>2</sub> à l'air libre (BERTRAND, 1993), principalement sous l'action de l'ozone. Ce qui explique les fortes concentrations de NO généralement observées à proximité des zones à grande circulation. Les oxydes d'azote peuvent également être issus de procédés industriels.

Le décret français sur la qualité de l'air (conforme à la directive européenne NO<sub>2</sub>) définit pour NO<sub>2</sub> de ne pas dépasser plus de 2 % des heures, d'une part la valeur limite de 200 µg/m<sup>3</sup>, et d'autre part la valeur guide de 135 µg/m<sup>3</sup>.

L'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.) donne entre autres valeurs de recommandation, le seuil journalier de 150 µg/m<sup>3</sup>.

Par dépôts et précipitations acides issues de transports à distance, les oxydes d'azote contribuent également à la contamination des sols et aux dépérissements forestiers.

En moyenne sur l'année 1991 (17 µg/m<sup>3</sup>) comme en 1992 (18 µg/m<sup>3</sup>), les niveaux de pollution mesurés en NO<sub>2</sub> à La Petite Pierre ont été faibles à modérés, la moyenne mensuelle la plus importante étant celle de décembre avec 32 µg/m<sup>3</sup> (figure 7).

Une hausse sensible est perceptible au niveau du percentile 98 horaire (cf. explications en annexe 2) 2% des valeurs horaires ont été supérieures à 63 en 1991 et à 69  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 1992 (figure 10b). L'augmentation des niveaux de  $\text{NO}_2$  en 1992 n'est cependant pas significative d'une tendance à la hausse des concentrations en oxydes d'azote à La Petite Pierre puisqu'un grand nombre de données sont manquantes pour la période d'avril à juillet 92, privilégiant ainsi dans le calcul de la moyenne la période hivernale plus chargée en polluants.

C'est en période hivernale que sont le plus souvent constatées des pointes horaires de pollution, notamment le 16 décembre en  $\text{NO}$  avec un maximum de 159  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (figure 8) et le 18 décembre en  $\text{NO}$  (figure 9) avec une valeur maximale de 99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . A noter que cette période a connu un grand nombre d'inversions de températures avec une faible turbulence atmosphérique à La Petite Pierre (comme à Strasbourg) et de ce fait une accumulation des polluants de l'air.

La répartition des moyennes journalières (figure 6) montre par ailleurs que les niveaux sont globalement qualifiés d'insignifiants à moyens, la majorité des valeurs étant considérées comme faibles.

Les cartes de la figure 10 rendent compte comme pour le  $\text{SO}_2$  de l'appartenance de la station de La Petite Pierre au groupe des stations vosgiennes d'une qualité de l'air nettement meilleure que les stations  $\text{NO}_x$  de plaine influencées principalement par le trafic automobile (Strasbourg, Colmar, Mulhouse) ou par les émissions industrielles spécifiques (Chalampé, Ottmarsheim) et notamment en conditions météorologiques défavorables (figure 9, comparaison avec Strasbourg).

Au regard de l'emplacement de la station alors sous le vent de la cité, la légère prédominance du secteur Est (deuxième direction de vent dominant) perceptible sur les roses de pollution de  $\text{NO}$  comme de  $\text{NO}_2$  (figure 11 et 12), traduit la conjugaison d'impacts d'origine locale ( $\text{NO}$  pollution automobile primaire) et de phénomènes attribuables en partie à des transports de pollution ( $\text{NO}_2$  pollution secondaire d'origine locale ou lointaine).

## DIOXYDE D'AZOTE ( $\text{NO}_2$ ) 1992

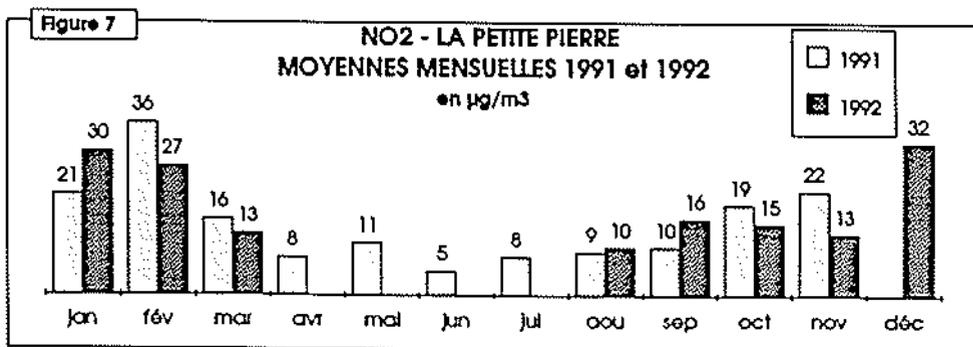


Figure 7 : Moyennes mensuelles en dioxyde d'azote en 1991 et 1992.

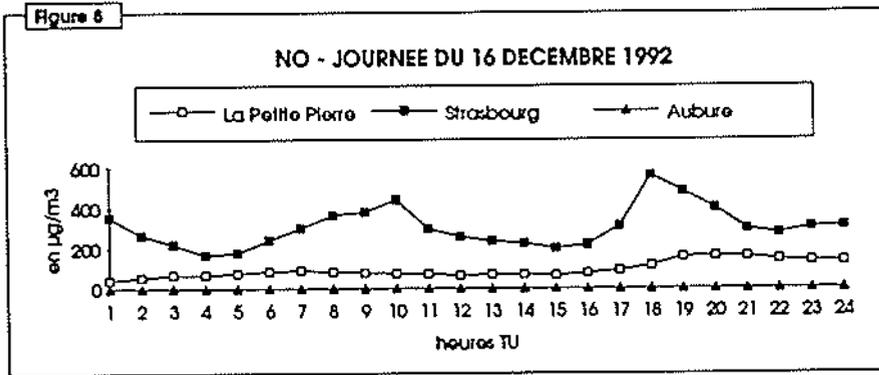


Figure 8 : Comparaison des concentrations en oxyde d'azote pour la journée du 16 décembre 1992 entre les stations de La Petite Pierre, Strasbourg et Aubure.

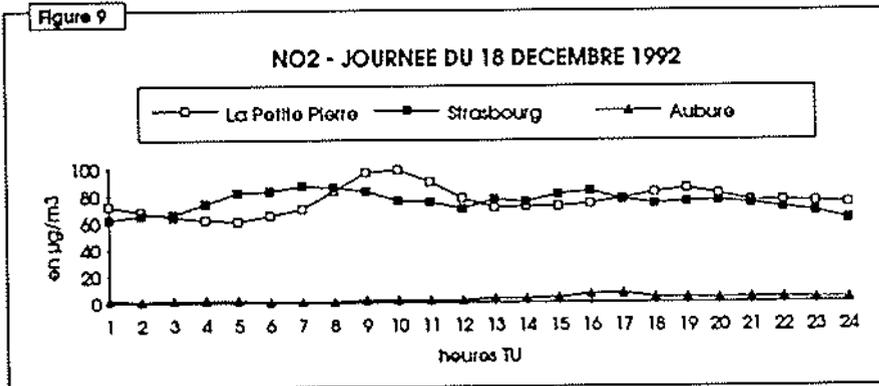


Figure 9 : Comparaison des concentrations en dioxyde d'azote pour la journée du 18 décembre 1992 entre les stations de La Petite Pierre, Strasbourg et Aubure.

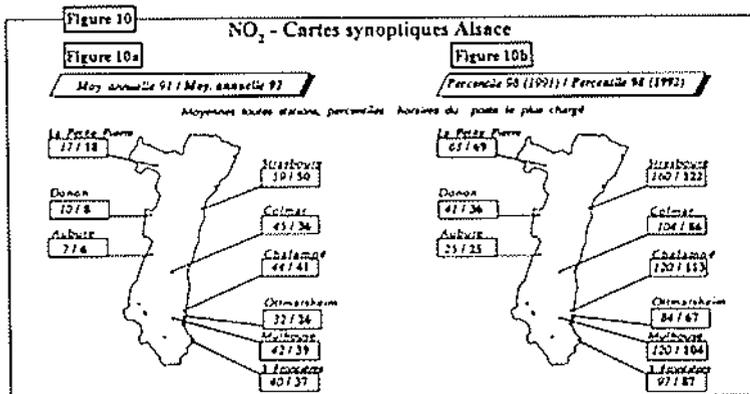


Figure 10 : Moyennes annuelles en dioxyde d'azote pour toutes les stations et percentiles de la station la plus chargée pour 1991 et 1992.

Figure 11a

ROSE DE POLLUTION

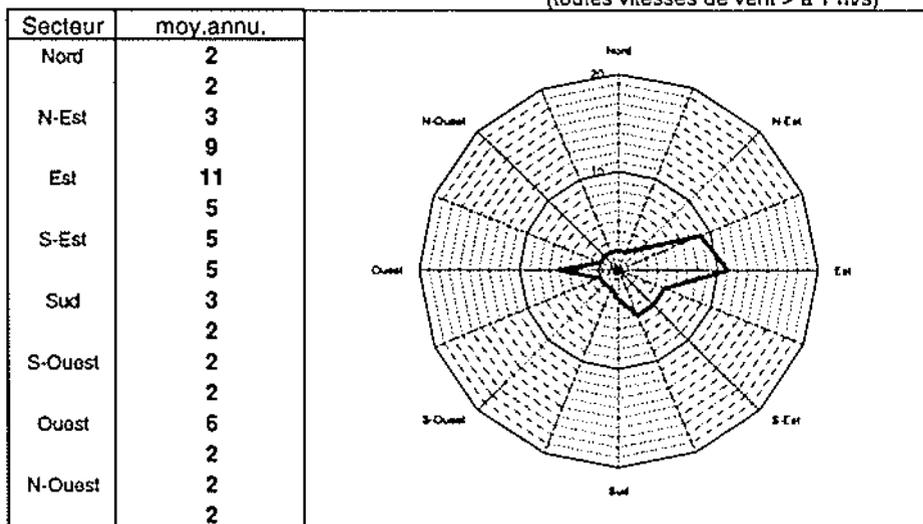
Quantité  
de  
polluants

NO  
La Petite Pierre

du 01-Jan-92

au 31-Déc-92

(toutes vitesses de vent > à 1 m/s)



en µg/m3

Figure 11b

ROSE DES VENTS ASSOCIEE

(toutes vitesses de vent > à 1 m/s)

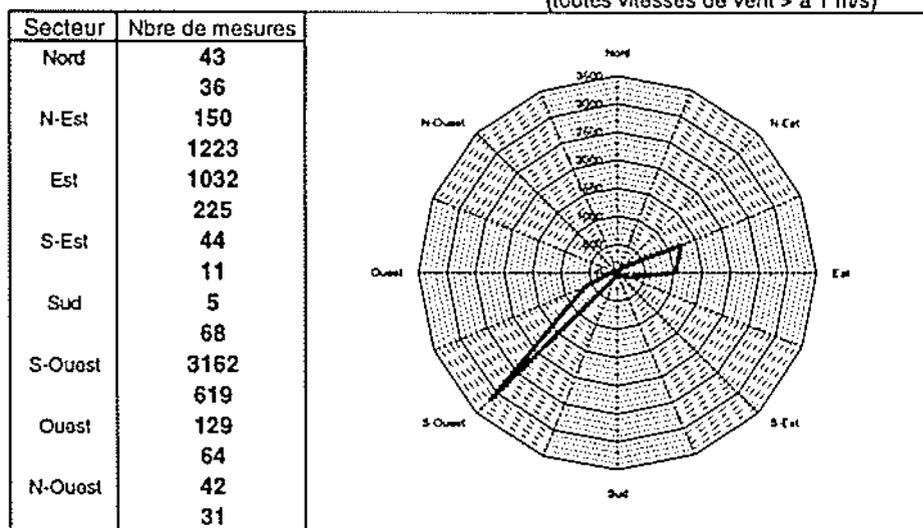
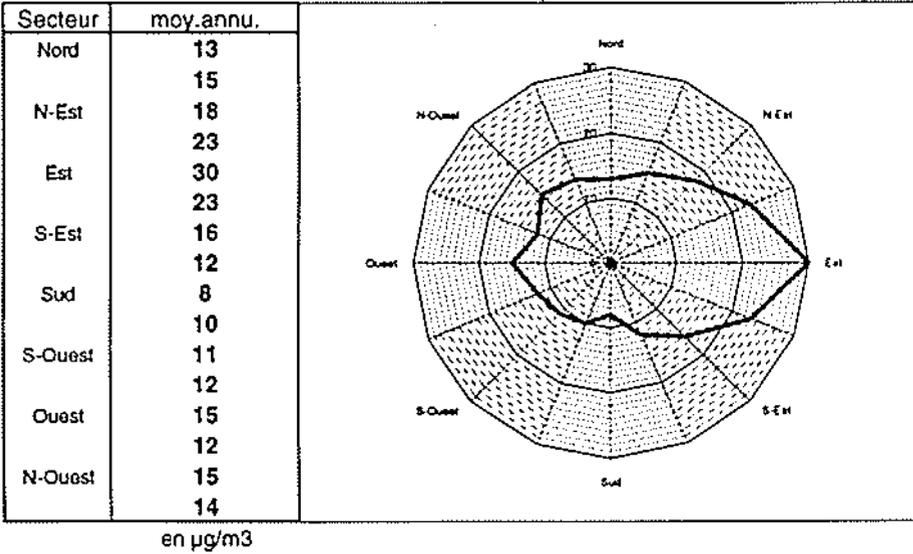


Figure 11 : Rose de pollution en oxyde d'azote en 1992 et rose des vents associée.

**Figure 12a**

**ROSE DE POLLUTION**

Polluant **NO2**  
 Site de **La Petite Pierre**  
 Période du **01-Jan-92** au **31-Déc-92**  
 (toutes vitesses de vent > à 1 m/s)



**Figure 12b**

**ROSE DES VENTS ASSOCIEE**

(toutes vitesses de vent > à 1 m/s)

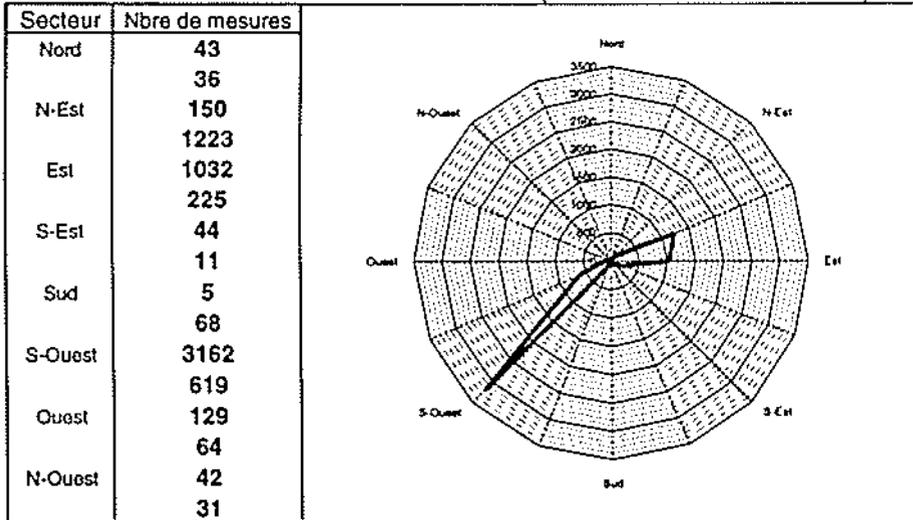


Figure 12 : Rose de pollution en dioxyde d'azote en 1992 et rose des vents associée.

### 3.3. L'ozone O<sub>3</sub>

L'ozone est un oxydant puissant et un gaz naturellement présent dans l'air. Mais il peut atteindre des teneurs irritantes même toxiques lors de la formation de brouillards photo-oxydants par transformation chimique des polluants automobiles (notamment du dioxyde d'azote) sous l'action d'un rayonnement solaire intense et de conditions météorologiques particulières.

La récente directive de la CEE sur l'ozone (C.E.E., 1992) donne entre autres, comme seuil d'information de la population la valeur horaire de 180 µg/m<sup>3</sup> et celle de 360 µg/m<sup>3</sup> comme seuil d'alerte.

En 1992, les niveaux d'ozone mesurés à La Petite Pierre ont été en moyenne comme en valeurs maximales moins élevés qu'à Aubure et au Donon, les deux autres stations vosgiennes, ce qui s'explique par l'influence de l'altitude mais aussi par la présence de pollution, locale ou transportée, en partie consommatrice d'ozone. On constate par ailleurs une légère diminution des niveaux par rapport à l'année 1991, ce qui n'est pas vérifié sur les autres stations de mesures d'O<sub>3</sub> alsaciennes (Strasbourg mis à part), où au contraire une augmentation des moyennes annuelles est observée en 1992.

Les profils des moyennes mensuelles rencontrés en 1991 et 1992 sont sensiblement différents surtout pendant la période estivale (figure 13). En effet, la diminution habituellement constatée en juin (TARGET *et al.*, 1993) dans les stations rurales (comme en juin 1991) n'est pas observée en juin 1992 puisque la période de mai à juin présente plutôt un palier.

En ce qui concerne le profil journalier moyen (figure 14) de la période hivernale (1.10.92 au 30.04.92), on constate qu'il n'y a en moyenne pas de grandes variations des concentrations d'ozone tout au long de la journée (photochimie réduite et trafic limité). Le niveau de fond reste quant à lui aux alentours de 40 µg/m<sup>3</sup>.

En période estivale, les concentrations d'O<sub>3</sub> sont généralement beaucoup plus importantes en milieu de journée (figure 14) car le rayonnement solaire est plus intense et la photochimie très active. On constate de plus que le niveau de fond est bien plus important, puisqu'il est d'environ 60 µg/m<sup>3</sup>.

Sans connaître des variations journalières d'ozone d'amplitude aussi marquées qu'en périphérie des grandes agglomérations polluées par le trafic automobile (STROEBEL, 1993), La Petite Pierre connaît toutefois des épisodes photochimiques relativement marqués comme celui observé le 7 août 1992, d'ailleurs ressenti dans toute l'Alsace (figure 15). Alors qu'à Strasbourg les niveaux d'ozone faibles le matin montaient en flèche pour dépasser le seuil d'information de 180 µg/m<sup>3</sup> de la norme CEE, les niveaux d'O<sub>3</sub> de La Petite Pierre ont été élevés tout au long de la journée avec un maximum horaire de 205 µg/m<sup>3</sup> à 16 heures, dépassant ainsi la valeur horaire de recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé (200 µg/m<sup>3</sup>).

La rose de pollution en ozone (figure 16) met en évidence que les concentrations d'ozone sont les plus faibles pour les directions de vents dominantes (sud-ouest et est-nord-est), associant ainsi les niveaux d'ozone les plus élevés (en situa-

tion venteuse) à des directions de vent peu fréquentes. Il est à rappeler toutefois que la rose de pollution ne prend pas en compte les situations sans vent susceptibles en été, par temps anticyclonique bien ensoleillé, de conduire à des épisodes photochimiques parmi les plus aigus.

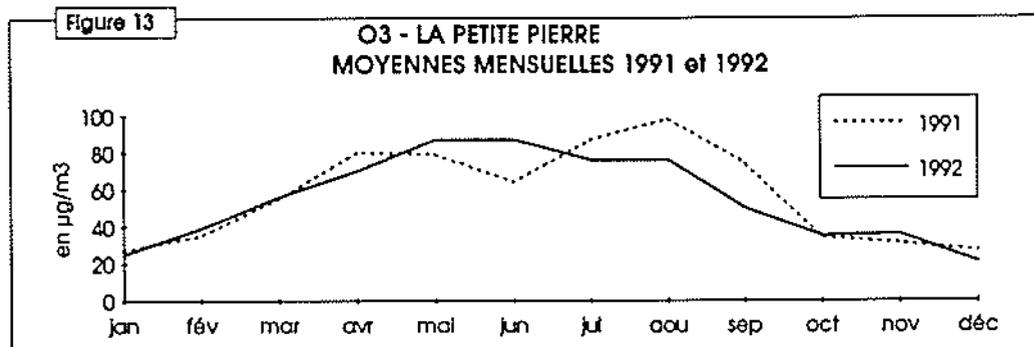


Figure 13 : Moyennes mensuelles en ozone en 1991 et 1992.

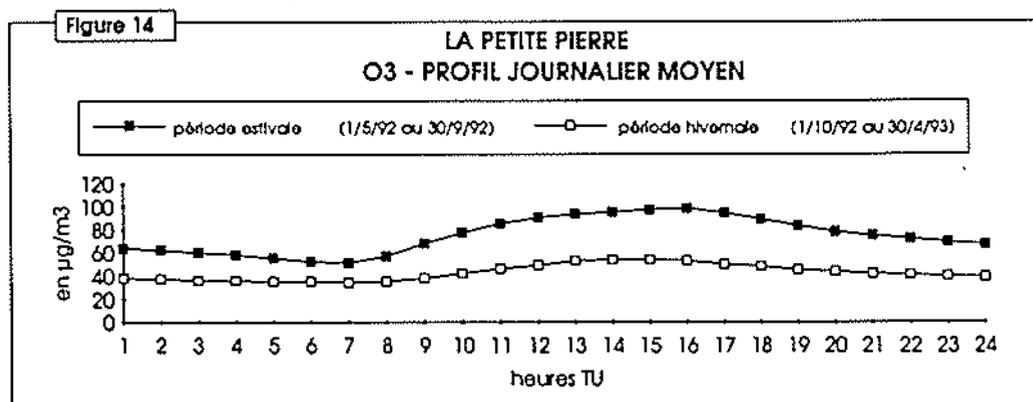


Figure 14 : Profil journalier moyen en ozone.

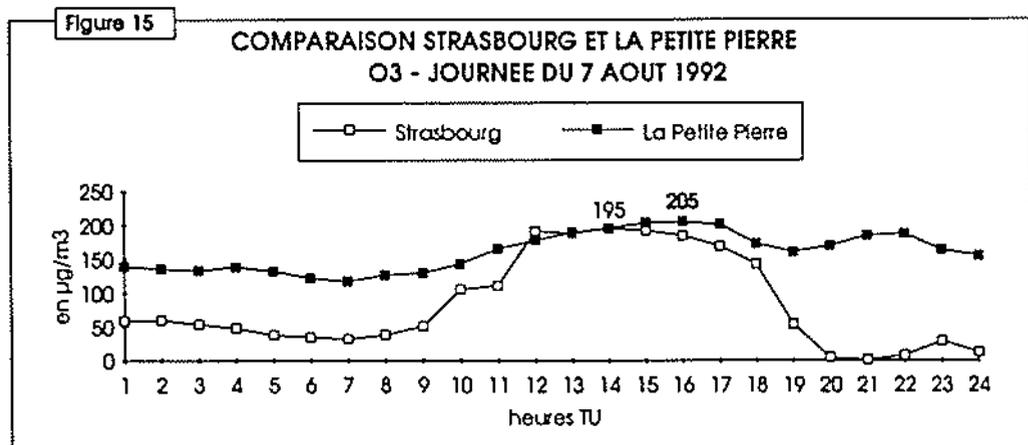


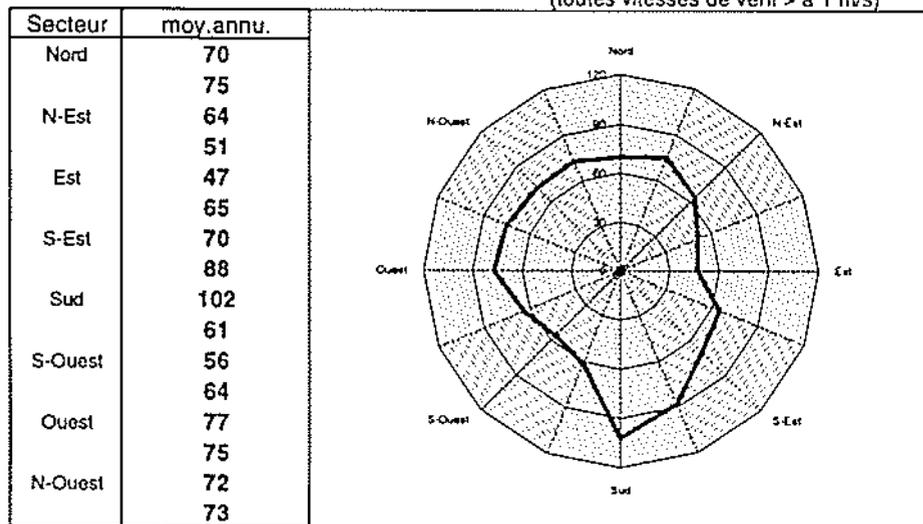
Figure 15 : Comparaison des concentrations en ozone de la journée du 7 août 1992 entre Strasbourg et La Petite Pierre.

**Figure 16a**

**ROSE DE POLLUTION**

Polluant **O3**  
 Site de **La Petite Pierre**  
 Période du **01-Jan-92** au **31-Déc-92**

(toutes vitesses de vent > à 1 m/s)



en µg/m3

**Figure 16b**

**ROSE DES VENTS ASSOCIEE**

(toutes vitesses de vent > à 1 m/s)

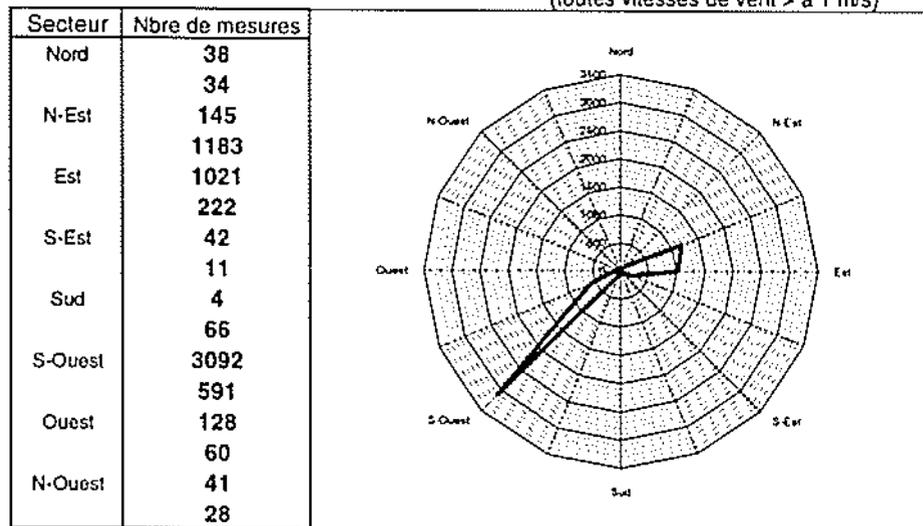


Figure 16 : Rose de pollution en ozone en 1992 et rose des vents associée.

## 4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Avec des niveaux en pollutions soufrée et azotée globalement faibles à insignifiants, la station de mesure de La Petite Pierre, située dans le Parc Régional Naturel des Vosges du Nord, présente une qualité de l'air typique d'une zone rurale légèrement influencée par les émissions atmosphériques liées à l'activité locale.

Quelque peu supérieurs à ceux du Donon (780 m d'altitude) ou d'Aubure (1100 m d'altitude), les niveaux en dioxyde de soufre et dioxyde d'azote observés à La Petite Pierre (335 m d'altitude) sont la plupart du temps bien inférieurs à ceux d'une grande agglomération de plaine comme Strasbourg.

Pour ces deux polluants, les phénomènes de pollution conduisant à une élévation temporaire des niveaux sont essentiellement associés à des transports de pollution en provenance de l'Est, voire par temps stable à une accumulation limitée de pollution automobile d'origine locale. De telles situations de pollution revêtent souvent un caractère régional affectant l'ensemble du fossé rhénan dont plus particulièrement les zones très urbanisées, et dans une moindre mesure les sommets vosgiens.

Les niveaux en ozone ont été en 1991 et 1992 en moyenne plus élevés pour les stations d'altitude, dont La Petite Pierre, que pour les stations de plaine. Le caractère régional également observable pour les épisodes photochimiques conduit par temps très ensoleillé à une élévation des niveaux durable en montagne et temporaire en périphérie des villes, avec dépassement, en montagne comme en plaine, des seuils horaires établis par la CEE.

Des investigations supplémentaires viseraient :

- en amont de la pollution ambiante, à appréhender de manière plus approfondie, entre autres à l'aide du laboratoire mobile, les parts de contribution locale et des apports extérieurs, notamment en situations météorologiques hivernales défavorables à la dispersion des polluants,

- en aval de la pollution ambiante et au regard de la vocation de préservation de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord, à qualifier les niveaux observés en rapport avec les normes de protection des végétaux, voire avec des références de contamination des écosystèmes.

## BIBLIOGRAPHIE

- BARTHOT C. *et al.* 1991. Les « pluies acides » dix ans de débats et de lutte contre la pollution atmosphériques. France. Ministère de l'Agriculture. -La Santé des Forêts 50-56.
- BERTRAND A. 1991. Etude des conditions climatiques associées aux épisodes de pollution majeurs sur l'agglomération de Strasbourg 1985-1990. Mémoire de maîtrise. Université Louis Pasteur de Strasbourg. U.F.R. Géographie. 275 p.
- BERTRAND A. 1993. Mesure des oxydes d'azote d'origine automobile en fonction des facteurs météorologiques de la densité et de l'éloignement du trafic. D.E.A. Université Louis Pasteur de Strasbourg. U.F.R. Géographie. 93 p.
- COMMUNAUTE ECONOMIQUE EUROPEENNE 1980. Directive du conseil CEE n° 80-779 du 15 juillet 1980 concernant des valeurs limites et des valeurs guides de qualité atmosphérique pour l'anhydride sulfureux (dioxyde de soufre) et les particules en suspension ; modifiée par la directive du conseil CEE n° 59-427 du 21 juin 1989.
- COMMUNAUTE ECONOMIQUE EUROPEENNE 1985. Directive du conseil CEE n° 85-203 du 7 mars 1985 concernant les normes de qualité de l'air pour le dioxyde d'azote.
- COMMUNAUTE ECONOMIQUE EUROPEENNE 1992. Directive du conseil CEE n° 92-72 du 21 septembre 1992 concernant la pollution de l'air par l'ozone.
- DANG Q.C. et FONTELLE J.-P. 1990. Pollution atmosphérique. Alsace année 1987. Inventaire des émissions SO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub>. D.R.I.R.E. CITEPA. 37 p.
- DEREXEL P. *et al.* 1989. Etude des précipitations collectées par un pluviomètre à fractionnement séquentiel implanté dans le massif vosgien. *Pollution atmosphérique* 124 413-418.
- MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA QUALITE DE LA VIE. 1984. Validation des données dans les réseaux de mesure de la pollution atmosphérique. Recommandations. 15p.
- STROEBEL R. 1993. La qualité de l'air en zones urbaines, industrielles et rurales françaises en 1991. ADEME. Direction de l'Action Régionale et Internationale. 83 p.
- TARGET *et al.* 1992. Etat de la qualité de l'air en Alsace. ASPA. 111 p.
- TARGET *et al.* 1993. Mesure de la pollution en forêt grâce à l'exploitation d'une tour instrumentée dans le massif du Donon. Rapport ASPA 1992. 39 p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1987. Air quality guide lines for Europe. Copenhagen. European series N°23. W.H.O. regional office for Europe.

## ANNEXE 1 : TABLES DE CORRESPONDANCES DES INDICES INDICE DE POLLUTION

SO <sub>2</sub>			Indice de pollution	niveau de pollution	NO <sub>2</sub>		
CLASSE DES MOYENNES (µg/m <sup>3</sup> )					CLASSE DES MOYENNES (µg/m <sup>3</sup> )		
JOURNA.	MENS.	ANNU.			JOURNA.	MENS.	ANNU.
0 - 10	0 - 10	0 - 10	1	Insignifiant	0 - 10	0 - 10	0 - 10
10 - 22	10 - 20	10 - 20	2	faible	10 - 20	10 - 20	10 - 19
22 - 45	20 - 35	20 - 30	3	très modéré	20 - 35	20 - 30	19 - 28
45 - 80	35 - 52	30 - 40	4	modéré	35 - 55	30 - 45	28 - 37
80 - 120	52 - 75	40 - 50	5	moyen	55 - 80	45 - 60	37 - 46
120 - 180	75 - 100	50 - 60	6	assez fort	80 - 110	60 - 80	46 - 55
180 - 250	100 - 130	60 - 70	7	fort	110 - 145	80 - 100	55 - 64
250 - 350	130 - 160	70 - 80	8	très fort	145 - 200	100 - 125	64 - 73
sup. à 350	sup. à 160	sup. à 80	9	excessif	sup. à 200	sup. à 125	sup. à 73

Établi par l'Association pour la Surveillance et l'Étude de la Pollution Atmosphérique en Alsace (ASPA) en tenant compte des normes européennes (valeurs guides et valeurs limites)  
Réajustement prévu dès la conclusion du groupe de travail inter-réseau en lien avec la mission confiée par l'Agence pour la Qualité de l'Air à Laurence RIEUNIER (LOITRESTU'AIR).

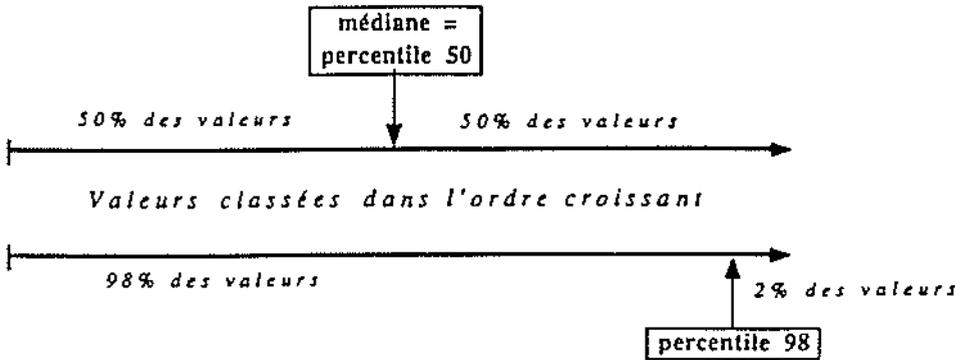
### INDICE DE QUALITÉ

C'est le niveau de pollution le plus élevé (de l'ensemble des polluants mesurés)  
qui détermine l'indice de la qualité de l'air

Indice de pollution	Qualificatif du niveau de pollution	Qualificatif de la qualité de l'air	Indice de qualité de l'air
1	Insignifiant	excellente	A
2	faible	très bonne	B
3	très modéré	bonne	C
4	modéré	assez bonne	D
5	moyen	moyenne	E
6	assez fort	médiocre	F
7	fort	mauvaise	G
8	très fort	très mauvaise	H
9	excessif	excécrable	I

Établi par l'Association pour la Surveillance et l'Étude de la Pollution Atmosphérique en Alsace (ASPA)  
Réajustement prévu dès la conclusion du groupe de travail inter-réseau en lien avec la mission confiée par l'Agence pour la Qualité de l'Air à Laurence RIEUNIER (LOITRESTU'AIR).

## ANNEXE 2 : SIGNIFICATION DES PERCENTILES



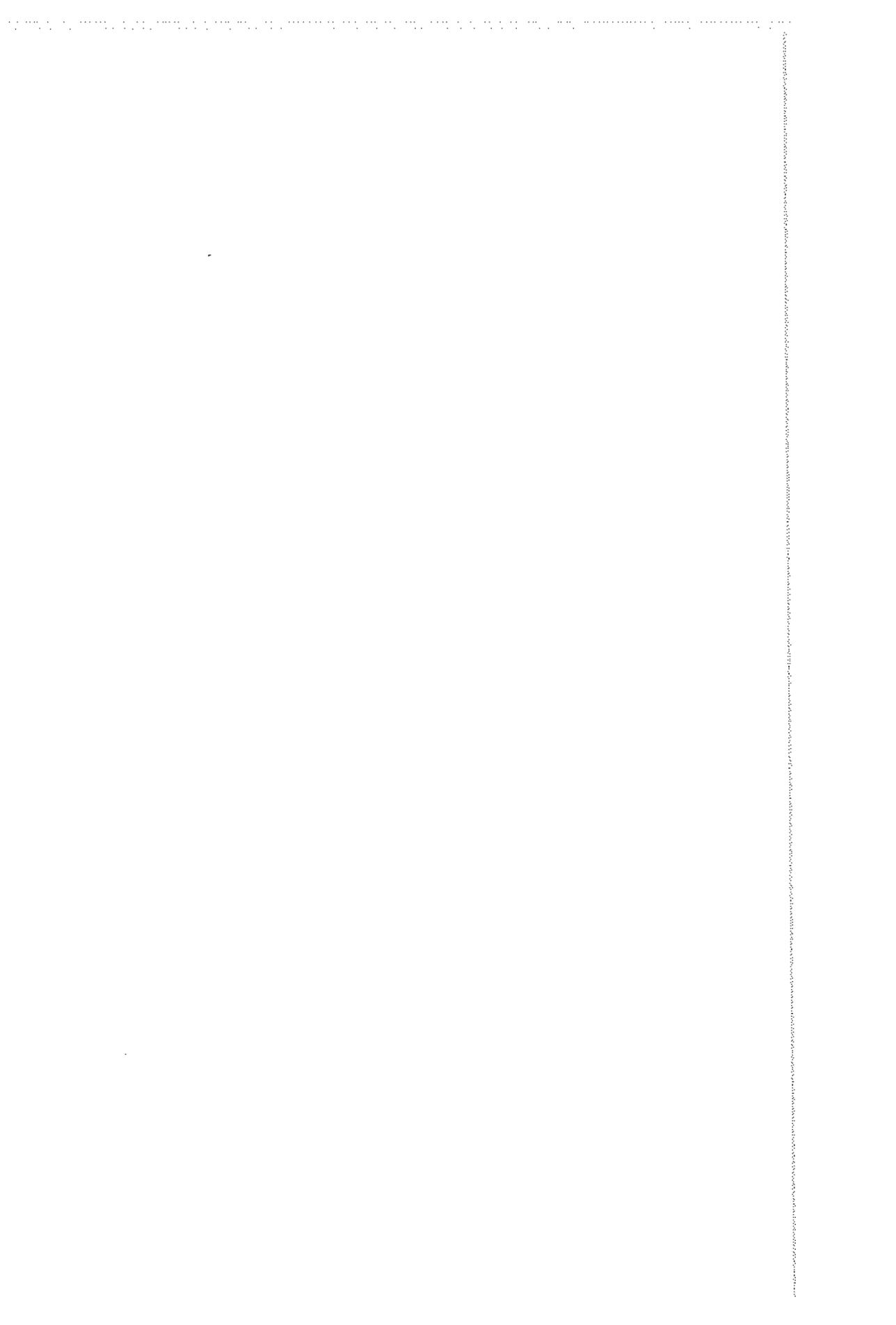
La médiane ou percentile 50 est la valeur médiane de l'ensemble des valeurs observées (horaires ou journalières) classées dans l'ordre croissant. Elle diffère d'autant plus de la moyenne arithmétique que la dispersion des valeurs autour de cette moyenne présente un déséquilibre (par exemple, présence de valeurs extrêmement hautes).

Le percentile 50 exprime ainsi un état moyen puisque 50 % des valeurs observées sont supérieures à ce percentile et 50 % inférieures.

Ne pas dépasser une valeur limite signifie pour un percentile 50 que 50 % des jours (ou des heures pour un percentile horaire) ayant fait l'objet de mesures doivent présenter des valeurs (journalières ou horaires) inférieures à cette valeur limite.

Le percentile 98 est la valeur de rang  $\frac{98 \times N}{100}$  de l'ensemble des N valeurs observées (horaires ou journalières) classées dans l'ordre croissant.

Ne pas dépasser une valeur limite signifie pour un percentile 98 que 98 % des jours (ou des heures pour un percentile horaire) ayant fait l'objet de mesures doivent présenter des valeurs (journalières ou horaires) inférieures à cette valeur limite. Ce qui revient à ne pas dépasser la valeur limite plus de 2 % du temps soit 7 jours (pour un percentile journalier) ou 175 heures (pour un percentile horaire) pour une année complète de mesure.



# Perception et représentation du paysage dans les Vosges du Nord

Préalables méthodologiques à une étude  
psychosociologique de la perception des paysages  
dans le Parc Naturel Régional  
des Vosges du Nord

par Frédéric LUCKEL  
5, rue de Neuchâteau - 67350 Pfaffenhoffen

*Résumé :* En préambule à une étude de la perception et de la représentation des paysages dans le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, étude qui vise à fournir les informations de base nécessaires au développement du « monitoring » systématique des paysages dans le cadre d'un Observatoire, nous voudrions ici présenter quelques problèmes méthodologiques qui découlent de l'antagonisme fondamental existant entre deux conceptions spatiales sous-jacentes à différentes approches scientifiques du paysage. Après avoir exposé les deux conceptions, celle de l'espace étendue et celle de l'espace centré, on proposera une démarche d'investigation sur les modalités de la transformation du territoire, du pays, en paysages remarquables. Cette démarche repose sur des expérimentations menées sur un territoire incluant le Parc, mais choisi volontairement plus étendu, afin de pouvoir travailler sur un échantillon plus vaste et plus varié, de façon à pouvoir situer, repérer les "paysages" du Parc dans une typologie plus générale.

Dans une seconde phase, déjà en cours, chacune des 21 unités paysagères identifiées sur le territoire du Parc fera l'objet d'un travail de repérage des paysages remarquables, d'une étude de leur perception et représentation (mentale et graphique). Un suivi régulier de ces « paysages », de leur transformation et de leur évolution sous la pression des agents « naturels » et anthropiques sera mis en place dans le cadre d'un Observatoire du Paysage.

**Summary :** Perception and representation of the landscape in the Northern Vosges

**Methodological preliminaries to a psycho-sociological study of the perception of landscapes in the Regional Natural Park of the Northern Vosges**

As a preliminary to a study on the perception and representation of landscapes in the Regional Natural Park of the Northern Vosges, study aimed at providing basic information necessary to the development of the systematic monitoring of landscapes within the framework of an Observatory, we should like to present here some methodological problems which arise from the fundamental antagonism existing between two spatial concepts underlying different scientific approaches to the landscape. After having described the two concepts, extensive space and centred space, an investigative approach is proposed on the lines of transformation of the territory of the country, into remarkable landscapes. This approach is based on experiments made in a territory including the Park, but voluntarily chosen larger, in order to be able to work on a greater and more varied sample, so that the Park's «landscapes» can be situated in a more general typology.

In a second phase, also in hand, each of the 21 landscape units identified on the Park's territory will be the subject of a register of remarkable landscapes, of a study of their perception and representation (mental and graphic). Regular follow-up of these «landscapes», their transformation and their evolution under the pressure of «natural» and anthropic agents will be placed within the framework of a Landscape Observatory.

**Zusammenfassung :** Wahrnehmung und Darstellung der Landschaft in den Nordvogesen

**Methodologische Vorarbeit für eine psychosozio-logische Studie der Wahrnehmung der Landschaften im Naturpark der Nordvogesen**

Zur Einleitung einer Studie über Wahrnehmung, Vor- und Darstellung der Landschaften im Naturpark der Nordvogesen - eine Studie, die sich die Herstellung der Grundlagen eines systematischen Monitorings der Landschaften im Rahmen eines Observatoriums zum Ziel gibt - werden hier einige methodologischen Fragen behandelt. Diese Fragen ergeben sich aus dem Bestehen einer gründlichen Gegensätzlichkeit von zweierlei Raumbegriffe, die wir in verschiedenen Bereichen der Landschaftskunde finden können der homogene kartezianische, mathematisch-physikalische Raum in seiner Auffassung als Ausdehnung, und der konkrete, zentrierte, gestimmte Lebensraum. Einer Darlegung dieser beiden Raumkonzeptionen folgt die Darstellung einer Forschung über die Bedingungen einiger Verfahren, die die Verwandlung von Land in Landschaft durch den Blick des Betrachters ermöglichen.

Mots-clés : Banque de données, méthodologie, observatoire du paysage, paysage, photographie, typologie du paysage

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Situation du problème

Avec le développement des équipements informatiques (Systèmes d'Information Géographique, Systèmes de Gestion de Bases de Données Relationnelles ou Orientées-objet, la gestion documentaire hypertexte ou même hypermédia) on assiste à une inflation de projets de contrôle et de gestion des données concernant les paysages. Une certaine précipitation peut se constater, due particulièrement au fait que dans chaque champ disciplinaire (géographie physique, humaine, urbanisme, écologie, architecture, psychologie sociale...) les concepteurs de bases de données développent des applications qui répondent légitimement à des contraintes spécifiques (définitions propres du concept de paysage, taxinomies, types de variables et de paramètres), sans trop se préoccuper des problématiques des champs disciplinaires même connexes, la fragmentation des conceptions du paysage s'étendant quelquefois à l'intérieur-même d'un champ disciplinaire.

Cette disparité normale et intrinsèque à la démarche scientifique devient extrêmement gênante pour les responsables de la gestion, de la maîtrise de la qualité paysagère d'un territoire, à l'échelle du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord par exemple. Elle est même source de paralysie lorsque les informations contenues dans différentes banques de données doivent être mises en interaction en vue de la prise de décisions d'intervention (à différentes échelles territoriales ou temporelles). L'interfaçage des phases de diagnostic et de prise de décision ne peut être optimisé que si l'architecture des données et des connaissances recueillies et stockées est compréhensible aux décideurs et exploitable par eux.

Ne serait-il pas pertinent, en complément à la dynamique intrinsèque au développement de bases de données par les chercheurs des différentes disciplines scientifiques d'imaginer une rétroaction de la demande des décideurs sur l'élaboration des bases de données et de connaissances, et par delà sur les problématiques et méthodes en usage dans ces disciplines ?

L'acceptation momentanée, ne serait-ce qu'à titre de vérification, de cette possibilité de rétroaction devrait pouvoir se répercuter sur une nouvelle mise en perspective de la classification des définitions du concept de paysage.

## 1.2. Le paradoxe du paysage

Il n'est évidemment pas question de suivre pas à pas les avatars de la définition du paysage puisque de nombreuses tentatives relativement récentes ont permis de les remettre à jour (ROUGERIE et BEROUTCHACHVILI, 1991). Des classifications des différentes acceptations ont été proposées, mettant à contribution entre autres la distinction entre paysage objectif et paysage subjectif et à un autre niveau entre paysage-objet et paysage-sujet, non sans citer les tentatives de conciliation des deux approches ou les cas de contamination d'une approche par quelques aspects ou hypothèses de l'autre à témoin les essais de rapprochement entre les méthodes d'évaluation sensorielle et les recherches physico-géographiques.

Néanmoins les efforts pour dépasser cette quasi dichotomie sont restés sur le plan des compromis méthodologiques, associant dans une même recherche les démarches des sciences naturelles et celles des sciences humaines - en particulier de la psychosociologie - visant à l'étude des représentations sociales de fragments de territoires, ou de la perception de l'environnement, sans toujours prendre conscience qu'il existe, tant dans les sciences de l'environnement que dans les techniques et procédures d'aménagement du territoire, deux conceptions absolument antagonistes de l'espace.

Pratiquement toutes les disciplines, qui parmi leurs «objets» comptent le «paysage», utilisent pour localiser leurs données dans l'espace un repère commun à savoir le trièdre cartésien (x,y,z). Cela correspond à une conception de l'espace comme étendue, chaque élément du monde (objet ou phénomène) étant repérable - par un observateur extérieur - dans un système de coordonnées formé de trois axes et dans lequel l'origine des axes est arbitraire et où tous les objets et phénomènes, tous les points peuvent a priori être considérés comme équivalents. Suivant différents systèmes de quadrillage les objets et phénomènes peuvent donc être repérés avec plus ou moins de précision et de finesse, compte tenu des méthodes d'observation ou de saisie et des instruments mis en oeuvre en fonction de l'échelle même des phénomènes et des objets. Dans la mesure où une discipline ou une démarche d'aménagement adhère à cette conception de l'espace, le paysage ne peut être définie comme un fragment d'espace (à une, deux ou trois dimensions) doté d'une certaine étendue, localisé en fonction d'un certain repère dont l'origine est à préciser, et possédant un certain nombre de propriétés, à témoin les modèles spatio-temporels (incluant l'évolution des propriétés) de SNYTKO (1976).

Ce qui peut paraître trivial dans des disciplines comme la géographie, l'écologie, la géologie devient problématique lorsque l'ingénieur, l'urbaniste, le paysagiste élaborent leurs projets d'aménagement avec ce même regard impartial, attribuant a priori la même importance à toutes les positions que peuvent prendre les éléments dont ils programment la production et la «mise en place», le tout en rapport avec l'échelle à laquelle ils interviennent.

Et c'est là qu'apparaît de la manière la plus flagrante la contradiction avec cette autre conception de l'espace, dont on peut trouver les sources tout autant dans l'observation de notre comportement quotidien, l'analyse des métaphores spatiales de nos langues (CASSIRER, 1953 et MATORE, 1962), l'examen par les historiens,

les psychologues et les anthropologues des modes de représentation du paysage en peinture que dans la réflexion phénoménologique d'un HUSSERL ou d'un MERLEAU-PONTY, celle de l'espace centré, donnée immédiate de notre perception. Moi, Ici et Maintenant, au Centre du Monde, je perçois mon environnement, au sens d'Umwelt, selon une perspective (qui est plus topologique que métrique) où des choses sont proches et d'autres lointaines, certaines importantes et d'autres moins... des choses que je remarque et d'autres non. Il n'y a pas de centre du monde dans le système cartésien, ou plutôt chaque point peut le devenir par simple translation alors que dans une philosophie de la centralité chaque être est le Centre de son propre Monde. Cette conception de l'espace est celle de tout un chacun, et en particulier celle des habitants des villes et des contemplateurs des paysages conçus et réalisés par les urbanistes, architectes, paysagistes et autres aménageurs du territoire.

Si des psychosociologues comme Kurt LEWIN, R. BARKER, Abraham MOLES (1972 et 1983), William H. ITTELSON (1974), Harold M. PROSHANSKY, Leanne G. RIVLIN ou Gary H. WINKEL n'ont pas manqué, et particulièrement depuis 1973 d'attirer avec énergie l'attention sur ce problème crucial on peut considérer que, sauf à de très rares occasions, les démarches de collecte et de traitement de données, tant en vue de leur exploitation scientifique que pour servir de matériau de réflexion à ceux qui ont à prendre des décisions dans le domaine de l'aménagement du territoire que de la conception des paysages ont superbement et le plus souvent volontairement ignoré cette difficulté.

On pourrait objecter assez facilement que le politique ou l'ingénieur, le paysagiste élaborent leurs projets non pour des individus particuliers noyés dans leur nombrilisme mais pour une nation, une collectivité territoriale, et ce à différentes échelles. Tout au plus consentent-ils à cibler leurs interventions selon des catégories de personnes (d'utilisateurs) finalement assez sommaires.

Et c'est là justement que le bât blesse à partir du moment où l'on écarte a priori toute possibilité de médiation, toute porosité entre les deux conceptions de l'espace que nous venons d'évoquer, en faisant l'économie de toute complication pouvant être induite par cette contrainte on se prive d'emblée de tous les efforts de synthèse, de synopsis réalisées par plusieurs générations de chercheurs et on continuera à élaborer soit des inventaires des paysages, des bases de données disjointes, propres aux préoccupations de chaque discipline ou de chaque démarche d'aménagement, ou alors des systèmes hétérogènes englobant dans une même coquille des informations qu'il sera quasi impossible de mettre en interaction, faute de modèles ou d'hypothèses sur la genèse et la détermination de la signification des paysages à partir des contraintes et données physiques dont certaines, perceptibles, participent à l'émergence du remarquable paysager d'un territoire ayant une étendue et des propriétés géomorphologiques, écologiques, météorologiques...

Ce qui vient d'être évoqué explique à la fois l'enthousiasme - puisque nous disposons de merveilleux outils - dans le développement d'inventaires et d'observa-

toires du paysage et les difficultés qui ne tardent pas à apparaître lors de la description des propriétés des différents «objets-paysages» et leur codification sous forme de données. Parmi les problèmes majeurs dont il sera question par la suite nous ne manquerons pas d'insister dès à présent sur celui de la «pulvérisation» du paysage, qu'il soit considéré comme paysage-objet ou comme paysage-sujet, par la description et la transformation des propriétés des «choses» et phénomènes en données selon des variables opérationnalisées et des paramètres. Il est évident que ce problème subsiste si l'on renonce à la représentation et au stockage informatique des données, renoncement qui implique toutefois une perte de souplesse dans la combinatoire des manipulations des fiches où sont stockées ces données...

## 2. RAPPORTS ENTRE UN TERRITOIRE ET SON PAYSAGE

### 2.1. Un antagonisme fondamental

Sur un territoire donné, une parcelle ou une section de la forêt domaniale de Wingen-sur-Moder, une partie de vallée vosgienne comme celle qui va de Reichshoffen à Dambach-Neunhoffen, des botanistes, des géomorphologues, des écologues, des géographes ... peuvent prélever, dans des stations, des géofaciès, des holocénoses pouvant même être réduites à des pieux, des sites, ... un certain nombre d'informations selon une liste de variables dont la sélection dépend à la fois de connaissances préalables et d'hypothèses destinées à être vérifiées par l'observation et le traitement des données.

En même temps un promeneur lesté d'un appareil photographique ou d'un équipement de peintre, un chasseur de papillons, un militaire cherchant visiblement à se camoufler (des manœuvres sont en cours) peuvent croiser ces équipes de scientifiques. Les deux groupes, interprètent les informations que leur fournit leur perception, en visant des buts probablement très différents. Les scientifiques ont pris soin de repérer, dans l'espace et dans le temps l'ensemble de leurs observations et procèdent avec méthode, selon des protocoles établis et reconnus comme fiables.

Pendant ce temps le promeneur flâne, se délecte du parfum des fleurs, apprécie le chant des oiseaux ou tombe en arrêt devant un "tableau des plus charmants", et s'oublie dans sa contemplation. Une autre personne, un psychosociologue - peut-être aussi un anthropologue - égaré ou à l'affût derrière un buisson observe depuis un moment notre promeneur. Va-t-il l'aborder pour l'interroger, selon les méthodes propres à sa discipline, ou simplement par curiosité, pour connaître les raisons de cette subite admiration, les qualités de l'émotion qui le saisit? Si le psychosociologue entreprend ses investigations il aura selon ses options méthodologiques, le choix entre une «interview» où il demandera au promeneur de décrire ce qu'il perçoit - selon la trame d'un questionnaire préétabli ou sous la forme d'un entretien plus libre - et la présentation d'une grille d'évaluation que le contemplateur devra appliquer à son expérience (s'agit-il de ce qu'il perçoit ou de ce qu'il ressent ?).

Dans tous les cas, le psychosociologue aura pris soin de préciser l'heure de l'entretien, les coordonnées précises de la position du promeneur, la direction de son regard, les limites approximatives du cadrage, la saison, les conditions météorologiques... Et si l'occasion d'interroger un autre promeneur se présente, il ne la laissera pas passer. Le contenu du champ de perception sera représenté avec plus ou moins de fidélité dans les énoncés du promeneur, par une photographie, éventuellement par un croquis, avec des distorsions prévisibles et spécifiques aux différents modes d'enregistrement, d'encodage ou de représentation.

En confrontant les données d'un certain nombre d'enquêtes, on cherchera à établir (avec les procédures et méthodes en usages dans cette discipline, comme l'analyse multidimensionnelle par exemple) des «régularités», des correspondances entre les données objectives (variables de la description physique du paysage) les variables de localisation spatio-temporelle, des conditions météorologiques et les données subjectives, impressions, sentiments, significations qui pour le psychologue ne seront accessibles qu'à travers les énoncés et autres réponses aux questionnaires. Et encore ces données ne seront-elles accessibles qu'à travers un dépouillement - déformant - de ces données.

## 2.2. La genèse du remarquable paysager

C'est énoncer un truisme que d'affirmer qu'il existe des ressemblances et des différences entre les démarches des deux groupes de scientifiques ; néanmoins on voit resurgir l'antagonisme fondamental entre les deux approches, d'une part des données localisées dans le repère orthonormé  $(x,y,z,t)$ , et d'autre part, des données localisées dans un système centré (non assimilable à un système de coordonnées polaires) sur un individu doté de deux yeux qui bougent, qui porte un intérêt aux reflets du soleil sur le feuillage argenté d'un saule, est sensible aux brumes matinales... où les choses proches semblent avoir plus d'importance que celles un peu plus lointaines... Cependant, l'espace de la perception ne peut se réduire à un modèle géométrique parfaitement identifié, bien que la topologie, avec ses concepts de voisinage, de limite, de dehors et de dedans ... puisse paraître être d'une certaine pertinence pour la modélisation des éléments matériels repérables dans un énoncé descriptif. La situation se complique encore si le psychosociologue prétend suivre le promeneur sur une partie de son parcours, et répéter sa saisie d'information chaque fois que celui-ci tombe en arrêt devant un paysage qui l'impressionne.

Certes il est possible de décrire comme BARKER (1968) et d'autres représentants de la «psychologie écologique» l'ont fait depuis les années soixante, la ligne d'univers de la trajectoire d'un sujet dans un repère  $(x,y,z,t)$  et de repérer ainsi les différents cônes visuels contenant des paysages tels qu'un sujet peut les définir, les remarquer, les ressentir. Généraliser cette approche à la foule des promeneurs du dimanche, des randonneurs, pose un autre problème. Et pourtant ce sont souvent des caractéristiques et des contraintes physiques et/ou objectives qui déterminent en grande partie non seulement la morphologie du contenu de ce que voient les promeneurs, et plus généralement les habitants d'un territoire, mais aussi les accès aux

points de vue possibles les géographes, géomorphologues, botanistes... sont parfaitement capables d'identifier et de décrire ce que tout le monde peut voir, les ingénieurs de l'équipement ou de l'aménagement forestier ont placé des parkings, défini des tracés de voies pour différentes catégories de véhicules. Tous ces éléments peuvent être modélisés et représentés dans des Systèmes d'Information Géographique. Mais rien de tout cela ne permet à ce jour de prévoir ce qui, pour une population ou un individu, fera partie de son «remarquable paysager», ce qui a pour conséquence que sauf exception non connue, les informations «objectives» stockées actuellement dans les bases de données (et en particulier dans celles des SIG) ne permettent pas d'informer les décideurs, les concepteurs de l'aménagement du territoire à quelque échelle que ce soit, sur certains effets non négligeables de leurs décisions, ce qui est particulièrement gênant quand on sait que, à côté des équipements et des services la qualité du paysage et (et cela se compliquerait immanquablement si l'on étendait la notion de paysage du visuel au sonore, à l'olfactif !) dépend aussi de sa morphologie, de la disposition des arbres, du tracé des rivières, du choix des espèces végétales par les agriculteurs et les ingénieurs forestiers, de l'état des chemins, des facilités d'accès, de l'emplacement des parkings, sans parler de la législation européenne sur la mise en jachère de certaines terres agricoles. Tout cela est connu et pourtant on continue à opérer d'une manière schizoïde lors de l'élaboration des projets d'Observatoire du paysage en regroupant les informations dans des sortes de caissons étanches, étant entendu que cette étanchéité est bien plus due aux pratiques des concepteurs et des utilisateurs de banques de données, qu'à la nature même du contenu.

Le lecteur pourrait entrevoir ici une sorte de contradiction, avec nos propos concernant l'antagonisme des deux systèmes de repérage spatial des données et les conséquences de cet antagonisme, sur les modes de représentation de ces données et les méthodologies d'analyse respectives en découlant.

C'est là que doit intervenir une réflexion sur les processus d'émergence du remarquable paysager, la possibilité de mettre à jour les représentations sociales, les systèmes de valeurs présidant à la transformation d'un territoire appréhendé comme un espace physique et objectif en un ensemble plus ou moins structuré de paysages reconnus comme tels par différents types de population.

### **3. APPROCHE PSYCHOSOCIOLOGIQUE DE LA SÉMANTIQUE DU PAYSAGE**

L'emploi de modèles d'interaction des opinions individuelles et de construction des représentations sociales du paysage est ici essentiel si nous voulons aboutir à la découverte de relations entre la description usuelle de fragments de territoire d'après les démarches des sciences physiques, naturelles et géographiques d'une part, et les significations affectées aux paysages perçus et vécus par les habitants de ces territoires d'autre part. Grâce au différenciateur sémantique développé par

OSGOOD *et al.* (1957) et adapté par nous-mêmes (LUCKEL, 1972 ; 1973 ; 1982 ; 1984 et thèse en cours) à l'évaluation des paysages et des photographies de paysages (et en particulier de cartes postales), il est possible de décrire chaque fragment de territoire remarqué comme paysage par un sujet dans un espace sémantique doté d'une trentaine de dimensions, et en comparant (par des méthodes d'analyse multidimensionnelles, de représentation par des arborescences des proximités, des ressemblances entre paysages) différents profils de polarité, d'opérer des classifications des paysages perçus selon des critères morphologiques, de codes de représentation (si l'on passe par des images photographiques) et de familles ou constellations de connotations.

Venant après FINES (1968) et LEOPOLD (1970), notre approche n'apporterait que des améliorations méthodologiques si elle ne reposait sur une interrogation fondamentale : comment le territoire se transforme-t-il en paysages sous le regard des habitants ?

Toutes les recherches sur la perception de l'environnement et des paysages, et les rapport préparé par WHYTE (1978) est là pour en témoigner, utilisaient pour la description des émotions, des significations des paysages des variables linguistiques, souvent des adjectifs (WHYTE, 1978 pp.30-33 et 76-80), dont la pertinence était très problématique, puisque ces variables étaient souvent choisies à la suite d'une réflexion sommaire sur les mots (représentant des stéréotypes) pouvant qualifier des paysages.

Un premier progrès a été réalisé en appliquant à une centaine de paysages très différents la méthode des constellations d'attributs (LUCKEL, 1972) qui consiste à demander à des groupes d'une quarantaine de sujets venant d'horizons socio-culturels très variés de qualifier un à un chacun des paysages (chaque sujet n'en voyait évidemment qu'une dizaine) ce qui a permis d'établir un vocabulaire de base pour la description et l'évaluation des paysages qui a pu (après l'emploi de méthodes de criblage pour éliminer les redondances) être soumis à des analyses multidimensionnelles. L'interprétation des résultats a permis de dégager une trentaine de couples d'adjectifs opposés (figure 1) qui représentent les facteurs les plus importants de l'évaluation du paysage par des variables linguistiques.

LIEU

NOM

	T	A	P	O	P	A	T	
1	Contrasté							Nuancé
2	Froid							Chaud
3	Réaliste							Abstrait
4	Intéressant							Ennuyeux
5	Lourd							Léger
6	Séduisant							Repoussant
7	Triste							Gai
8	Remarquable							Insignifiant
9	Beau							Laid
10	Terne							Coloré
11	Monotone							Varié
12	Clair							Sombre
13	Ancien							Moderne
14	Reposant							Excitant
15	Simple							Complexe
16	Inquiétant							Rassurant
17	Composite							Intégré
18	Romantique							Fonctionnel
19	Dispersé							Dense
20	Austère							Sensuel
21	Familier							Etrange
22	Inerte							Animé
23	Ordonné							Désordonné
24	Dépouillé							Riche
25	Actif							Passif
26	Quotidien							Rare
27	Harmonieux							Discordant
28	Banal							Pittoresque
29	Artificiel							Naturel
30	Ouvert							Fermé

Figure 1 : Facteurs les plus importants de l'évaluation des paysages.

## 4. DÉFINITION PERCEPTIVE VISUELLE ET PRAGMATIQUE DES PAYSAGES

### 4.1. Méthodologie pour une typologie spontanée du paysage

Il subsistait cependant encore deux hypothèses importantes quant à la validité de nos méthodes d'évaluation. Tout d'abord c'est nous qui choisissons les paysages. Une première tentative nous a amené à choisir des paysages représentés par des cartes postales, des catalogues d'agences de voyage ou d'offices de tourisme, avançant ainsi l'hypothèse que les paysages ainsi sélectionnés constituaient un bon échantillonnage des choix des habitants, puisque ces paysages devaient séduire les sujets, clients potentiels... et comme on n'attrape pas des mouches avec du vinaigre... Il est clair que cette démarche nous amenait à analyser les significations des paysages les plus stéréotypés. Cela nous a cependant permis de comprendre un peu mieux les liens entre les constellations de significations et les propriétés physiques des paysages (établies à partir de la description des images), mais rien ne nous prouvait que ce sont ces paysages qui auraient été remarqués par les personnes en question.

Nous avons donc confié un appareil photo 35 mm doté d'un objectif ayant une focale de 50 mm et un film noir et blanc de 20 poses à 30 personnes et nous avons demandé à chacune de photographier 20 paysages, leur laissant le choix de fixer elles-mêmes leurs critères de définition des paysages, (et en leur demandant de noter les conditions de la prise de vue, la position du photographe ...). Ceci nous a permis de récolter un échantillon de 617 photographies que nous avons utilisées pour une série d'expériences

Après avoir éliminé des images quasi identiques ou de mauvaise qualité (flou, sur ou sous exposition notoire) nous avons constitué 12 paquets contenant 40 à 50 images très variées (au niveau de chaque paquet) et nous avons demandé à des groupes de 40 personnes de classer - individuellement - les images en les regroupant selon des familles ( la taille des familles et les critères ont été laissés à la discrétion des sujets) contenant des images se ressemblant. En étudiant les intersections des familles et en appliquant des méthodes d'analyse factorielle et de classification automatique nous avons pu dégager par l'interprétation des résultats les grands types de critères que les sujets utilisaient pour différencier les familles. Nous ne donnerons ici qu'un exemple, concernant le corpus B, simplement pour illustrer notre démarche

En raison de la nature et du fonctionnement du programme d'analyse factorielle des correspondances utilisé, il est possible de faire une interprétation à la fois sur les relations entre images considérées comme variables actives, et sur les relations entre classes produites, vu que certaines classes réalisées par deux sujets peuvent être identiques, similaires, ou sans aucun recouvrement. Cependant vu le nombre élevé de classes la lecture des plans factoriels sera ardue et le nombre de classes occupant le même point de la représentation graphique sera élevé.

Pour faciliter l'interprétation, nous avons utilisé, outre les critères habituels (pourcentage d'inertie expliqué, qualité de la représentation) les règles suivantes pour la lecture des plans factoriels :

- confrontation des images (significatives) les plus opposées pour chaque axe idée d'opposition, de répulsion, d'exclusion ;

- comparaison des images appartenant à un même «patatoïde», pour dégager leurs points communs ;

- rangement en ordre croissant ou décroissant de leurs coordonnées des images qui permettent de passer des valeurs les plus négatives aux plus positives (ou inversement) essai pour constituer des échelles qui permettent de relier les images extrêmes d'un axe, si possible parallèlement à cet axe, ou alors selon la bissectrice des angles des axes du plan factoriel, une lecture donc selon la notion de gradation.

## 4.2. Critères dégagés sur le corpus B

### 4.2.1. Interprétation - opposition et ressemblance

- |     |                                       |                      |
|-----|---------------------------------------|----------------------|
| (1) | urbain banal et commun                | campagne paisible    |
|     | artificiel                            | naturel              |
|     | construit                             | forêt                |
|     | minéral                               | végétal              |
|     | eau                                   | absence d'eau        |
| (2) | proche                                | lointain             |
|     | détail                                | vue d'ensemble       |
|     | mobilier urbain                       | scènes de rue        |
|     | objets                                | lieux                |
| (3) | perspective                           | ouvert (vue du ciel) |
|     | point de fuite = ensemble et lointain |                      |
|     | cours d'eau, route ou                 |                      |
|     | chemin indiquant la                   | fermé (vue frontale) |
|     | direction du point de fuite = détail  |                      |

(4)	lointain	proche
	ciel visible	ciel invisible
	ensemble	détail
	vues ouvertes	sous-bois
	extérieur	intérieur
	ouvert	fermé
	varié	uniforme
	plusieurs motifs	un seul motif
	complexe	simple
	site	lieu
	pittoresque	énigmatique
	vue ouverte	le charme d'un endroit particulier

(5)	urbain en chantier	urbain construit récent
	clair	sombre, angoissant
	banal	original
	pollution et ordures	propre
	industrie	la nature dans la ville
	minéral pur	équilibre minéral/végétal

En représentation des axes par des échelles, des progressions selon un thème :

urbain / rural    artificiel / naturel    minéral / végétal

75,82,92,68,61,60,69,55,64,77,84

- de l'urbain artificiel et minéral, au naturel en passant par les étapes suivantes :

centre ville

route industrielle à 4 voies

paysage urbain vu de loin, usines et habitations

paysage urbain périphérique, bâti plus résidentiel

l'eau dans la ville, quais et arbres, végétation

campagne avec bâtiments agricoles

paysage rural avec pylônes électriques

chemin forestier

cultures et plantations

sous-bois

- proche / lointain dans paysages urbains (objets / lieux)

ou détail / vue d'ensemble en général :

73,68,53,70,96,76,64,98,65,,56,82,93,75

- eau, ouvert, lointain / champêtre, agreste, détails et proximité :

61, 60,96,99,98,94,90,69

- campagne cultivée / forêt et fond de vallée :

59,89,88,97,99,70,81,75,63,83,51

- chantiers urbains, pollution visuelle, benne à ordures et minéral pur/  
urbain récent, inquiétant, équilibre minéral/végétal, la nature dans la ville :

70,95,84,77,78,85,87,93,60,72

Nous pouvons constater la richesse, la variété des nuances distinguées par les personnes interrogées, et cela sans que l'enquêteur leur ait demandé de justifier verbalement leurs choix, leurs regroupements.

### **4.3. La définition empirique et spontanée du paysage**

#### **4.3.1. Démarche**

Nous avons ensuite supposé que les 30 sujets qui avaient produit l'échantillon des 617 photographies de paysage n'avaient pas nécessairement la même conception du paysage, ne donnaient pas à ce terme la même définition et qu'il devait en

être de même pour tout autre échantillon de sujets, ce qui nous a amené à mettre en place une nouvelle expérience après avoir tiré au sort des paquets d'une vingtaine d'images parmi les 617 nous avons demandé à des groupes de 20 personnes de ranger chaque paquet de 20 ou 21 images du «plus au moins paysage», en leur disant qu'ils pouvaient considérer que les 21 images qui leur étaient présentées ne correspondaient probablement pas de la même manière à l'idée qu'elles se faisaient du «paysage». Par l'analyse du rang moyen de chaque image, des coefficients de corrélation par rangs (Spearman) entre les différents rangements nous avons pu dégager les principaux critères utilisés par ces personnes pour accepter ou refuser une image en tant que représentant un paysage. Par ailleurs (LUCKEL, 1982 et 1984), nous avons mené une réflexion sur les distorsions d'un paysage par l'enregistrement photographique, les conditions de prises de vue et bien d'autres facteurs que nous n'avons pas la place de détailler ici, ce qui nous a permis de séparer lors de l'interprétation les éléments qui étaient liés à la mise en forme photographique et ceux qui étaient liés au contenu de l'image. Nous avons aussi démontré que la photographie avait aussi une qualité très importante puisqu'elle témoignait d'une manière très fidèle de ce que le sujet en situation voyait depuis un point de vue, donc était une bonne simulation des conditions de perception dans un espace centré.

Nous tenons à faire remarquer que nous ne donnons pas ici tous les détails concernant nos analyses, étant donné qu'ils sont accessibles dans un travail antérieur (LUCKEL, 1987).

### 4.3.2. Une définition «expérimentale» du paysage

Au cours des expériences de partition des corpus, certains sujets émettaient des réserves quant à la pertinence du choix de certaines images qu'ils n'arrivaient pas à considérer comme des paysages. Par ailleurs, les différentes analyses de contenu que nous avons pu réaliser par le passé (et dont nous donnerons un bref aperçu plus loin) sur le matériau verbal recueilli à partir d'associations libres produites par l'inducteur «paysage», donnent des informations sur les représentations sociales du mot, mais ne permettent pas de définir vraiment un cahier des charges d'une définition opérationnelle des qualités que doit avoir un fragment du champ perceptif (ou une représentation au sens de *Darstellung*) pour mériter le label «paysage». Si, au lieu de considérer l'appellation paysage comme quelque chose de brutal, d'exclusif, sous l'angle du tout ou rien, on avance l'hypothèse d'une appartenance graduelle au genre «paysage», on peut imaginer une expérience qui permettrait de ranger une série de photographies (de paysage) du « plus paysage» au «moins paysage», bref de demander à une vingtaine de sujets de classer en ordre décroissant des images selon leur degré d'appartenance au genre paysage. Pour ce faire, avant de passer aux expériences plus importantes nous avons réalisé 21 images reprenant en terme de cadrage et de contenu les principales caractéristiques des 617 images analysées par la méthode des partitions et nous avons demandé à un échantillon de 20 personnes de réaliser la tâche définie ci-dessus, et dont les résultats ont été regroupés dans un tableau avec en colonnes les 20 sujets, en lignes les 21 images, et dans les cellules le rang donné par chaque sujet pour chaque image.

### a) Le calcul du rang moyen

Photo	Rang moyen	Ecart-type
P1	13,7	2,1703
P10	5,15	3,0377
P11	5,60	2,8879
P12	7,80	2,4617
P13	17,1	2,3643
P14	16,2	3,8158
P15	7,10	3,3749
P16	11,8	5,2593
P17	16,9	3,1922
P18	12,1	5,735
P19	13,8	6,1666
P2	7,25	3,6177
P20	13,4	4,2825
P21	20,1	0,9434
P3	13,4	2,5768
P4	2,95	2,4387
P5	18,0	2,5588
P6	7,25	3,3147
P7	7,35	4,7146
P8	6,35	2,7978
P9	6,75	3,7666

Et après rangement selon le rang moyen croissant, donc du moins au plus «paysage» :

Photo	Rang moyen	Ecart-type
P4	2,95	2,4387
P10	5,15	3,0377
P11	5,60	2,8879
P8	6,35	2,7978
P9	6,75	3,7666
P15	7,10	3,3749
P2	7,25	3,6177
P6	7,25	3,3147
P7	7,35	4,7146
P12	7,80	2,4617
P16	11,8	5,2593
P18	12,1	5,735
P3	13,4	2,5768
P20	13,4	4,2825
P1	13,7	2,1703
P19	13,8	6,1666
P14	16,2	3,8158
P17	16,9	3,1922
P13	17,1	2,3643
P5	18,5	2,5588
P21	20,1	0,9434

Ce qui permet, en privilégiant les images dont l'écart-type à rang moyen égal est le plus faible, de proposer une échelle des degrés décroissants de «paysageté» sous la forme d'une séquence de 10 images à peu près équidistantes.

Photo	Rang moyen	Écart-type
P4	2,95	2,4387
P10	5,15	3,0377
P9	6,75	3,7666
P12	7,8	2,4617
P16	11,8	5,2593
P19	13,8	6,1666
P14	16,2	3,8158
P13	17,1	2,3643
P5	18,0	2,5588
P21	20,1	0,9434

## **b) L'observation de la séquence appelle quelques remarques**

- le paysage est avant tout compris comme rural, campagnard qu'urbain, lointain que proche, vue d'ensemble que vue de détail ;

- les indices d'activité ou de présence humaine ne sont pas toujours dévalorisants un clocher, un village, une clôture en bois sont des éléments du paysage, alors qu'un pylône électrique ou des objets en métal sont perçus comme des corps étrangers, ne faisant pas partie du paysage, le dévalorisant, surtout lorsqu'ils sont proches, saillants, un peu comme s'il y avait, d'une manière sous-jacente une échelle d'intrusion visuelle jouant le rôle d'un filtre, avec effet de seuil si l'objet étranger devient trop apparent ;

- le rapport végétal/minéral est très déterminant et à contenu globalement égal, pour des cadrages analogues, plus un lieu apparaît comme minéral, et moins il est perçu comme paysage ;

- l'échelle lointain/proche joue également un rôle important car de deux images semblables, c'est la plus ouverte, présentant la vue la plus large et un minimum de surface de ciel, qui l'emporte ;

- la notion de profondeur, d'étagement en plans successifs, et faisant de préférence intervenir les effets de perspective aérienne pour renforcer ceux de la perspective géométrique donnent un caractère «plus paysager» ;

- l'intervention de recherches photographiques formelles, en particulier celles tendant à diminuer l'iconicité, le réalisme de l'image, pour la faire glisser vers une certaine abstraction, allant de pair avec une diminution de la complexité locale des

textures ou de celle plus générale de la morphologie d'ensemble de l'image ont un effet négatif : un paysage présente nécessairement un certain degré de complexité, de désordre, de réalisme figuratif.

L'image la plus paysage (P4) regroupe tous les avantages qui viennent d'être énoncés, celle qui l'est le moins accumule tous les défauts (P21).

S'agissant là d'une interprétation intuitive, reposant sur une lecture tant de la séquence des 10 images (corpus réduit) que de celle des 21, il serait peut-être utile de faire quelques vérifications complémentaires.

### **c) Étude de la matrice des corrélations par rangs des Spearman et de celle de la matrice des corrélations linéaires par une analyse en composantes principales**

Il est permis de supposer que lorsque les sujets rangent en ordre décroissant des images selon un critère donné, ils se servent à tout moment de repères plus ou moins explicites, de définitions intuitives pour prendre leurs décisions de mise en ordre.

En comparant entre eux les différents rangements ou les valeurs (c'est-à-dire les scores obtenus par les 21 images, la valeur du degré de «paysageté» étant inversement proportionnelle au rang) des degrés de paysageté on peut espérer dégager, par une analyse factorielle par exemple, les dimensions qui sous-tendent les choix, les décisions.

Pour ce faire, on calcule à partir du tableau des données brutes la matrice des corrélations linéaires et en lui applique une analyse factorielle en composantes principales. Notons que la matrice des coefficients par rangs de Spearman est quasi identique, mais nous ne disposons pas à l'époque du logiciel qui s'applique au traitement de cette dernière.

### **d) Interprétation des axes**

L'axe 1 permet de distinguer des vues de détail construites, pittoresques, avec effets de cadrage "recherchés", une certaine originalité et des vues de villages dans leur écrin de verdure, vues de loin avec étagement de plusieurs plans en profondeur, une ambiance carte postale des plus banales.

Les axes 2 et 5 jouent sur l'effet proche/lointain, ensemble/ détail, tenant compte du fait que chaque sujet a pu les appliquer à des motifs (contenus) très différents.

En ce qui concerne l'axe 3 l'opposition la plus marquée, la plus évidente paraît être entre le rural et l'urbain, et pour l'axe 4 nous constatons l'importance de l'échelle minéral/végétal.

Pour étendre la vérification nous avons complété nos investigations par une analyse en AFC du tableau des distances du  $\chi^2$  :

L'examen des images qui s'opposent selon chacun des cinq axes montre que seules les deux premières oppositions (auxquelles correspondent respectivement 43,5% et 15,2% de variance expliquée) sont vraiment interprétables

- Axe 1**            jointain vs proche  
                      ensemble vs détail  
                      réaliste vs abstrait  
                      village dans écrin de verdure vs détails de végétation de plus en plus proches
- Axe 2**            faible vs forte emprise activité agricole

Force est de constater que l'application de l'analyse multi-dimensionnelle ne donne pas de résultats vraiment flagrants. De plus il y a une grande disparité entre les résultats et le poids des mêmes facteurs (interprétés) pour les deux analyses. En fait l'analyse factorielle a souvent donné des résultats «facilement» interprétables quand les jugements implicites ou explicites mis en jeu par les expérimentations s'opéraient «apparemment» d'une manière atomistique, indépendamment les uns des autres et qu'il fallait rechercher, repérer, reconstruire une cohérence, comme par exemple dans le cas des différenciateurs sémantiques, des profils de polarité. Or les opérations de rangement se font de proche en proche, par comparaisons successives, par une sorte de propagation du raisonnement, avec des retours, des repentirs, des corrections.

La mémoire joue un rôle de contrôle dans une situation de prise de décision multicritères, et les liens que les sujets établissent entre des jugements partiels comme (proche/jointain), (minéral/végétal), (urbain/rural), (abstrait/réaliste) ou avec le jugement global, la décision finale (peu paysage/très paysage) ne sont pas nécessairement représentables par des fonctions linéaires comme le coefficient de corrélation (ACP), ou des distances comme celle du  $\chi^2$  (AFC), d'où les différences, anomalies entre les résultats. Il aurait été possible d'escamoter ce faux pas, s'il ne semblait pas intéressant d'en comparer les résultats avec ceux d'une démarche heuristique qui repose justement sur une mise à profit, l'exploitation et peut être la vérification de cette hypothèse du raisonnement, jugement de proche en proche, par propagation, sur cet effet de contiguïté. Nous essaierons, appliquant en cela et avec outrance, la méthode du «presse-citron», un autre modèle de représentation des résultats bruts.

### e) Méthode des arborescences

Dans la mesure où deux paysages sont contigus (dans la liste de rangement) pour une personne, on peut estimer que leur degré d'appartenance à la catégorie paysage est sinon équivalent, du moins assez proche. En construisant la matrice des

transitions markoviennes pour  $(n, n+1)$  et  $(n, n-1)$  sur l'ensemble des réponses, en cumulant les deux résultats, on obtient une matrice de similarité non plus selon l'idée de ressemblance globale, mais selon le degré d'appartenance au genre paysage.

Une étude des parcours de la représentation arborescente des résultats devrait donc donner un éclairage plus pertinent des processus de décision et des critères en jeu.

### \* Expérience princeps

Après avoir fait le relevé des résultats du rangement par 20 sujets des 21 photographies, on reporte dans une matrice de transition le nombre de fois où, pour 20 sujets, une image donnée est suivie ou précédée par chacune des autres, et ce à différentes distances  $k$ ,  $k = 1$  voulant dire qu'il y a succession ou précession immédiate. Si deux images se suivent, on peut considérer que leur contiguïté est un bon indicateur de la similarité de leur degré d'appartenance à la catégorie «paysage». Ainsi les valeurs de la matrice de transition représentent le nombre de fois où deux images ont été reconnues comme proches, semblables par les sujets. Nous avons cumulé les (fait la somme des) valeurs pour la précession et la succession ayant remarqué que souvent deux images semblables subissaient de simples permutations dans les rangements réalisés par des sujets différents. Cependant, il faut observer que deux images peuvent se retrouver contiguës dans une réponse mais en même temps être très différentes dans leur rang moyen : cela correspond à des ruptures brutales de la chaîne, de la séquence au niveau justement de ce rang moyen, alors que localement, de par le principe même du rangement ils ont un rang immédiatement supérieur ou inférieur. Les analyses factorielles reposant sur des indices de similarité basés sur des formules avantageant les corrélations linéaires ont tendance à déformer -en exagérant ou en minimisant- ces ruptures, alors qu'une matrice de similarité basée sur la fréquence de contiguïté traduit d'une autre manière, par des différences de fréquence, la distance entre deux images. Nous profitons ici encore d'un mode de représentation des données qui exploite l'idée, l'hypothèse du raisonnement de proche en proche qui gouverne le rangement des images du plus au moins «paysage».

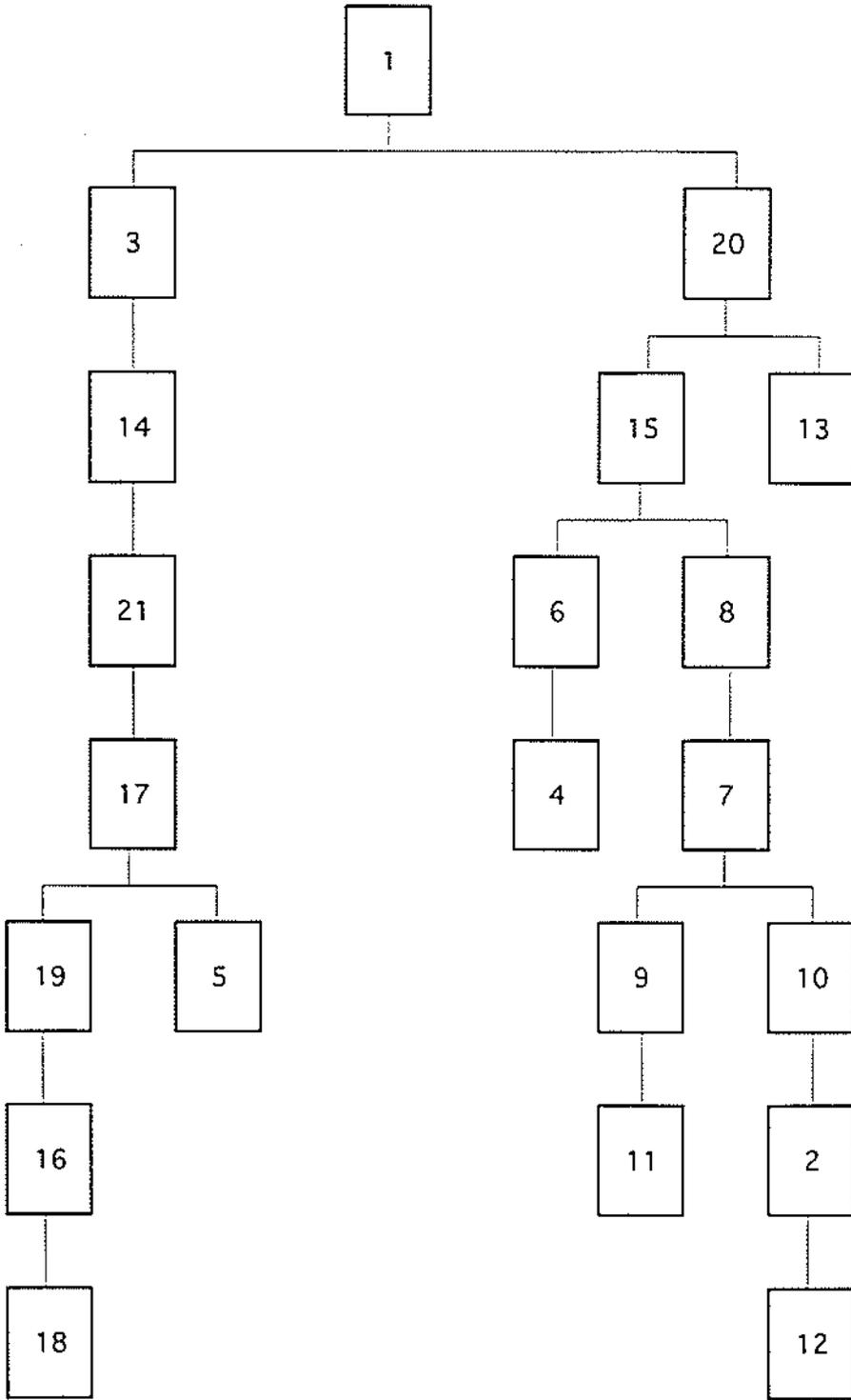


Figure 2 : Représentation graphique de l'arbre valué .

## \*\* Interprétation

4-(6,15) : pour un même type de cadrage et même contenu, une différence lointain/proche qui va de pair avec une diminution du rang :

(4) lointain et rang=2,95

(6) proche et rang=7,25

(15) proche et rang=7,10

(6,15)-20-13 : rang moyen croissant, diminution de la quantité de végétal au profit du minéral, de l'urbain ; de la campagne cultivée vers le centre ville, de l'ouvert au fermé, de l'ensemble au détail.

20-1-3 : rangs moyens équivalents, même équilibre minéral/végétal.

14-21-17-5 : (17) proche et équilibre minéral végétal  $r=16,90$

(14) minéral pur mais moins proche  $r=16,20$

(5) proche et équilibre minéral végétal  $r=18,0$

(21) proche et minéral pur et plus fermé  $r=20,10$

19-16-18 : nature, vue de près, détail, rangs moyens proches

(16) contrejour, texture riche, relief et réaliste, assez ouvert et contrasté  $r=11,8$

(18) moins contrasté, richesse des gris, moins de relief, plus abstrait et plus proche,  $r=12,10$

(19) contraste très faible, abstraction, flou composition respectant volontairement des règles du paysage classique chinois !  $r=13,85$ .

6-15-8-7-9-11 : le rang moyen est approximativement le même pour cette séquence mais si l'ouverture du paysage augmente, le rang moyen diminue : images (8) et (11). De même pour le rôle de l'axe minéral/végétal.

6-15-8-7-10-2-12 : même aspect général, mais le rang moyen augmente avec l'intrusion croissante des éléments artificiels comme les pylônes électriques.

21-17-19-16 : le rang moyen diminue (donc le degré d'appartenance à la catégorie paysage augmente) avec l'importance croissante de l'ouverture, de la distance (les vues de loin), et de la domination du végétal sur le minéral.

3-14-21 : rang moyen croissant, de l'ensemble au détail, de l'ouvert au fermé, diminution de la végétation.

16-19-17-5 : rang moyen croissant avec le passage du naturel à l'artificiel, du végétal au minéral.

4-...-10-...-11 : très ou assez lointaines sur le graphe ces 3 images ont les trois rangs moyens les plus faibles, sont celles considérées comme le plus «paysage» et présentent des caractéristiques communes : vues ouvertes de campagne, avec des villages plus ou moins visibles dans leur écran de verdure, avec peu ou pas de perturbations par des éléments artificiels ; l'image (4) semble dominer le lot grâce à la qualité de sa «scénographie» liée au motif de l'arbre, l'étagement des plans en profondeur, du plus proche au plus lointain, l'animation du ciel, la perspective aérienne, l'harmonie entre le minéral et le végétal, la richesse des textures au premier plan.

### **\*\*\* L'analyse factorielle de la matrice des transitions (n,n+1) a permis de dégager 5 axes dominants**

Interprétation

Axe 1 opposition minéral / végétal

Axe 2 vue frontale, fermée / vue en perspective, ouverte

Axe 3 clair et contrasté, gai / sombre, gris, triste

Axe 4 proche / lointain

Axe 5 minéral avec traces de végétation / végétal avec éléments artificiels.

Le nombre relativement faible nombre de sujets interrogés (40 pour chaque groupe d'images) tant pour la partition des corpus en classes d'équivalence que pour les expériences de rangement ne permet pas de hiérarchiser, classer entre eux les critères dégagés par les différentes analyses : notre but n'est pas pour l'instant de faire une étude sociologique des différentes acceptations du paysage par des catégories de personnes, mais simplement d'explicitier les dimensions de quelques "manipulations" de représentations photographiques - ou même de créations photographiques - de paysages, manipulations visant à activer chez les sujets des processus de «raisonnement», de résolution de problèmes qui impliquent le recours à des critères de définition et de classification du paysage.

Or nous avons eu l'occasion, à plusieurs reprises, de constater que les expériences réalisées avec un petit nombre de sujets (mais traitées avec des tests non paramétriques) permettaient d'obtenir des résultats qualitatifs du même ordre que ceux obtenus avec des échantillons importants et représentatifs.

Dans le cadre de cette recherche, nous avons préféré privilégier la recherche d'un maximum de dimensions, de variables et de critères de l'organisation mentale du paysage en variant les éclairages méthodologiques et heuristiques par rapport à la représentativité sociologique : il s'agit plutôt de la mise au point d'une grille de description de tout paysage (et même de toute photographie) avec un maximum de variables dans un premier temps à partir d'enquêtes avec des questions ouvertes, laissant au sujet le soin de produire, d'inventer la réponse. Sur le fond les manipu-

lations demandées s'apparentent à des questions ouvertes, à la différence près qu'on n'exige pas de réponses verbales. Par la suite, il sera possible, en reprenant dans un questionnaire fermé les variables dégagées par la première analyse, d'envisager une étude différentielle et systématique, cumulative aussi, de la représentation du paysage sur des corpus imposants et avec des échantillons représentatifs.

Avant de présenter cette grille nous voudrions résumer dans une phrase, une seule, l'ensemble des conditions nécessaires pour qu'une photographie puisse être un «paysage».

Tout d'abord il faut aller dans la nature, se mettre de préférence en hauteur, trouver un endroit qui ne soit pas trop perturbé par des intrusions visuelles de la famille des pylônes électriques, découvrir un arbre à quelques dizaines de mètres, un village dans un écrin de verdure, au moins la trace d'un clocher, éviter les barbelés, attendre d'être en léger contrejour, filtrer correctement pour maîtriser la perspective aérienne, ne pas trop jouer au virtuose en recherchant des effets d'abstraction et de flou artistique, et vous avez de grandes chances de réussir «un paysage».

Si par malheur vous avez oublié de mettre un film dans l'appareil cela n'est pas trop grave, puisque le paysage a été cadré, créé dans votre esprit, vous l'avez même vu sur le dépoli, vous avez suivi le processus de fabrication, il vous manquera simplement la vérification, et la preuve ...

D'une manière plus épurée, une description systématique des paysages pourrait se faire dans l'espace des dimensions que voici (et sans présupposé sur les importances relatives de ces variables, ni sur les risques de corrélation et de redondance) :

proche / lointain

naturel / artificiel

minéral / végétal

ouvert / fermé

en perspective / en vue frontale

clair / sombre

contrasté / nuancé

abstrait / réaliste

ordonné / désordonné

simple / complexe

ensemble / détail

position de la ligne d'horizon

position de l'appareil par rapport au soleil

varié / monotone  
riche / pauvre  
rural / urbain  
construit / non construit  
prés / champs ou bucolique / géorgiques  
sauvage / cultivé (mainmise agricole, clôtures)  
présence / absence d'eau  
industriel / commercial / résidentiel  
harmonieux / discordant  
ancien / moderne  
vertical / horizontal  
désert / animé  
dominé, maîtrisé / non contrôlé, délaissé  
entretenu / non entretenu

## 5. CONCLUSION

Bien que dans nos différentes tentatives d'interprétation nous n'avons pas souvent été tentés d'exprimer des oppositions, différences, ressemblances entre images «significatives» isolées par l'analyse par des notions comme triste/gai, vivant/mort, sinistre, lugubre, attirant/repoussant...etc, et cela sans nous «censurer» volontairement ce serait plutôt la démarche entreprise, les modèles de représentation des résultats retenus qui nous ont évité de tomber dans ce piège. La mise entre parenthèses de la signification individuelle, de la connotation permet en quelque sorte une «réduction éidétique du paysage», une réduction à des dimensions essentielles du paysage.

Rappelons que nous sommes en face de deux types de critères ou de variables :

- 1- de structure, forme, organisation
- 2- de contenu, présence ou absence d'éléments, de motifs

Le paysage, en tant que photographie, existe donc sous deux aspects de par la ressemblance que nous constatons entre l'image et le souvenir d'impressions visuelles passées et présentes, de par l'ordre, la réorganisation, la disposition de ces

éléments dans l'image. L'acte photographique consiste en un prélèvement par empreinte lumineuse, et après sélection de certains éléments comprimés dans un cadre (rectangulaire, carré, en forme de trou de serrure s'il le faut), un enregistrement et un traitement physico-chimiques, enregistrement et traitement qui ne vont pas sans déformations, altérations, transformations, anamorphoses.

Ainsi l'étude de photographies de paysages a été menée non pas comme dans des travaux précédents (LUCKEL, 1972 et 1973) en tant que substituts iconiques mais réducteurs de paysages, mais en tant que résultat d'un acte fondateur du paysage (la production et même la création) de paysages par la photographie nous a permis d'approcher le degré zéro, le stade de la compréhension, de la définition naïve du paysage, en quelque sorte le matériau à partir duquel un photographe expérimenté, quelque soit son but, son intention, peut construire (y compris après l'avoir fragmenté, atomisé en motifs - donc tenir compte de la notion d'infrasigne, de signe et de supersigne) des images par sélection, combinaison, déformation.

Pour mieux comprendre l'instauration du paysage par la photographie, il faudra examiner de près la démarche photographique proprement dite, pour montrer comment nos expériences visuelles sont structurées, organisées, mises en forme par le regard photographique, comment nos expériences visuelles peuvent être modifiées par l'anticipation, la simulation mentale d'une image photographique.

Nous disposons donc d'un ensemble de critères et de variables choisis, définis par les habitants eux-mêmes qui permettent :

- de décrire la morphologie tout «paysage» ou toute image de paysage visible depuis un point de vue localisable (x,y,z,t) ;
- de qualifier, d'évaluer et d'exprimer la signification de ces paysages dans un espace de dimensions réduites (de 30 à 15 environ par l'analyse factorielle) ;
- de représenter ce paysage dans un espace de variables qui fondent sa reconnaissance comme paysage : ainsi le remarquable paysager d'un territoire peut être défini par quelques experts qui respectent des critères objectivés par l'analyse de la «subjectivité» de groupes de contemplateurs de paysages, ce qui évitera par la suite une débauche d'enquêtes puisque des définitions de points de vue, de paysages remarquables pourront être réalisées par des experts ayant un minimum de formation !

Un pas a ainsi été franchi dans l'homogénéisation de l'ensemble des variables susceptibles de décrire aussi bien les propriétés d'un territoire (données fournies par des sciences reposant sur une conception de l'espace étendue), que les propriétés des paysages définies à partir d'une démarche reposant sur une conception de l'espace centré (données fournies par certaines approches de la psychosociologie de l'environnement). En faisant intervenir par ailleurs les découpages du territoire du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord en 21 unités paysagères (selon des critères qui tous reposent sur une conception de l'espace étendue) on peut tenter un premier essai de création d'observatoire du paysage dans les Vosges du Nord visant à stocker, gérer et utiliser (à des fins d'étude scientifique comme d'aide à la déci-

sion) les informations sur la structure et l'évolution des paysages. Une étude, utilisant les présents résultats, est actuellement en cours sur le territoire de l'unité paysagère du «Fossé de Lembach».

Il serait souhaitable que chaque personne, impliquée de près ou de loin dans des processus d'étude ou d'aménagement des paysages du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, puisse définir les variables (spécifiques ou non à sa discipline) qu'il serait impératif d'intégrer à la base de données et cela, en précisant les protocoles d'observation et de codage afin que des prototypes de banques de données puissent prochainement être mis à l'épreuve.

Une première esquisse pourrait comporter des paquets de 10 à 30 variables pour chaque champ disciplinaire (registre de l'espace étendue) et 3 paquets de 15 à 30 variables pour les disciplines reposant sur une conception de l'espace centré :

- 15 à 30 variables sémantiques définies plus hauts
- 15 à 20 critères morphologiques de la description intuitive du paysage
- 15 à 20 critères d'appartenance «au remarquable paysager»

Cette banque de données pourrait être alimentée (parmi d'autres) selon deux procédures :

- par campagnes de relevés ou prélèvements systématiques à l'échelle d'une unité paysagère ;

- à l'occasion d'études plus ponctuelles : par exemple l'étude de la perception différentielle des parcelles forestières suivant qu'elles sont exploitées en mono ou en polyculture menée en parallèle avec une étude de la variété biologique (faune et flore) sur les mêmes territoires ; les différents chercheurs impliqués définissant leurs variables opérationnelles, stockant leurs données respectives, les exploitant de leur côté puis comparant éventuellement leurs résultats.

C'est là que surgit un nouveau problème qui ne sera qu'évoqué ici : au fur et à mesure les différents chercheurs n'apporteront pas seulement des informations pouvant être considérées comme des Données Initiales Contrôlées (DIC) mais aussi des Données Secondaires Elaborées (DSE) qui sont en fait de véritables connaissances (pouvant naturellement être remises en question avec l'apparition de nouvelles hypothèses) et il faudra étendre la banque de données à une base de connaissances, ce qui est une autre affaire. Ce passage du stockage et de la gestion de données à ceux de connaissances, devra de toute façon intervenir, parce qu'un observatoire du paysage ne devra pas seulement contenir des informations sur les objets (nature, structure, morphologie des paysages) mais aussi des informations sur les méthodes de conception de projets d'intervention, les démarches d'aménagement, les critères de décision, bref toute l'expérience acquise par les personnes qui ont eu l'occasion d'intervenir sur le territoire du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, ainsi que les relations entre les différents états d'un paysage, avant et après une transformation, l'histoire d'un paysage, son intérêt pour différentes catégories d'usagers, sa reconnaissance ou non reconnaissance par d'autres catégories.

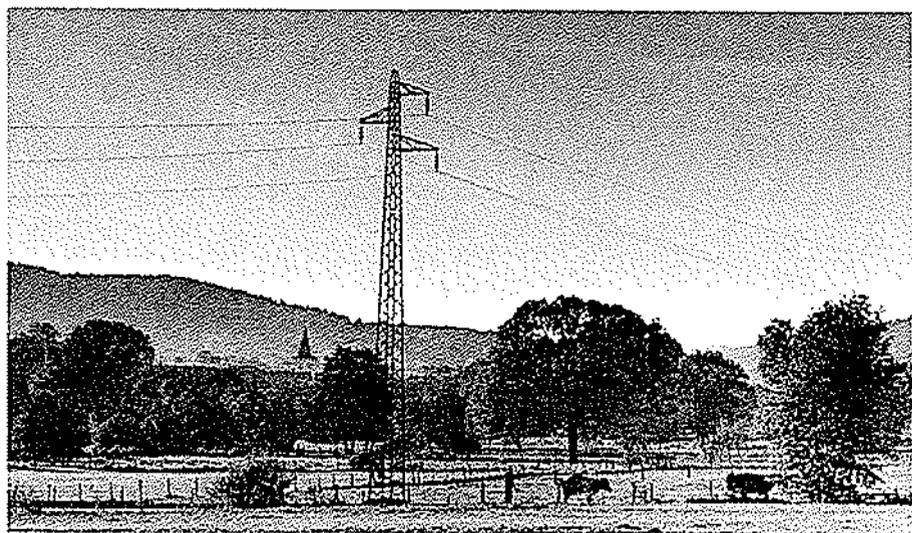
## BIBLIOGRAPHIE

- BARKER R. 1968. Ecological psychology. Stanford. California. Stanford University Press.
- BOUCHE M. 1990. Ecologie opérationnelle assistée par ordinateur. Masson. Paris.
- CASSIRER E. 1953. Philosophie der symbolischen Formen. Die Sprache. Yale University Press.
- FINES K., D. 1968. Landscape evaluation a research project in East Sussex. *Regional Studies* 2 : 41-55.
- ITTELSON W. *et al.* 1974. An Introduction to Environmental Psychology. Holy. Rinehart and Winston. Inc. New York.
- LEOPOLD L. B. 1970. Landscape aesthetics. *Ekistics* 29 : 271-277.
- LUCKEL F. 1972. Esquisse d'une méthode d'évaluation des connotations des paysages, Travaux de l'Institut de Psychologie Sociale des Communications. Université Louis Pasteur. Strasbourg.
- LUCKEL F. 1973. Matrices de similarité et classification des paysages. Travaux de l'Institut de Psychologie Sociale des Communications. Université Louis Pasteur. Strasbourg.
- LUCKEL F. 1982. Expression photographique d'une poésie du paysage, Mémoire de DEA, Institut de Psychologie Sociale des Communications. Université Louis Pasteur. Strasbourg.
- LUCKEL F. 1984. Les procédés photographiques générateurs de fiction. Communication au Colloque Sur la Fiction, organisé dans le cadre de la II<sup>e</sup> Biennale Internationale de Photographie de Venise. Ecole d'Architecture de Venise et Université Paris VIII.
- LUCKEL F. 1987. Expérimentations sur la photographie de paysages. *in* Pour la photographie, n° 2 de la Revue d'Esthétique photographique, Sur la Fiction, GERMS. Paris.
- MATORE G. 1962. L'espace humain. La Colombe. Paris.
- MOLES A. et ROHMER E. 1972. Psychologie de l'espace. Castermann. Paris - Tournai.
- MOLES A. et RIBEY F. 1983. Ressemblances, différences entre les paysages, Typologie et matrices de similarité. *Les annales de la recherche urbaine* n° 18-19 : 42-50.
- LEVINE P. et POMEROL C. 1989. Systèmes interactifs d'aide à la décision et systèmes experts. Hermès. Paris.

- OSGOOD C., E. *et al.* 1957. The Measurement of Meaning. University of Urbana Press. Urbana.
- ROUGERIE G. et BEROUTCHAVILI N. 1991. Géosystèmes et Paysages. Bilan et méthodes. Armand Colin. Paris.
- SNYTKO V. A. 1976. Les régimes géochimiques. *In* Les recherches sur les géosystèmes steppiques dans le temps. Nauka. Novosibirsk.
- WHYTE A.T. 1978. La perception de l'environnement lignes directrices méthodologiques pour les enquêtes sur le terrain. Notes techniques du MAB 5. Préparé en collaboration avec le SCOPE, UNESCO. Paris.



*Photo 1 : Moulin au bord de la Moder (près d'Obermodern).*



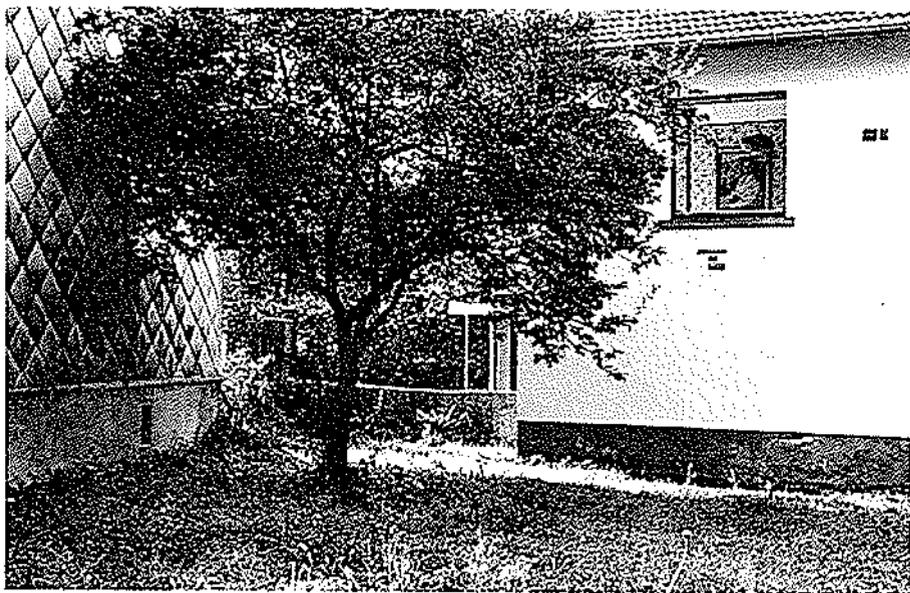
*Photo 2 : A l'orée des Vosges du Nord (Près de Bischholz - Rothbach).*



*Photo 3 : Moulin au bord de la Moder près d'Obermodern.*



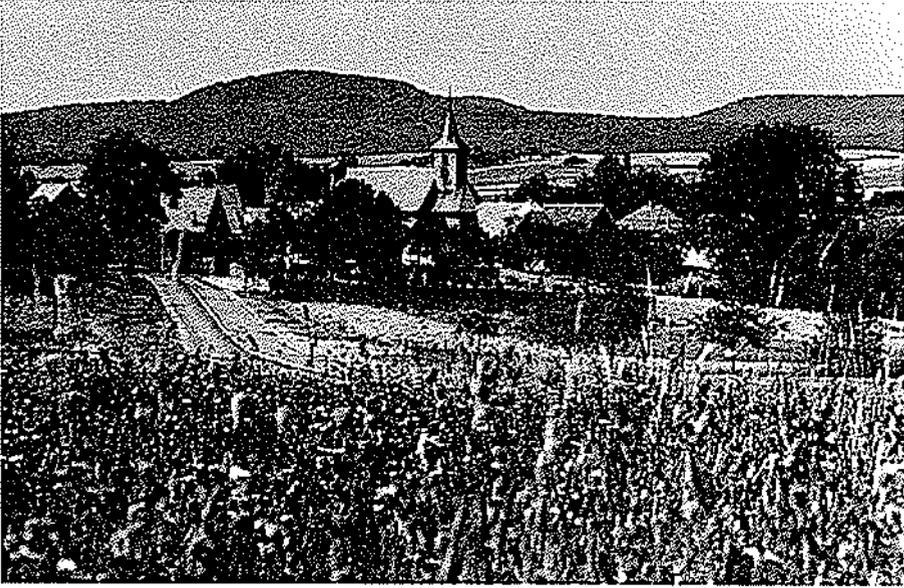
*Photo 4 : Vue sur le Val de Moder et les Vosges du Nord.*



*Photo 5 : Hinsbourg dans le Parc National Régional des Vosges du Nord.*



*Photo 6 : Haute vallée de la Moder.*



*Photo 7 : Menchhoffen et les Vosges du Nord.*



*Photo 8 : La campagne près d'Ingwiller.*



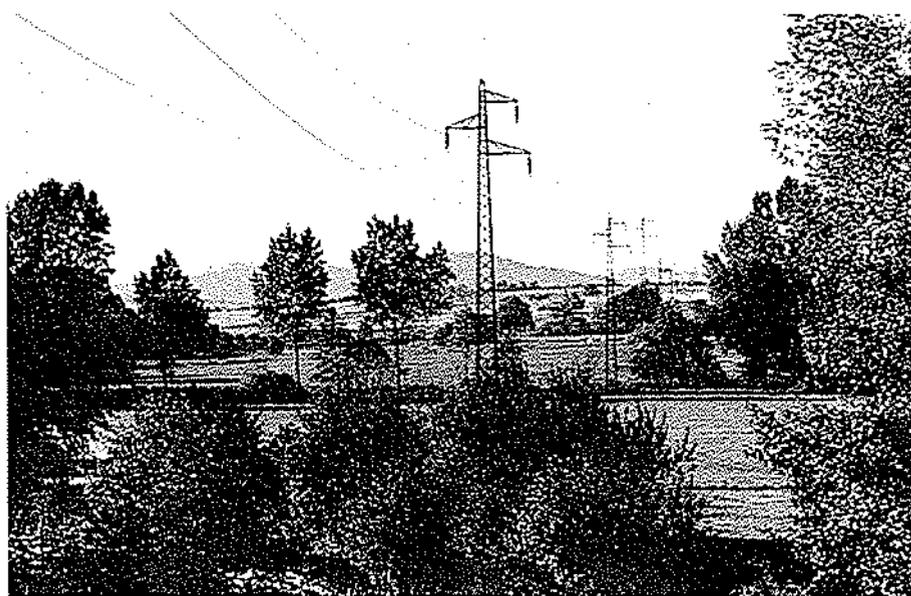
*Photo 9 : A forêt du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, près de Mulhausen-Offwiller le soir.*



*Photo 10 : Rothbach .*



*Photo 11 : Entre Mulhausen et Bischholz - A l'orée des Vosges du Nord, le soir.*



*Photo 12 : Vosges du Nord, avec le Château de Lichtenberg à l'arrière plan.*



*Photo 15 : Vallée de la Moder.*



*Photo 16 : Près d'Offwiller.*



*Photo 18 : Haute vallée de la Moder dans le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord.*



*Photo 19 : Entre Rothbach et Ingwiller.*



*Photo 20 : Neuwiller-les-Saverne .*



*Photo 21 : Pfaffenhoffen - Ancienne brasserie - Silo (Friche industrielle).*



# L'extinction de la Gelinotte des bois *Bonasa bonasia* dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord

par Régis DESBROSSES  
Université de Bourgogne  
Faculté des Sciences de la vie, Laboratoire d'Ecologie  
B.P. 138 - 21004 Dijon Cedex

**Résumé :** La présence ancienne de la Gelinotte des bois comme espèce nicheuse dans les Vosges du Nord et des contacts occasionnels avec cette espèce au cours de la dernière décennie ont conduit à envisager une prospection minutieuse afin de préciser son statut exact. La recherche de sites potentiellement favorables et l'utilisation de l'appau n'ont pas abouti à mettre en évidence la présence d'un noyau stable de population. L'espèce est éteinte en tant que reproductrice, mais des oiseaux erratiques peuvent encore être observés. La comparaison avec les situations étudiées en Bourgogne et en Franche-Comté permet de préciser le rôle joué par la sylviculture et le traitement en futaie régulière. Des propositions d'aménagements sont envisagées afin de reconstituer la population disparue.

**Summary :** Dying out of the Hazel Grouse (*Bonasa bonasia*) in the Northern Vosges Biosphere Reserve

The former presence of the Hazel Grouse as a breeding species in the Northern Vosges and the occasional contacts with the species during the last decade have led to a detailed survey being envisaged in order to determine its exact status. A search for potentially favourable sites and the use of decoy bird-calls has not led to establishment of the presence of a stable nucleus population. The species is extinct as far as breeding is concerned, but odd birds can still be observed. Comparison with situations studied in Burgundy and in Franche-Comté enables the role played by forestry and the treatment of regular high forest to be determined. Management proposals are foreseen in order to restore the missing population.

**Zusammenfassung :** Das Haselhuhn (*Bonasa bonasia*) ist im Biosphärenreservat Nordvogesen ausgestorben.

Da das Haselhuhn in früheren Zeiten in den Vogesen als alteingesessener Brutvogel bekannt war, im Laufe der letzten zehn Jahre aber nur selten angetroffen wurde, will man mittels einer sorgfältigen Untersuchung herausfinden, wie es um dieses Tier steht. Erforschungen denkbar günstiger Plätze für das Haselhuhn und die Verwendung von Lockpfeifen konnten keinen stabilen Populationskern aufzeigen. Die Art pflanzt sich hier nicht mehr fort, aber umherstreifende Vögel können noch beobachtet werden. Der Vergleich mit solchen in der Bourgogne und in der Franche-Comté untersuchten Situationen erlaubt, die Rolle genau darzulegen, die die Waldwirtschaft und die Förderung des Hochwaldbestandes dabei spielen. Veränderungsvorschläge sollen gemacht werden, um der fast ausgestorbenen Population zu neuem Bestand zu verhelfen.

**Mots-clés :** *Bonasa bonasia*, Vosges du Nord, extinction, habitat, sylviculture

## 1. INTRODUCTION

La Gelinotte des bois occupe une aire de répartition limitée en France aux massifs montagneux de l'est et du nord-est : Alpes, Jura, Vosges et Ardennes (DRON-NEAU, 1982a). L'espèce présente son optimum dans les forêts mixtes de l'étage montagnard ; elle ne dépasse pas la limite supérieure de la forêt, mais peut localement coloniser les forêts de l'étage collinéen. On rencontre alors l'espèce dans des forêts caducifoliées pures, à des altitudes inférieures à 200 mètres. A l'ouest d'un axe Rhône-Saône-Meuse l'espèce n'est pas constante, bien que sa présence ait été prouvée dans certains secteurs du Massif Central, Forez et Cévennes notamment, alors que sa présence dans les Pyrénées n'est pas encore clairement établie.

Plus qu'une limite géographique, l'axe Saône-Meuse matérialise une véritable barrière climatique pour la Gelinotte qui semble n'apprécier que les zones sous influences climatiques montagnardes et continentales. Ceci se vérifie au niveau de sa répartition européenne, puisque l'espèce est absente des Iles Britanniques, d'Espagne et de la façade occidentale de la Scandinavie.

Dans ce contexte, le massif des Vosges du Nord se présente comme une zone importante pour l'espèce, pour plusieurs raisons :

- il s'agit d'un vaste ensemble boisé qui s'inscrit dans l'aire de répartition géographique de l'espèce,
- le climat de type tempéré à tendance continentale très marquée est plutôt favorable à la présence de l'espèce, ainsi qu'en témoignent les modèles forestiers des Vosges du Nord (MULLER, 1988),
- l'altitude moyenne se situe au-dessus de 300 mètres,

- la proximité des Vosges moyennes, vaste massif montagneux occupé par l'espèce, et qui peut jouer pour les zones périphériques un effet réservoir (DRONNEAU, 1982a).

## 2. HISTORIQUE DE LA GELINOTTE DANS LES VOSGES DU NORD

Nous ne reviendrons pas ici en détail sur l'ensemble des contacts qui ont été obtenus dans les Vosges du Nord, puisque ce travail a fait l'objet d'une mise à jour par GENOT (1985). Il est cependant important de souligner les points suivants :

- la Gelinotte est une espèce potentiellement nicheuse dans les Vosges du Nord puisque des données anciennes l'attestent ;
- elle a connu un fort déclin au cours de la première moitié de ce siècle ;
- à partir des années 1950, les observations sont exceptionnelles et aucune preuve de reproduction n'est rapportée. Ainsi, il est fort probable que l'estimation de 1976 faisant état de 15 couples est trop optimiste (KEMPF et PFEFFER, 1976) ;
- enfin, les 5 observations effectuées entre 1980 et 1985, attestent de la présence de l'espèce.

Mais à quel type de population se rattachent ses observations ? Est-on en présence d'une population relictuelle ? S'agit-il d'oiseaux erratiques ? De juvéniles à la recherche d'un territoire ? C'est à l'ensemble de ces questions que nous avons tenté de donner une réponse.

## 3. L'INVENTAIRE DE LA POPULATION

Afin de se faire une idée précise de la population relictuelle qui subsiste dans le massif, il convient de conduire une prospection minutieuse. Pour réaliser ce travail nous ne disposons que d'une seule méthode : cartographier les secteurs forestiers offrant encore des potentialités d'accueil et repérer par la méthode du rappel les oiseaux qui y vivent. Pour cette espèce d'une extrême discrétion, seule l'utilisation d'un appeau permet d'obtenir des résultats ; la recherche des indices de présence, l'écoute spontanée des oiseaux chanteurs, la chance de lever un oiseau au cours de prospections silencieuses sont autant de méthodes totalement aléatoires (DESBROSSES, 1987). En particulier, une absence de contact ne permet pas d'affirmer une absence de Gelinotte.

Nous avons en effet pu vérifier dans une zone marginale de l'aire de répartition de l'espèce en Côte d'Or, que seule la repasse permet de localiser des oiseaux (DESBROSSES, 1985).

Tenter d'appliquer la repasse à l'ensemble d'un massif tel que les Vosges du Nord est utopique. La Gelinotte des bois, comme la plupart des oiseaux, est une espèce qui exige certaines caractéristiques d'habitat, aux niveaux structurels et spécifiques.

#### 4. LES EXIGENCES QUANT À LA STRUCTURE DE L'HABITAT

Tous les auteurs qui ont décrit le biotope de la Gelinotte s'accordent sur le fait que les strates basses jouent un rôle déterminant (DRONNEAU, 1982b) ; en leur absence, il n'y a point de Gelinotte. Mais la densité des peuplements, l'organisation des strates les unes par rapport aux autres, l'effet lisière créé par le passage d'un type de peuplement à un autre, sont des facteurs dont l'importance dans l'habitat forestier de la Gelinotte n'a pas clairement été élucidé.

A partir des travaux que nous avons conduits dans le massif du Jura sur l'habitat de la Gelinotte et dans tous les étages où elle se rencontre encore, nous avons pu mettre en évidence quelques grands traits de la structure de l'habitat :

- les strates herbacées, buissonnantes (essences du sous-bois produisant des baies telles que myrtille, ronce, rosier, framboisier) et arbustives (essences ligneuses de moins de 4 mètres) doivent être représentées de façon équilibrée et équitable,

- la circulation entre les strates est de règle, aucune strate ne devant faire écran ou créer une rupture par excès ou par défaut,

- la circulation verticale doit toujours être possible pour cette espèce qui vit au sol, mais qui regagne immédiatement le refuge que lui offrent les arbres, en cas de danger, en présence d'un prédateur repéré, pour s'alimenter et pour dormir.

Pour l'organisation verticale, l'élément paysager déterminant pour caractériser les habitats forestiers de la Gelinotte, est «l'effet lisière» tel que le définissent les phytosociologues : le passage progressif d'un peuplement à l'autre avec une zone de contact à l'intérieur de laquelle disparaissent progressivement les essences du milieu ouvert, et apparaissent les essences du boisement (JULVE, 1988). Dans les peuplements exploités, c'est bien plus souvent pour la Gelinotte une rupture et non une lisière qui matérialise le passage, dans ce cas sans transition, d'un peuplement à l'autre. Cependant les forêts exploitées offrent des structures qui s'apparentent à la lisière et qui conviennent à la Gelinotte. C'est le cas des futaies jardinées, des taillis-sous-futaie de 12 ans et plus, de certains stades de recolonisation après disparition du pâturage...

La structure du peuplement idéal pour la Gelinotte est une organisation de milieux suffisamment ouverts, pour que les déplacements horizontaux (en piétant) et verticaux (en volant) soient possibles, et suffisamment fermés pour qu'ils soient

difficilement pénétrables pour les prédateurs de la Gelinotte, en particulier l'Autour des palombes, *Accipiter gentilis* et l'Epervier, *Accipiter nisus*.

## 5. LES EXIGENCES ALIMENTAIRES

La Gelinotte est un oiseau végétarien glaneur ; la part de l'alimentation animale est restreinte et limitée à la belle saison ; période durant laquelle les ressources alimentaires des biotopes qu'elle occupe sont abondantes et ne constituent pas un facteur limitant. La plupart des parties végétales sont ingérées : baies, fleurs, feuilles, tiges, graines... Les proies animales constituent jusqu'à 20 % de l'alimentation des adultes, alors que les poussins s'en nourrissent presque exclusivement.

C'est en hiver que la disponibilité des ressources en nourriture peut constituer un facteur limitant. La Gelinotte est en effet très sélective et ne consomme que des bourgeons d'arbustes ou d'arbrisseaux. Ils doivent être prélevés en abondance pour que les apports énergétiques qu'ils fournissent pallient aux déperditions importantes que la rigueur du climat occasionne ; elle se protège la nuit dans les igloos (KLEIN, 1989). La Gelinotte porte son choix sur des essences précises, délaissant des végétaux pourtant abondants, tel que le Hêtre, *Fagus sylvatica*, et les résineux qui ne sont jamais consommés.

Quatre essences feuillus jouent un rôle déterminant, à tel point que la présence de la Gelinotte dépend de la disponibilité et de l'abondance de cette ressource pour l'alimentation hivernale. A cette période de l'année, les Bouleaux, *Betula sp*, le Noisetier, *Corylus avellana*, les Aulnes, *Alnus sp*, et les Sorbiers, en particulier le Sorbier des oiseleurs, *Sorbus aucuparia*, sont recherchés en priorité et de façon presque exclusive.

Ces règles ont donc orienté les axes de travail et de prospection afin de trouver les zones à Gelinotte dans lesquelles serait appliqué le rappel.

## 6. LA SYLVICULTURE CONDUITE DANS LES VOSGES DU NORD

Lès forêts sont exclusivement traitées en futaies régulières. Le Hêtre et les essences résineuses sont partout favorisés, au détriment des autres peuplements et des essences n'ayant pas de valeur commerciale. Le bouleau en particulier, est partout éliminé dès les plus jeunes stades de la succession.

Notre prospection à la recherche de parcelles potentiellement favorables s'est rapidement révélée infructueuse, car aucun site ne paraît capable d'abriter la Gelinotte. Les peuplements équiens de hêtre ou d'essences résineuses ne renferment aucune des plantes indispensables à l'alimentation, et ne fournissent aucun effet lisière où l'équilibre entre les strates est respecté.

Il faut donc envisager comme ultime potentialité, les peuplements marginaux qui pourraient éventuellement échapper à l'homogénéisation et à la banalisation considérable que subissent ces forêts (MULLER, 1985). Notre recherche s'est donc orientée vers les sommets de pentes, les versants abrupts, les fonds de vallons, les lisières relictuelles. Le rappel y a été appliqué, en vain. Mais ces peuplements montrent la véritable potentialité de cette forêt, avec de très belles structures favorables et la présence des essences que nous avons indiquées : le noisetier, l'aulne glutineux, le sorbier des oiseleurs et l'alisier blanc sont rares mais on les rencontre, parfois en belle abondance. Mais c'est surtout le bouleau qui présente la plus forte potentialité et c'est vraisemblablement à lui que la Gelinotte doit sa présence historique. Et par conséquent c'est à son éradication systématique par le forestier que la Gelinotte doit sa disparition du massif.

## **7. QUE S'EST-IL PASSÉ POUR LA GELINOTTE DES BOIS DANS LES VOSGES DU NORD DEPUIS UN SIÈCLE ?**

Comme dans la plupart des zones de basses altitudes dans son aire de répartition, la Gelinotte a subi un net déclin dû principalement à la sylviculture. Il semble cependant que le déclin dans les Vosges du Nord ait eu lieu assez tôt, puisque dès 1950 la disparition semble générale. Pour d'autres régions, en particulier sur le massif jurassien, même sur les plateaux de faible altitude, les populations ont résisté plus longtemps. Il faut sans aucun doute y voir là encore l'effet direct de la sylviculture. Pour les Vosges du Nord, l'exploitation en futaie régulière est beaucoup plus ancienne que sur le Jura où nous assistons actuellement à un très net recul de l'espèce.

Les dernières observations de Gelinotte dans les Vosges du Nord, et celles qui peuvent être amenées à se produire, sont le fait d'oiseaux erratiques à la recherche de territoires. Ces individus peuvent être contraints à se déplacer très loin de leur territoire d'origine (de l'ordre de 100 km, ce qui est considérable pour une espèce réputée sédentaire). Ils ne s'installent pas dans la zone du Parc, aucun secteur n'apparaît comme un véritable « bastion » où l'espèce résiste à la disparition. Trois des cinq derniers contacts ont eu lieu en octobre-novembre ; cette période correspond précisément à l'émancipation des jeunes et vient donc conforter l'hypothèse des déplacements post-reproduction.

## **8. LE PROBLÈME DE LA SYLVICULTURE**

Comme nous l'avons démontré, le mode de sylviculture par futaie régulière a une lourde responsabilité dans le déclin et la disparition de l'espèce. Mais ne peut-on envisager une adaptation de ce mode de sylviculture aux exigences de la Gelinotte? Le traitement en taillis-sous-futaie ne convient à la Gelinotte des bois que sur une brève période ; les taillis trop jeunes, moins de 12 ans et ceux qui sont trop

âgés, plus de 20, ne lui sont pas favorables. Aussi, sans remettre en cause dans ses grands principes la futaie régulière, il paraît tout à fait possible d'envisager une futaie régulière qui conserverait, au moins dans les 20 premières années de son cycle, des structures et des aménagements qui favoriseraient la Gelinotte, en priorité la conservation des essences alimentaires. Ce serait, pour les Vosges du Nord, principalement les bouleaux, mais aussi localement le noisetier, le sorbier des oiseaux, l'aulne, les saules, les aubépines...

## **9. LA RECONSTITUTION DE L'HABITAT DE LA GELINOTTE**

Il n'est pas indispensable que la reconstitution des biotopes favorables soit continue, elle peut se faire par taches en portant les efforts sur des secteurs a priori favorables : les bords de chemins et de routes, les fonds de vallons, les bandes boisées sous les lignes électriques, les zones aménagées dans un but cynégétique (gagnage de cervidés), les secteurs de moindre intérêt pour le forestier... Il est souhaitable d'avoir des taches de 5 à 10 ha ayant une densité de l'ordre de 20 pour 1000 ha (GULLION, 1977).

## **10. CONCLUSION**

Parce qu'elle est discrète et que son écologie est encore trop peu connue, les intérêts de la Gelinotte ne sont pas pris en compte par les gestionnaires forestiers. Le déclin généralisé que connaît l'espèce en est une preuve évidente. Cependant nous savons qu'elle dépend directement de la structure et de la composition des strates basses ligneuses de la forêt. Toutes les actions tendant à redonner à ce Tétraoïd, petit en poids, mais grand par le prestige que sa présence donne à la forêt la place qui lui revient dans les écosystèmes forestiers seront des modèles illustrant parfaitement la volonté du gestionnaire de concilier sauvegarde des espèces et production forestière. Là où d'autres espèces prestigieuses sont absentes (Lynx, Grand Tétrás, Ours...), la Gelinotte des bois peut nous donner ce point de repère indispensable comme indicateur biologique de l'état de santé de la forêt.

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à remercier Jean-Claude GENOT pour son aimable accueil au Parc Naturel Régional et pour la disponibilité dont il a fait preuve afin de me permettre de travailler dans d'excellentes conditions.

Je remercie Messieurs les chefs de division de l'Office National des Forêts qui m'ont autorisé à me déplacer et à effectuer la prospection nécessaire sur les territoires dont ils ont la responsabilité.

## BIBLIOGRAPHIE

- DESBROSSES R. 1985. La Gelinotte des bois en Côte d'Or. *Le Jean-le-Blanc* 24 : 47-61.
- DESBROSSES R. 1987. Les méthodes de dénombrement de populations de Gelinotte des bois (*Bonasa bonasia* L.). Colloque galliforme de montagne : p. 53-68
- DRONNEAU C. 1982a. Enquête sur la répartition de la Gelinotte des bois (*Bonasa bonasia* L.) dans le nord-est de la France. *Bull. O.N.C.* 60 : 16-26.
- DRONNEAU C. 1982b. L'écologie de la Gelinotte des bois (*Bonasa bonasia* L.) dans l'est de la France. Premiers résultats. D.E.A. Paris VI. 45 p.
- GULLION G. 1977. Forest Manipulation for Ruffed Grouse. Forty-second North American Conference : p. 449-458.
- GENOT J.-C. 1985. La Gelinotte des bois (*Bonasa bonasia*) est-elle encore présente dans les Vosges du Nord ? *Ciconia* 9 : 154-162.
- JULVE P. 1988. Réflexion sur la structure et la dynamique des lisières forestières. Conférence sur le synsystème. Coll. Phyto. XIV, Phytosociologie et foresterie, Nancy, 1985, p. 55-79.
- KEMPF C. et PFEFFER J.J. 1976. Le statut de la Gelinotte (*Tetrastes bonasia*) dans les Vosges. *Nos Oiseaux* 33 : 324-325.
- KLEIN J.-L. 1989. Le Gelinotte (*Bonasa bonasia rupestris*) dans les Vosges méridionales : écologie hivernale et gîtes sous la neige. *Ciconia* 13 : 59-83.
- MULLER S. 1988. Les groupements végétaux forestiers du pays de Bitche (Vosges du Nord). Leur originalité phytosociologique et phytogéographique dans le contexte médioeuropéen. Coll. Phyto. XIV, Phytosociologie et foresterie, Nancy, 1985, p. 174-184.
- MULLER Y. 1985. L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord ; sa place dans le contexte médio-européen. Thèse. Université Dijon. 315 p.



*Absence de lisières dans les forêts des Vosges du Nord  
(Photo R. DESBROSSES).*



*Elimination du bouleau dans les éclaircies  
(Photo R. DESBROSSES).*



# Contribution à l'étude des chauves-souris (*Chiroptera*, Mam.) dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord : espèces, répartition, statut

B. HAMON (1), Y. GERARD (2), M. RENNER (3) et J.-F. SCHNEIDER (4)

(1) 20 rue Bouteiller - 57000 Metz

(2) 9/43 rue des Pins - 57070 Metz

(3) 12 rue du CheminVert - 57050 Plappeville

(4) 32 grand'Rue, annexe de Bettring - 57510 Holving

*Résumé :* La présente contribution résulte d'un travail d'expertise effectué par les auteurs pour le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord. A partir d'une méthodologie simple (recherche bibliographique, récolte de matériel, prospection et dénombrement par des méthodes douces - comptage, sonomètre, opérations de sauvetage...), avec l'assistance d'un système d'analyse de données informatisé, les auteurs montrent que 16 espèces de chauves-souris ont été identifiées avec certitude sur le territoire du Parc. Des éléments statistiques et des cartes de répartition permettent de mieux appréhender le statut, la rareté, l'écologie des espèces et la nature des milieux qu'elles fréquentent.

*Summary :* Contribution to the study on bats (*Chiroptera*, Mam.) in the Northern Vosges Biosphere Reserve : species, distribution, status

This contribution is the result of a study carried out by the authors for the Regional Natural Park of the Northern Vosges. From a simple methodology (bibliographical research, collection of material, prospection and census by "soft" methods - counting, sonometer, rescue actions...), with the help of a computerised data analysis system, the authors show that 16 species of bat have been identified with certainty on the Park's territory. Statistical elements and distribution maps enable a better understanding of the status, scarcity, and ecology of the species and the type of habitats they frequent.

**Zusammenfassung :** Beitrag zur Studie der Fledermäuse (*Chiroptera*, Mam.) im Biosphärenreservat Nordvogesen : Arten, Verbreitung, Geschlecht, spezifische Stellung

Der vorliegende Beitrag ist das Arbeitsergebnis eines Fachgutachtens, das die Autoren für den Regionalen Naturpark der Nordvogesen erstellten. Aufgrund einfacher Methoden (Quellenstudium, Grundlagensammlung, Erkundung und Zählung durch sanfte Methoden, Sonometrie, Rettungsaktionen...) und mit Unterstützung eines EDV-Datenanalysesystems zeigen die Autoren, daß 16 Fledermausarten-Chiroptera auf dem Parkgelände mit Sicherheit identifiziert werden können. Statistische Elemente und Verteilungskarten erlauben, die spezifische Stellung der Tiere besser zu erfassen sowie ihre Seltenheit, die Ökologie der Arten und die Natur des Lebensraums, in dem sie sich aufhalten.

**Mots-clés :** Chauves-souris, Vosges du Nord, méthodologie, inventaires, espèces, espaces

En juin 1990, dans le cadre de l'inventaire complémentaire des richesses naturelles des Vosges du Nord, le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord et la Commission Permanente d'Etude et de Protection des Eaux, du Sous-Sol et des Cavernes de Lorraine signaient une convention en vue d'établir un bilan sur les chauves-souris, dans le Parc (espèces, espaces, représentativité...). Ce bilan devait en outre établir des propositions de protection et de gestion des espaces remarquables d'accueil de ces animaux pour aider le Parc à élaborer sa politique de protection dans la décennie à venir. Le travail d'inventaire s'est poursuivi pendant deux années, entre le 01.06.90 et le 01.06.92. Dans la présente contribution, les auteurs se proposent de présenter le bilan de leur étude sous l'angle spécifique de l'inventaire, l'identification et la répartition des espèces. Ils suggèrent par plusieurs tableaux statistiques détaillés des pistes de recherches pour approfondir les connaissances sur l'écologie, la dynamique, la représentativité réelle des espèces découvertes (ou encore à découvrir). En effet, la présente contribution propose une synthèse globale au niveau des espèces observées, chacune d'entre elles méritant une étude détaillée et spécifique.

## 1. MÉTHODOLOGIE

### 1.1. Bibliographie

La réalisation de ce travail nous a amené à consulter environ une centaine de publications diverses, rapports, notes relatives aux chauves-souris (HAMON *et al.*, 1991). Le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord n'est concerné que par un nombre restreint de références chiroptérologiques qui figurent dans la bibliographie. Quelques repères sont toutefois à prendre en considération :

- les travaux menés par BAUMGART et collaborateurs présentés sous la forme de rapports (inédits) qui introduisent à la connaissance des espèces inventoriées dans le Parc,

- des publications thématiques par espèces qui ne visent pas spécifiquement le Parc mais qui le concernent (HAMON, 1985, 1991b ; HOMMAY *et al.*, 1989 ; LEGER et HAMON, 1987),

- un ensemble de documents à caractères techniques, administratifs ou juridiques récents qui concernent plus généralement les espaces remarquables (HAMON, 1989a, 1990 ; Préf. Mos., 1988-1989).

## 1.2. Bagueage

Dans le passé, le Parc et d'une manière générale l'Alsace et la Lorraine n'a pas fait l'objet d'intenses campagnes de bagueage. L'ensemble des données disponibles a été à ce jour recueilli (Note 1) :

- pour le versant Moselle par nos soins et F. LEGER, en 1984 ;

- pour le versant Bas-Rhin par G. BAUMGART, dès le début des années 1980.

Il convient de préciser que des observations contemporaines de chauves-souris baguées se poursuivent et résultent des investigations menées par des prospecteurs français ou allemands, tant dans le Parc que sur les zones périphériques. Pour ce qui concerne les éléments que nous avons rassemblés, cela ne touche qu'une dizaine d'individus au plus.

## 1.3. Récolte de matériel osseux

Ce matériel peut avoir plusieurs origines :

- matériel contenu dans des pelotes de réjection de rapaces. Des données d'étude ont été publiées par BERSUDER et KAYSER (1988). Des identifications ont été faites par BAUMGART G., LEGER F. et MENU H. qui ont pu authentifier un certain nombre d'espèces ;

- matériel résultant de cadavres et ossements récoltés par nos soins et d'autres naturalistes dans les sites prospectés. Les identifications ont été faites par les précités ou par nos soins dans certains cas.

Le Parc a pu fournir, tout au moins sur le versant mosellan de nombreuses pièces (plus d'une cinquantaine) dont certaines d'entre elles ont fait l'objet d'études particulières notamment sur les causes de mortalité des chauves-souris.

Ces restes sont stockés soit au Musée Zoologique de l'Université Louis Pasteur et de la Ville de Strasbourg, soit dans la collection de l'un de nous (HAMON B.) et constituent des référentiels de recherches diverses (ostéologiques, analytiques - micropolluants, pesticides).

## 1.4. Opérations de sauvetages et transferts

Au cours de la décennie 1980, de nombreuses interventions de terrain ont été faites chez des particuliers gênés par des chauves-souris, qui ont ainsi permis d'identifier de nouvelles colonies, voire des espèces (HAMON, 1991a). Une demi-douzaine d'intervention ont été faites dans le Parc. C'est ainsi qu'a été découverte sur le versant mosellan du Parc la première Noctule de Leisler de Moselle (HAMON, 1989b).

## 1.5. Prospection et inventaire

C'est le moyen le plus employé et qui a apporté le plus d'informations. C'est ainsi que des prospections systématiques ont pu être menées sur :

- des milieux souterrains : mines, souterrains, abris de rochers, ouvrages militaires désaffectés...
- des milieux de surface : greniers, bâtiments divers, châteaux...
- des milieux de chasse : agglomérations, étangs, forêts...

Les dénombrements et observations (statiques) au gîte ont fait appel aux méthodes douces d'observation sans manipulation (ce qui explique qu'un certain nombre d'individus n'ont pas été identifiés, et que la distinction du genre *Plecotus* n'a été que rarement établie pour partager les deux espèces). Certains milieux d'étangs, lisières de forêt et agglomérations ont fait l'objet d'observations plus minutieuses au phare avec identification au sonomètre (Note 2). Cette dernière technique a été limitée dans son emploi car sa fiabilité demeure limitée à l'identification de quelques espèces communes (Noctule, Pipistrelle, Sérotine). Enfin, nous devons à des naturalistes ornithologues (J.-C. GENOT, comm. pers.) quelques captures involontaires de chauves-souris piégées dans des filets. Nous n'avons pas retenu cette technique dans notre protocole de travail. Prospections et inventaires ont nécessité la mise en place d'un balayage systématique de sites préalablement choisis, exécuté par l'un de nous — M. RENNER — d'une part et la collaboration de naturalistes de terrains qui fut toutefois limitée, d'autre part.

## 1.6. Saisie des données

Les informations ont fait l'objet de deux saisies :

- une manuelle, sur fichier référentiel traditionnel ;
- une seconde informatique ; le programme d'analyse et la gestion des bases de données ont été conçu par l'un de nous (Y. GERARD). Deux éléments sont pris en considération : d'une part, l'individu (avec le nombre d'individus à prendre en compte pour une espèce donnée) et d'autre part l'observation ; c'est ainsi qu'à titre d'exemple une colonie de 100 chauves-souris est une seule observation, au même titre qu'un seul cadavre.

Les informations de base retenues sont les suivantes : le département (ou le Parc), l'espèce, la date d'observation, la commune, la nature du site, le sexe de l'animal, le nombre d'animaux, le groupement, le biorythme, le statut, la bibliographie, les références cartographiques Lambert ; l'ensemble des statistiques s'effectuent sur tous les paramètres.

Les fichiers couvrent, en ce qui concerne la Lorraine, la période 1950 à 1993. C'est ainsi que pour la période globale (1950-1992) d'étude des chauves-souris du Parc, nous avons pu rassembler et travailler sur 3358 individus regroupés en 336 observations.

## 1.7. Protocole de présentation de la contribution et motivations

Nous avons retenu les deux périodes suivantes :

- \* 1950-1992, totalité de la période qui regroupe les données totales recueillies ;
- \* 01.06.90 - 01.06.92, période d'inventaire marquée dans le Parc et qui correspond aux travaux que nous avons nous-mêmes effectués sur le terrain. Nous avons identifié 1347 individus regroupés en 147 observations.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. Liste des espèces

Au 1 juin 1992, les chauves-souris identifiées dans le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord sont les suivantes :

#### RHINOLOPHIDES

- Grand Rhinolophe fer à cheval - *Rhinolophus ferrumequinum* (SCHREBER, 1974) ;
- Petit Rhinolophe fer à cheval - *Rhinolophus hipposideros* (BECHSTEIN, 1800).

#### VESPERTILIONIDES

Genre *Myotis* :

- Grand Murin - *Myotis myotis* (BORKHAUSEN, 1797)
- Vespertilion de Bechstein - *Myotis bechsteini* (KUHL, 1818)
- Vespertilion de Daubenton - *Myotis daubentoni* (KUHL, 1819)
- Vespertilion à moustaches - *Myotis mystacinus* (KUHL, 1819)
- Vespertilion à oreilles échancrées - *Myotis emarginatus* (GEOFFROY, 1806)
- Vespertilion de Natterer - *Myotis nattereri* (KUHL, 1818)

Genre *Nyctalus* :

- Noctule commune - *Nyctalus noctula* (SCHREBER, 1774)
- Noctule de Leisler - *Nyctalus leisleri* (KUHL, 1818)

Genre *Barbastella* :

- Barbastelle d'Europe - *Barbastella barbastellus* (SCHREBER, 1774)

Genre *Eptesicus* :

- Sérotine commune - *Eptesicus serotinus* (SCHREBER, 1774)
- Sérotine de Nilsson - *Eptesicus nilssoni* (KEYSERLING & BLASIUS, 1839)

Genre *Pipistrellus* :

- Pipistrelle commune - *Pipistrellus pipistrellus* (SCHREBER, 1774)

Genre *Plecotus* :

- Oreillard septentrional - *Plecotus auritus* (LINNE, 1758)
- Oreillard méridional - *Plecotus austriacus* (FISCHER, 1829)

Il y a donc 16 espèces de chauves-souris mises en évidence lorsque l'on inclut les données bibliographiques anciennes (BAUMGART *et al.*, 1983 ; DODERLEIN, 1898/1901 ; FOURNEL, 1836 ; GERARD, 1871 ; GOUIN, 1950 ; MILLER, 1912 ; SCHERER *et al.*, 1980). Il faut noter que les investigations récentes n'ont pas permis de retrouver les Grand et Petit Rhinolophes fer à cheval tant vivant que sous forme de pièces osseuses (rapports de BAUMGART et collaborateurs ; HAMON *et al.*, 1991a).

Les espèces précédées du signe (\*) ont été identifiées (ou retrouvées) dans le cadre du travail mené entre le 01.06.90 et le 01.06.92.

La représentativité des espèces (individus et observation) est suggérée dans le tableau 1 pour la totalité de la période connue. Le Grand Rhinolophe est signalé mais n'est pas pris en compte car l'imprécision de la donnée ne permet pas de l'intégrer dans le protocole de travail.

ESPECES	NOMBRE D'INDIVIDUS SELECTIONNES	% PAR RAPPORT INDIVIDUS SELECTIONNES	NOMBRE OBSERVATIONS SELECTIONNEES	% PAR RAPPORT OBSERVATIONS SELECTIONNEES
GRAND RHINOLOPHE	*	*	*	*
PETIT RHINOLOPHE	2	0.06	1	0.30
OREILLARD SEPTENTRIONAL	51	1.52	16	4.76
OREILLARD MERIDIONAL	27	0.80	18	5.30
OREILLARD SPECIES	50	1.49	26	7.74
BARBASTELLE	23	0.68	11	3.27
NOCTULE	58	1.73	8	2.38
NOCTULE DE LEISLER	26	0.77	2	0.60
GRAND MURIN	1067	58.58	122	36.31
MURIN DE GAUBERTON	58	1.73	31	9.23
MURIN DE BECHSTEIN	4	0.12	4	1.10
MURIN A MOUSTACHES	14	0.42	7	2.08
MURIN DE NATTERER	33	0.98	14	4.17
MURIN A OR. ECHANGIÉES	2	0.06	2	0.60
SEROTINE DE NILSSON	4	0.12	4	1.19
SEROTINE COMMUNE	27	0.80	16	4.76
PIPISTRELLE COMMUNE	1012	30.14	54	16.07
TOTAL	3358	100	336	100

Tableau 1 : Représentativité des espèces de chauves-souris identifiées dans le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord (1950-1992).

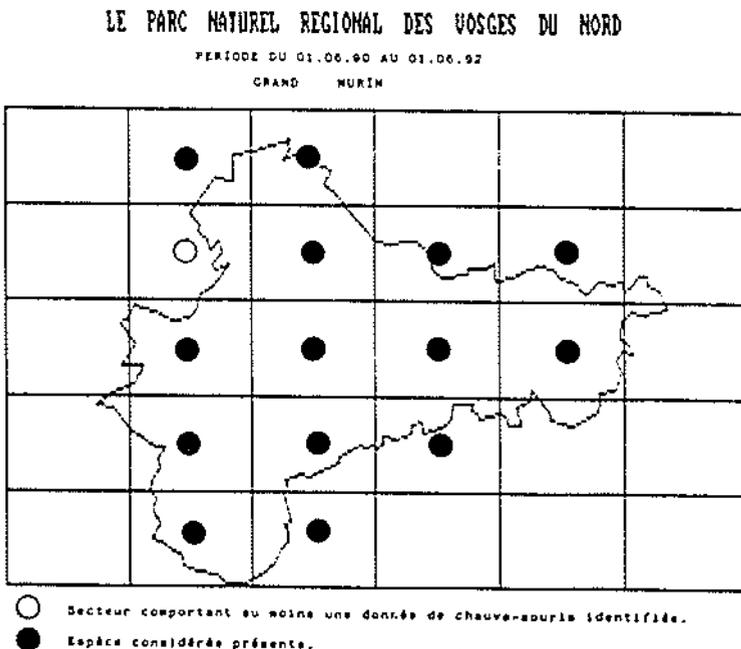
L'enquête menée entre le 01.06.90 et le 01.06.92 (HAMON *et al.* 1991a) a permis de retrouver au moins 13 espèces.

Le tableau 2 permet d'apprécier la représentativité de ces espèces à la fois dans le contexte d'étude et le contexte général des données collectées.

ESPECES	NOMBRE D'INDIVIDUS SELECTIONNES	% PAR RAPPORT AUX IND. SELECT.	% PAR RAPPORT AUX IND. TOTAUX	NOMBRE OBSERVATIONS SELECTIONNEES	% PAR RAPPORT AUX OBS. SELECT.	% PAR RAPPORT AUX OBS. TOTALES
ORIELLARO SEPTENTRIONAL	4	0 30	0 12	4	2 22	1 19
ORIELLARO REGIONAL	8	0 59	0 24	6	4 08	1 79
ORIELLARO SPECIES	30	2 23	0 89	14	9 52	4 17
BARBASTELLE	12	0 89	0 38	6	4 08	1 79
NOCTULE	8	0 59	0 24	7	4 76	2 68
GRAND MURIN	652	48 40	19 42	44	29 93	13 10
MURIN DE CAUSEYTON	34	2 52	1 01	14	9 52	4 17
MURIN DE BOCHSTER	1	0 07	0 03	1	0 68	0 30
MURIN A MOUSTACHES	3	0 22	0 09	2	1 36	0 60
MURIN DE NATTERER	2	0 15	0 06	1	0 68	0 30
MURIN A OREILLES NOIRES	1	0 07	0 03	1	0 68	0 30
SEPIOTINE DE NILSSON	2	0 15	0 06	2	1 36	0 60
SEPIOTINE COMMUNE	8	0 59	0 24	6	4 08	1 79
IMPETRELLA COMMUNE	582	43 21	17 33	39	26 53	11 61
TOTAL	1347	100		147	100	

Tableau 2 : Récapitulatif des chauves-souris identifiées dans le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord (01.06.90-01.06.92).

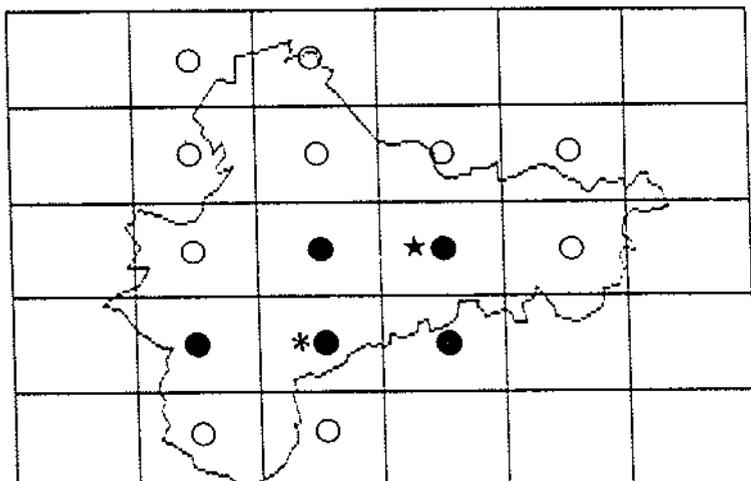
Les tableaux 3 et 4 apportent des précisions écologiques globales et par espèce recueillies pendant la même période d'étude. Les cartes qui suivent illustrent, par espèce, la répartition géographique de celles-ci. Les mailles quadrangulaires représentent les références orthonormées IGN au 1/25000ème (Cartes 1 à 8).



## LE PARC NATUREL REGIONAL DES VOSGES DU NORD

PÉRIODE DU 01.06.90 AU 01.06.92

VESPERTILION A MOUSTACHES - V. A OREILLES ECHANCRÉES - V. DE DAUBENTON.

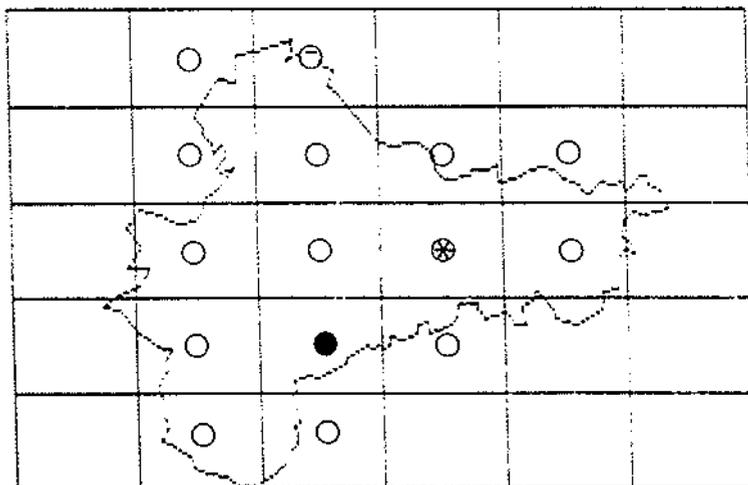


- Secteur comportant au moins une donnée de chauve-souris identifiée.
- Espèce considérée présente. Vespertilion de Daubenton.
- \* Vespertilion à moustaches.
- ★ Vespertilion à oreilles échanrées.

## LE PARC NATUREL REGIONAL DES VOSGES DU NORD

PÉRIODE DU 01.06.90 AU 01.06.92

VESPERTILION DE BECHSTEIN - VESPERTILION DE NATTERER.

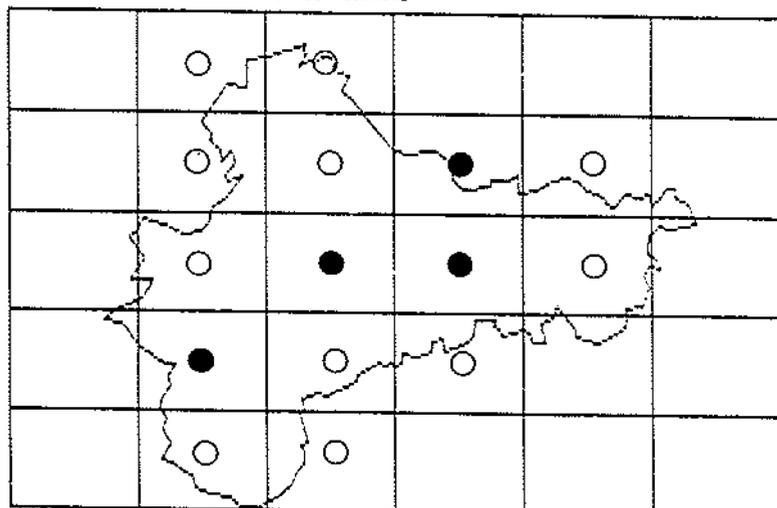


- Secteur comportant au moins une donnée de chauve-souris identifiée.
- Espèce considérée présente. Vespertilion de Bechstein.
- \* Vespertilion de Natterer.

## LE PARC NATUREL REGIONAL DES VOSGES DU NORD

PÉRIODE DU 01.06.90 AU 01.06.92

NOCTULE COMMUNE

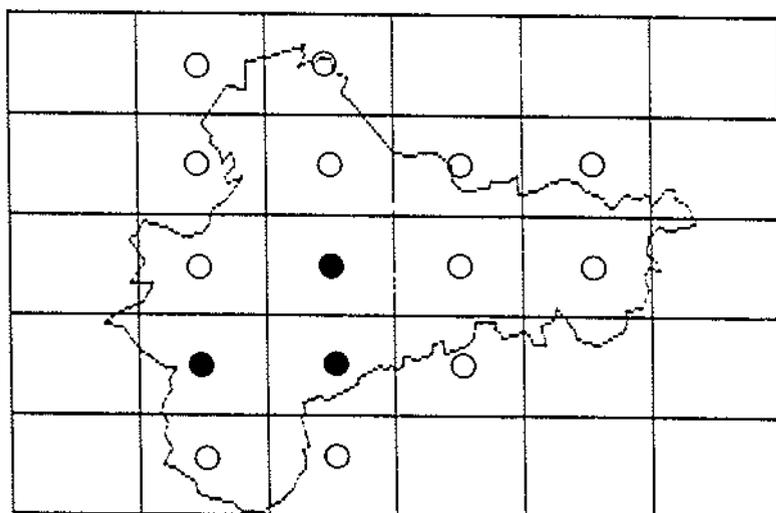


- Secteur comportant au moins une donnée de chauve-souris identifiée.
- Espèce considérée présente.

## LE PARC NATUREL REGIONAL DES VOSGES DU NORD

PÉRIODE DU 01.06.90 AU 01.06.92

BARBASTELLE D'EUROPE

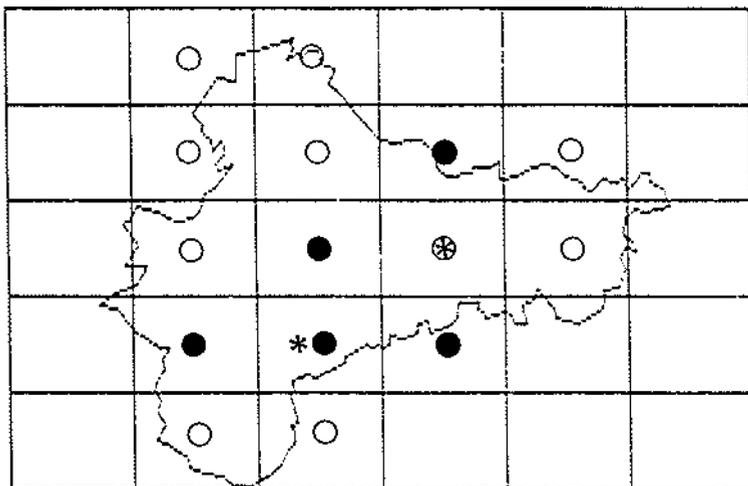


- Secteur comportant au moins une donnée de chauve-souris identifiée.
- Espèce considérée présente.

## LE PARC NATUREL REGIONAL DES VOSGES DU NORD

PERIODE DU 01.06.90 AU 01.06.92

SEROTINE COMMUNE - SEROTINE DE NILSSON



○ Secteur comportant au moins une donnée de chauve-souris identifiée.

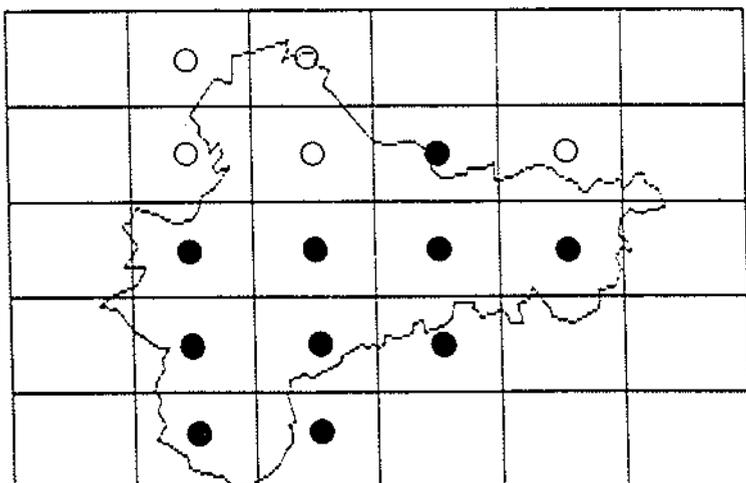
● Espace considérée présente. Serotine commune.

\* Sérotine de Nilsson.

## LE PARC NATUREL REGIONAL DES VOSGES DU NORD

PERIODE DU 01.06.90 AU 01.06.97

PIPISTRELLE COMMUNE



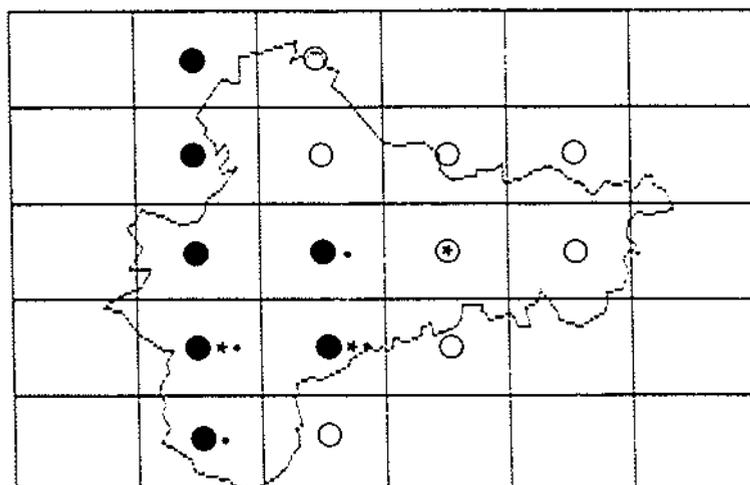
○ Secteur comportant au moins une donnée de chauve-souris identifiée.

● Espace considérée présente.

# LE PARC NATUREL REGIONAL DES VOSGES DU NORD

PÉRIODE DU 01.06.90 AU 01.06.92

GENRE OREILLARD - OREILLARD SEPTENTRIONAL - OREILLARD MÉRIDIIONAL



- Secteur comportant au moins une donnée de chauve-souris identifiée.
- Espèce considérée présente: Genre Oreillard
- ★ Oreillard septentrional.
- Oreillard méridional.

Eléments écologiques	% par rapport aux individus	% par rapport aux observations
<b>Statut :</b>		
• Vivant (dans sites / ou en chasse)	92,95	87,07
• Mort	7,05	12,93
<b>Groupement :</b>		
• Isolé (individus seuls)	9,8	62,59
• Colonie	90,2	37,41
<b>Biorythme :</b>		
• Estivage	8,83	13,61
• Hivernage	7,35	31,97
• Population	0,45	2,04
• Mise bas	74,61	12,93
• Déplacement (vol, chasse)	4,68	25,17
• Transit (intersaison)	0,74	5,44
• Nul (individus morts)	3,34	8,84

Tableau 3 : Eléments généraux d'écologie recueillis sur les chauves-souris du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord (01.06.90-01.06.92).

Eléments d'écologie	STATUT		GROUPEMENT		BORYTHME						
	Vivant	Mort	Isolé	Colonie	Estivage	Hivernage	Copulation	Mise bas	Transit	Nul	Déplacement
Grand Murin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
V. de Bechstein	+		+			+			+		
V. de Daubenton	+		+			+			+		+
V. à moustaches	+		+			+			+		
V. à or. échantonnées	+		+			+			+		
V. de Natterer	+		+	+		+			+		
Noctule commune	+		+	+					+		+
Noctule de Leisler	+	+	+	+	+					+	
Barbastelle	+		+	+		+			+		
Sérotine commune	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Sérotine de Niisson	+	+	+			+			+	+	+
Pipistrelle commune	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Oreillard septentrional	+		+	+		+					
Oreillard méridional	+	+	+	+		+			+	+	

Tableau 4 : Eléments d'écologie recueillis par espèce identifiée dans le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord (01.06.90-01.06.92).

## 2.2. Milieux de vie

Entre juin 1990 et juin 1992, la totalité des communes du Parc a été visitée, ce qui représente environ 400 sites ou milieux. La moitié de ces sites a révélé une présence ou un indice de présence (guano) de chauves-souris. Dans 39 communes, soit environ une soixantaine de sites, des chauves-souris ont pu être identifiées.

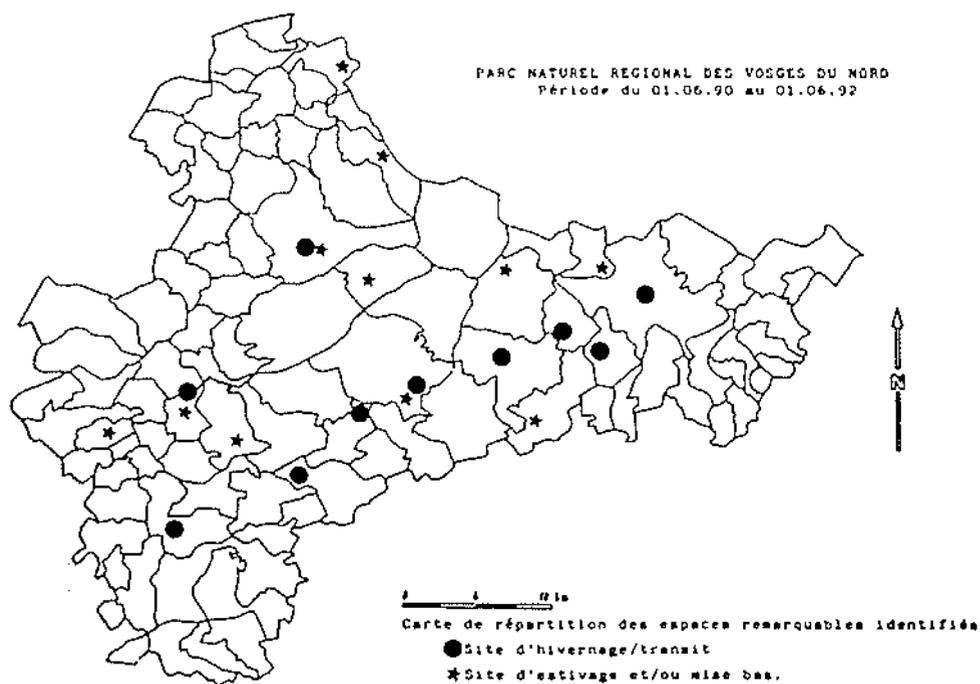
Le tableau 5 permet d'approcher les types de milieux où ont été observés des animaux ; le tableau 6 les détaille par espèce identifiée.

Milieux	% par rapport aux individus	% par rapport aux observations	% Totaux intermédiaires	
			Individus	Observations
<u>Milieux souterrains et assimilés</u>				
• Souterrains	6,24	29,25		
• Forts	0,07	0,68		
• Caves	0,15	1,32	6,46	31,29
<u>Milieux de surface en habitats construits</u>				
• Greniers	61,47	24,49		
• Pièces (dans bâtiment)	3,04	10,20		
• Volets	3,41	2,72		
• Façades	7,57	1,36		
• Toits (entre couverture et charpente)	13,14	3,40	88,63	42,17
<u>Milieux naturels ou urbains de surface</u>				
• Etangs	3,12	11,56		
• Champs	0,07	0,68		
• Forêts (ou lisière)	1,04	8,84		
• Jardins (et vergers)	0,22	1,36		
• Agglomération (rues...)	0,45	4,08	4,90	26,52

Tableau 5 : Espaces fréquentés par les chauves-souris dans le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord (01.06.90-01.06.92).

Espèces	Milieu	Souterrains			Milieux de surface en habitats					Milieux naturels ou urbains de surface				
		Souterrains	Forêts	Caves	Greniers	Pièces	Volets	Façades	Toits	Etang	Champs	Forêts	Jardins	Agglomérations
Grand Murin		*	*	*	*								*	
V. de Bechstein		*												
V. de Daubenton		*	*							*				
V. à moustaches		*	*											
V. à br. échancrées		*	*											
V. de Natterer		*	*	*										
Noctule commune										*	*	*		*
Noctule de Leisler						*								
Ombastelle		*	*											
Sérotine commune		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sérotine de Nilsson			*	*		*					*			
Pipistrelle commune		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Oreillard septentrion		*	*		*	*						*	*	
Oreillard méridional		*	*		*							*	*	

Tableau 6 : Milieux de vie fréquentés par espèce dans le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord (01.06.90-01.06.92).



### 3. COMMENTAIRES-CONCLUSION

Ce travail couvre la période 1950-1992 ; la bibliographie comporte quelques rares références anciennes citant la présence de chauves-souris dans le Parc. L'inventaire mené entre 1990 et 1992 a permis d'affiner nettement les connaissances en la matière.

Sur la base d'une méthodologie simple de recherches, de prospection et d'inventaire d'une part, d'une gestion précise par des outils statistiques et cartographiques des données collectées d'autre part, nous avons montré respectivement :

- au niveau des espèces :
  - la présence de 16 espèces reconnues dans le Parc à ce jour, toutes périodes confondues ;
  - l'identification de 13 espèces pendant la période d'étude ;
  - la disparition (la non ré-observation de Rhinolophidés, tant le Grand Rhinolophe fer à cheval que le Petit Rhinolophe fer à cheval • la rareté de certaines espèces comme la Barbastelle, la Sérotine de Nilsson, la Noctule commune, la Noctule de Leisler, le Vespertilion à oreilles échancrées, le Vespertilion à moustaches, le Vespertilion de Bechstein ;
  - la répartition géographique des espèces dans le Parc.
- au niveau des espaces :
  - l'existence d'une palette élargie de milieux d'accueil et une grande potentialité de milieux souterrains à découvrir ;
  - l'identification et la cartographie de 24 milieux prioritaires (à protéger et à gérer) qui reçoivent des chauves-souris, en hivernage, en transit, en estivage ou en mise bas. (Note 3). Nous remarquons que les chauves-souris vivant nécessairement à l'origine dans les milieux minéraux (rochers, falaises, grottes naturelles) et végétaux (arbres creux, écorces) ont su exploiter les nouveaux milieux créés par l'homme (mines, sapes, forts ou immeubles bâtis).

Cette étude générale est une première approche de l'inventaire des chiroptères du Parc et laisse entrevoir d'autres et nécessaires ouvertures de travail :

- compléter les inventaires ;
- découvrir d'autres espèces certainement présentes ;
- affiner pour chaque espèce l'étude écologique et la dynamique ;
- étudier les milieux d'accueil remarquables.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les instances du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord qui les ont particulièrement aidés dans leurs travaux, Monsieur le Professeur A. BROSSET et le Directeur du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris pour nous avoir autorisés à consulter les fiches de baguage, l'ensemble des personnes citées dans la présente note qui ont contribué à faciliter notre travail.

## NOTES

### Note 1 :

Les fiches de baguages sur les chauves-souris sont détenues au Museum National d'Histoire Naturelle à Paris par le C.R.M.M.O. (Centre de Recherches sur les Migrations des Mammifères et des Oiseaux). Une consultation fut menée en 1984 par nos soins et F. LEGER : elle porta sur la totalité de la Lorraine et sur les sites remarquables de Franche Comté. Toutes les informations relatives au baguage ne sont toutefois pas rassemblées au Museum. Des fiches n'ont pas été envoyées à ce service ; d'autres ont pu s'égarer. Il faut noter par ailleurs que peu de reprises ont été répertoriées dans ce service, les bagueurs ou observateurs n'envoyant principalement que les reprises qu'ils jugeaient intéressantes (longs déplacements de cavité à cavité, voire de département à département).

### Note 2 :

Le sonomètre employé fut le FLAN 2.2. (DARMSTADT RFA) dont le champ de fréquences recherchées est compris entre 18 et 120 KHz. Les références de travail sont celles proposées par AHLEN (Uppsala -S-) dont les fréquences d'étude pour les espèces les plus courantes s'établissent comme suit (animaux en vol, sur zone de chasse) : Grand Murin : 35 KHz, Vespertilion de Daubenton : 45 KHz, Sérotine commune : 25 KHz, Noctule commune : 20 KHz, Pipistrelle commune : 58 KHz. Les identifications doivent s'accompagner d'autres références de terrains complémentaires : morphologiques (envergure, plan ailaire) d'où la nécessité d'un phare, écologiques (milieu de chasse, heures de sortie...), dynamique de vol (hauteur de vol, type de vol)...

### Note 3 :

Nature et nombre de sites : 12 milieux souterrains et 12 bâtiments

Localisation : souterrain du Ramstein et temple à Baerenthal (57), citadelle de Bitche (57), église de Dambach (67), souterrain du Hohwald à Drachenbronn (67), église d'Eguelshardt (57), souterrain d'Ingwiller (67), bunker à Langensoultzbach (67), souterrain du château de La Petite Pierre (67), mines de Lembach (67), caves Urschhöhle à Niederbronn-les-Bains (67), église de Niedersteinbach (67), école de Reichshoffen (67), église de Roppeviller (57), tunnel de Rosteig (67) et Soucht (57), temple de Rosteig (67), église de Walschbronn (57), temple de Weisingen (67), caves du château du nouveau Windstein à Windstein (67) et presbytère de Wingen (67).

## BIBLIOGRAPHIE

- BAUMGART G., SCHIERER A. et KEMPF C. 1983. Chauves souris. In Encyclopédie de l'Alsace. Tome 3. Ed. Publital. Strasbourg : 1656-1662.
- BERSUDER D. et KAYSER Y. 1988. La prédation des chiroptères par la Chouette effraie (*Tyto alba*) en Alsace et dans les contrées limitrophes. *Ciconia* 12 : 135-152.
- DÖDERLEIN L. 1898-1901. Die Thierwelt von Elsass-Lothringen in Das Reichsland Elsass-Lothringen von Statistischen Bureau des Ministeriums für Elsass-Lothringen. Ed. Heitz und Mündel. Strassburg. 335 p. (p 61-81).
- FOURNEL D.J.L. 1836. Faune de la Moselle (Chiroptères). Imp. Verronais Ed. Metz. 512 p. (p. 4-11).
- GERARD C. 1871. Essai d'une faune historique des mammifères sauvages de l'Alsace. E. Barth, Lib. Ed. Colmar. 422 p. (p. 1-8).
- GOUIN F. 1950. Chauves-souris d'Alsace et de Lorraine. *Bull. Ass. Phil. Als. Lor* n° 9 - Fasc. 1 : 17 -18.
- HAMON B. 1985. Contribution à l'étude des chiroptères du Département de la Moselle (1822-1983). *Bull. Soc. Hist. Nat. Moselle*. 44<sup>e</sup> cahier : 347-389.
- HAMON B. 1989a. Cartographie des sites français à chauves-souris bénéficiant d'une protection. *Bull. Liais. SFPEM, Rouen* n° 18 : 26-27.
- HAMON B. 1989b. Première observation de la Noctule de Leisler *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1818) dans le département de la Moselle. *Ciconia* 13 : 153-154.
- HAMON B. 1990. Chauves-souris et milieux de vie protégés en France. Bilan national 1989-1990. SFPEM. Mus. Nat. Hist. Natur. Paris. Mai 1990. 13 p.
- HAMON B. 1991a. Les Chauves-souris et les problèmes sanitaires que peuvent poser ces animaux. In Actes 3<sup>e</sup> Renc. Nat. "Chauves-souris". 22 et 23 Avril 1989. Malesherbes - Pub. Mus. Nat. Hist. Natur. Paris : 79-120.
- HAMON B. 1991b. Note sur les populations de chauves-souris dans le souterrain du Ramstein à Baerenthal (Moselle). *Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord* 1 : 25-33.
- HAMON B., GERARD Y., et SCHNEIDER J.-F. 1991. Les chauves-souris dans le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord : les espèces et leur biorépartition. *Annales de la CPEPESC Lorraine* 2 : 3-12.

- HOMMAY G. , BAUMGART G. et CARTERON J.-S. 1989. Contribution à la connaissance de la répartition de la Sérotine de Nilsson - *Eptesicus nilssoni* (KEYSERLING et BLASIUS, 1839) en France. *Mammalia* 53 : 651-655.
- LEGER F. et HAMON B. 1987. Note sur la répartition et l'écologie hivernale de la Barbastelle, *Barbastella barbastellus* (SCHREBER, 1774) en Lorraine. *Ciconia* 11 : 41-53.
- MILLER G.S. 1912. Catalogue of the mammals of Western Europe (Europe exclusive of Russia). London. Brit. Mus. 1019 p.
- Préfecture de la Moselle. 1988. Arrêté n° 88 AG/2 - 443 du 5 août 1988 portant protection d'un biotope à chauves-souris à Baerenthal (souterrains du Ramstein). Pub. Préf. Moselle. 3 p.
- Préfecture de la Moselle. 1989. Arrêté n° 89 AG/2 - 573 du 28 septembre 1989 fixant les mesures de protection du biotope constitué par les combles de l'église protestante de Baerenthal pour assurer la survie d'une colonie de chauves-souris. Pub. Préf. Moselle. 2 p.
- SCHIERER A., KEMPF C. et BAUMGART G. 1980. Les chiroptères. In Mammifères d'Alsace. Les Guides Gesta. Coll. Patrimoine Naturel. Strasbourg. 335 p. (p.120-136).

# Contribution à la connaissance des Coléoptères *Carabidae* des prairies et friches des vallées des Vosges du Nord

par Georges HOUPERT et Alain CLEMENT  
E.N.S.A.I.A  
B.P. 172 - 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex

**Résumé :** Un inventaire des *Carabidae* (1989 à 1992) de friches et prairies des vallées des Vosges du Nord montre la présence de 88 espèces dont la plupart sont hygrophiles.

Les friches, avec moins d'espèces abondantes, présentent une plus grande diversité spécifique que les prairies.

**Summary :** Ground-beetles fauna of the meadows and fallow lands of the valleys of the Northern Vosges

An inventory (1989-1992) of the Carabid fauna of fallow lands and meadows of some valleys of the Northern Vosges shows the presence of 88 species, mainly hygrophilic.

The fallow lands, with less abundant species, present a greater specific diversity than the meadows.

**Zusammenfassung :** Beitrag zur Kenntnis über das Vorkommen von Laufkäfer in den Brachländer und den Wiesen der Tätern der Nordvogesen

Ein Inventar der Laufkäfer (1989-1992) in den Brachländer und den Wiesen der Tätern der Nordvogesen zeigt, daß es hier 88 Arten gibt, die meistens hygrophil sind.

Die Brachländer, mit weniger reichlichen Arten, haben eine größere Bio-diversität als die Wiesen.

Mots-clés : *Carabidae*, Vosges du Nord, inventaire, déprise agricole

## 1. INTRODUCTION

Les Carabiques (Coléoptères), forment un groupe important 25 000 à 40 000 espèces dans le monde, dont 2700 en Europe et 1 000 en France. La population totale d'une prairie peut atteindre 40 individus (représentant 1,5 g) par m<sup>2</sup> et joue un rôle écologique important.

La plupart des Carabiques vivent à la surface du sol, sous la litière ou sous les cailloux et débris superficiels. Ce sont des carnivores non spécialisés, ou partiellement herbivores (*Harpalinae*, *Amara*). Les carnivores spécialisés - sur une proie déterminée - sont très rares et sont surtout représentés par les espèces du genre *Cychrus* adaptées à la prédation d'escargots.

Si quelques espèces présentent un aspect (temporairement) préjudiciable, la plupart sont des auxiliaires prédateurs jouant un rôle important dans les équilibres des écosystèmes et montrant en agriculture un intérêt certain dans le contrôle des ravageurs.

La plupart des espèces de Carabiques reconnaissent leur proie par olfaction et/ou contact direct. Mais dans certains groupes la perception optique (et la poursuite de la proie) prédomine : ceci s'observe chez des espèces des genres *Asaphidion*, *Elaphrus*, *Notiophilus*, espèces très mobiles à activité diurne, avec de gros yeux, capturant essentiellement des Collemboles et des Acariens.

Une autre particularité morphologique s'observe chez quelques espèces fouisseuses de la sous-famille des *Scaritinae* : protibias élargis, «patte fouisseuse», tête élargie, ... adaptations liées au séjour dans les galeries ou cavités.

Les Carabiques sont souvent considérés comme des bioindicateurs intéressants pour plusieurs raisons (THIELE, 1977) :

- ils sont nombreux, largement dispersés, souvent faciles à reconnaître par leur aspect (habitus), très faciles à piéger ;
- à cause de leur régime alimentaire non spécialisé, le choix de leur habitat aurait une origine dans leurs réactions aux facteurs abiotiques ;
- leurs déplacements restent limités, mais peuvent se faire rapidement en réponse à une perturbation de l'environnement.

La valeur indicatrice des Carabiques a été utilisée par de nombreux auteurs dans des études de différents milieux naturels, de sols soumis aux techniques agricoles ou parfois à la pollution industrielle.

Un exemple de modification de milieu nous est fourni par la déprise agricole dans les vallées des Vosges du Nord depuis une trentaine d'années. Ses conséquences écologiques touchent évidemment de nombreux groupes végétaux et ani-

maux. L'objectif de notre étude est de comparer les peuplements de Carabiques dans les prairies de fonds de vallées et les friches correspondantes. Ce travail a été réalisé à la demande du Ministère de l'Environnement et du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord.

## 2. TECHNIQUES

### 2.1. Piégeage

La technique, utilisée par de nombreux auteurs et adoptée ici, consiste à piéger les Carabiques au moyen de pièges-fosses inspirés des pièges de BARBER : les insectes sont capturés par les pots enterrés dans lesquels ils tombent au hasard de leurs déplacements (pièges d'interception).

Chaque piège comprend deux pots de matière plastique de 10 cm de hauteur, emboîtés l'un dans l'autre, enfoncés dans le sol de façon que l'ouverture (de 14 cm de diamètre) soit au raz du sol. Dans chaque station étudiée, 4 pièges ont été installés (espacés de 5 m) au centre de la surface explorée pour éviter les problèmes de bordure. Le pot interne, amovible, est rempli à moitié d'eau formolée (1 % de formol, conservateur) et de quelques gouttes de mouillant (teepol) qui permet l'immersion rapide des insectes et évite ainsi leur fuite.

Plusieurs auteurs ont discuté les biais introduits par le formol (attractif?), le type de piège, etc...(THIELE, 1977).

Le piégeage ne fournit pas l'abondance exacte d'un insecte dans le sol car il dépend aussi du degré d'activité de l'espèce dans l'écosystème (THIELE, 1977). Les données quantitatives fournies par le piégeage peuvent paraître douteuses pour l'évaluation des densités réelles des individus dans le sol. Mais elles donnent une bonne expression des abondances relatives des différentes espèces dans le peuplement (CAZIN, 1981).

### 2.2. Analyse

Pour chaque relevé, les pièges sont laissés en place durant une semaine (exceptionnellement deux par mauvais temps). Leur contenu est alors récupéré et conservé dans l'alcool à 70°.

Ultérieurement la détermination est effectuée en laboratoire sous loupe binoculaire, à l'aide de l'ouvrage classique de JEANNEL (1941-1942) et, pour la mise à jour, des documents plus récents de la collection "Die Käfer Mitteleuropas" (FREUDE *et al.*, 1976 ; LOHSE et LUCHT, 1989). Les noms de genres et d'espèces utilisés sont ceux donnés par BALAZUC *et al.* (1990).

La répartition des genres en sous-familles étant actuellement sujette à discussion, nous présentons la classification par tribus.

## 2.3. Échantillonnages

L'étude a été réalisée dans cinq vallées : celles du Schwarzbach, du Falkenstein, de la Moder, de la Zinsei du Nord et du Sud.

Les sites étudiés nous ont été proposés par les botanistes d'après une typologie phytoécologique des différents milieux touchés par la déprise agricole (MULLER, 1993). Ils comprennent chacun un couple de deux stations prairie entretenue - friche correspondante.

En 1989, sur 9 sites différents 19 stations ont été échantillonnées, nécessitant la mise en place de 76 pièges. En 1990, 2 sites ont été abandonnés (prairie retournée par l'agriculteur) et 5 nouveaux prospectés, correspondant au total de 21 stations avec 84 pièges.

En 1992, cette opération a été répétée dans les stations «Pottaschutte» et «Moder» pour rechercher l'espèce *Amara nitida* Sturm.

Les périodes de piégeage ont été les suivantes :

1989 : 31 mai-14 juin (période pluvieuse) ; 14-21 juin ; 24 juillet- 2 août ; 13-20 septembre.

1990 : 15-22 juin ; 22 juin- 4 juillet (période pluvieuse) ; 24-31 juillet (grande sécheresse).

1992 : 6 récoltes : 19 mai- 17 juillet.

Remarque : quelques stations (surtout des prairies entretenues) sont «absentes» lors des récoltes, à la suite d'incidents techniques (bacs disparus ou déplacés, fauchage, pâturage par des vaches ou des moutons...) ; ceci est un handicap pour l'analyse quantitative.

## 3. RÉSULTATS

### 3.1. Comparaisons globales

La totalité des piégeages, pour l'ensemble des captures, nous a fourni 6 305 individus représentant 88 espèces, nombre supérieur à celui obtenu dans le Palatinat (71) par TRAUTNER (1987). Ces espèces appartiennent à 21 tribus avec prédominance des *Pterostichini* (41%) et des *Amarini* (35%) (tableau 1).

Les espèces les plus fréquentes sont :

*Poecilus versicolor* (27%), *Amara curta* (20%), *Amara communis* (9%), *Oodes helopioides* (6%), *Platysma nigrata* (5%), *Agonum moestum* (4%), *Amara nitida* (4%), ce qui représente 75% pour 7 espèces.

De nombreuses espèces sont peu représentées : 20 avec 1 individu, 20 avec 2 ou 3 individus. La plupart des espèces sont considérées comme hygrophiles, fréquentant les milieux (très) humides. La majorité sont des espèces printanières (avec stades larvaires en été et hibernation imaginale) ; ceci est lié aux conditions difficiles de survie pendant la mauvaise saison dans les zones très humides.

Notons que les récoltes de fin juillet, août et septembre donnent des effectifs très faibles (environ 5%) et irréguliers, donc difficiles à exploiter quantitativement, hormis quelques captures d'espèces nouvelles.

### 3.2. Comparaison des milieux

Seules sont considérées ici les récoltes complètes des 14 et 21 juin 1989, 22 juin et 4 juillet 1990. Pour les deux types de milieu (friches, prairies entretenues), le récapitulatif est indiqué dans le tableau 2 ; il comporte les effectifs et les fréquences des espèces abondantes (représentant plus de 1% de l'effectif total capturé dans le milieu considéré).

Il apparaît immédiatement que pour un nombre d'espèces voisin (48-49), les prairies sont plus riches en individus et présentent un effectif environ trois fois plus élevé que les friches (3049 contre 1098).

A titre d'exemple, un extrait des résultats de la récolte du 22 juin 1991 est fourni dans le tableau 3. Les différences des effectifs entre friches et prairies (F-P) y sont hautement significatives ; il en est de même pour toutes les périodes de piégeage. Les nombres d'espèces sont plus variables selon les sites, et dans l'ensemble les différences F-P ne sont pas significatives.

Notons que l'on trouve 18 espèces abondantes (pourcentage supérieur à 1%) dans les friches, contre 12 (avec des pourcentages plus élevés) en prairies.

#### CARABINI

- Carabus granulatus* L.
- Carabus auratus* L.
- Orinocarabus nemoralis* Müll.
- Procrustes purpurascens* F.
- Hadrocarabus problematicus* Herbst

#### CYCHRINI

- Cychnus caraboides* L.

#### NEBRIINI

- Leistus rufescens* F.
- Nebria brevicollis* F.

#### NOTIOPHILINI

- Notiophilus hypocrita* Curt.
- Notiophilus palustris* Duft.

#### ELAPHRINI

- Elaphrus cupreus* Duft.

#### LORICERINI

- Loricera pilicornis* F.

### SCARITINI

- Clivina fossor* L.
- Dychirius globosus* Herbst

### TRECHINI

- Trechus obtusus* Er.
- Trechus (Epaphius) secalis* Payk.

### BEMBIDIINI

- Asaphidion flavipes* L.
- Asaphidion pallipes* Duft.
- Metallina lampros* Herbst
- Metallina properans* Steph.
- Bembidion humerale* Sturm
- Bembidion quadrimaculatum* L.
- Bembidion (Philochtus) biguttatus* F.
- Bembidion (Philochtus) guttula* F.
- Bembidion (Philochtus) haemorrhous* Steph.
- Bembidion (Philochtus) lunulatus* Fourch.

### TACHYINI

- Tachys bistratus* Duft.

### PATROBINI

- Patrobus atrorufus* Ström

### HARPALINI

- Anisodactylus binotatus* F.
- Diachromus germanus* L.
- Ophonus subpunctatus* Steph.
- Ophonus (Pseudophonus) rufipes* DeG.
- Harpalus latus* L.
- Harpalus tardus* Panz.
- Harpalus luteicornis* Duft.
- Harpalus rubripes* Duft.
- Harpalus rufitarsis* Duft.
- Stenolophus skrimshiranus* Steph.
- Trichotichnus nitens* Heer
- Acupalpus dorsalis* F.

### PTEROSTICHINI

- Stomis pumicatus* Panz.
- Pterostichus (Lagarus) vernalis* Panz.
- Pterostichus (Poecilus) cupreus* L.
- Pterostichus (Poecilus) versicolor* Sturm
- Pterostichus (Poecilus) lepidus* Leske
- Pterostichus (Poecilus) sericeus* Fisch.
- Pterostichus (Argutor) diligens* Sturm

*Pterostichus (Argutor) ovoideus* Sturm  
*Pterostichus (Argutor) strenuus* Panz.  
*Pterostichus (Argutor) oblongopunctatus* F.  
*Abax parallelus* Duft.  
*Abax ovalis* Duft.  
*Abax ater* Villers  
*Pterostichus (Platysma) nigrum* Schaller  
*Pterostichus (Platysma) vulgare* L.  
*Pterostichus (Platysma) nigrita* F.  
*Pterostichus (Platysma) minus* Gyll.  
*Pterostichus (Platysma) anthracinum* Ill.

#### PLATYNINI

*Calathus fuscipes* Goeze  
*Agonum (Anchus) obscurus* Herbst  
*Agonum moestum* Duft.  
*Agonum viridicupreum* Goeze  
*Agonum sexpunctatum* L.  
*Agonum mülleri* Herbst  
*Europhilus fuliginosus* Panz.  
*Europhilus gracilis* Gyll.  
*Europhilus thoreyi* Dej.

#### AMARINI

*Amara aenea* DeG.  
*Amara communis* Panz.  
*Amara convexior* Steph.  
*Amara curta* Dej.  
*Amara familiaris* Duft.  
*Amara lucida* Duft.  
*Amara nitida* Sturm  
*Amara eurynota* Panz.  
*Amara (Zezea) kulti* Fassati  
*Amara (Zezea) fulvipes* Serv.  
*Percosia equestris* Duft.

#### CHLAENINI

*Chlaenius nigricornis* F.

#### OODINI

*Oodes helopioides* F.

#### LICININI

*Badister bipustulatus* F.

#### PANAGEINI

*Panagaeus cruxmajor* L.

## LEBIINI

*Lamprias chlorocephala* Hoffm.*Demetrias monostigma* Sam.*Demetrias imperialis* Germ.*Syntomus truncatellus* L.*Syntomus obscuroguttatus* Duft

## BRACHYININI

*Brachynus explodens* Duft.

Tableau 1 : Famille des Carabidae  
 Liste des espèces capturées (1989 à 1992).

		1989		1992	
		Nombre	Fréquence	Nombre	Fréquence
CARABINI	<i>Carabus granulosus</i>	1	3,8		
	<i>Carabus auratus</i>	2		1	
	<i>Orthocentrus nathusii</i>	1			
	<i>Prosternon purpuraceum</i>			1	
MELANINI	<i>Meloe lucicola</i>	1		14	
	<i>Meloe pallens</i>	8			
NOTONELINI	<i>Notonela nigripes</i>			1	
	<i>Notonela picea</i>	3		1	
LACERTINI	<i>Lacerta agilis</i>	4		8	
	<i>Lacerta pumila</i>	27	2,4	30	
DILATINI	<i>Dilatomus rufus</i>	1			
	<i>Dilatomus rufus</i>			16	
	<i>Dilatomus rufus</i>			10	
	<i>Dilatomus rufus</i>			2	
	<i>Dilatomus rufus</i>	1			
	<i>Dilatomus rufus</i>	2			
	<i>Dilatomus rufus</i>	27	1,3	11	
TACHINI	<i>Tachinus</i>	2		1	
	<i>Tachinus</i>	9		180	5,9
MUSCINI	<i>Muscivora pumila</i>			1	
	<i>Muscivora rufus</i>			1	
	<i>Muscivora rufus</i>			1	
	<i>Muscivora rufus</i>	3			
	<i>Muscivora rufus</i>			1	
	<i>Muscivora rufus</i>			1	
	<i>Muscivora rufus</i>			1	
	<i>Muscivora rufus</i>			1	
	<i>Muscivora rufus</i>			1	
	<i>Muscivora rufus</i>			1	
	<i>Muscivora rufus</i>			1	
PTEROSTICHINI	<i>Pterostichus rufus</i>	1		1	
	<i>P. (Agabus) rufus</i>	6		74	2,4
	<i>P. (Pterostichus) rufus</i>	13	1,2	117	3,8
	<i>P. (Pterostichus) rufus</i>	13	1,2	904	29,7
	<i>P. (Pterostichus) rufus</i>	28	2,4	21	
	<i>P. (Pterostichus) rufus</i>	1		2	
	<i>P. (Pterostichus) rufus</i>	47	3,8	2	
	<i>P. (Pterostichus) rufus</i>	1			
	<i>Pterostichus rufus</i>	10			
	<i>Pterostichus rufus</i>	1		1	
	<i>P. (Pterostichus) rufus</i>	2		1	
DILATINI	<i>Dilatomus rufus</i>	5		10	
	<i>Dilatomus rufus</i>	26	2,2	184	6,7
	<i>Dilatomus rufus</i>	37	3,2	1	
	<i>Dilatomus rufus</i>	12	1,2	15	
	<i>Dilatomus rufus</i>	13	1,2	3	
	<i>Dilatomus rufus</i>	127	10,1	30	
	<i>Dilatomus rufus</i>			31	
AMARIINI	<i>Amara rufus</i>	1			
	<i>Amara rufus</i>	73	6,4	187	12,9
	<i>Amara rufus</i>	12			
	<i>Amara rufus</i>	120	10,9	710	23,3
	<i>Amara rufus</i>			1	
	<i>Amara rufus</i>			1	
	<i>Amara rufus</i>	2		80	2,7
	<i>Amara rufus</i>	1			
	<i>Amara rufus</i>			1	
	<i>Amara rufus</i>			1	
	DILATINI	<i>Dilatomus rufus</i>	1		1
<i>Dilatomus rufus</i>		184	17,2	104	3,4
LACERTINI	<i>Lacerta agilis</i>	1		1	
	<i>Lacerta agilis</i>	1		1	
MELANINI	<i>Meloe lucicola</i>	1		14	5,7
	<i>Meloe lucicola</i>	8			
LACERTINI	<i>Lacerta agilis</i>	3			
	<i>Lacerta agilis</i>	3			
SYNTOMINI	<i>Syntomus rufus</i>	1			
	<i>Syntomus rufus</i>				
TOTAL		1084		2049	
Nombre de sites étudiés		8		8	
Nombre d'espèces		49		49	
Nombre d'espèces de fréquence > 1%		18		12	

Tableau 2 : Comparaison des milieux. Piégeages de juin 1989 et 1990.

### 3.3. La diversité spécifique

L'indice de diversité de SHANNON (Sh), calculé sur un échantillon, est une bonne estimation de la diversité du peuplement dont l'échantillon a été tiré. Il est calculé, pour un type de milieu, à partir des fréquences relatives de chaque espèce (pi) selon la formule :

$$Sh = - \sum p_i \times \ln p_i$$

L'indice des friches (4,02) est supérieur à celui des prés (3,06). Les friches présentent ainsi une plus grande diversité spécifique que les prairies, avec moins d'espèces abondantes et davantage d'espèces à fréquence moyenne.

Certains auteurs ont montré que la valeur de l'indice permet aussi d'apprécier le degré de maturité du peuplement (DAGET, 1976). Une diversité plus élevée (friches) caractérise des populations mûres, stables, présentant une composition spécifique complexe, non perturbée par l'intervention brutale de l'homme (fauche). Une diversité plus faible (prairies) caractérise au contraire un peuplement plus jeune à haut pouvoir de multiplication, avec dominance nette d'un petit nombre d'espèces, soumises ici à des modifications drastiques et répétées de la végétation.

### 3.4. Les espèces principales

Les espèces régulièrement fréquentes dans les prairies et rares (ou absentes) dans les friches sont *Poecilus versicolor*, *Amara curta*, *Anisodactylus binotatus*, *P. cupreus*, *Lagarus vernalis*.

Inversement les espèces inféodées pratiquement aux friches sont *Agonum moestum*, *Argutor diligens* et *Oodes helopioides*.

Les deux premières espèces prairiales totalisent environ 50% de l'effectif (tableau 4). *P.versicolor* domine largement (30%) et disparaît dans les friches : cette espèce est le premier facteur de la différenciation carabique entre F et P.

Lors de l'abandon de l'entretien par l'agriculteur, la disparition (ou la raréfaction) de ces espèces prairiales n'est pas compensée (en effectifs) par les espèces inféodées aux friches. Ce phénomène est lié à la biologie des espèces citées, à la modification de la flore (composition, densité, ...), au microclimat et à la nature de la litière au niveau du sol.

### 3.5. Une prairie sèche particulière

La station Pottaschutte, située dans la vallée du Schwarzbach (près de Sturzelbronn), est constituée d'une pelouse sableuse sèche (altitude 300 m). La particularité des récoltes carabiques de 1990 nous a incité à y répéter les piégeages en 1992, qui ont confirmé la présence d'un spectre spécifique très différent des autres biotopes (tableau 5) :

- absence de tout le cortège d'espèces hygrophiles ;
- apparition d'espèces (nouvelles) xérophiles ; par ex. *Amara eurynota*, *A. fulvipes*, *Percosia equestris*, etc. ;
- augmentation notable de certaines espèces prairiales et héliophiles (*Poecilus versicolor*, *Amara curta*) et surtout « explosion » d'*Amara nitida* qui est inexistante ailleurs (hormis quelques individus à la station Moder). Les données de la littérature relative à cette dernière espèce sont peu nombreuses et contradictoires : signalé comme très rare et montagnarde (JEANNEL, 1942 ; KOCH, 1989), *Amara nitida* a cependant été trouvé dans la région parisienne (BALAZUC *et al.*, 1990) ; s'il semble préférer les terrains secs et ensoleillés, sa biologie reste à préciser.

SITES	FRICHES		PRAIRIES	
	Total	Nb d'espèces	Total	Nb d'espèces
Oberhof	100	15	344	21
Moder	69	13	163	14
Baerenthal	52	14	110	11
Bannstein	8	8	63	6
Neunhoffen	52	18	Ph : 158 Ps : 82	12 5
Hutzelhof	9	5	-	-
Poltaschutte			127	7

Ph : prairie humide

Ps : prairie sèche

Tableau 3 : Comparaison des captures du 22.06.90 des friches et prairies.

Type de milieu	PRAIRIES	FRICHES	TOTAL
Nombre de sites étudiés	9	9	18
Nombre d'individus récoltés	3049	1098	4177
Espèces inventoriées			
nombre	48	49	66
pourcentage	73%	74%	
Espèces abondantes (*)			
nombre	12	18	23
pourcentage	91,80%	92,80%	
Diversité : indice de Shannon	3,06	4,02	
Fréquence comparée des espèces			
Espèces liées aux prairies :			
<i>Poecilus versicolor</i>	29,70%	1,20%	
<i>Amara curta</i>	23,30%	10,90%	
<i>Anisodactylus binotatus</i>	5,90%		
<i>Poecilus cupreus</i>	3,80%	1,20%	
<i>Lagarus vernalis</i>	2,40%		
Espèces liées aux friches :			
<i>Aponum moestum</i>		16,10%	
<i>Oodes holoploides</i>	3,60%	17,70%	
<i>Argutor strenuus</i>		5,40%	

(\*) Fréquence supérieure 1 %

Tableau 4 : Comparaison des peuplements carabiques des prairies et des friches des Vosges du Nord.

	Total	Fréquence
<i>Carabini</i>		
<i>Hadrocarabus problematicus</i>	1	
<i>Harpalini</i>		
<i>Anosodactylus binotatus</i>	1	
<i>Harpalus latus</i>	9	
<i>Harpalus tardus</i>	46	3,7
<i>Harpalus luticornis</i>	1	
<i>Harpalus rubripes</i>	3	
<i>Harpalus rufitarsis</i>	77	6,2
<i>Pterostichini</i>		
<i>P. (Poecilus) cupreus</i>	6	
<i>P. (Poecilus) versicolor</i>	422	33,8
<i>P. (Poecilus) lepidus</i>	3	
<i>P. (Poecilus) sericeus</i>	1	
<i>P. (Platysma) nigrita</i>	1	
<i>P. (Platysma) anthracinum</i>	1	
<i>Platynini</i>		
<i>Calathus fuscipes</i>	4	
<i>Amarini</i>		
<i>Amara aenea</i>	13	1
<i>Amara communis</i>	63	5,1
<i>Amara convexior</i>	34	2,7
<i>Amara curta</i>	351	28,1
<i>Amara nitida</i>	203	16,3
<i>Amara eurynota</i>	1	
<i>Amara (Zezæa) kulti</i>	1	
<i>Percosia equestris</i>	2	
<i>Licinini</i>		
<i>Badistor bipustulatus</i>	1	
<i>Lébiini</i>		
<i>Syntomus obscuroguttatus</i>	2	
Total	1247	97
Nombre d'espèces	24	

Tableau 5 : Liste des espèces de Carabidae capturés dans la station de Pottaschutte en 1992 (du 19 mai au 17 juillet).

### 3.6. Comparaisons bibliographiques

TRAUTNER (1987) a étudié la carabofaune des fonds de vallées dans le Sud du Palatinat, à peu de distance des sites étudiés dans les Vosges du Nord. Il a utilisé trois méthodes de piégeages.

a) Les pots enterrés lui ont fourni 28 espèces, nombre nettement inférieur au nôtre, mais dû à une période de piégeage plus courte. Notons que les deux espèces de *Platynini* (*Pterostichinae*) communes dans tous les endroits marécageux, *Europhilus fuliginosus* et *Agonum (Anchus) obscurus*, y composent presque la moitié des individus capturés (environ 35 et 10 %), alors que dans nos stations ils ne représentent que 1 et 0,5 % des effectifs totaux.

b) Les pièges lumineux lui ont permis de découvrir des espèces liées aux sablières et bords de rivières et non capturées dans nos stations : *Bembidion (Peryplus) femoratum* Sturm, *Bradycellus verbasci* Duft., *Amara (Bradytus) consularis* Duft., *Amara (Celia) bifrons* Gyll. Nous n'avons pas adopté ces pièges qui attirent à de grandes distances et ne permettent pas de comparer la faune de petites parcelles jointives.

c) Les tamisages de litière et les récoltes manuelles montrent la présence de 24 espèces non recensées avec nos pots enterrés dans les Vosges du Nord, essentiellement des *Bembidiinae* et des *Lebiinae*.

De plus, TRAUTNER (1987) a prospecté les bords de rivières, les roselières, etc., terrains qui ne correspondaient pas à notre objectif.

Ce choix de méthodes et de types de stations différents des nôtres justifie l'inventaire (qualitatif) de la région (du Palatinat), mais limite la comparaison avec nos résultats.

## 4. CONCLUSION

Cette étude est une contribution à l'inventaire des *Carabidae*, une des plus importantes familles de Coléoptères, dans les Vosges du Nord. Vu l'unique méthode de récolte (piège enterré) adoptée et le choix des milieux prospectés, la liste systématique obtenue n'est certes pas exhaustive, mais elle s'élève à 88 espèces, nombre supérieur à celui atteint dans le Palatinat (TRAUTNER, 1987). Notons la présence de quelques espèces rares ; par exemple *Amara nitida* et *fulvipes*, *Leistus rufescens*, *Demetrias monostigma*, etc.

La plupart des espèces sont considérées comme hygrophiles, caractéristiques des milieux humides (et même des zones marécageuses). Une exception intéressante est fournie par une pelouse sableuse sèche (dans la vallée du Schwarzbach) qui présente un spectre spécifique très particulier et plusieurs espèces xérophiles.

Dans les couples de stations friche-prairie entretenue, les résultats des piégeages montrent d'une part la plus grande diversité spécifique des friches et d'autre part la richesse des prairies qui atteignent des effectifs trois fois plus élevés. Cette abondance est due à la prolifération de quelques espèces prairiales et héliophiles, à densité élevée, dont *Poecilus versicolor* (30%) et *Amara curta* (20%) forment ensemble la moitié de l'effectif total. Ces espèces «disparaissent» dans les friches et ne sont pas compensées quantitativement par les espèces inféodées à ce dernier type de milieu.

Ainsi la déprise agricole et son corollaire l'enfrichement entraînent une diminution quantitative de la faune carabique (et donc de sa biomasse), mais une augmentation de la diversité. Cette perturbation est liée à la biologie des espèces et à la modification du milieu : composition et densité de la végétation, microclimat, litière et éclaircissement au niveau du sol.

Ces phénomènes soulignent la nécessité de considérer plus étroitement les relations de la faune carabique avec la végétation, le microclimat et surtout les proies qui constituent un maillon important de l'écosystème, mais difficile à préciser.

Si la juxtaposition de biotopes différents est généralement favorable à la diversité faunistique, par contre, pour un carabologue, l'abandon des pratiques agricoles ne devrait pas toucher des superficies trop importantes et un enrichissement excessif dû à une déprise agricole généralisée ne semble pas souhaitable.

## REMERCIEMENTS

G.G. PERRAULT du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris a vérifié certaines déterminations difficiles : nous le remercions vivement pour son aide précieuse.

## BIBLIOGRAPHIE

- BALAZUC J., FONGOND H. et PERRAULT G.G. 1990. Catalogue des Coléoptères de l'île de France, Fascicule 1. *Cicindelidae, Carabidae*. 101 p. (Supplément au Bull. liaison de l'A.CO.RE.P.)
- CAZIN P. 1981. Les facteurs écologiques de dispersion de la faune carabique dans le Massif vosgien. Contribution à la typologie prairiale. Thèse de 3e cycle. ENSAIA. Nancy.
- DAGET J. 1976. Les modèles mathématiques en écologie. Masson, Paris (Collection d'Ecologie). 172 p.
- FREUDE H., HARDE K.W., LOHSE G.A. 1976. Die Käfer Mitteleuropas. Goecke & Evers. Krefeld, t.2. 302 p.
- JEANNEL R. 1941-1942. Coléoptères carabiques. Faune de France, t.39 et 40. Ed. Paul Lechevalier, Paris. 1173 p.
- KOCH K. 1989. Die Käfer Mitteleuropas, Ökologie. Goecke & Evers. Krefeld, t.1. p. 15-107.
- LOHSE G.A. et LUCHT W., 1989. Die Käfer Mitteleuropas. Goecke & Evers. Krefeld, 1er supplément. p. 23-59.
- MULLER S. 1993. Analyse synchronique des successions végétales après déprise agricole dans les vallées des Vosges du Nord. *Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord* 2 (1992) : 53-67.
- THIELE H.U. 1977. Carabid Beetles in their environments. Springer. Berlin. 369 p.
- TRAUTNER J., 1987. Die Laufkäfer (Coleoptera, *Carabidae*) der Grünlandbrachen des Südlichen Pfälzerwaldes. *Pollichia* Nr. 12 : 262-302.



# Répartition et écologie de l'Osmonde royale (*Osmunda regalis* L.) dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord

par Serge MULLER

Laboratoire de phytoécologie

C.R.E.U.M. 1, rue des Récollets - 57000 Metz

**Résumé :** L'Osmonde royale, fougère désormais protégée en Lorraine et en Alsace, est peu répandue dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord : 12 stations sont connues (totalisant environ 220 plantes), toutes situées sur grès vosgien ou grès d'Annweiler. L'espèce y est infodée principalement à des aulnaies-bétulaies de l'*Alnion glutinosae* à nappe d'eau affleurante ou circulant à faible profondeur ; elle apparaît plus rarement dans des variantes hygrophiles de chênaies-pineraies du *Quercion robori-petraeae*, à nappe d'eau plus profonde. Des prospections complémentaires et une protection renforcée des stations apparaissent souhaitables.

**Summary :** Distribution and ecology of the Royal fern (*Osmunda regalis* L.) in the Northern Vosges Biosphere Reserve

The Royal fern, which is from now on a protected species in Lorraine and Alsace, is not frequent in the Northern Vosges Biosphere Reserve : 12 places have been discovered in the last years, with about 220 plants. They are all situated on Vosgian or Annweiler sandstone. The species is located principally in alder and birch forests of the *Alnion glutinosae* with a watertable on the surface or at a slight depth. It appears more rarely in wet variants of oak and pine forests of the *Quercion robori-petraeae*, with a deeper watertable. Complementary field studies and protection measures of these places would be desirable.

**Zusammenfassung** Verbreitung und Ökologie des Königsfarns (*Osmunda regalis* L.) im Biosphärenreservat Nordvogesen

Der Königsfarn, der seit kurzer Zeit in Lothringen und Elsass geschützt ist, ist in den Nordvogesen ziemlich selten : 12 Wuchsplätze sind bekannt, mit insgesamt etwa 220 Stöcken. Diese Wuchsplätze befinden sich alle auf unterem oder mittlerem Buntsandstein. Dieser Farn ist hier hauptsächlich an das Vorkommen eines Grundwasserspiegels in geringer Tiefe und *Alnion glutinosae*-Wälder gebunden. Er kommt seltener in nassen Varianten der *Quercion robori-petraeae* Wäldern vor, wo das Grundwasser tiefer liegt. Ergänzende Feldstudien und verstärkte Schutzmassnahmen der Standorten sind erwünscht.

Mots-clés : Osmonde royale, Ptéridophyte, Vosges du Nord, aulnaie, phytogéographie, espèce protégée

## 1. RÉPARTITION GÉNÉRALE DE L'OSMONDE ROYALE

L'Osmonde royale est une fougère à répartition circumterrestre, assez répandue dans l'Ouest de l'Europe, mais se raréfiant considérablement ou disparaissant en Europe centrale (JALAS et SUOMINEN, 1972). Presque totalement absente de Forêt Noire (HAEUPLER et SCHÖNFELDER, 1988), elle atteint la limite orientale de son aire de répartition continue dans le Massif Vosgien et le Nord de la Plaine d'Alsace.

En France, l'Osmonde est assez abondante dans l'Ouest du pays (Bretagne, Pays Basque,...), ainsi que dans les biotopes favorables de la région méditerranéenne (Maures, Estérel, Corse,...). D'après les cartes établies par DUPONT (1990) et PRELLI et BOUDRIE (1992), elle est plus localisée dans le Centre et l'Est du pays (Bassin parisien, contreforts du Massif Central, Vosges).

## 2. APERÇU SUR LA RÉPARTITION DANS LE MASSIF VOSGIEN

Dans le Massif Vosgien, l'espèce reste assez répandue sur le versant occidental (GODRON, 1883), en particulier dans le bassin de St Dié (FERRY, 1878), les régions de Bains-les-Bains (DHIEN, 1950), Plombières (DAVAL, 1951), Remiremont (THIRIAT, 1869), ainsi que le Massif du Donon (ENGEL *in* KAPP, 1967). Elle est bien plus rare sur le versant alsacien, uniquement présente dans le département du Bas-Rhin, surtout dans le Massif du Donon (WALTER, 1907 et JEROME, 1989) et les Vosges du Nord, plus rarement dans la haute vallée de la Bruche (OCHSENBEIN, comm. pers.).

Quelques stations existent également dans le Nord de la Plaine d'Alsace, sur alluvions siliceuses, en forêt de Haguenau et de Mundat (Société d'Etude de la Flore d'Alsace, 1982 ; GEISSERT *et al.*, 1985).

## 3. RÉPARTITION DANS LES VOSGES DU NORD

### 3.1. Données bibliographiques

Dans les Vosges du Nord, l'espèce est mentionnée dès les premières publications botaniques du début du XIX<sup>ème</sup> siècle (HOLANDRE, 1829). SCHULTZ (1846) la considère comme abondante dans deux secteurs, le triangle Wissembourg,

Niederbronn et Bitche, ainsi qu'entre Sturzelbronn et Eppenbrunn. Certaines stations sont précisées dans CREUTZER (1853), FRIEN (1908) et BENOIT (1929). L'espèce est plus rare dans le secteur de La Petite Pierre, puisque WALTER (1907) n'en mentionne qu'une seule localité, dans le vallon du Maibächel et ses affluents à l'Ouest de Neuwiller-les-Saverne. Le même auteur (*in* DUBOIS *et al.*, 1938) mentionne encore l'Osmonde à l'Erlenmoos près de Sturzelbronn, où elle n'est plus retrouvée par ENGEL et KAPP (1961), mais à nouveau confirmée par OCHSENBEIN (*in* KAPP, 1962). Quatre stations, dont 3 dans le secteur de Sturzelbronn, sont connues à la fin des années 1970 (ENGEL *et al.*, 1979).

### 3.2. Données actuelles

Une exploration relativement détaillée des Vosges du Nord depuis une vingtaine d'années, ainsi que des informations reçues de plusieurs correspondants, ont permis de préciser la répartition de l'Osmonde dans le territoire de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord, d'effectuer un dénombrement approximatif du nombre de plantes dans les différentes stations et d'en préciser les conditions écologiques de développement.

Les différentes stations, numérotées de 1 à 12, sont regroupées en 3 secteurs de répartition (figure 1).

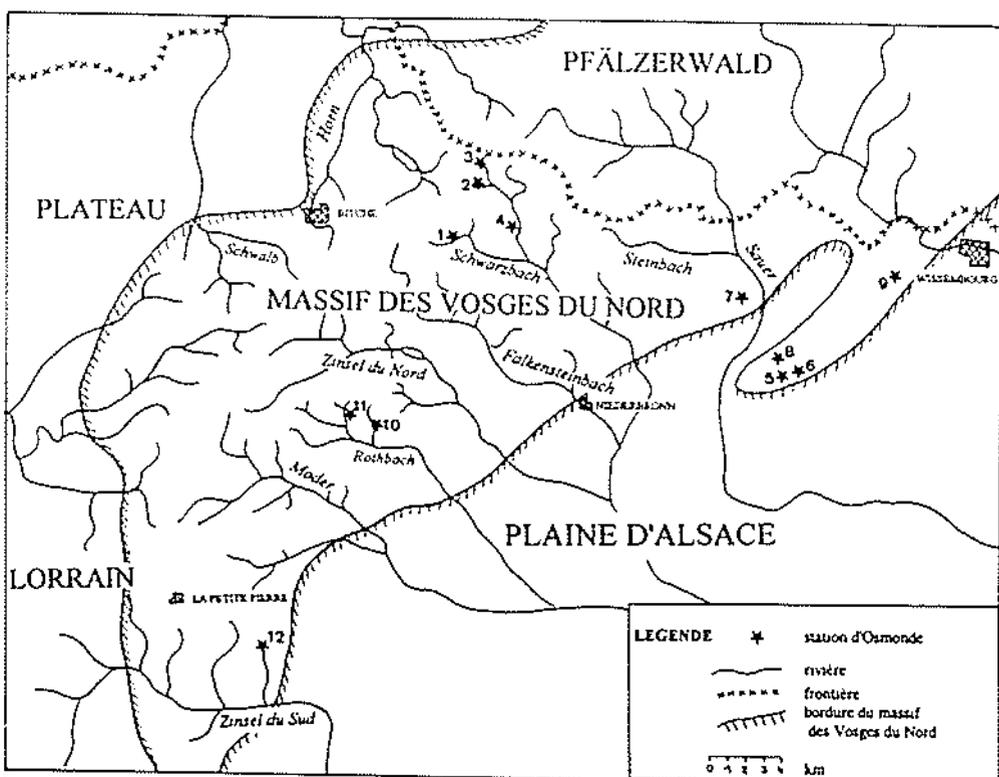


Figure 1 : Distribution de *Osmonda regalis* dans les Vosges du Nord.

### 3.2.1. Le secteur Nord-Ouest (Bitche - Sturzelbronn)

#### • n° 1 : étang du Tabac à Eguelshardt (57)

Petite population déjà mentionnée dans ENGEL *et al.* (1979) ; 4 plantes, dont une seule fructifère en 1993, sont présentes à proximité de l'étang, dans un fragment d'aulnaie à *Carex elongata*, *C. canescens*, *C. remota*, développée à la faveur d'une zone de suintement d'eau.

#### • n° 2 : Erlenmoos à Sturzelbronn (57)

L'Osmonde est toujours présente sur la lisière Nord de la tourbière où elle avait été mentionnée par WALTER il y a plus de 50 ans : 4 touffes de petites dimensions observées, toutes stériles en 1993, alors qu'une dizaine existait encore en 1976, dont une fertile. La station a souffert de l'installation entre temps d'une conduite d'eau entre la source de l'Erlenmoos et la maison forestière. Quant à la «belle touffe» d'Osmonde indiquée par E. WALTER entre la tourbière et la maison forestière, elle a dû être détruite depuis longtemps par la création, puis l'élargissement d'un chemin de débardage dans le fond du vallon, restreignant de plus en plus la végétation pourtant fort originale de ce biotope. *Polygonatum verticillatum* et *Circaea alpina*, deux espèces des Hautes-Vosges présentes ici en station abyssale disjointe, y sont cependant toujours présentes, en bordure du ruisseau.

#### • n° 3 : Schnepfenbach à Sturzelbronn (57)

Il s'agit probablement de la station mentionnée par SCHULTZ (1846), «entre Sturzelbronn et Eppenbrunn». Nous y avons été guidés par les indications manuscrites figurant dans une correspondance du Dr. BERTON à E. WALTER en date du 26.10.39 et relatant des observations faites par M. PERES, garde-forestier à l'Erlenmoos à cette époque.

L'Osmonde y présente une population assez dispersée dans les deux vallons situés tout à fait à l'amont de cette vallée. Elle y est présente en bordure d'une aulnaie-bétulaie à *Circaea alpina* et *Prunus padus* ; 12 touffes d'Osmonde ont été dénombrées le 13.09.93, mais l'ensemble de la population est probablement plus important. Cette station se prolonge sur le versant allemand (SCHULZE, 1965).

#### • n° 4 : Nonnenkopf à Sturzelbronn (57)

Petite station découverte en 1976, dans un renforcement d'un rocher de grès suintant d'un peu d'eau (S. MULLER *in* ENGEL *et al.* 1979) ; 10 touffes, dont 2 fertiles, avaient été observées en 1976. Six ont été retrouvées en 1993, toutes stériles.

D'autres stations étaient mentionnées dans ce secteur par FRIREN (1908) et BENOIT (1929) : Pfaffenberg (entre l'étang d'Hasselfurth et la route de Strasbourg), Hundskopf, entre l'Ochsenmühle et la ferme Rochatte, Mouterhouse, etc.

Nous n'avons pu les retrouver jusqu'à présent.

### 3.2.2. Le secteur Est (Lembach - Wœrth - Wissembourg)

C'est là sans aucun doute la zone la plus riche à Osmonde des Vosges du Nord, probablement du fait des nombreuses sources apparaissant au niveau du grès d'Annweiler.

#### • n° 5 : Forêt communale de Mitschdorf (67)

Population importante et dense d'une centaine de touffes d'Osmonde, dont la moitié fertile, se développant à la faveur de deux sources, sous un couvert léger d'aulnes et de bouleaux, avec une flore compagne peu fournie (un peu de Molinie), dans la parcelle 5 de cette forêt.

#### • n° 6 : Forêt communale de Preuschdorf (67)

Dans une vaste coupe à blanc (parcelle 18), l'Osmonde est présente au bord du chemin entre Lampertsloch et le col de Wiep, au niveau d'une petite zone humide occupée par une moliniaie à *Salix aurita*, *Lonicera periclymenum*, *Pteridium aquilinum* ; 6 touffes d'Osmonde ont été dénombrées ; la station est située à 400 m à vol d'oiseau de la précédente (n° 5).

#### • n° 7 : Vallon de la Morchel à Lembach (67)

En forêt privée (Domaine de La Verrerie), environ 70 touffes, la plupart fructifères et très bien développées (certaines dépassant 2 m de hauteur), dans le fond de vallon humide marqué de nombreuses sources et occupé par une aulnaie très ouverte à *Chrysosplenium oppositifolium*, *Impatiens noli tangere*, *Carex rostrata*, *Deschampsia caespitosa*, *Lysimachia vulgaris*, *Sphagnum squarrosum*, *Oreopteris limbosperma*, etc.

#### • n° 8 : Forêt communale de Lembach (67)

10 touffes d'Osmonde, dont 4 fertiles, présentes dans la parcelle 60, dans une pinède située sur colluvions de bas de versant avec *Vaccinium myrtillus*, *Pteridium aquilinum*, *Molinia caerulea*, *Deschampsia flexuosa*, *Polytrichum formosum*, *Sphagnum cymbifolium*, etc. Une autre touffe stérile découverte dans la parcelle 57, dans une zone dégagée à Molinie et sphaignes.

#### • n° 9 : Forêt communale de Wissembourg (67)

2<sup>es</sup> série, parcelle 103, à proximité de la maison forestière Scherhol. Cette station a été découverte par les services de l'Office National des Forêts. Nous n'avons pas encore eu l'occasion de la visiter.

### 3.2.3. le secteur Sud (Reipertswiller - La Petite Pierre)

#### • n° 10 : Vallon de l'Eikenbachthal à Reipertswiller (67)

3 touffes fertiles d'Osmonde, dans une bétulaie-aulnaie à *Molinia caerulea*, *Vaccinium myrtillus*, *Pteridium aquilinum*, *Sphagnum sp.*, etc., dans la parcelle 37 de la forêt domaniale d'Ingwiller.

#### • n° 11 : Vallon de la Melch à Reipertswiller (67)

3 touffes dénombrées en 1993 en bordure d'un ruisseau situé en limite de la forêt sur la rive gauche du ruisseau principal. En 1980 nous avons également découvert, sur la base d'indications de Mr. J. TIMBAL, une dizaine de plantes plus à l'amont sur la rive droite, toujours en lisière de la forêt.

#### • n° 12 : Vallon du Maibächel à Neuwiller-les-Saverne (67)

A la limite de la forêt domaniale de Bouxwiller (parcelle 15) et de la forêt des Hospices Civils de Strasbourg (parcelle 2), 10 touffes, dont 2 fructifères, sous des épicéas en bordure du ruisseau en compagnie de *Lysimachia vulgaris*, *Athyrium filix femina*, *Dryopteris carthusiana*, *Pteridium aquilinum*, *Molinia caerulea*, etc. Cette station correspond vraisemblablement à l'une de celles mentionnées dans ce secteur par WALTER en 1907.

## 4. ÉCOLOGIE DE L'OSMONDE ROYALE DANS LES VOSGES DU NORD

### 4.1. Composition minérale du substrat

Dans toutes ses stations des Vosges du Nord, l'Osmonde apparaît toujours au niveau d'affleurements géologiques du grès vosgien ou du grès d'Annweiler, jamais sur grès bigarré. Signalons toutefois que, dans les Vosges du Sud, GODRON (1875) et FERRY (1877) la mentionnent exceptionnellement sur grès bigarré, à Bains-les-Bains. L'Osmonde est donc, dans les Vosges du Nord, une espèce acidiphile liée à des sols très pauvres en éléments nutritifs. Les stations sur grès d'Annweiler (à *Chrysosplenium oppositifolium*, *Impatiens noli tangere*,...) témoignent toutefois d'une richesse plus élevée que celles sur grès vosgien.

### 4.2. Niveau hydrique

L'Osmonde apparaît généralement à la faveur de zones de sources ou de suintements à eau circulante, dans des groupements rapportés à l'*Alnion glutinosae*. Ses populations les plus prospères des Vosges du Nord, où les plantes sont les plus élevées (jusqu'à 2 m), se situent effectivement dans ces conditions stationnelles (n°5 et 7).

On l'observe également au niveau de marais tourbeux forestiers, mais elle reste alors cantonnée aux bordures de ces marais, dans les zones de rupture de pente (par ex. station n°3 du Schnepfenbach). Elle peut aussi être présente dans des stations nettement moins humides, telles des chênaies-pineraies à Molinie du *Quercion robori-petraeae*, situées dans des bas de pente avec circulation d'eau en profondeur. La plante y est alors le plus souvent stérile et n'atteint que de faibles dimensions (inférieures à un mètre). C'est le cas des stations n°2 et 10, en particulier.

Ces observations sont tout à fait concordantes avec celles de MERIAUX et TOMBAL (1976) dans le Nord de la France, qui observent également une diminution de la taille des plantes en fonction de la profondeur de la nappe et de l'acidité du sol, ainsi qu'avec celles de BOURNERIAS (1963), qui mentionne la présence de l'Osmonde en limite des zones tourbeuses dans le marais de Cessières-Montbavin.

### 4.3. Eclaircissement des populations

L'Osmonde peut supporter un ombrage relativement important (couvert de hêtre ou charme provenant de groupements forestiers voisins), mais dans ces conditions, elle reste généralement stérile et de petite taille. Un couvert moins dense (peuplement d'aulnes ou de bouleaux) lui est plus favorable. De fortes éclaircies, voire coupes à blanc, entraînant également une remontée du niveau hydrique, la favorisent indéniablement (cf. stations n° 6 et 7), car elle résiste très bien à la concurrence d'espèces sociales comme *Pteridium aquilinum* ou *Molinia caerulea*.

## 5. PROTECTION DES STATIONS D'OSMONDE ROYALE DANS LA RÉSERVE DE LA BIOSPHERE DES VOSGES DU NORD

L'Osmonde royale est désormais une espèce légalement protégée en Alsace (arrêté du 28 juin 1993 paru au Journal Officiel du 9 septembre 1993) et en Lorraine (arrêté du 3 janvier 1994 paru au journal Officiel du 4 mars 1994). Or actuellement seules les stations n°1 (étang de Tabac), n°2 (Erlenmoos), n°3 (Schnepfenbach) et n°9 (Eikenbachthal) font l'objet de mesures de protection sous forme de Réserves Biologiques Domaniales. Vu la rareté de l'Osmonde dans les Vosges du Nord, sa position biogéographique marginale en limite orientale de l'aire de répartition de l'espèce et sa sensibilité aux perturbations du milieu (drainage), il apparaît nécessaire de protéger également les autres populations de ce territoire, en particulier les stations n°5 (Mitschdorf) et n°7 (Morchel), qui sont actuellement les plus riches de ce territoire.

## 6. CONCLUSION

L'Osmonde royale, espèce subatlantique en limite orientale de son aire de répartition dans le Massif Vosgien, est actuellement connue d'une douzaine de stations dans les Vosges du Nord, totalisant environ 220 plantes. Ces localités forment la charnière entre l'aire du Palatinat, où l'espèce est plus fréquente (36 stations, comportant environ 1 300 plantes, selon SCHULZE, 1965) et celle du versant occidental des Vosges moyennes, où l'Osmonde est également plus abondante (avec certaines localités qui dépassent le millier de touffes !).

Une prospection systématique (par les forestiers ?) de tous les habitats favorables (bordures de sources et ruisseaux sur grès) conduirait sans aucun doute à découvrir de nouvelles stations dans les Vosges du Nord, en particulier dans le secteur du Hochwald (entre Woerth, Lembach et Wissembourg), où les biotopes appropriés abondent.

## REMERCIEMENTS

Ils s'adressent à toutes les personnes qui m'ont communiqué des renseignements sur des stations d'Osmonde, R. ENGEL, J. TIMBAL et P. WOLFF ainsi que de nombreux agents de l'ONF (J.-M. BERGER, J.-P. BEYER, etc). Une mention particulière à J.-C. GENOT qui m'a transmis de nombreuses données et m'a accompagné le 13 septembre 1993, sous une pluie battante, pour une revue des différentes stations connues dans les Vosges du Nord. Je serai toujours reconnaissant de toute nouvelle indication de station, qui permettrait de compléter la présente mise au point.

## BIBLIOGRAPHIE

- BENOIT J. 1929. Eléments de phytostatique pour le département de la Moselle (publiées d'après les notes de feu l'abbé R. Th. BARBICHE). *Bull. Soc. Hist. Nat. Moselle* 32 : 83 - 162.
- BOURNERIAS M. 1963. Le marais de Cessières - Montbavin (Aisnes). Essai de détermination objective des groupements végétaux. *Cahiers des Nat., Bull. N.P.*, n.s. 19 (4) : 81-113.
- CREUTZER M.P. 1852. Statistique du canton de Bitche. *Mém. Acad. Metz* 33 : 83-369 + 7 tabl. h.t.
- DAVAL M. 1951. Plantes vasculaires du canton de Plombières-les-Bains. *Monde des Plantes* 274/275 : 4.
- DHIEN R. 1950. Les Ptéridophytes de Bains-les-Bains (Vosges). *Monde des Plantes* 270/271 : 58.
- DUBOIS G., DUBOIS C., HEE A. et WALTER E. 1938. La végétation et l'histoire de la tourbière d'Erlenmoos en Vosgovie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Moselle* 35 : 41-53.
- DUPONT P. 1990. Atlas partiel de la flore de France. Coll. «Patrimoines naturels», n°3, Secrétariat Faune-Flore. Museum National d'Histoire Naturelle, 442 p.
- ENGEL R. et KAPP E. 1961. Les Vosges du Nord. *Bull. Soc. Bot. France* 106, 85ème session extr. Vosges et Alsace, 1958 : 105-111.
- ENGEL R., MULLER S. et WOLFF P. 1979. Contribution à la flore des Vosges du Nord. *Bull. Soc. Hist. Nat. Moselle* 42 : 105 - 112.
- FERRY R. 1878. Atlas des fougères de l'Alsace et de la Lorraine. 1ère partie : Fougères des environs de St Dié. *Bull. Soc. Phil. vosgienne* 1877/78 : 28-37.

- FRIREN A. 1908. Simple causerie sur les fougères de Lorraine. *Bull. Soc. Hist. Nat. Moselle* 25 : 91-125.
- GEISSERT F., SIMON M. et WOLFF P., 1985. Investigations floristiques et faunistiques dans le Nord de l'Alsace et quelques secteurs limitrophes. *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.* 21 : 111-127.
- GODRON D.A. 1875. Notice sur les explorations botaniques faites en Lorraine de 1857 à 1875 et de leurs résultats. *Mém. Acad. Stanislas* 1874 : 126-250.
- GODRON D.A. 1883. Flore de Lorraine. 3<sup>e</sup>éd. (rédigée par FLICHE P. et LE MONNIER G.). 2 vol. : XIX + 608 (I) et 506 (II) p. N. Grosjean Ed. Nancy.
- HAEUPLER H. et SCHÖNFELDER P. 1988. Atlas der Farn und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. Ulmer Verlag. Stuttgart. 768 p.
- HOLANDRE J. 1829. Flore de la Moselle ou manuel d'herborisation, précédé d'un aperçu géologique sur le département et d'éléments abrégés de botanique. 2 vol. : LXXVIII + 1-291 (I) et IV + 293-712 (II) p. M. Thiel Ed. Metz.
- JALAS J. et SUOMINEN J. 1972. Atlas Flora Europaea 1 : Pteridophyta. Helsinki, 121 p.
- JEROME C. 1989. Une plante rare retrouvée au Pays de Salm : l'Osmonde royale. *L'essor* 144 : 15.
- KAPP E. 1962. Espèces et stations nouvelles de la flore d'Alsace et des Vosges. 2<sup>e</sup>me série. *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.* 11 (3/4) : 179-214.
- KAPP E. 1967. Contributions à la connaissance de la flore d'Alsace et des Vosges. *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.* 13 (2) : 237-255.
- MERIAUX J.L. et TOMBAL P. 1976. Les biotopes et phytocoenoses à *Osmunda regalis* L. dans le Nord de la France. *Doc. phytos.* 19/20 : 11-25.
- PRELLI R. et BOUDRIE M. 1992. Atlas écologique des fougères et plantes alliées. Illustration et répartition des Ptéridophytes de France. Ed. Lechevalier. Paris. 272 p.
- SCHULTZ F. W. 1846. Flora der Pfalz. Speyer (Reprint 1971, avec préface du Dr. N. HAILER. Pirmasens. Richter., 76 + 575 p., Nachtrag 35 p.).
- SCHULZE G. 1965. Die Verbreitung des Königsfarns (*Osmunda regalis* L.) in der Pfalz. *Mitteilungen der Pollichia*, 3. Reihe, 12. Bd : 292-303.
- Société d'Etude de la Flore d'Alsace 1982. Flore d'Alsace d'après ISSLER E., LOYSON E. et WALTER E., 2<sup>e</sup>éd. 621 p.
- THIRIAT X. 1869. La vallée de Cleurie. Chap. IV : Botanique : p. 63-115. Mirecourt et Remiremont, 458 p + 1 carte. Reprint 1979, Impr. Flash, Epinal, 462 p.
- WALTER E. 1907. Die Farnpflanzen der Umgebung von Zabern. *Mitt. Phil. Ges. Els. Lothr.* 3 (5) : 547-581.



*Photo : R. PRELLI*

# Die Rostrote Weide, *Salix atrocinerea* BROTERO und ihre Hybriden - neu für die Biosphärenreservate Nordvogesen und Pfälzerwald

von Peter WOLFF

Richard Wagner-Str. 72, Dudweiler, D - 66125 Saarbrücken

*Zusammenfassung :* *Salix atrocinerea*, eine ibero-atlantische Art, hat bei ihrem Vordringen nach Osten seit etwa 1940 auch die Nordvogesen und den südlichen Pfälzerwald erreicht, was aber erst 1991 erkannt wurde. Das Zentrum dieses Teilareals liegt im Tal des Falkensteinerbachs. Hier sind die Pflanzen überwiegend typisch ausgebildet, während in den umgebenden Tälern Introgression\* durch *Salix aurita*, *S. caprea* oder *S. cinerea* vorherrscht. Diese 3 Arten bilden mit *S. atrocinerea* auch häufig Hybriden, deren Verbreitung weit über das Areal der reinen Art hinausreicht. Es werden Vorschläge für die sehr schwierige Abgrenzung zwischen Arten und Hybriden gemacht.

Typische *S. atrocinerea* ist leicht kenntlich an den rostroten Haaren und Knötchen auf der Blattunterseite, der dunkelgrün glänzenden Blattoberseite, dem steif aufrechten Wuchs der schwärzlichen Äste und Zweige und der Höhe von bis zu 9 m der Sträucher bzw. Bäume.

Die Art kommt meist in alten Naßwiesenbrachen der Bachtäler vor. Vermutlich hat die zunehmende Aufgabe der Nutzung dieser Wiesen seit dem letzten Weltkrieg die Ausbreitung von *S. atrocinerea* begünstigt.

**Résumé :** Le Saule roux, *Salix atrocinerea* BROTERO et ses hybrides nouvelles espèces dans les Réserves de la Biosphère des Vosges du Nord et du Palatinat

*Salix atrocinerea*, espèce ibero-atlantique, en progression vers l'Est, a atteint les Vosges du Nord et le Sud du Palatinat, environ vers 1940. Sa présence n'y a toutefois été reconnue qu'en 1991. Le centre de cette aire de distribution régionale se trouve dans la vallée du Falkensteinbach. Les plantes y sont majoritairement typiques, alors que dans les vallées voisines dominent des formes introgressées par *Salix aurita*, *S. caprea* ou *S. cinerea*. Ces trois espèces forment aussi fréquemment avec *S. atrocinerea* des hybrides, dont la répartition s'étend largement au-delà de l'aire de l'espèce pure. Des propositions sont faites pour la délimitation très délicate des espèces et des hybrides.

*S. atrocinerea* typique est facile à reconnaître à la face inférieure des feuilles garnie de poils roux et de minuscules tubercules, à la face supérieure brillante et vert sombre, au port dressé et à l'épaisseur des branches et rameaux noirâtres, ainsi qu'à la hauteur des buissons et arbres, pouvant atteindre 9 m.

L'espèce se développe principalement dans d'anciennes friches humides des vallées alluviales. Son expansion y a probablement été favorisée par la déprise agricole croissante depuis la dernière guerre mondiale.

**Summary :** The Rusty Willow, *Salix atrocinerea* BROTERO and its hybrids - new for the Northern Vosges and Palatine Biosphere Reserves

The ibero-atlantic species *Salix atrocinerea* is extending to east and has reached the Northern Vosges (France) and the southern Palatine (Germany) approximatively since 1940. This fact has only been recognized in 1991.

The center of this regional area is the valley of Falkensteinbach. There the plants appear predominantly typical, while in the surrounding valleys introgression by *Salix aurita*, *S. caprea* or *S. cinerea* is the rule. These 3 species are also freely producing hybrids with *S. atrocinerea*, their geographical range exceeding largely that of the pure species. Proposals are given for the very difficult delimitation between species and hybrids.

Typical *S. atrocinerea* is a shrub or tree up to 9 m. It is easily recognizable by its rusty hairs and minute tubercles on the lower surface of the leaves, their shining dark green upper surface and the strongly erect blackish twigs.

The species is mostly occurring in old wet herbaceous fallows of stream valleys. It is likely that its expansion has been stimulated by the progressing ceasure to exploit these meadows since the last world war.

\*Introgression : die Eingliederung einiger Gene einer Art in den genetischen Komplex einer anderen Art durch gelungene Hybridation.

C'est l'incorporation de gènes d'une espèce dans le complexe génique d'une autre espèce par suite d'une hybridation réussie.

Mots-clés : Saule roux, Salicacées, Vosges du Nord, friche, phytogéographie, introgression

## 1. *SALIX ATROCINEREA*

### 1.1. Bisherige Verbreitung

FOURNIER (1977) bezeichnet *Salix atrocinerea* als ibero-atlantische Art. Die Karte in Atlas Florae Europaeae 3 (JALAS et SUOMINEN, 1976) zeigt auf der Iberischen Halbinsel, Korsika, in Belgien und auf den Britischen Inseln eine offenbar weite Verbreitung. In Frankreich ist die Ostgrenze ihres Areals noch als von Reims bis Marseille verlaufend eingetragen.

Inzwischen ist die Art aber auch in Ostfrankreich aufgetaucht : PARENT (1973 et 1985) hat sie als erster in Lothringen nachgewiesen, bei Fontenoy-sur-Moselle und Maron. DUVIGNEAUD (1987) verbindet seinen Fund in der Salzwiese von Haraucourt mit der Feststellung «en extension dans la région». Im Elsass schliesslich fand GEISSERT (1989) sie bei Holtzheim SW Strasbourg und bei Herrlisheim SE Bischwiller.

In den deutschen Floren wird *S. atrocinerea* überhaupt noch nicht erwähnt, obwohl A. NEUMANN und F. MANG sie im westlichen Bundesgebiet schon lange entdeckt haben (MANG, brieflich 1991). Auf der Kenntnis dieser Tatsache beruht sicherlich die Eintragung «G» in der Liste der Gefässpflanzen Mitteleuropas von EHRENDORFER (1973). In NEUMANN (1981) kommt die Art trotzdem nicht vor, weil dieses posthum herausgegebene Werk auf einem Manuskript von 1955 beruht (HÖRANDL, 1992). HAEUPLER et SCHÖNFELDER (1988) erhielten keine Fundmeldungen.

### 1.2. Verbreitung im Gebiet

Seit 1991 kenne ich *S. atrocinerea* und ihre Hybriden auch im südlichen Pfälzerwald und seit 1992 in den Nordvogesen. Diese ersten Funde sind bereits in den Rasterkarten des Verbreitungsatlas der Pfalz (LANG *et al.*, 1993) enthalten : Karten Nr. 2038-2041. Eine intensivere Kartierung 1993 ergab für die Art folgendes Verbreitungsbild (siehe Punktkarte)

NORDVOGESEN (von Süd nach Nord)

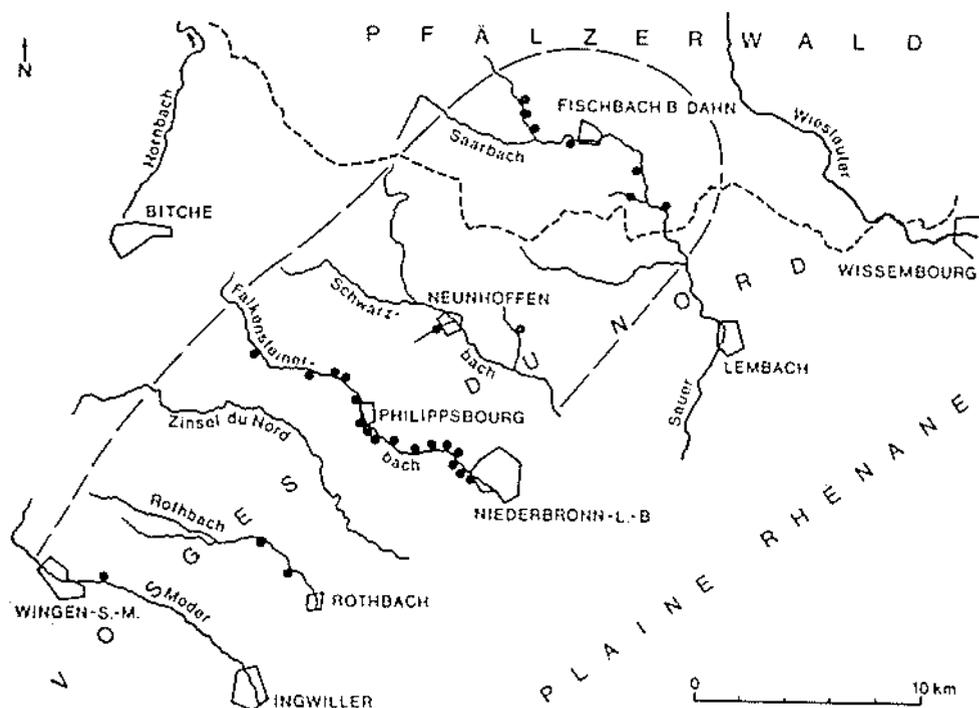
- Vallée de la Moder : Zwischen Wimmenau und Wingen (1 ex.)
- Vallée du Rothbach : In Höhe des Südrands des Kleinen Linthals (1 ex.) ; an der Abzweigung nach Lichtenberg (1 ex.)
- Vallée du Falkensteinbach : Niederbronn-les-Bains, «NW gare» an vielen Stellen ; Wasenberg ; «Scierie BLOCH» ; Breitenwasen ; «Maison Forestière de Riesenthal» ; Schlangenthal, Leitzelthal ; Dunkelthal ; Philippsbourg, «E cimetièrre und E gare» ; zwischen Muckenthal «Ferme» und Schlossberg «Mon. Fre.» ; Lieschbach ; Kachler «Mon. Fre.» ; oberhalb Mündung des Waldeckerbachs ; oberhalb Bannstein. In diesem Tal habe ich 41 Exemplare gezählt ; es gibt mit Sicherheit noch viel mehr.

- Seitental zum Schwarzbach W Neunhoffen, am Damm des Weihers (2 ex.)
- Wineckerthal : «S Mon. Fre.» de Herrenhof, «S Ruine» Wineck (1 ex.)

#### PFÄLZERWALD

- Faunertal NW Fischbach bei Dahn (3 ex.)
- Seitental zum Saarbach = Sauer, Dachweiher W Schönau (2 ex)
- Tal des Saarbachs : oberhalb Hirschthal (1 ex) ; Königsbruch N Schönau (1 ex.) ; SW Fischbach bei Dahn (1 ex.).

Das Zentrum unseres Teilareals liegt also im Tal des Falkensteinbachs : von der Mündung des Waldeckerbachs bis Niederbronn gehört die Art zu den häufigsten Weiden. Vielleicht besteht ein planzengeographischer Zusammenhang mit den ebenfalls hier vorkommenden Atlantikern *Potamogeton x variifolius*, *Oenanthe fluviatilis* und *Scrophularia auriculata* (WOLFF, 1989). In den übrigen Tälern ist *S. atrocinerea* selten. Eine zu Fuss durchgeführte gründlichere Nachsuche erlaubt aber wohl auch dort noch weitere Funde.



Karte des Untersuchungsgebiets und der Fundpunkte von *Salix atrocinerea* (●).

Carte de prospection et des stations de *Salix atrocinerea* (●).

### 1. 3. Standortfaktoren und Vegetation

Allen Tälern gemeinsam ist, dass sie sich nach Süden bis Osten öffnen. Der Wasserhaushalt der Böden reicht von wechselfeucht bis sehr nass ; die Spanne der Bodenarten von Sand bis Lehm, in der Regel humos. Die Bodenreaktion dürfte zwischen subneutral und sauer liegen. Extrem saure und nährstoffarme Torfböden werden gemieden. Fast immer handelt es sich um Alluvionen in Buntsandsteintälern ; nur bei Niederbronn s. T. um basenreichere Böden in Bereich der Rheinhauptverwerfung.

Häufigster Standorttyp sind Nasswiesenbrachen ; viel seltener sind Bachufer, Bachböschungen, Wegränder und Waldränder. Begleiter in der Krautschicht sind vor allem *Carex acutiformis*, *C. paniculata*, *Cirsium palustre*, *Juncus effusus*, *Lysimachia vulgaris*, *Molinia caerulea*, *Urtica dioica*, *Rubus fruticosus* coll., *Filipendula ulmaria*, *Iris pseudacorus*, *Phalaris arundinacea*, *Impatiens glandulifera*, *Solidago gigantea*, *Angelica sylvestris*, *Phragmites australis*, *Eupatorium cannabinum*, *Juncus acutiflorus*, *Agrostis canina*, *Calamagrostis canescens*. An Gehölzen sind assoziiert : *Salix cinerea*, *S. aurita*, *S. caprea*, *S. atrocinerea*-Hybriden, *S. x alopecuroides*, *Alnus glutinosa*, *Frangula alnus*, *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Carpinus betulus*.

Soweit *S. atrocinerea* sich an dichteren Gebüschern beteiligt, gehören diese soziologisch überwiegend zum *Salicion cinereae*. Potentiell sind es meist Standorte des *Stellario-Alnetum*, seltener des *Carici elongatae-Alnetum* oder, an den wenigen (wechsel) feuchten Stellen, *Quercus robur* - oder *Carpinus betulus* - reicher Wälder. In der Potentiellen Natürlichen Vegetation könnte sich die Rostrote Weide wohl nur an Bachufern und in Waldlichtungen halten.

### 1.4. Indigenat

Alle oben aufgezählten *S. atrocinerea* - Exemplare sind sicher oder sehr wahrscheinlich spontan gewachsen. Man muss jedoch in jedem Einzelfall kritisch prüfen, ob nicht ursprünglich eine Anpflanzung vorlag. Oft verwischen sich die Anzeichen dafür später. Nach CHASSAGNE (1956) wird der Strauch in der Auvergne häufig als Hecke gepflanzt. NEUMANN et POLATSCHEK (1972) sprechen von einzelnen Kultursorten in Mitteleuropa. Am Südostrand des Pfälzerwalds, um die Teiche des Naherholungsgebiets von Rechtenbach herum, hat GEISSERT 1991 ca. 20 kultivierte Sträucher entdeckt. Trotzdem haben wir die Sippe in keinem französischen oder deutschen Baumschulkatalog gefunden, auch nicht unter dem in Grossbritannien üblich Namen «*S. cinerea* ssp. *oleifolia*». Auf den Britischen Inseln werden zumindest die Kultursorten *S. cinerea* «*tricolor*» und «*variegata*» verkauft (NEWSHOLME, 1992), die aber an ihren gefleckten Blättern leicht als Züchtungen zu erkennen sind.

### 1. 5. Merkmale (siehe Abbildung)

Typische Sträucher bzw. Bäume von *S. atrocinerea* sind mit keiner anderen Weide zu verwechseln, vor allem wegen der überwiegend rostroten Haare auf der Blattunterseite, der glänzend dunkelgrünen Blattoberseite und des straff aufrechten Wuchses der schwärzlich-rotbraunen Äste und Zweige.

Die rostrote Färbung des Induments erscheint allerdings erst ab Juni ; am deutlichsten sieht man sie im Herbst. Die roten Haare sind kürzer und flacher anliegend als die in geringerer Zahl vorhandenen weissen Haare. Besonders typisch sind die winzigen dunkelrostfarbenen Knötchen direkt auf der Blattoberfläche (MEIKLE, 1984 "minute blackish glands"). Unter dem Mikroskop erweisen sie sich als dreidimensionale Trichomverzweigungen von ca. 120 microm Durchmesser mit dornigen Enden. Von ihnen gibt es alle Übergänge zur einfachen Haarform.

Weitere Merkmale im Gebiet :

- Blätter (schmal) ellipsoidisch bis verkehrt oval, (1.8) 2.3-3.4 (4.2) x so lang wie breit ; absolute Masse : Länge (2.5) 4-6 (8.5) cm, Breite (1.2) 1.7-2.5 (3) cm
- Blattränder vorn oft unregelmässig gezähnt
- (6) 8-15 (18) Hauptseitennerven je Blatthälfte
- mehrstämmige Sträucher bis einstämmige Bäume von maximal 9 m Höhe, oft höher als breit ; Stammdurchmesser bis 35 cm
- Zweige schlank ; einjährige behaart, ab dem 2. Jahr verkahlend
- Knospen kleiner als bei *S. caprea* und *S. cinerea*
- Nebenblätter relativ klein, meist früh abfallend
- Striemen auf dem entrindeten Holz manchmal schwach ausgeprägt
- Blütenmorphologie und Blütezeit ähnlich wie bei *S. cinerea*.

Wenn diese charakteristischen Merkmale abgeschwächt oder nicht alle ausgeprägt sind, ist eine andere Art in geringem Masse beteiligt. Diese typische Erscheinung an Arealrändern kann man, ausser im Falkensteinbachtal, an fast allen Exemplaren beobachten. Dasselbe gilt aber auch für Belgien und Lothringen, wie folgende Zitate zeigen : "rarement typique" (VAN ROMPAEY et DELVOSALLE, 1978) ; «l'extension assez récente de cette espèce vers l'Est se fait généralement par des populations introgressées» (DUVIGNEAUD, 1977). Ist die Wuchsform breit ausladend, sind alle Blätter ausgesprochen verkehrtoval und die Blattoberseiten eher matt und/oder etwas runzlig, so liegt Introgression von *S. cinerea* oder *S. aurita* vor. Stärkere weisse Behaarung der Zweige und Bätter deutet auf einen Einschlag von *S. cinerea*. Kräftige Zweige und Knospen lassen auf Introgression von *S. caprea* oder *S. cinerea* schliessen. Extreme Höhe (Hirschthal : 12 m, bei 13 m Breite) zeigt den Einfluss der *S. caprea*.

## 2. DIE HYBRIDEN

### 2.1. Die Abgrenzung

*S. atrocinerea* kreuzt sich leicht mit anderen Arten. Diese einhellige Meinung in der Literatur (RECHINGER et AKEROYD in TUTIN *et al.*, 1993) kann man im Gebiet nur bestätigen. Die Beteiligung dieser Weide an anderen Arten verrät sich am leichtesten durch das Vorhandensein rostroter Härchen. Man darf sie nur nicht verwechseln mit vergänglichen blassroten Haaren auf jungen Blattoberseiten anderer Arten, oder rötlichen Haaren in der Umgebung von Blattverletzungen.

Das Vorhandensein echter rostroter *atrocinerea*-Haare, die auch die Form von Stieldrüsen annehmen können, sollte man nur im Spätsommer oder Herbst beurteilen, und nur an den jeweils jüngsten Blättern. An mittleren und unteren Blättern fehlen sie oft. Auch sind sie meist unregelmässig über den Strauch verteilt. Bei den Hybriden verdecken die längeren und zahlreicheren weissen Haare manchmal die roten. Für die Untersuchung ist also eine ausreichende Vergrösserung (20-50x) und helles Licht nötig. Ausser auf den Blättern können auch auf den Knospenschuppen und der jungen Rinde rote Haare sitzen. Es gibt allerdings Hinweise auf die mögliche Existenz von Hybriden ohne rote Haare, die ja nur eines der Artmerkmale darstellen.

Grosse Schwierigkeiten bereitet oft die Abgrenzung der Arten von den Hybriden, denn es gibt theoretisch lückenlose phänotypische Reihen zwischen *S. atrocinerea* und ihren Bastardpartnern. In der Praxis hat sich im Gebiet allerdings gezeigt, dass intermediäre Formen viel seltener sind als Formen, die stärker zur einen oder anderen Art neigen. Und gerade in diesem Bereich kann die Entscheidung schwerfallen. Natürlich muss man alle Differentialmerkmale heranziehen, wenn man die Grenzen zwischen den Arten und ihren Hybriden sucht. Da ich in der Literatur dazu keine Hilfestellung gefunden habe, versuche ich mich an folgendes Schema zu halten, das wohl so ähnlich, aber unbewusst auch von andren Botanikern praktiziert wird: Die zentralen 50 % der Reihe werden als Hybride betrachtet, die randlichen 25 % jeweils zu den Arten geschlagen:

	0/100%	25/75	50%	75/25	100/0%	
Art A			H y b r i d e			Art B
	Introgress. völlig rein (siehe auch WOLFF in LANG <i>et al.</i> , 1993 : 38).				Introgress. völlig rein	

Natürlich schliesst auch diese Festlegung einen subjektiven Ermessensspielraum nicht ganz aus.

Einen empfehlenswerten Schlüssel für *S. atrocinerea* und die Hybriden mit *S. aurita* und *S. cinerea* findet man in LAMBINON *et al.* (1992); lateinische Beschreibungen von *S. atrocinerea* und der Hybride mit *S. caprea* in GÖRZ (1929).

Da der Habitus der Sträucher oder Bäume höchstens einen vagen Hinweis auf die Bastardnatur gibt, man sie vielmehr im Gelände nur mit der Lupe erkennt, sind die Hybriden nur stichprobenweise erfasst und damit sehr unvollständig kartiert. Ihre Verbreitung reicht weit über das Areal von *S. atrocinerea* hinaus.

## 2.2. *S. atrocinerea* x *caprea* = *S. x quercifolia* (Sennen) Görz

Die Blätter sind relativ länger und spitzer und haben mehr Hauptseitennerven als die 6-8 der reinen *S. caprea*. Diese verbreitetste Hybride findet man auch ausserhalb der Täler.

NORDVOGESEN: z. B. Vallée de la Moder (Quatre Vents, Wimmenau, Wingen), Hühnerscherr, mehrfach im Vallée du Rothbach, Baerenthal, Niederbronn, Philippsbourg, Mündung Waldeckerbach, Stockbronn, Dambach, Wineck, Liebfrauenthal, Niedersteinbach, Obersteinbach.

PFÄLZERWALD : z. B. Eppenbrunn, Fischbach bei Dahn, Schönau, Salzwoog, Hinterweidenthal, Rodalben, Kaiserslautern, Elmstein, Breitenstein, Forst.

### 2.3. *S. atrocinerea x aurita = S. x charrieri*

#### Chassagne

ist im Areal von *S. aurita* ebenfalls nicht selten, in fast allen Tälern.

NORDVOGESEN : z. B. Vallée de la Moder (Abzweigung nach Lichtenberg, W Wingen), mehrfach im Vallée du Rothbach, Untermuhithal, Mouterhouse, Bannstein, Dambach, Neunhoben, Obersteinbach, Sturzelbronn.

PFÄLZERWALD : z. B. Eppenbrunn, Fischbach bei Dahn, Hinterweidenthal, Rodalben, Leimen, Rinnthal, Eusserthal, Rechtenbach, Trippstadt, Elmstein, Helmbach, Waldleiningen, St. Martin, Neuhemsbach.

### 2.4. *S. atrocinerea x cinerea = S. guinieri* Chassagne & Görz

entsteht dagegen auffallend selten, obwohl *S. cinerea* der häufigste Introgresionspartner von *S. atrocinerea* ist.

NORDVOGESEN : E Wimmenau ; Philippsbourg, «E gare» ; SE Leitzelthal.

PFÄLZERWALD : W Schönau, Dachsweiher, W Hinterweidenthal.

### 2.5. Die Tripelbastarde

Die normalerweise sehr unsichere Ansprache wird durch das Merkmal der rostroten Haare im Falle der Beteiligung von *S. atrocinerea* etwas erleichtert. Trotzdem beruhen die folgenden Funde eher auf Zufall.

#### 2.5.1. *S. atrocinerea x aurita x caprea*

NORDVOGESEN : Niederbronn-les-Bains, NW gare, kleiner Strauch neben einem grossen von *S. atrocinerea*, am Wegrand.

#### 2.5.2. *S. atrocinerea x aurita x cinerea*

PFÄLZERWALD : NW Hauenstein, Hirtenbach-Tal, hoher Strauch, mit *S. aurita*, *S. cinerea* und *S. x multinervis*, in einer Nasswiesenbrache.

#### 2.5.3. *S. atrocinerea x caprea x viminalis = S. x calodendron*

#### Wimmer

PFÄLZERWALD : N Salzwoog, zwischen Waldparkplatz und Strasse, kleiner Strauch, mit *S. caprea* und *S. atrocinerea x caprea*. Möglicherweise gepflanzt : Nach CHMELAR et MEUSEL (1976) ist *S. x calodendron* eine Kulturhybride (auch in der Deutung von *S. cinerea x caprea x viminalis* durch andere Autoren).

## 3. DISKUSSION

Das älteste von mir gefundene Exemplar von *S. atrocinerea*, nämlich das im Rothbachtal etwas südlich des Kleinen Linthals, hat ein Alter von schätzungsweise

50 Jahren und ist ca. 8 m hoch. Die dicken Stämme haben sich auf den Boden gelegt, so dass der Baum sich mit 12 m in die Breite entwickelt hat (*S. cinerea* ist introgressiv beteiligt!).

Die jüngsten Sträucher sind weniger als 10 Jahre alt, die meisten jedoch zwischen 15 und 40 Jahre. Da sie überwiegend in Nasswiesenbrachen wachsen, drängt sich die Vermutung auf, dass die Art sich erst als Folge des zunehmenden Brachfallebens maschinell nicht bewirtschaftbarer Wiesen ausgebreitet hat. In den Nordvogesen begann diese Entwicklung in den 60er Jahren (MULLER, 1993), in den Tälern des südlichen Pfälzerwalds zwischen Kriegsende und den 70er Jahren (ROWECK et RISSE in ROWECK, 1987). Vielleicht hatte *S. atrocinerea* sich vorher schon ganz vereinzelt an Bach- und Waldrändern angesiedelt, als Vorposten seiner Einwanderung von Westen her. Auf jeden Fall ist es erstaunlich, dass eine so grosse Pflanzentart (Volumen bis 100 m<sup>3</sup>!) schon seit den 40er Jahren im Gebiet lebt, ohne von den Botanikern erkannt worden zu sein.

Sieht man von den zwischen den Tälern liegenden Bergzügen ab, die als Wuchsorte von *S. atrocinerea* kaum geeignet sind, so zeigt die Karte ein relativ geschlossenes Arealbild, dessen aktuelle Grenzen zumindest nach W, N und NE gesichert erscheinen. Es wäre lohnend festzustellen, ob es sich innerhalb der Vogesen auch SW der Moder weiter fortsetzt, und ob in der Rheinebene eine Verbindung zu den Fundpunkten von GEISSERT (1989) besteht.

Schliesslich sollte noch die Aufsammlung aus 1927 von E. WALTER aus der Vallée du Baerenbach SW Saverne (und weitere Belege von ihm?) untersucht werden, die nach Ansicht von M. CHASSAGNE (brieflich, 1940) zu *S. atrocinerea* gehören könnte (ENGEL, 1963 und mündlich, 1993). Dass A. NEUMANN sie nach anfänglicher Zustimmung später als Form von *S. cinerea* bezeichnet hat, rührt vermutlich nur daher, dass er *S. atrocinerea* als Unterart von *S. cinerea* aufgefasst hat (HÖRANDL, 1992).

Das Gefährdungspotential erscheint auf der französischen Seite gering. Grösser ist es im Pfälzerwald, wo im Zuge der durchaus wünschenswerten Offenhaltung der verbrachten Talauen ausser der Krautschicht auch Gehölze beseitigt werden könnten. Falls man dies irgendwo für notwendig erachtet, sollte man in jedem Fall prüfen, ob keiner der wenigen *Salix atrocinerea*-Sträucher bzw.-Bäume betroffen ist.

## DANKSAGUNGEN

In erster Linie geht mein Dank an Herrn Prof. Dr. K.H. RECHINGER, Wien, für Informationen, Literatur und die kritische Durchsicht zahlreicher Belege. Er hat sie alle als *S. atrocinerea*-Sippen bestätigt. Eine Grenzziehung zu den Hybriden war anhand der jeweils zu kleinen Proben nicht möglich.

Durch Literaturbeschaffung und freundliche Auskünfte halfen ausserdem die Herren R. ENGEL, Saverne; F. GEISSERT, Sessenheim; Prof. Dr. S. MULLER, Metz; G.H. PARENT, Arlon; Dr. A. POLATSCHEK, Wien und Dr. J.A. SCHMITT, Saarbrücken.



*Röntgenogramm von Salix atrocinerea, etwa halbe natürliche Größe  
(aus CHMELAR & MEUSEL 1976, mit freundl. Genehmigung von Westarp  
Wissenschaften, Magdeburg).*

*Radiographie de Salix atrocinerea, environ la moitié de la taille réelle.*

## BIBLIOGRAPHIE

- CHASSAGNE M. 1956. Inventaire analytique de la flore d'Auvergne. Tome 1. Ed. Lechevalier. Paris. 458 p.
- CHMELAR J. et MEUSEL M. 1976. Die Weiden Europas. Die neue Brehm-Bücherei 494, Wittenberg Lutherstadt. 143 p.
- DUVIGNEAUD J. 1977. La publication du volume 3 de l'Atlas Florae Europaeae. *Natura Mosana* 30/1 : 26-32.
- DUVIGNEAUD J. 1987. L'herborisation générale de la Société Royale de Botanique de Belgique dans le département de la Moselle (Lorraine, France) les 3 et 4 août 1985. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* 120 : 117-134.
- EHRENDORFER E. (Edit.) 1973. Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl. Fischer, Stuttgart. 318 p.
- ENGEL R. 1963. Plantes disparues ou en voie de disparition en Alsace et dans les Vosges. *Monde des Plantes* 339 : 9 - 11.
- FOURNIER P. 1977. Les Quatre Flores de la France. Vol. 1 : Texte. Lechevalier, Paris. 1105 p.
- GEISSERT F. 1989. Arbres et arbustes de Strasbourg à Lauterbourg. Tous nos saules - Unsere Holzgewächse. Sessenheim. 116 p.
- GÖRZ R. 1929. Les saules de Catalogne. *Cavanillesiae, Barcinone*, 2/7-10 : 1-62.
- HAEUPLER H. et SCHÖNFELDER P. (Edit.) 1988. Atlas der Farn und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. Ulmer. Stuttgart. 768 p.
- HÖRANDL E. 1992. Die Gattung *Salix* in Österreich. *Abh. zoolbot. Ges. Österr.* 27 : 1-170.
- JALAS J. et SUOMINEN J. 1976. Atlas Florae Europaeae Vol. 3. Helsinki. 128 p.
- LAMBINON J., DE LANGHE J-E., DELVOSALLE L. et DUVIGNEAUD J. 1992. Nouvelle flore de la Belgique, du G.-D. de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines. Ed. Jard. Bot. Meise. 1092 p.
- LANG W. *et al.* 1993. Flora der Pfalz. Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen für die Pfalz und ihre Randgebiete. Pfälz. Ges. Förd. Wiss. Speyer. 444 p.

- MEIKLE R. D. 1984. Willows and Poplars. BSBI Handbook n°4. London. 198 p.
- MULLER S. 1993. Analyse synchronique des successions végétales après déprise agricole dans les vallées des Vosges du Nord. *Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord* 2 (1992) : 53 - 67.
- NEUMANN A. 1981. Die mitteleuropäischen *Salix*-Arten. Mitt. Forstl. Bundes-Versuchsanstalt Wien 134. 152 p.
- NEUMANN A. et POLATSCHKEK A. 1972. Cytotaxonomischer Beitrag zur Gattung *Salix*. *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 76 : 619 - 633.
- NEWSHOLME C. 1992. Willows - the genus *Salix*. Ed. Batsford. London. 224 p.
- PARENT G.H. 1973. Quelques taxons phanérogamiques nouveaux ou méconnus de la flore lorraine. *Bull. Acad. Soc. Lorr. Sciences* 12/4 : 297-312.
- PARENT G.H. 1985. Etudes écologiques et chorologiques sur la flore lorraine. Note 7. La limite entre le domaine atlantique et le domaine méditerranéen en Lorraine française. *Bull. Soc. Hist. Nat. Moselle* 44 : 141-182.
- RECHINGER K.H. et AKEROYD J.R. 1993. 1. *Salix* L., in TUTIN *et al.* (Edit.), Flora Europaea Vol. 1, 2. Aufl. 53-64.
- ROWECK H. et RISSE S. 1987. Standorte und Vegetation der Kastentäler im Naturraum Südlicher Pfälzerwald. *Pollichia* Nr. 12:21-62.
- VAN ROMPAEY E. et DELVOSALLE L. 1978. Atlas de la flore belge et luxembourgeoise, Ptéridophytes et Spermatophytes, Commentaires. Ed. Jard. Bot. Meise. 116 p.
- WOLFF P. 1989. *Potamogeton x variifolius* THORE dans les Vosges Septentrionales - Plante nouvelle en Europe Centrale. *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.* 25 : 5-20.

# Première observation de la Pipistrelle de Nathusius, *Pipistrellus nathusii* (KEYSERLING et BLASIUS, 1839) dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord

Il existe quatre espèces du genre *Pipistrellus* dans la faune européenne et française. La Pipistrelle de Nathusius, *Pipistrellus nathusii* se distingue par sa grande taille (avant-bras de 31 à 36 mm, 5ème doigt de 46 mm environ) et par sa denture (MENU et POPELARD, 1987). Son habitat principal se situe essentiellement en Europe centrale, à l'Est jusqu'à l'Oural et au Caucase (M. N. H. N., 1992). Elle est connue pour être capable de faire de grandes migrations vers des gîtes d'hivernage.

Le record à ce jour est dû à un individu qui a parcouru 1 600 kilomètres en 83 jours : bague le 5.09.79 en Lituanie, repris le 12.12.79 en Isère (France) (NOBLET, 1987).

Les quelques dizaines de données d'observations françaises se situent essentiellement pendant la période d'hivernage. En Lorraine et en Alsace, elle a déjà été signalée par LEGER *et al.* (1989) et par BAUMGART *et al.* (1984 et 1985). D'après le dernier inventaire (HAMON *et al.*, 1992) et jusqu'à cette note, aucune observation n'avait été signalée dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord.

Le 6.11.93, j'effectuais une prospection d'un site à Noctule commune, *Nyctalus noctula* situé dans un rocher de la commune d'Obersteinbach (Bas-Rhin), avec deux chiroptérologues allemands de l'Association pour la Protection Transfrontalière des chauves-souris : Andreas KIEFFER et Christoph SCHREIBER accompagnés par deux adeptes confirmés de l'escalade : Bernard LOHR et Martin ISERHARDT. La prospection s'étant avérée négative, je décidais d'aller visiter l'après-midi, en leur compagnie, quelques sites d'hivernage intéressants pour les chauves-souris que je connaissais depuis l'inventaire 1990 - 1992 du Parc, situés dans le canton de Niederbronn-les Bains.

Dans les ruines d'un château situé sur la commune de Windstein (Bas-Rhin), nous observons entre deux pierres disjointes d'une voûte d'un passage bas, une chauve-souris du genre *Pipistrellus* qui nous a tout de suite frappés par sa grande taille, sa forte corpulence, ses avant-bras longs et robustes, ses oreilles plus grandes et plus larges que celles d'une Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*).

Son pelage était brun sur le dos, plus clair en dessous. L'observation a pu se faire de très près (10 cm environ), dans de bonnes conditions : le disjointement des pierres étant large, l'individu a été observé en entier. Il n'était pas en léthargie mais nous avons refusé toute manipulation pour éviter un dérangement. Cependant, en raison de sa grande morphologie, tranchant nettement à l'oeil de la taille d'une Pipistrelle commune, même de grande taille, nous étions en présence d'une Pipistrelle de Nathusius. Les deux chiroptérologues allemands confirmèrent la détermination d'autant qu'ils avaient déjà observé l'espèce dans leur région (près de Mayence).

Il est bien évident qu'une détermination sans manipulation (mesure du 5ème doigt) aurait été douteuse, voire impossible, pour un individu de petite taille. Les valeurs extrêmes pour la longueur de l'avant-bras d'après la plupart des auteurs (sur 10 références bibliographiques) sont : de 27 à 32 mm (rarement 34 mm) pour la Pipistrelle commune et de 31 à 37 mm (rarement 31 mm) pour la Pipistrelle de Nathusius. Dans de bonnes conditions d'observation, comme ce fut le cas, et avec l'expérience, l'oeil est capable d'apprécier une différence de quelques mm par rapport à une référence que représente la taille de l'avant-bras de la Pipistrelle commune lorsque cette espèce a été maintes fois observée.

La taille de l'individu observé, vraisemblablement proche des limites supérieures de l'espèce, ne laissait aucun doute sur sa détermination.

Cette observation est la première de Pipistrelle de Nathusius dans le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, Réserve de la Biosphère. C'est la 17ème espèce de chiroptères identifiée sur son territoire et la 14ème espèce depuis l'inventaire de la période 1990-1992 (HAMON *et al.*, 1992).

## BIBLIOGRAPHIE

- BAUMGART G. *et al.* 1984. Contribution à la connaissance des chauves-souris d'Alsace. Bilan 1983. D.R.A.E. Alsace et Musée Zool. de l'Université Louis Pasteur et de la ville de Strasbourg. 110 p.
- BAUMGART G. *et al.* 1985. Contribution à la connaissance des chauves-souris d'Alsace. Bilan 1984. D.R.A.E. Alsace et Musée Zool. de l'Université Louis Pasteur et de la ville de Strasbourg. 172 p.
- HAMON B., GERARD Y., RENNER M. et SCHNEIDER J-F. 1992. Les chauves-souris dans le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord. Inventaire complémentaire des richesses naturelles des Vosges du Nord. Rapport terminal. CPEPESC Lorraine. Parc Naturel Régional des Vosges du Nord (1<sup>o</sup> sem. 1992). 64 p. et annexes.
- LEGER F., MORIN D., HAMON B. et COPPA G. 1989. Note sur la présence de la Pipistrelle de Nathusius, *Pipistrellus nathusii* (KEYSERLING et BLASIUS, 1839) en Lorraine et en Franche-Comté. *Ciconia* 13 : 119 - 128.
- MENU H. et POPELARD J-B. 1987. Utilisation des caractères dentaires pour la détermination des Vespertilionidés de l'Ouest européen. *Le Rhinolophe (Bull. de la coordination Ouest pour l'Etude et la Protection des Chauves-souris, Genève)* 4 : 1 - 88.
- MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS. 1992. Inventaire de la faune de France. Ed. Nathan. Museum National d'Histoire Naturelle de Paris. Paris. 416 p.
- NOBLET J-F. 1987. Les chauves-souris. Série "Comment vivent-ils ?" Vol. 18. Ed. Payot, Lausanne. Non paginé.

Michel RENNER  
12, rue du chemin Vert - 57050 Plappeville

# Annales scientifiques

de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord

## RAPPEL DU SOMMAIRE DU TOME 2 (1992)

---

Éditorial .....	3
Composition du Conseil Scientifique .....	4
J.-P. CHAMBON et P. FOUILLET - Étude de la mortalité des insectes due à la circulation automobile dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord et dans la région de Fontainebleau .....	5 - 18
R. ENGEL - Les <i>Epipactis</i> des Vosges du Nord .....	19 - 32
J.-C. GENOT et J.-L. WILHELM - Domaine vital de la Chouette chevêche ( <i>Athene noctua</i> ) dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord .....	33 - 52
S. MULLER - Analyse synchronique des successions végétales après déprise agricole dans les vallées des Vosges du Nord .....	53 - 67
G. JACQUEMIN - Les Odonates des vallées des Vosges du Nord face à la déprise agricole .....	69 - 79
A. PASQUET et R. LEBORGNE - Contribution à la connaissance des peuplements d'araignées des prairies et des friches des vallées des Vosges du Nord .....	81 - 94
Y. MULLER - Étude des conséquences de la déprise agricole sur l'avifaune des fonds de vallées des Vosges du Nord .....	95 - 107
S. MULLER, G. HOUPERT, G. JACQUEMIN, R. LEBORGNE, Y. MULLER, A. PASQUET et J.-C. WEISS - Les modifications floristiques et faunistiques consécutives à la déprise agricole dans les vallées des Vosges du Nord : synthèse des résultats et application au maintien de la biodiversité .....	109 - 124
Notes .....	125 - 127

# Annales scientifiques

de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord

TOME 3 - 1993 - 1994

## SOMMAIRE

Editorial .....	4
Composition du Conseil Scientifique .....	5
E. DAMBRINE, M. BONNEAU et G. NOURRISSON - Apport de pollution et de nutriments par l'atmosphère aux peuplements forestiers vosgiens : intensité, variations spatiales et historiques et conséquences sur la nutrition des forêts .....	7 - 24
A. TARGET, J. KLEINPETER et F. CESAR - La qualité de l'air à La Petite Pierre .....	25 - 43
F. LUCKEL - Perception et représentation du paysage dans les Vosges du Nord .....	45 - 84
R. DESBROSSES - L'extinction de la Gelinotte des bois, <i>Bonasa bonasia</i> , dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord .....	85 - 93
B. HAMON, Y. GERARD, M. RENNER et J-F. SCHNEIDER - Contribution à l'étude des chauves-souris ( <i>Chiroptera</i> , Mam.) dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord : espèces, répartition, statut .....	95 - 112
G. HOUPERT et A. CLEMENT - Contribution à la connaissance des Coléoptères <i>Carabidae</i> des prairies et friches des vallées des Vosges du Nord .....	113 - 125
S. MULLER - Répartition et écologie de l'Osmonde Royale ( <i>Osmunda regalis</i> L.) dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord .....	127 - 136
P. WOLFF - Le Saule roux, <i>Salix atrocinerea</i> BROTERO et ses hybrides, nouvelles espèces pour les Réserves de la Biosphère des Vosges du Nord et du Palatinat .....	137 - 148
Note .....	149 - 151

# Annales scientifiques

de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord

TOME 3 - 1993 - 1994

## SOMMAIRE

---

Editorial .....	4
Composition du Conseil Scientifique .....	5
E. DAMBRINE, M. BONNEAU et G. NOURRISSON - Apport de pollution et de nutriments par l'atmosphère aux peuplements forestiers vosgiens : intensité, variations spatiales et historiques et conséquences sur la nutrition des forêts .....	7 - 24
A. TARGET, J. KLEINPETER et F. CESAR - La qualité de l'air à La Petite Pierre .....	25 - 43
F. LUCKEL - Perception et représentation du paysage dans les Vosges du Nord .....	45 - 84
R. DESBROSSES - L'extinction de la Gelinotte des bois, <i>Bonasa bonasia</i> , dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord .....	85 - 93
B. HAMON, Y. GERARD, M. RENNER et J-F. SCHNEIDER - Contribution à l'étude des chauves-souris ( <i>Chiroptera</i> , Mam.) dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord : espèces, répartition, statut .....	95 - 112
G. HOUPERT et A. CLEMENT - Contribution à la connaissance des Coléoptères <i>Carabidae</i> des prairies et friches des vallées des Vosges du Nord .....	113 - 125
S. MULLER - Répartition et écologie de l'Osmonde Royale ( <i>Osmunda regalis</i> L.) dans la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord .....	127 - 136
P. WOLFF - Le Saule roux, <i>Salix atrocinerea</i> BROTERO et ses hybrides, nouvelles espèces pour les Réserves de la Biosphère des Vosges du Nord et du Palatinat .....	137 - 148
Note .....	149 - 151

Dépot légal : 3<sup>e</sup> trimestre 1994

Imprimé en France : BITCHE IMPRESSIONS

I.S.S.N. N° 1164-5261