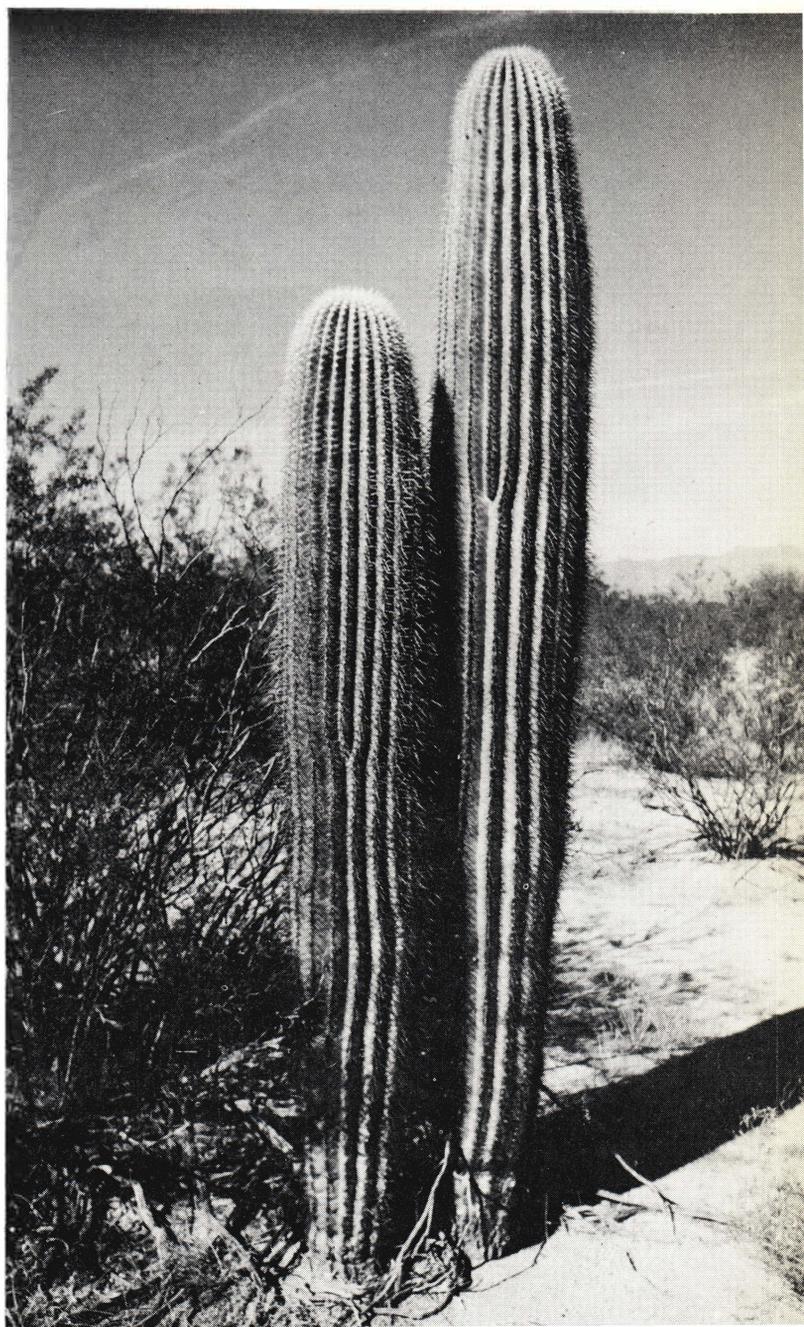


Les naturalistes belges

52-5

mai

1971



Publication mensuelle
publiée
avec le concours
du Ministère de
l'Éducation nationale
et de la Fondation
universitaire

LES NATURALISTES BELGES

Association sans but lucratif. Av. J. Dubrucq 65. — 1020 Bruxelles

Conseil d'administration :

Président : M. G. MARLIER, chef de département à l'Institut royal des Sciences naturelles.

Vice-président : M. H. BRUGE, professeur ; M^{lle} P. VAN DEN BREEDE, professeur ; M. J. LAMBINON, chargé de cours à l'Université de Liège.

Secrétaire et organisateur des excursions : M. L. DELVOSALLE, docteur en médecine, avenue des Mûres, 25. — 1180 Bruxelles. C.C.P. n° 24 02 97.

Trésorier : M^{lle} P. DOYEN, assistant à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique.

Bibliothécaire : M^{lle} M. DE RIDDER, inspectrice.

Rédaction de la Revue : M. C. VANDEN BERGHEM, chargé de cours à l'Université de Louvain, av. Jean Dubrucq, 65. — 1020 Bruxelles.

Le comité de lecture est formé des membres du Conseil et de personnes invitées par celui-ci.

Protection de la nature : M^{me} L. et M. P. SIMON.

Section des Jeunes : M. A. QUINTART, chef de section à l'Institut royal des Sciences naturelles, rue Vautier, 31. — 1040 Bruxelles. Les membres de la Section sont des élèves des enseignements moyen, technique ou normal ou sont des jeunes gens âgés de 15 à 18 ans.

Secrétariat et adresse pour la correspondance : Les Naturalistes Belges, rue Vautier, 31, 1040 Bruxelles.

Local et bibliothèque, 31, rue Vautier, 1040 Bruxelles. — La bibliothèque est ouverte les deuxième et quatrième mercredis du mois, de 14 à 16 h ; les membres sont priés d'être porteurs de leur carte de membre. — Bibliothécaire : M^{lle} M. DE RIDDER.

Cotisations des membres de l'Association pour 1971 (C.C.P. 2822.28 des Naturalistes Belges, rue Vautier, 31 — 1040 Bruxelles) :

Avec le service de la Revue :

Belgique :

Adultes 200 F

Étudiants (ens. supérieur, moyen et normal), non rétribués ni subventionnés, âgés au max. de 26 ans 150 F

Allemagne fédérale, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas 200 F

Autres pays 225 F

Avec le service de 1 ou 2 numéros de la Revue : Juniors (enseignements moyen et normal) 50 F

Sans le service de la Revue : tous pays : personnes appartenant à la famille d'un membre adulte recevant la Revue et domiciliées sous son toit 25 F

Notes. — Les étudiants et les juniors sont priés de préciser l'établissement fréquenté, l'année d'études et leur âge.

Tout membre peut s'inscrire à notre section de mycologie ; il lui suffit de virer la somme de 50 F au C.C.P. 7935.94 du *Cercle de mycologie*, rue du Berceau, 34. -- 1040 Bruxelles.

**Pour les versements : C.C.P. n° 2822.28 Les Naturalistes belges
rue Vautier, 31 — 1040 Bruxelles**

LES NATURALISTES BELGES

SOMMAIRE

THOEN (D.) et BRACKE (A.). Reconnaissance phytosociologique et mycologique dans la lande de Rixensart et ses abords	225
BOULVIN (P.). Réflexions à propos de la migration des oiseaux	245
VANDEN BERGHEN (C.). Initiation à l'étude de la végétation	258
<i>Bibliothèque</i>	278

Reconnaissance phytosociologique et mycologique dans la lande de Rixensart et ses abords

par Daniel THOEN

avec la collaboration de André BRACKE

INTRODUCTION

Presque trente ans se sont écoulés depuis la publication de l'article « La Tourbière de Rixensart », dans le Bulletin des Naturalistes belges d'octobre 1941 (11).

Afin de tenter une schématisation de l'évolution du paysage botanique, il nous a semblé intéressant de réexaminer la végétation de ce site déjà très menacé à l'époque.

Le site étudié occupe un coteau de sables bruxelliens exposé au NW, sur la rive droite de la vallée de la Lasne (photo 1). Ces sables reposent sur une couche d'argiles imperméables (base du Bruxellien ou sommet de l'Yprésien). Ces argiles sont elles-mêmes masquées par une couche d'éboulis sablo-gréseux provenant du sommet du coteau (colluvionnement). Une coupe schématique des terrains traversés a été publiée dans l'article signalé plus haut (11).

Actuellement, le paysage est irrémédiablement altéré. Des routes, de nombreuses villas et les dépendances d'une papeterie ceinturent de plus en plus le site et le vouent à une disparition assez rapide. Son intérêt demeure pourtant remarquable à divers points de vue, surtout si l'on songe à la proximité de la capitale, distante de vingt kilomètres à peine. Sur une surface très restreinte le biologiste rencontre une grande variété de biotopes liés à des gradients écologiques bien marqués dont l'intérêt didactique est évident.

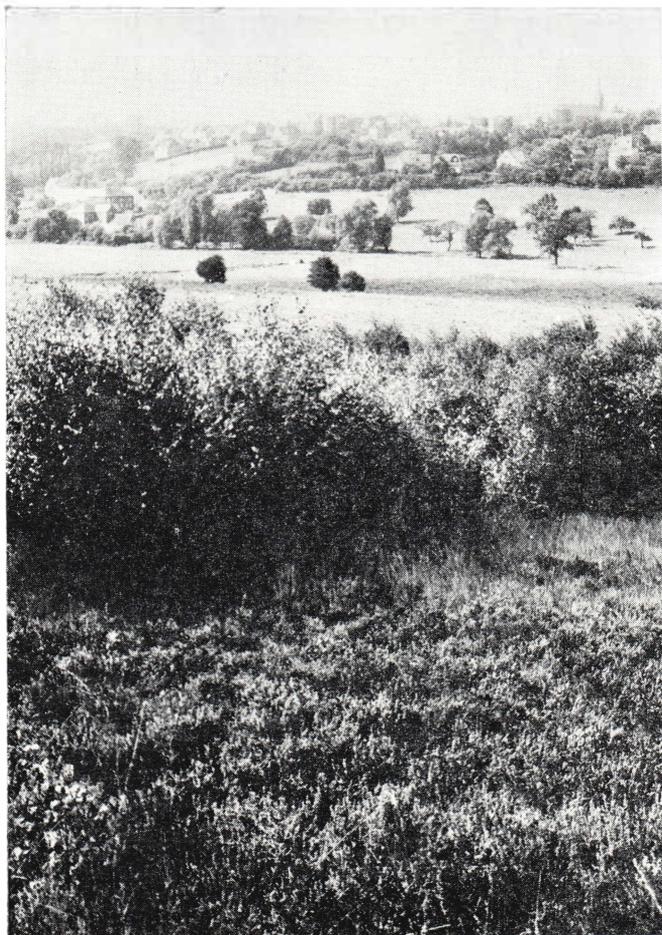


PHOTO 1. — Lande à callune et genêt, fourré à frangule et saules, prairies bordant la Lasne. A l'arrière plan, on aperçoit le village de Genval.

Voici dans l'ordre où nous allons les passer en revue les divers groupements et associations que nous avons reconnus :

1. Lande à callune et genêt ; chênaie à bouleau.
2. Végétation des sables acides ; sablonnière.
3. Végétation d'un suintement d'eau acide à *Drosera rotundifolia*.
4. Saulaie acidophile à frangule et bouleau.
5. Fourré de lisière à prunelier et aubépine.
6. Aulnaie basicline à cirse.
7. Prairies semi-naturelles et anthropiques.
8. Végétation des ruisselets et des bords de sentiers humides.

1. Lande à callune et genêt ; chênaie à bouleau (Fig. 1, F)

La lande à callune et genêt de Rixensart est un des rares lambeaux de lande subsistant actuellement aux environs de Bruxelles. Bien que le pâturage par les moutons ait été abandonné depuis longtemps, la lande a pu se maintenir par endroits grâce aux actions conjuguées du feu, du broutage par les lapins et du piétinement. Le paysage est cependant en constante évolution et la recolonisation forestière s'accroît d'année en année. Il y a vingt ou trente ans la lande couvrait de grandes surfaces à peine piquetées de quelques bouleaux comme on peut s'en rendre compte d'après les toiles des peintres de l'époque.

La lande occupe des sols très pauvres du type podzol humo-ferrique développé sur des sables bruxelliens (voir photo n° 2). Elle présente actuellement plusieurs faciès d'altération ou de recolonisa-



PHOTO 2. — Podzol humo-ferrique développé sous la lande à Calluna. La pelle donne l'échelle approximative du profil.

tion par une chênaie à bouleau. Nous utiliserons pour nommer ces « faciès » la nomenclature phytosociologique proposée par Heinemann dans son étude sur les landes du district picardo-brabançon (3). La sous-association typique (*Calluno-Genistetum typicum* TÜXEN, 1937) est constituée par une lande sèche, moyennement envahie par *Molinia coerulea*, à strate herbacée quasi continue et à strate musci-

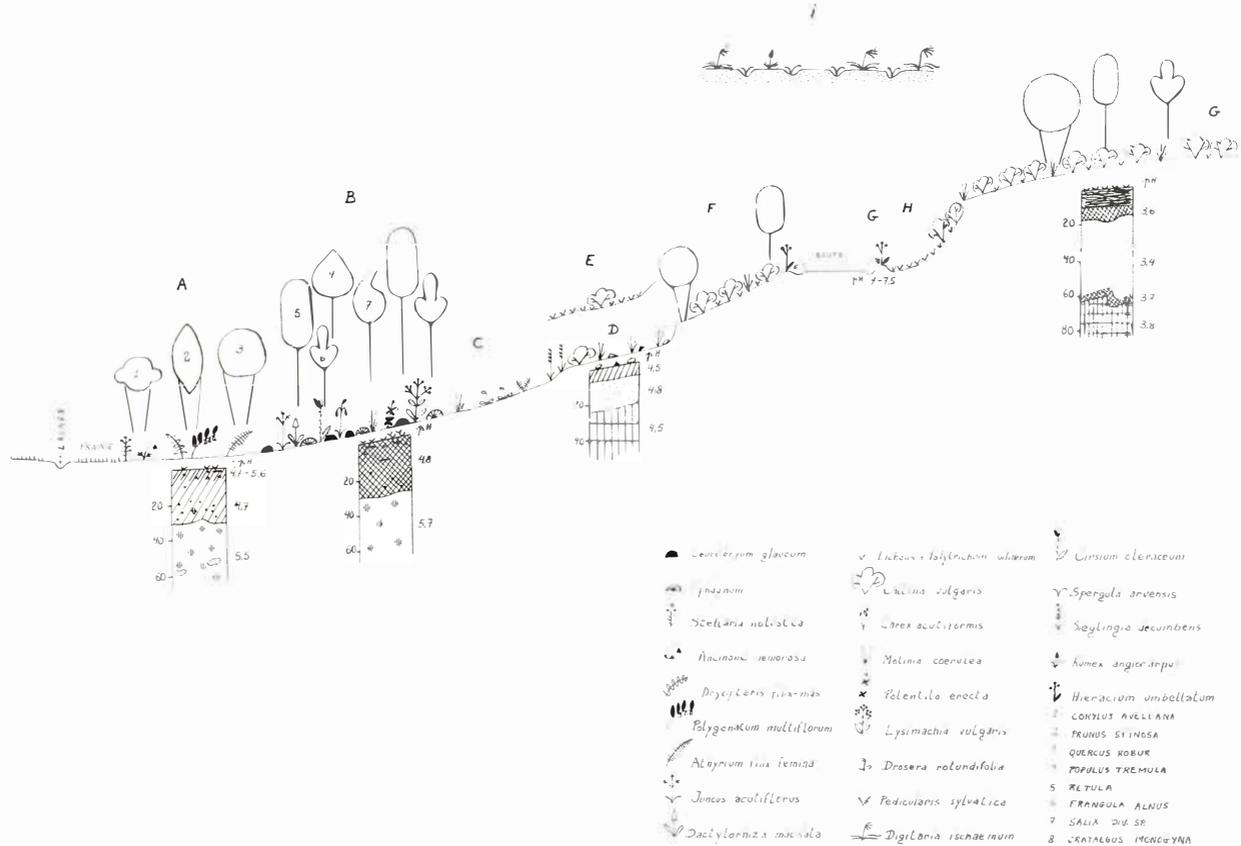


FIG. 1

A. Fourré de lisière à prunelier et aubépine (*Carpino-Prunetum*).

B. Fourré à frangule, saules et sphaignes (*Salici-Franguletum*).

C. Suintement acidocline à *Drosera rotundifolia*.

D. Lande érodée colonisée par *Molinia coerulea*.

E. Recolonisation de la lande par *Polytrichum piliferum*, des lichens et la callune.

F. Lande à callune et genêt (*Calluno-Genistetum*).

G. Sables neutrophiles (*Koelerion*).

H. Sables acides colonisés par le *Corynephorum*.

I. Végétation colonisant le fond d'une sablonnière.

nale moyennement développée. Un relevé montre la pauvreté floristique de cette sous-association : relevé 68-35, Thoen et Bracke, 16-6-1968 ; terrain en faible pente (10-15°) vers l'W ; sol : podzol humo-ferrique typique sur sables bruxelliens S.Er (*) 90 % 5.4 *Calluna vulgaris*, 1.2 *Genista anglica* ; S.H. (*) 2.2. *Molinia coerulea*, 1.1. *Festuca tenuifolia*, +.3 *Cuscuta epithymum* ; s.m. (*) 2.3 (coef. global) *Polytrichum piliferum*, *Lecidea granulosa*, *Cladonia furcata*, *C. coccifera* var. *pleurota*, *C. subulata*.

Cuscuta epithymum et *Genista anglica* sont des caractéristiques régionales de l'association.

Les activités anthropiques excessives peuvent altérer la lande et mener à l'installation d'une variante à lichen extrêmement pauvre (*Calluneto-Genistetum typicum* var. *Cladonietosum*).

La strate herbacée est typiquement discontinue et le recouvrement par les mousses et les lichens est optimal. On note également cette variante lorsque la lande recolonise le *Corynephorum canescentis*, association pionnière des sables acides dénudés (nous en reparlerons plus loin). La variante à lichen est illustrée sur la photo 3.

La répétition des feux semble faire régresser la callune au profit de la molinie, une graminée pyrophyte (qui résiste et est favorisée par le feu grâce à l'élimination sélective des espèces) pouvant rapidement devenir envahissante.

Les endroits protégés de la lande se singularisent par une plus grande luxuriance de la callune et par la recolonisation par des essences pionnières de la chênaie. C'est ainsi que l'on trouve soit à l'état disséminé, soit sous forme de petits bouquets, *Rhamnus frangula*, *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Sorbus aucuparia*, *Lonicera periclymenum* et même *Quercus robur*. *Quercus petraea* semble manquer. Le relevé suivant montre un des premiers stades de cette lente recolonisation par la forêt : relevé Bracke ; terrain en pente (30 %), surface 50 m² ; S.H. 75 % 4 *Calluna vulgaris*, 2 *Molinia coerulea*, + *Genista anglica*, + *Agrostis vulgaris*, 1 *Festuca tenuifolia*, + *Epilobium angustifolium*, + *Rumex angiocarpus* ; S.m. 2 bryophytes et lichens (*Cladonia*) ; S.a. 1 *Betula pubescens*, + *Sarothamnus scoparius*.

Outre les plantes déjà signalées plus haut, nous avons noté dans divers faciès et variantes de la lande, les bryophytes *Pohlia nutans*, *Dicranella heteromalla*, *Hypnum cupressiforme*, *Dicranum scoparium*,

(*) S.Er. = strate ericoïde
S.H. = strate herbacée
S.m. = strate muscinale



PHOTO 3. — Lorsque la lande est érodée (piétinement, arrachage, etc.) la callune régresse et peut même disparaître. A l'abri de la clôture, divers *Cladonia* et *Polytrichum piliferum* ont recolonisé et stabilisé le sable et la callune se réinstalle progressivement. A l'avant plan, le sable nu, piétiné régulièrement, n'est colonisé que par quelques maigres touffes de *Molinia coerulea*.

Entodon schreberi, *Euhrychium stockesii*, les hépatiques *Nardia scalaris* et *Cephalozella starkei* sur sable nu et les lichens *Cladonia impexa*, *C. bacillaris*, *C. pyxidata*, *C. chlorophaea*, *C. gracilis*...

Heinemann a publié en 1956 deux relevés du *Calluneto-Sieglinigietum* (Jouanne) Heinemann notés à Rixensart. Cette association apparaît généralement sur des sables un peu plus riches, plus fins et un peu plus humides que le *Calluneto-Genistetum*. Nous avons

effectivement trouvé quelques pieds de *Sieglingia decumbens* en contrebas du *Calluneto-Genistetum*, mais le *Calluneto-Sieglingietum* semble très fragmentaire. Actuellement la validité de cette association est controversée par Westhoff (13).

La lande à callune et genêt et les lambeaux de recolonisation de la forêt de chêne et bouleau s'intriquent plus ou moins entre eux. Aussi n'est-il pas toujours facile d'attribuer les champignons rencontrés à l'une ou l'autre association. Les espèces suivantes sont plutôt inféodées à la chênaie à bouleau : *Russula atropurpurea*, *R. foetens*, *R. grisea* s.l., *Amanita vaginata*, *A. rubescens*, *Laccaria laccata*, *Collybia dryophila*, *Paxillus involutus*, *Elaphomyces muricatus* (champignon hypogé), *Coprinus micaceus*, *Mycena adonis*, *Scleroderma citrinum*, *Stereum purpureum* (sur chêne et bouleau), *Psathyrella hydrophila* (souche de chêne).

Sur souche et branches mortes de bouleau, nous avons récolté *Trametes hirsutus*, *Bjerkandera adusta*, *Schizophyllum commune*, *Peniophora incarnata*, *P. cf. corticalis*, *Daldinia concentrica* (que nous avons aussi rencontré sur un petit tronc de *Sarothamnus scoparius*), *Stereum hirsutum*, *Coriolus versicolor*. Malgré l'abondance des bouleaux nous n'avons pas observé *Piptoporus betulinus*.

Sous les bouleaux disséminés dans la lande nous trouvons *Lactarius glyciosmus*, *Amanita muscaria*, *Paxillus involutus*, *Lactarius turpis*, *Boletus scaber* et *B. aurantiacus*, *Boletus piperatus*.

Parmi les espèces inféodées à la lande, signalons *Hygrocybe miniata*, *Marasmius androsaceus*, *Mycena vulgaris* et peut-être localement *Mycena epipterygia*. Sur des souches brûlées de *Calluna vulgaris* nous avons noté *Phylacteria terrestris*, et sur des chaumes de *Molinia coerulea*, *Crepidotus variabilis*. Nous avons encore récolté dans la lande, des espèces acidophiles généralement sylvatiques : *Mycena galopoda*, *Cortinarius semisanguineus*, *Laccaria laccata*, *Collybia tuberosa*...

2. Végétation des sables acides (Corynephorion Klika 31 ; Fig. I, h)

Lors du tracé (après 1945) de la route provinciale qui traverse la lande, des sables acides ont été mis à nu. La végétation de ces sables relève encore par endroits du Corynephorion, bien qu'ils soient de plus en plus recolonisés par des espèces de la lande à callune et genêt : en voici un relevé sur 4 m², expos. W, pente 10 à 20° Thoen 70.92 (30 juin 1970) : *Polytrichum piliferum* 4.4, *Cladonia squamosa* 2.3, *Cl. dstricta* 2.2, *Festuca tenuifolia* 1.2, *Calluna vulgaris* +, *Rumex angiocarpus* +, *Hypochoeris radicata* +, *Agrostis canina* 1.2,

Cornicularia aculeata +3, *Jasione montana* +, *Deconica atrorufa* +. *Corynephorus canescens* semble n'avoir jamais existé ou est disparu actuellement (?) (photo 4).



PHOTO 4. — A l'avant plan, stade avancé de la colonisation des sables acides par les plantes du Corynephoretum. A l'arrière plan réinstallation du Calluneto-Genistetum.

Dans les plages de *Polytrichum piliferum*, nous avons récolté *Rhodophyllus vinaceus*, *Clavaria argillacea* et *Deconica atrorufa*. Cette dernière espèce est signalée par JAHN *et alii* (4) dans le Corynephoretum, également au sein d'une population de *Polytrichum piliferum*. Heine-mann signale cette espèce dans l'Ulicion (Lucquet) Malcuit, en faisant remarquer qu'elle semble plus répandue dans les pelouses aré-neuses (3). Ces données corroborent bien les nôtres et semblent indiquer que *Deconica atrorufa* est bien une espèce préférentielle du Corynephoretum.

Vers le bas du versant, les sables s'enrichissent, notamment par l'accumulation de débris végétaux rejetés annuellement par les cantonniers, lors du nettoyage du bord de la route (voir fig. 1), C'est à cette action qu'il faut attribuer l'enrichissement des sables et le pH élevé (7 à 7,5), ainsi que l'apparition de quelques plantes du Koelerion mélangées à des relictuelles du Corynephorion et à

des plantes rudérales, praticoles, etc. Signalons *Sedum acre*, *Cerastium semidecandrum*, *Hieracium pilosella*, *Poa compressa* (Koelerion), *Trifolium arvense*, *Jasione montana*, *Polytrichum piliferum* (Corynephorion), *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare*, *Hordeum murinum*, *Bromus mollis*, *Br. tectorum*, *Linaria vulgaris*, *Erigeron canadensis*, *Rumex angiocarpus*, *Hypericum perforatum*, *Daucus carota*, *Chenopodium album*, *Matricaria inodora*, *Achillea millefolium*, *Cerastium tomentosum* (échappé d'un jardin), *Agropyrum repens*, *Apera spica-venti*, *Medicago lupulina*, *Hieracium umbellatum*, *Hypochoeris radicata*, *Agrostis tenuis*, *Arrhenaterum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Taraxacum officinale* s.l., *Chrysanthemum leucanthemum*, *Holcus lanatus*, *Trifolium repens*, *Tragopogon pratensis* subsp. *pratensis*, *Poa pratensis* subsp. *pratensis*, *Rubus* gr. *Suberecti*. Dans la strate muscinale nous avons notamment *Camptothecium sericeum*, *Cirriphyllum piliferum*, ... et divers lichens fruticuleux.

Plusieurs champignons furent récoltés dans ce milieu neutrophile : *Melanoleuca melaleuca*, *Mycena galericulata*, *Cyathus olla*, *Marasmius oreades*, *Clitocybe dealbata*, *Lepiota naucina*, *Hebeloma mesophaeum*, *Omphalia fibula* et *Lycoperdon spadiceum* (cf. *infra*). D'après DEMOULIN, *Cyathus olla* est un gastéromycète assez caractéristique des sables calcarifères et des formations ouvertes. Nos observations concordent donc à ce sujet.

Un peu plus loin, une sablonnière entame la colline. Elle permet d'observer aisément le développement d'un podzol humo-ferrique (voir photo 2), sol extrêmement pauvre et filtrant en surface. Une colonie d'hirondelles de rivage (*Riparia riparia*) s'est installée dans les zones les moins tendres du profil.

L'aire de la sablonnière parcourue par les camions est colonisée par *Rumex angiocarpus* et par *Digitaria ischaemum*, une graminée à rameaux rampants. Les dépressions creusées par le passage des roues sont envahies par *Spergula arvensis*.

Signalons encore le long de la route la présence d'*Apera interrupta*, une graminée en voie de naturalisation en Belgique, de *Festuca ovina* et de *Trifolium campestre* sur le sable mis à nu aux abords des habitations.

3. Suintement d'eau acide à *Drosera rotundifolia* (Fig. 1, c)

En bordure du *Calluno-Genistetum*, lorsque l'on descend le versant vers la Lasne, naissent de nombreuses petites sources, vraisemblablement des sources d'imperméabilisation. En effet, la nappe aquifère portée par les sables bruxelliens est bloquée par une importante assise d'argile yprésienne située sous ces sables. C'est à la

limite de ces deux assises qu'apparaissent les zones de suintement et les sources. L'eau des sources est de saveur très agréable, l'odeur et la turbidité sont nulles. Le pH de l'eau d'une des sources, aménagée par les villageois, est de 6,7.

Une des zones de suintement située immédiatement en contrebas d'un lambeau de lande un peu plus riche et plus humide — présence de *Sieglingia decumbens*, *Luzula multiflora* — est occupée par un intéressant groupement de plantes rares dans le district picardo-brabançon. *Drosera rotundifolia* y est abondant et semble en voie d'extension (présence de nombreuses petites rosettes parmi des individus visiblement plus âgés). Il nous a semblé intéressant de relever cette végétation : relevé 68-36 Bracke et Thoen, 16-6-1968 ; terrain en faible pente (5-10°) vers l'W ; microrelief en gradins, occupé au centre par un suintement d'eau acide (pH 5,7 ; t° 8° C) ; sol sablonneux avec morceaux de grès sableux en surface ; surface du relevé 40 m² ; teneur en Fe déterminée au colorimètre : 0,1 mg/l.

S.H. : plantes de bas-marais : *Carex demissa* 3.2, *Carex echinata* Murr. (= *C. stellulata*) 1.1.

Plantes hygrophiles : *Drosera rotundifolia* 2.3, *Juncus acutiflorus* 2.2, *Equisetum palustre* 1.1, *Pedicularis silvatica* 1.1, *Carex panicea* +.2, *Galium uliginosum* +, *Dactylorhiza maculata* subsp. ? +.

Autres herbacées : *Molinia coerulea* 2.3, *Calluna vulgaris* +.2°, plantules : *Crataegus monogyna* +, *Frangula alnus* +, *Prunus* sp. +, *Betula* sp. +.

S.m. : hygrophiles : *Aneura sinuata* (DICKS.) Dum. +.2, *Calyptogeia trichomanis* (L.) CORDA +.2, *Cephalozia bicuspidata* (L.) DUM. +, *Pellia epiphylla* +.

En outre, en bordure de ce groupement, on trouve *Sphagnum palustre*, *S. fimbriatum* et *Leucobryum glaucum*, mousses que l'on retrouve dans le bois tourbeux.

La position phytosociologique de ce groupement est incertaine. Il semble que ce soit un stade transitoire entre une forme très appauvrie du *Crepidum-Juncetum acutiflori* (Br. Bl. 15) sous-ass. *moliniotosum* et le *Juncum-Molinietum* Preisg 51 qui existe à quelque dizaines de m du suintement et que nous décrivons plus loin.

4. **Saulaie acidophile à frangule et bouleau** (Fig. 1, B)

L'existence de formations tourbeuses boisées dans le Brabant avait déjà été signalée par Massart en 1910, notamment à Oisquercq, dans une situation tout à fait analogue à celle de Rixensart,

c'est-à-dire au contact du sable bruxellien avec une couche imperméable d'argile yprésienne (7). L'auteur nous montre une photo d'un bois tourbeux formé par *Alnus glutinosa*, *Salix aurita* et *Frangula alnus*. Cette formation tourbeuse de Oisquercq fut relevée par Mosseray en 1938 (8). Plus récemment, ce type de bois a été décrit par Noirfalise et Sougnez (9) comme une saulaie oligotrophe, précédant l'apparition de l'aulnaie oligotrophe à *Carex laevigata* (*Cariceto laevigatae-Alnetum*). Ces auteurs signalent ce type de saulaie dans les collines brabançonnaises, dans le bassin de la Dyle (Forêt de Meerdael) et de la Senne (Bois de l'Ermitage à Braine-le-Château et Bois de Oisquercq). A ces quelques localités il faut ajouter celle de Rixensart (vallée de la Lasne, bassin de la Dyle), où la saulaie oligotrophe (*Salici-Franguletum* MALC. 29) occupe une lentille de tourbe située au niveau d'une crique de suintement établie au contact du sable bruxellien et de l'argile yprésienne (voir fig. 1). La tourbe fibreuse, gorgée d'eau toute l'année, a un pH de 4,8 et repose sur un sable grossier (colluvionnement), gris beige, gleyifié (présence de fines mouchetures rouille), de pH = 5,7.

La saulaie se présente sous la forme d'un taillis formé par *Salix cinerea*, *S. aurita* et divers autres *Salix* dont probablement l'hybride de *S. caprea* et *S. cinerea* (*Salix* × *reichardtii*), *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Populus tremula*, *Frangula alnus*, *Sorbus aucuparia* ... *Alnus glutinosa* n'est représenté que par un seul pied assez jeune.

Le sous-bois comporte des espèces habituelles des taillis tourbeux telles *Lysimachia vulgaris*, *Carex acutiformis*, *Athyrium filis-femina*, *Mentha aquatica*, et des espèces d'aulnaie acidophile comme *Molinia coerulea*, *Sphagnum palustre*, *S. fimbriatum*... Là où la lumière le permet, on trouve des plantes de la mégaphorbiée : *Eupatorium cannabinum*, *Juncus acutiflorus*, *Filipendula ulmaria*, *Lythrum salicaria*, *Cirsium oleraceum* et d'autres hygrophiles telles *Lotus uliginosus*, *Dactylorhiza maculata*, *Potentilla erecta*, *Equisetum palustre*, *Dryopteris carthusiana*, *Leucobryum glaucum*, *Cirsium palustre*, *Calamagrostis epigeios*, *Angelica sylvestris*, *Viola* cf. *palustris*.

La présence et l'abondance des sphaignes dans la saulaie tourbeuse de Rixensart laisse entrevoir l'évolution possible vers la sous-association à sphaignes du *Cariceto laevigatae-Alnetum*. (Aulnaie acidophile à sphaignes).

L'incendie de la saulaie oligotrophe conduit à un groupement banal à *Betula pubescens*, avec dans la strate herbacée un tapis de *Molinia coerulea* et quelques sphaignes. Ce groupement occupe une certaine partie du versant, au même niveau que la saulaie, en contrebas de la lande à bruyère.

Les champignons trouvés dans la saulaie oligotrophe sont : *Scutellinia scutellata* s.l., petit ascomycète rouge bordé de cils noirs (trouvé sur des fragments de tourbe gorgés d'eau), *Mycena sanguinolenta*, *Phylacteria terrestris* (parmi les ramifications du thalle de l'hépatique *Pellia epiphylla*), *Clavaria cristata*, *Laccaria laccata*, *Inocybe mixtilis*, *Russula nigricans*, *R. vesca*, *R. sphagnophila* (reconnaissable entre autre à sa sporée ocre clair), *Lactarius vietus* (sous *Betula pubescens*), *Amanita vaginata*, *Lactarius tabidus* (dans un coussin de *Sphagnum fimbriatum* au pied d'un bouleau), *L. chrysorrhoeus*, *L. quietus*, *Russula betularum*, *Omphalia grisella* (sur un morceau d'écorce immergé), *Hymenochaete tabacina* (sur *Salix* sp.), *Stereum gausapatum* (sur *Betula*), *Crepidotus variabilis* (sur chaume de *Molinia*).

5. Fourré de lisière à prunelier et aubépine (Fig. 1, A)

Plus bas, au-dessous de la saulaie à sphaignes, les conditions écologiques changent. L'accumulation de colluvions fines enrichit le sol et cela se remarque clairement dans la végétation. D'acidophile, elle devient acidocline, voire même neutrophile. L'ensemble a l'aspect d'un taillis de lisière, face aux prairies alluviales qui bordent la Lasne. Cette association de lisière plus ou moins anthropique comprend de nombreuses essences héliophiles que l'on rencontre dans les clairières naturelles des forêts : *Prunus spinosa*, *Mespilus germanica*, *Crataegus monogyna*, *Salix caprea* ... Ce taillis est parcouru par de nombreux ruisselets provenant des sources supérieures. Les bords des ruisselets ont une flore différente de celle du reste du sous-bois. Nous en reparlerons plus loin.

Dans la classification des phytosociologues cette association de lisière appartient à l'ordre des *Prunetalia* TÜXEN 1952. Voici un relevé de la végétation : relevé Thoen 69-82, le 5-9-1969 ; terrain subhorizontal (0-5°) ; alt. 55 m ; le sol est modérément acide, le pH = 5,6 en surface (voir transect fig. 1) ; surface relevée 400 m².

S.a. caractéristiques des *Prunetalia spinosae* : *Prunus spinosa* 2.1, *Crataegus monogyna* 1.1, *Viburnum opulus* +, autres arbustes : *Quercus robur* 2.1, *Frangula alnus* 1.1, *Populus tremula* 1.1, *Salix caprea* 1.1, *Betula verrucosa* 2.1, *Corylus avellana* 1.2, *Lonicera periclymenum* 1.1, *Salix aurita* +, *Prunus avium* * +, *Ribes rubrum* +, *Rosa* sp. +.

S. h. : *Dryopteris filix-mas* 2.3, *Rubus div. sp.* 2.3, *Holcus mollis* 2.2, *Stachys officinalis* 2.1, *Poa nemoralis* 1.2, *Ajuga reptans* 1.3, *Potentilla sterilis* 1.2, *Urtica dioica* 1.1, *Anemone nemorosa* 1.1, *Moehringia trinervia* 1.2, *Dryopteris carthusiana* 1.1, *Athyrium filix-femina* 1.1, *Galeopsis tetrahit* +, *Carex remota* +, *Ranunculus repens* +, *Angelica sylvestris* +°,

Heracleum sphondylium +, *Maianthemum bifolium* +, *Stellaria holostea** +, *Luzula pilosa* +, *Teucrium scorodonia* +, *Dactylorhiza maculata* subsp. ? +, *Hieracium laevigatum* ind., *Scrophularia nodosa* ind., *Polygonatum multiflorum* ind., *Viola reichenbachiana* ind., *Millium effusum* +.

Plantules : *Corylus avellana* +, *Crataegus monogyna* +, *Sorbus aucuparia* +, *Viburnum opulus* +, *Quercus robur* +, *Prunus spinosa*, *Ilex aquifolium** ind.

S.m. : *Catharinea undulata* 2.3 (fructifié), *Euhrychium striatum* +.2, *Dicranella heteromalla* +.2, *Mnium undulatum* +, *Thuidium tamariscinum* +, *Eurhynchium stockesii* +, *Fissidens cf. taxifolius* +.

Les espèces signalées par un astérisque sont des différentielles du *Carpino-Prunetum* Tx. 52.

Champignons récoltés dans le fourré de lisière à *Prunus* : les espèces lignicoles y sont assez bien représentées : *Hypholoma sublateralium*, *Pholiota mutabilis*, *Peniophora incarnata* (Q), *Stereum rugosum* (S), *Trametes confragosa* (S), *Coriolus versicolor*, *Xylaria hypoxylon*, *Merulius tremellosus* (B), *Polyporus* cf. *albidus* (B), *Ganoderma applanatum*.

Les espèces mycorrhiziques sont assez peu représentées par *Amanita rubescens*, *Boletus piperatus* (Fa), *Lactarius serifluus*, *L. cf. lacunarum* (P), *Cortinarius delibutus*, *Paxillus involutus* (B) et par *Scleroderma citrinum* qui est peut-être aussi mycorrhizique.

Le reste des espèces comprend des terricoles et des humicoles, avec *Inocybe mixtilis*, *Psathyrella candolleana*, *Mycena galopoda*, *M. sanguinolenta*, *Coprinus micaceus* (sur les souches très pourries), *Laccaria laccata*, *Hebeloma sacchariolens*, aisément reconnaissable à son odeur de sucre caramélisé.

Signalons encore une espèce parasite des larves d'insectes enfouies dans le sol : *Cordyceps militaris*.

6. L'aulnaie basicline à cirse

Dans une petite vallée perpendiculaire à celle de la Lasne, non loin des associations décrites jusqu'à présent, nous trouvons une aulnaie basicline, pratiquement à la tête de source d'un ruisseau. La végétation assez luxuriante au début de l'été est très bien individualisée. En voici un relevé effectué sur 400 m² ; relevé Bracke et Thoen, juin 1968 ; terrain subhorizontal, formé d'une vase tourbeuse gorgée d'eau, pH 7,3-7,4 en surface (fig. 2 A) ; un ruisseau traverse l'aulnaie en direction du NW.

S.A. (10 à 15 m ; 80 %) : *Alnus glutinosa* 4.4, *Salix caprea* 1.1, *Salix* incl. *alba* +, *Sambucus nigra* +, *Prunus avium* + ; S.a. : *Sorbus aucuparia*

2.1, *Sambucus nigra* 1.2, *Crataegus monogyna* 1.2, *Corylus avellana* 1.2, *Ribes rubrum* 1.2, *Prunus avium* 1.1, *Fraxinus excelsior* 1.1, *Acer platanoides* +, *Cornus sanguinea* +, *Salix* sp. +.

S.h. (1 à 1,5 m ; 60-70 %) et S.m. (20 %) : espèces différentielles : *Cirsium oleraceum* 1.1, *Galium aparine* 1.2, *Eurhynchium swartzii* +.2, *Brachythecium rivulare* 1.1, *Mnium undulatum* 1.1 ; espèces nitrophiles transgressives de l'Alneto-Ulmion : *Ranunculus ficaria* 3.4, *Ribes rubrum* 1.2, *Urtica dioica* 1.2, *Glechoma hederacea* +, *Aegopodium podagraria* +, *Alliaria petiolata* +, *Chaerophyllum temulentum* 1.1 ; *Adoxa moschatellina* +.2 ; hautes herbes des prairies paludicoles (Molinietalia) : *Filipendula ulmaria* 3.3, *Caltha palustris* 2.3, *Poa trivialis* 1.2, *Cardamine pratensis* 1.1, *Equisetum palustre* 1.1, *Crepis paludosa* 1.1, *Lychnis flos-cuculi* 1.1, *Lythrum salicaria* +, *Angelica sylvestris* + ; espèces mésophiles transgressives des Querceto-Fagetea : *Primula elatior* 2.2, *Anemone nemorosa* 3.3, *Hedera helix* 1.2, *Milium effusum* 1.2, *Oxalis acetosella* +.2, *Lamium galeobdolon* +, *Catharinea undulata* +, *Dryopteris filix-mas* ; compagnes : *Taraxacum officinale* s.l. 1.1, *Epilobium of obscurum* 1.2, *Cirriphyllum piliferum* +.2.

Cette association se rapporte indubitablement au *Cirsio-Alnetum typicum* NOIRFALISE et SOUGNEZ 1961 (9).

Champignons récoltés dans l'aulnaie basicline :

Les aulnaies possèdent généralement un ensemble de champignons qui leur sont étroitement liés. Le nom du genre *Alnicola* dérive d'ailleurs de *Alnus*, nom latin de l'aulne. L'aulnaie de Rixensart possède quelques unes de ces espèces caractéristiques : *Alnicola phaea*, *Al. alnetorum* (!), *Al. escharoides* ss Lange, *Rhodophyllus icterinus* (à odeur de salicylate de méthyle), *Lactarius obscuratus*, un de nos plus petits lactaires, lié strictement à *Alnus*.

Sur les souches d'aulne (entre autre) nous avons observé *Hypholoma sublateralitium*, *H. fasciculare*, *Mycena galericulata*, *Xylaria hypoxylon*, sur le tronc et les branches mortes *Peniophora aurantia*, *Hypoxylon* sp., *Bjerkandera adusta*, *Merulius papyrinus*, *Stereum purpureum*, *Armillariella mellea*, *Coriolus versicolor*.

Sur une branche de *Corylus avellana* nous avons récolté le myxomycète *Reticularia lycoperdon* Bull. et sur des feuilles vivantes de *Milium effusum* un autre myxomycète, *Fuligo septica*.

Nous avons encore récolté dans l'aulnaie *Marasmius rotula* sur des herbes pourrissantes, *Mycena galopoda*, *Psathyrella pseudogracilis* Romagn. et *Mycena* cf. *metata* à odeur de chlore.

7. Les prairies semi-naturelles et anthropiques

Plusieurs types de prairies semi-naturelles ou artificielles coexistent sur un très petit espace.

Aux alentours de l'aulnaie eutrophe, nous rencontrons des fragments de prairies à hautes herbes hygrophiles (*mégaphorbiaie*) correspondant à l'ablation de l'aulnaie. On y observe entre autre *Cirsium oleraceum*, *C. palustre*, *Scirpus sylvaticus*, *Valeriana officinalis*, *Rumex acetosa*, *Caltha palustris*, *Angelica sylvestris*, *Filipendula ulmaria*, *Lythrum salicaria*, *Galium aparine*, *Mentha aquatica*, *Carex acutiformis*, *Lysimachia vulgaris*, *Phragmites communis*, *Calamagrostis epigeios*, *Equisetum fluviatile*, *E. palustre*, *Eupatorium cannabinum*. Cet ensemble est actuellement en pleine évolution par manque de fauchage et par rudéralisation intensive (comblement progressif par des détritux).

En contrebas des zones boisées, de grandes étendues clôturées et pâturées par des bovins relèvent du *Lolieto-Cynosuretum cristati*, prairie artificielle la plus commune dans notre dition. A l'entrée des prairies, la flore est constituée de plantes résistant au piétinement : *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Plantago major*, *Trifolium repens*, *Dactylis glomerata*, formant une association particulière : le *Lolieto-Plantaginetum majoris* (LINCOLA 1923) BERGER 1930.

Mais la prairie semi-naturelle la plus intéressante du site est sans conteste la prairie acidocline à *Molinia coerulea*. Elle occupe un terrain en faible pente (5-10°) vers le SW, entre le fourré de lisière à *Prunus spinosa* et les prairies pâturées. Le sol humide est gléifié dès la surface (présence de fines mouchetures rouille, principalement autour des radicelles). Le pH du sol décroît avec la profondeur : 5 à 5,5 à 2 cm, 4,5 à 5 cm et 4 à 4,5 à 20 cm. En surface, une couche de fibres des feuilles et des chaumes de molinie pourrit lentement (voir profil fig. 2 c.). La strate herbacée dominée par *Molinia coerulea* est colonisée par quelques pieds de callune (résulte peut-être de l'abandon du fauchage ?).

Un relevé effectué sur environ 20 m² nous donne un cortège floristique riche pour le Brabant : relevé Thoen 69-81, le 5-9-1969 ; alt. 60 m :

S.h. 100 % : *Molinia coerulea* 4.3, *Selinum carvifolia* 1.2, *Succisa pratensis* 1.1, *Juncus conglomeratus* ind., *Potentilla erecta* 1.1, *Juncus acutiflorus* 1.2, *Lotus uliginosus* 1.1, *Dactylorhiza maculata* subsp. ?, *Equisetum palustre* +.2, *Angelica sylvestris* +, *Hypericum tetrapterum* +, *Calluna vulgaris* * 1.2, *Hieracium umbellatum* * 1.1, *Pedicularis sylvatica* * 1.2, *Festuca tenuifolia* * 1.2, *Holcus mollis* * 1.2, *Deschampsia flexuosa* * 1.2, *Rumex acetosa* * +, *Polygala serpyllifolia* *

+, *Hypochoeris radicata* * +, *Hypericum pulchrum* * ind., *Sarothamnus scoparius* * +°; *Briza media* l.1, *Anthoxanthum odoratum* +, *Pimpinella saxifraga*, *Centaurea gr. jacea*, *Stellaria graminea* ind., *Salix aurita* +°.

Cet individu d'association appartient à un *Molinietum acidiclinae* (les différentielles acidoclines sont signalées par *) tout-à-fait typique. Nous le rapportons au *Junceto-Molinietum* PREISING 1951.

Une partie importante de la prairie acidiclinae à *Molinia* est actuellement pâturée par des bovins. La végétation est évidemment beaucoup plus rase que dans la partie décrite précédemment qui n'est plus fauchée actuellement. Ici nous avons un aspect de pelouse. Le pH du sol est de 5,5 en surface. On y note quelques plantes qui n'étaient pas présentes dans le relevé 69-81 : *Euphrasia rostkoviana*, *Hieracium pilosella*, *Leontodon hispidus* s.l., *Plantago lanceolata*, *Juncus articulatus*, *Achillea ptarmica*, ...

Alors que nous n'avons observé aucun champignon dans la moliniaie non pâturée, nous avons noté en novembre 1970 *Clavulinopsis helvola*, *Hygrophorus laeta*, *H. niveus*, *H. psittacinus*, *H. konradii* R. Haller, *Panaeolus fimetarius*, *Rhodophyllus* sp., *Conocybe* sp., *Mycena* sp. dans la moliniaie pâturée.

Une petite lisière enclavée dans le bois tourbeux (cf. *supra*) est également occupée par une lande à *Molinia*, mais reposant cette fois sur un lit de 20 cm de tourbe gorgée d'eau à pH = 6. La tourbe repose directement sur une assise sableuse chargée de fragments de grès et de silex (voir fig. 2 B). La molinie forme ici de gros touradons rendant la marche pénible, un peu à l'image de ce que l'on rencontre hélas trop souvent dans les Hautes Fagnes ! Au printemps quelques pieds d'anémones fleurissent entre les touffes de molinie. Piquetés de-ci, de-là dans la molinie, nous avons encore noté *Teucrium scorodonia*, *Juncus articulatus*, *Lysimachia vulgaris*, *Rubus idaeus*, *Calamagrostis epigeios*, *Cirsium palustre*, *Lythrum salicaria*, *Eupatorium cannabinum*, *Scabiosa columbaria*, *Equisetum palustre*, *Potentilla erecta* et des plantules de *Betula verrucosa*, *Quercus robur* et *Sorbus aucuparia*.

8. La végétation des bords de ruisseaux et des bords de sentiers humides

Ces endroits présentent une flore assez originale ; quelques plantes ont déjà été signalées ailleurs, mais plusieurs autres trouvent ici leur lieu de prédilection.

Le long des sentiers forestiers temporairement inondés on trouve *Juncus bufonius*, *J. effusus*, *Ranunculus flammula* ... Le long des ruisselets limpides et ombragés, à pH proche de la neutralité, crois-

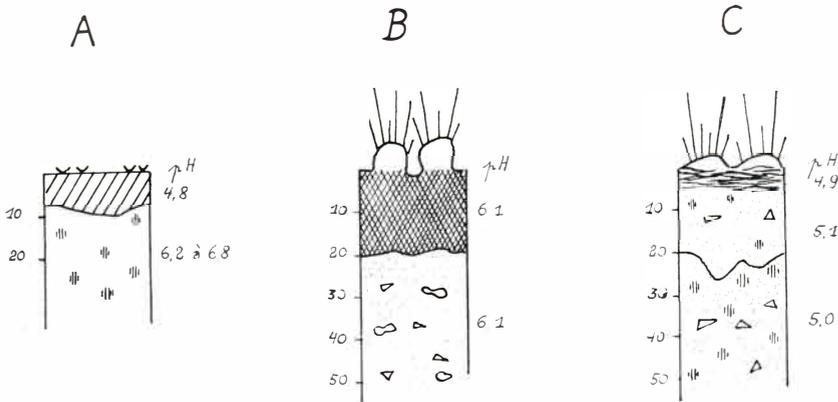


FIG. 2.

A : Profil dans le *Cirsio-Alnetum* : de haut en bas, nous distinguons un horizon brun, humifère, gorgé d'eau ; c'est un hydromull typique (= Anmoor) ; nous trouvons ensuite un horizon gris-bleu foncé, réducteur, tacheté de zones rouilles oxydantes.

B : profil dans la clairière tourbeuse à *Molinia* : de haut en bas, les touradons de molinie, une couche de tourbe acidocline gorgée d'eau, et une couche de sable chargée de morceaux de grès et de silex.

C : profil dans le *Junceto-Molinietum* : touffes de molinie, zone fibreuse riche en racines, première couche de sable finement gleyifiée, deuxième couche de sable très clair, fortement tachetée de zones rouilles oxydantes et chargée de quelques silex.

sent des espèces du *Cardaminetum amarae* Br. - Bl. 26 : *Cardamine amara*, *Chrysosplenium oppositifolium*, *Myosotis scorpioides*, *Veronica beccabunga*, *Apium inundatum* (= *Helosciadium inundatum*), *Rumex sanguineus*, *Equisetum telmateia*, *Glyceria plicata*. Là où les berges sont un peu vaseuses on rencontre *Bidens tripartita*, *Malachium aquaticum*, *Epilobium parviflorum*.

En contrebas de l'aulnaie eutrophe, le cours de certains ruisselets se ralentit et l'eau a tendance à stagner ; on y note quelques plantes des magnocariçaies : *Carex disticha*, *C. acutiformis* ...

Il nous faut aussi signaler la présence de *Scirpus palustris* s.l. (= *Eleocharis palustris*) au bord de la source aménagée par les villageois.

Quelques remarques floristiques :

Plusieurs espèces rares dans le Brabant, signalées en 1941, n'ont plus été retrouvées à Rixensart. Ce sont *Hydrocotyle vulgaris*, *Eriophorum angustifolium*, *Carex pallescens*, *Valeriana dioica*, *Menyanthes trifoliata*, *Platanthera bifolia*. Le site garde néanmoins un intérêt floristique remarquable pour le Brabant par la présence de phané-

rogames et de cryptogames rares. Signalons les phanérogames *Drosera rotundifolia*, *Carex echinata*, *C. demissa*, *C. panicea*, *Pedicularis sylvatica*, *Apera interrupta*, *Polygala serpyllifolia*, l'hépatique *Riccardia sinuata*, la mousse *Camptothecium sericeum*, le lichen *Cornicularia aculeata* et les champignons *Lycoperdon spadiceum*, *Russula sphagnophila*, *Elaphomyces muricatus*, *Mycena adonis*, *Omphalia grisella*, *Hymenochaete tabacina*, *Daedalea concentrica*, *Rhodophyllus icterinus*, *Alnicola* div. sp., *Reticularia lycoperdon* ...

La récolte de *Lycoperdon spadiceum* (une des nombreuses « vesces de loup ») est la deuxième pour le district picardo-brabançon. La première récolte provient d'un talus argileux au bord de la route de Villers à Baisy-Thy. D'après Demoulin, c'est une espèce surtout répandue dans les dunes littorales, dans le *Tortuleto-Phleeturum arenarii* et se retrouvant dans les sables de Campine et du district lorrain, ainsi que dans divers biotopes ouverts tels que : *Mesobrometum*, pelouses calaminaires, talus de chemin de fer, à condition que le sol soit neutre (2). Nous l'avons trouvé en abondance le long de la route de Genval à Rixensart, sur des sables relativement humifères de pH 6,8 à 7, colonisés par des plantes du *Corynephorion canescentis* et quelques rudérales (photo 5). Cette espèce semble être passée inaperçue aux yeux des mycologues qui sillonnent le district. Elle doit être recherchée en dehors des bois sur les sables neutrophiles principalement.

CONCLUSIONS

La présente étude n'est qu'une brève esquisse des différents milieux qui subsistent à Rixensart. Il serait très intéressant de poursuivre les observations pendant quelques années encore. De nombreuses trouvailles floristiques restent à faire, surtout en mycologie où nos données sont assez fragmentaires. Cependant le temps presse ! Le paysage botanique de Rixensart est en pleine évolution à divers points de vue. La lande à callune marque une tendance très nette à la recolonisation par la forêt. Cette recolonisation est due à l'abandon progressif de la pratique des feux courants et du pâturage (aujourd'hui totalement disparu).

La « tourbière » signalée en 1941 semble également avoir été colonisée par la forêt et se présente aujourd'hui sous l'aspect d'un taillis tourbeux de saules, frangule et bouleaux. Ces essences existaient déjà il y a trente ans, mais étaient moins représentées semblait-il. Actuellement les sphaignes sont pratiquement toutes reléguées dans le sous-bois.



PHOTO 5. — Bord de route occupé par des sables enrichis et envahis par une végétation assez exubérante : Hieracium, Jasion, ... C'est dans ce milieu neutrophile que l'on trouve *Lycoperdon spadiceum*. A l'arrière plan on aperçoit la lande à callune et des bouleaux.

Nos observations sur le suintement acide à *Drosera rotundifolia*, échelonnées sur cinq ans, semblent indiquer une certaine stabilité du groupement, due essentiellement au piétinement durant le week-end par des scouts qui fréquentent assidûment l'endroit.

L'aulnaie basicline et la prairie à hautes herbes hygrophiles subissent une rudéralisation et un comblement progressif dus à un apport de terre et de déchets. Actuellement, l'abandon du fauchage modifie sensiblement la structure de la végétation des prairies à molinie, d'ailleurs en régression dans tout le pays.

Partout de nouvelles villas grignotent peu à peu la lande. Une rue tracée il y a peu a été baptisée « rue de la grande bruyère ». Sans doute est-ce dans la toponymie que l'on retrouvera bientôt les dernières traces d'un intéressant paysage végétal du Brabant.

Nous tenons à remercier très vivement les divers spécialistes qui nous ont aimablement aidés. Monsieur le Professeur J. Lambinon a bien voulu déterminer ou vérifier la détermination des lichens. Monsieur L. Delvosalle s'est chargé de vérifier la détermination de quelques phanérogames. Monsieur P. de Zuttere a examiné diverses récoltes de bryophytes.

Messieurs le Professeur C. Vanden Berghen et N. Sougnez nous ont aidé dans la reconnaissance de certaines associations végétales.

Nous adressons notre reconnaissance particulière à Monsieur le Professeur P. Heinemann qui fut pour nous un guide très précieux tout au long de ce travail et qui a eu la gentillesse de relire notre manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOURNERIAS, M., Guide des groupements végétaux de la région parisienne ; *SEDES*, Paris (1968).
2. DEMOULIN, V., Gastéromycètes de Belgique. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 38 : 1-101 (1968).
3. HEINEMANN, P., Les landes à *Calluna* du district picardo-brabançon de Belgique. *Vegetatio*, 7, 2 : 99-147 (1956).
4. JAHN, H., NESPIAK, A. et R. TÜXEN, *Pilzsoziolog. Untersuchungen in Buchenwald*. Todenmann-Rinteln (1967).
5. LAMBINON, J., Les Lichens. *Les Nat. Belg.*, Bruxelles (1969).
6. LEBRUN, J., NOIRFALISE, A., HEINEMANN, P. et C. VANDEN BERGHEN, Les associations végétales de la Belgique. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, 82 : 105-207 (1949).
7. MASSART, J., *Esquisse de la géographie botanique de la Belgique* (1910).
8. MOSSERAY, R., Esquisse des groupements végétaux de quelques bois du district hesbayen de Belgique. *Bull. Jard. Bot. État*, Bruxelles, 15, 2 : 173-214 (1938).
9. NOIRFALISE, A. et N. SOUGNEZ, Les forêts riveraines de Belgique. *Bull. Jard. Bot. État*, Bruxelles, 30 : 199-288 (1961).
10. OBERDORFER, E., *Süddeutsche Pflanzen-Gesellschaften*. Jena (1957).
11. P. H., A. M., F. P., C. v. d. B., La tourbière de Rixensart. *Bull. Nat. Belg.* (oct. 1941).
12. VANDEN BERGHEN, C., Les prairies à *Molinia* de Belgique. *Bull. Soc. Roy. Belg.*, 83 : 373-403 (1951).
13. WESTHOFF, *Planten gemeenschappen in Nederland* (1969).

Réflexions à propos de la migration des oiseaux

par P. BOULVIN

Ingénieur Civil des Constructions

Tous ceux qui ont observé la migration des oiseaux ont dû constater que pour ces déplacements, beaucoup d'individus se regroupent en bandes plus ou moins importantes tout au moins pendant le jour. Il en est de même pour certains poissons qui se déplacent par bancs.

Konrad Lorenz examine les raisons de ce comportement dans un ouvrage paru en 1963, traduit et édité en français en 1969 (1). Partant de la thèse générale que chaque fois que des êtres vivants ont un comportement qui perdure, c'est que ce comportement entraîne un avantage, qui par le jeu de la sélection naturelle favorise la survivance de ceux qui le pratiquent. Pour chaque comportement il se pose la question : A quoi bon ?

Pour le groupement des oiseaux et des poissons il envisage plusieurs raisons :

1) Si les animaux en question ont, isolés, une faible possibilité de défense, leur groupement favorise cette défense. Lorenz constate toutefois que ce motif ne vaut pas s'il s'agit d'êtres absolument sans défense tels les harengs et les passereaux.

2) Il voit dès lors comme raison la difficulté pour le prédateur de se concentrer sur une proie unique alors qu'il est sollicité par un grand nombre de proies. (C'est somme toute le problème de l'âne de Buridan).

3) Que les prédateurs sont impressionnés par la grosse masse du groupement qui leur paraît un être redoutable qu'ils n'osent attaquer. Lorenz n'avance ces raisons qu'avec beaucoup de réserves.

Nous avons été frappés de l'analogie du problème qui se pose aux oiseaux migrateurs attaqués par des rapaces et de celui qu'ont eu à résoudre les dirigeants des transports maritimes alliés aux prises avec les sous-marins allemands au cours des deux guerres mondiales.

(1) Konrad LORENZ, *Das Sogenannte Böse, zur Naturgeschichte der Agression*, Ed. Borotheschoeler 1963 ; En français : *L'Agression, une histoire naturelle du mal*, Paris, Flammarion, 1969.

Sans entrer dans les détails, nous pouvons résumer comme suit ce qui s'est passé.

Les pertes pour les navires navigant en convois étaient beaucoup moindres que pour les navires navigant isolément. Une forte réduction des pertes est apparue alors même que les convois étaient protégés d'une façon très insuffisante.

Voyons comment les raisons exposées par Lorenz peuvent être appliquées à ce problème :

1) La réunion des navires en convois permettait une concentration des moyens de défense. Longtemps cette raison a été considérée comme la seule valable par l'Amirauté anglaise au point que la formation de convois a été retardée jusqu'à ce qu'on ait réuni un nombre de bateaux d'escorte important, encore qu'au début (avril à décembre 1917) les convois étaient peu défendus.

2) La difficulté psychologique pour le prédateur de concentrer son attaque sur une seule victime, alors que d'autres proies sollicitent son attention a certainement moins joué pour des commandants de sous-marins que pour des rapaces ou des requins.

3) Il est arrivé que des commandants de sous-marins, impressionnés par le convoi qu'ils croyaient défendu fortement mettaient beaucoup de circonspection à attaquer (2).

On ne s'est pas rendu immédiatement compte que le résultat de la formation des convois était prévisible par une application élémentaire du calcul des probabilités. Le groupement diminue très fortement pour les navires (et aussi pour les passereaux) la probabilité d'être aperçus et dès lors détruits par l'agresseur (sous-marins ou rapace suivant le cas).

Le premier à publier un exposé clair de la question fut le Capitaine de Frégate Castex (3).

Au cours de la Deuxième Guerre Mondiale le Professeur Blackett traita pour l'Amirauté anglaise plusieurs questions de ce genre. Ce sont ses méthodes (basées sur le calcul des probabilités) qui se sont

(2) Admiral Sir Frederic DREYER, *The Sea Heritage, A Study in Maritime Warfare*, Londres, 1955, p. 229 et sq. Sir Frederic, qui était à l'Amirauté lors de la formation des convois en 1917, attribue leur succès à cette cause. Il n'hésite pas, étant donné l'insuffisance en nombre des navires d'escorte en 1917 et 1918 à qualifier l'organisation des convois de « Bluff ». Ce bluff aurait impressionné les commandants de sous-marins.

(3) Capitaine de Frégate CASTEX (depuis Amiral), *Synthèse de la Guerre Sous-Marine*, Paris, 1920.

développées sous le nom d'« Operational Research » et ont trouvé des applications importantes dans l'Industrie et le Grand Commerce (4).

Comparé aux problèmes de la guerre des sous-marins aux navires de commerce, celui qui nous occupe est plus simple, ne fut-ce que parce que les méthodes d'attaque et de défense ne changent pas tandis qu'à la guerre, les adversaires changeaient souvent de tactique soit à cause de l'introduction d'armes nouvelles, soit pour s'adapter aux procédés de l'adversaire.

Il nous semble pouvoir résumer comme suit le comportement des passereaux et des rapaces :

Certains passereaux se déplacent isolés.

D'autres passereaux forment des groupes de quelques dizaines ou de quelques centaines d'individus. Ces groupes se suivent parfois à intervalles plus ou moins longs. Parfois aussi ils se suivent d'une manière serrée. Dans ce dernier cas, sur une largeur de plusieurs kilomètres les groupes se suivent sans arrêt pendant une journée entière ; il passe ainsi plusieurs centaines de milliers d'individus.

Les rapaces, à la recherche de nourriture, au cours de ce déplacement capturent un ou plusieurs oiseaux.

Pendant qu'un rapace dispose de sa capture, d'autres passereaux peuvent s'éloigner ou se cacher.

Supposons qu'un passereau ait à traverser une zone E, où se trouve un rapace. Le rapace aura la possibilité d'apercevoir le passereau si le passereau se trouve dans une zone e, déterminée par la distance à laquelle un rapace peut apercevoir un passereau ; nous supposons que e fait partie de E.

La probabilité que le passereau soit vu sera proportionnelle à $\frac{e}{E}$, soit $k \frac{e}{E}$ où k est un coefficient plus petit que 1, car le rapace ne

verra pas toujours le passereau ; il peut y avoir des arbres ou du brouillard qui cachent l'oiseau, le rapace peut se trouver à contre-jour ou être distrait ; etc.

En outre tout passereau vu n'est pas nécessairement capturé ; il peut s'échapper, le faucon peut mal viser, ou simplement n'avoir pas

(4) Sur l'« Operational Research » et ses applications il existe aujourd'hui une littérature abondante. Les ouvrages du Professeur Blackett où le problème de la protection des navires de commerce contre les sous-marins est traité sont : *Brassey's Annual 1953*, Chap. IX (pages 88 à 106) ; Prof. P. M. S. BLACKETT, F. R. S., *Operational Research*, et P. M. S. BLACKETT, *Studies on War*, Londres, 1962.

faim, etc. Il y aura donc nécessairement un deuxième coefficient k' plus petit que 1 et la probabilité pour le passereau d'être pris sera $kk' \frac{e}{E}$.

S'il y a n passereaux dispersés, la probabilité d'être pris sera la même pour tous ; la probabilité qu'un passereau soit pris sera donc à la fois proportionnelle à n et à $kk' \frac{e}{E}$, soit proportionnelle à $C = kk' \frac{ne}{E}$.

Supposons maintenant que les n passereaux passent groupés, l'espace e deviendra e_1 , nécessairement plus grand que e . En effet e est déterminé par la distance à laquelle le rapace peut apercevoir le passereau, le groupement des passereaux occupera un certain espace dont le rayon s'ajoutera à celui de e pour former e_1 . Les coefficients k et k' seront respectivement remplacés par k_1 et k'_1 et la probabilité qu'un passereau soit capturé sera proportionnelle à $C_1 = k_1 k'_1 \frac{e_1}{E}$.

Dès lors le rapport des probabilités d'être pris (p_1 dans le cas du groupement, p dans le cas des oiseaux isolés) sera :

$$\frac{p_1}{p} = \frac{c_1}{c} = \frac{k_1 k'_1}{k k'} \cdot \frac{e_1}{ne}$$

Faute d'observations il est très difficile d'apprécier la valeur exacte des coefficients k, k', k_1 et k'_1 ; on peut néanmoins supputer la valeur de $\frac{k_1 k'_1}{kk'}$

- k : Probabilité qu'un rapace voie un passereau isolé qui traverse la zone e . Nous n'avons aucune donnée sur cette probabilité, nous lui donnerons provisoirement la valeur 1, quitte à vérifier par la suite si elle n'est pas plus petite.
- k' : Probabilité qu'un rapace capture le passereau isolé qu'il a vu ; nous ne connaissons pas non plus cette probabilité, mais les raisons données par Lorenz pour justifier le groupement impliquent que k' est plus grand que k'_1 .
- k_1 : Probabilité qu'un rapace aperçoive un groupe de n oiseaux qui traversent la zone e_1 . Si nous donnons à k_1 la valeur maximale 1 nous choisissons une valeur défavorable à notre thèse.
- k'_1 : Probabilité qu'un rapace capture un oiseau d'un groupe de n oiseaux qu'il a vu. D'après Lorenz k'_1 est plus petit que k' , en admettant que $k'_1 = k'$ nous ferons une hypothèse défavorable à notre thèse.

Dans les différentes hypothèses admises : $\frac{k_1 k'_1}{k k'} = \frac{1 \times k'_1}{1 \times k} = 1$.

et le rapport des probabilités devient : $\frac{p_1}{p} = \frac{k_1 k'_1}{k k'} \cdot \frac{e_1}{ne} = \frac{e_1}{ne}$

Il est aisé de voir sur un exemple concret que e_1 est plus petit que ne et que par conséquent la probabilité qu'un passereau soit capturé est moindre lorsque les passereaux sont groupés que lorsqu'ils sont dispersés.

Il semble que certains faucons peuvent apercevoir un passereau à 1500 m de distance. Les faucons volent à une hauteur h qui n'est pas très élevée et les passereaux volent à une hauteur moindre (la valeur de cette hauteur importe peu car ce facteur s'élimine par la suite). L'espace e sera donc un cylindre de 1500 m de rayon et de hauteur h

$$e = \pi \cdot 1.500^2 \cdot h$$

Pour fixer les idées supposons que 200 passereaux traversent la zone E , on aura

$$ne = 200 \cdot \pi \cdot 1.500^2 \cdot h$$

D'autre part si les 200 passereaux sont groupés ils se trouveront à l'intérieur d'un cylindre de hauteur h et d'un certain rayon (mettons 100 m) et on aura

$$e_1 = \pi (1500 + 100)^2 \cdot h$$

$$\text{D'où } \frac{p_1}{p} = \frac{e_1}{ne} = \frac{\pi (1500 + 100)^2 \cdot h}{200 \cdot \pi \cdot 1500^2 \cdot h} = \frac{1600^2}{200 \times 1500^2} = \frac{1}{176} \quad (5)$$

(5) Dans l'ouvrage cité ci-avant (Studies on War) le professeur Blackett établit que si on organise des convois de 56 navires au lieu de 32 les pertes tombent à 44 % de ce qu'elles étaient. En extrapolant cette prévision on arriverait à des pertes nulles pour des convois de 72 navires, alors que nous trouvons encore des pertes pour un groupement de 200. Les chiffres du prof. Blackett sont donc plus favorables au groupement que les nôtres. Les chiffres du prof. Blackett ont été établis à une époque où les convois étaient fortement protégés et la concentration des moyens disponibles sur un nombre moindre de convois plus grands joue certainement un rôle important dans la réduction des pertes.

De plus ces chiffres n'ont pu être vérifiés parce qu'en même temps que l'on augmentait le nombre des navires par convois d'autres facteurs de nature à diminuer les pertes sont intervenus et il n'a pas été possible d'analyser les effets de chaque facteur.

Sauf une indication d'ordre de grandeur, les chiffres du prof. Blackett ne sont pas applicables à notre problème.

Ce rapport a été obtenu en supposant k (probabilité qu'un rapace aperçoive un passereau traversant la zone e) égal à 1, c'est-à-dire une certitude. Examinons ce qui se passe si k a une valeur moindre.

Il n'y aurait aucun avantage à ce que les passereaux se groupent si on avait :

$$\frac{p_1}{p} = \frac{k_1 \cdot k'_1}{k \cdot k'} \cdot \frac{e_1}{ne} = 1$$

Pour l'exemple choisi nous avons : $k' = 1$, $k'_1 = k'$ et $\frac{e_1}{ne} = \frac{1}{176}$

On aura donc $\frac{p_1}{p} = 1$ si $\frac{1}{k} \cdot \frac{1}{176} = 1$, ce qui donne $k = \frac{1}{176}$

Autrement dit si on admettait qu'un rapace ne voit en moyenne qu'un passereau sur 176 qui passent à sa portée. Ce chiffre nous paraît invraisemblablement faible et nous n'hésiterons pas à conclure que k sera toujours plus élevé et que les passereaux auront toujours intérêt à se grouper.

Ne pouvons-nous néanmoins serrer la valeur de $\frac{p_1}{p}$ de plus près ?

Dans la guerre des sous-marins aux navires de commerce nous trouvons des chiffres précis. La période la plus intéressante est celle de septembre à décembre 1917 (6). Pendant cette période des convois étaient organisés mais ils étaient trop faiblement défendus, une partie seulement des navires naviguaient en convois, les autres isolément, si bien qu'une comparaison est possible entre les deux méthodes.

D'un mois à l'autre le rapport des pertes varie de $\frac{1}{1,7}$ à $\frac{1}{17}$ en faveur des convois, la moyenne s'établissant à $\frac{1}{7,6}$. La statistique porte sur 4843 navires.

A cette époque, les convois ne comportaient jamais plus de 20 navires, le nombre tombait parfois à 8 et même moins, par exemple lorsque le convoi se scindait en plusieurs tronçons pour se rendre à divers ports de destination.

Nous avons appliqué la méthode de calcul ci-dessus pour les conditions de visibilité de 10000 à 20000 m et pour les convois de 8 à 20 navires.

(6) On trouvera des statistiques tirées des archives de la marine anglaise in : Arthur J. Marder : *From the Dreadnought to Scapaflow* : vol. IV-1917, *The Year of Crisis*, Oxford, University Press, 1969 et vol. V : *1918-1919 : Victory and Aftermath*, 1970.

Nos calculs donnent pour $\frac{p_1}{p}$ des valeurs allant de $\frac{1}{6,2}$ à $\frac{1}{17}$ (7). Pour toute sécurité adoptons $\frac{1}{7,6}$, c'est-à-dire que nous devons augmenter $\frac{p_1}{p}$ dans le rapport de 17 (chiffre calculé) à 7,6 (chiffre constaté).

$$\text{Nous aurons donc } \frac{p_1}{p} = \frac{1}{176} \times \frac{17}{7,6} = \frac{1}{79} \quad (8)$$

(7) Le Vice-Amiral Sir Arthur Hezlet dans *Submarines and Seapower*, Londres 1967 expose page 94 et seq la situation lors de la constitution des convois en 1917. Après avoir constaté que le premier résultat des convois fut que l'océan parut soudainement sans trafic et cela parce que, si surprenant que ce soit, un convoi n'est pas beaucoup plus facile à apercevoir qu'un navire isolé, il prend pour base qu'un navire isolé est normalement visible d'un sous-marin à une distance de 10 miles et qu'un convoi de 20 navires occupe un cercle de 2 miles de diamètre, le convoi sera donc visible à 11 miles de son autre. Il néglige la différence entre 11 et 10 miles et déduit que cinq convois de 20 navires ont 20 fois moins de chances d'être aperçus que 100 navires isolés et conclut que le grand avantage du système était la difficulté pour les sous-marins de rencontrer les convois.

En négligeant la différence des rayons de visibilité, pour les convois de 20 navires, l'Amiral Hezlet trouve donc $\frac{p_1}{p} = \frac{1}{20}$; si partant des mêmes bases que lui nous tenons compte de cette différence, nous trouvons $\frac{p_1}{p} = \frac{11^2}{10^2} \cdot \frac{1}{20} = \frac{1}{16,5}$ chiffre très voisin ($\frac{1}{17}$) de celui que nous avons admis.

(8) Sans donner de chiffres aussi complets que le professeur Marder, la littérature allemande souligne le succès obtenu par les convois en 1917 et 1918 et leur attribue l'échec de la guerre des sous-marins aux navires de commerce.

Voir à ce sujet l'ouvrage publié par le Service Historique de la Marine Allemande : Kontr Admiral (J. V.) ARNO SPINDLER, *Der Handelskrieg mit U. Booten*, Francfort, Mittler und Sohn, 1941, p. 510 à 511.

Citons également un passage (page 10) de Karl DÖNITZ (Groszadmiral), *Zehn Jahre und Zwanzig Tagen*, Bonn, 1958 : « Der deutsche Ubootskrieg im ersten Weltkrieg war nach gröszen Erfolgen im Jahr 1917 durch die Einführung des Englischen Geleitzugsystems um seine entscheidende Wirkung gekommen. Durch die Konvoi-Bildung war der Ozean leer geworden; die deutsche U. Boote standen einzeln in See, sahen und fangen lange Zeit nichts... ». (La guerre des sous-marins allemands pendant la première guerre mondiale, après d'importants succès en 1917 se vit privée de son action décisive par l'introduction du système de convois anglais. Par la formation des convois on avait vidé l'océan, les sous-marins allemands se trouvaient seuls en mer, et ne voyaient et ne capturaient rien pendant longtemps...).

Pendant la deuxième guerre mondiale une situation particulière survenue lors de l'entrée en guerre des États Unis permet également de tirer des conclusions en faveur des convois. Les sous-marins allemands ont attaqué la navigation sur la côte Est des États Unis à partir de janvier 1942, les navires y navigaient isolément, les pertes furent catastrophiques.

Indirectement nous obtenons ainsi une indication sur la valeur de k .

En effet au lieu de $\frac{k_1 k'_1}{k k'} = 1$, nous admettons ici $\frac{k_1 k'_1}{k k'} = \frac{17}{7,6} = 2,22$.

Si nous conservons les autres hypothèses ($k_1 = 1$, et $k'_1 = k'$), on aura $k = \frac{1}{2,22}$ (9).

Jusqu'ici nous n'avons considéré que le cas d'un seul rapace ; s'il y en a plusieurs la situation est moins favorable au groupement.

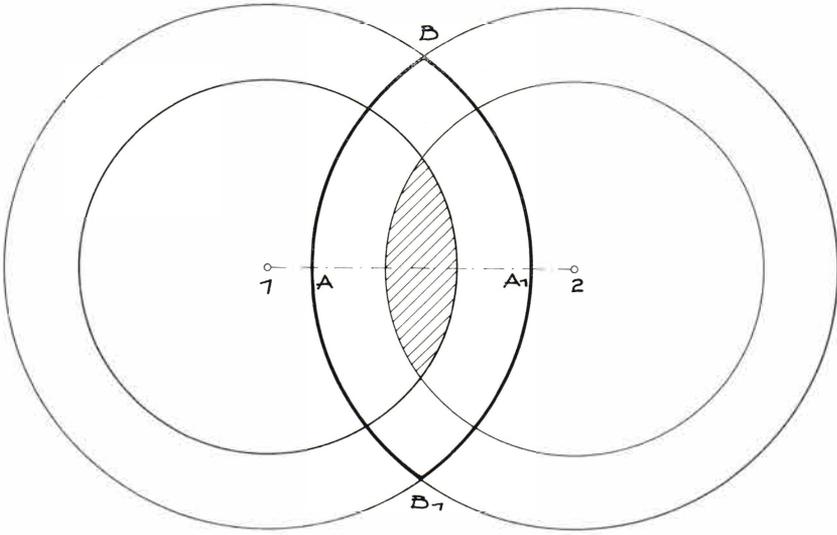
Supposons qu'il y ait m rapaces, ils occupent m espaces e auxquels correspondent m espaces e_1 . Tant que les espaces e_1 (et par conséquent les espaces e) sont distincts, les probabilités seront toutes deux proportionnelles à m et le rapport $\frac{P_1}{P}$ ne sera pas changé. Il en est de même lorsque les espaces e_1 (et par conséquent les espaces e) coïncident, mais il n'en est plus de même lorsque les espaces e_1 ont une zone commune.

Considérons deux espaces e se chevauchant partiellement, représentés par les deux cercles de centre 1 et 2 (sur la figure ce sont les deux cercles qui ont le petit rayon). Les deux espaces e auront en commun la zone hachurée. Dans cette zone un passereau peut être vu à la fois par le rapace 1 et par le rapace 2 et l'espace e correspondant à chacun des rapaces devra être augmenté de l'espace hachuré.

ques. En avril les convois furent organisés ; voici ce qu'en dit un auteur allemand : Jürgen ROHWER, *Der U. Bootskrieg und sein Zusammenbruch 1943*, in *Entscheidungsschlachten des zweiten Weltkrieges* (Frankfurt/Main, 1960), p. 340 et seq. Après avoir décrit l'organisation des convois en avril 1942, l'auteur conclut : « Die Wirkung blieb auch nicht aus. Schlagartig gingen die Sichtigungen zurück und die U. Booten meldeten im ihren Lage-Funksprüchen immer häufiger : Kein Verkehr ». (L'effet ne tarda pas. Tout à coup les « aperçus » diminuèrent et les sous-marins signalèrent de plus en plus souvent : Pas de trafic).

On voit par ces citations qu'il s'agit d'une réduction du nombre de rencontres entre sous-marins et navires par suite du groupement de ceux-ci, indépendamment de protection armée.

(9) On nous excusera de nous étendre si longuement sur la guerre des sous-marins aux navires de commerce, mais dans ce domaine nous disposons d'observations certaines (souvent chiffrées), ce que nous n'avons pas pour les déplacements des passereaux ni des poissons. En outre, il nous paraît intéressant de souligner que placés devant le même problème, les hommes, les oiseaux et les poissons sont arrivés au même comportement.



Dans le cas du groupement des passereaux les espaces e deviennent e_1 (représentés par les deux cercles plus grands), la lentille ABA_1B_1 est commune aux deux espaces e_1 . Le rapport $\frac{P_1}{P}$ deviendra donc

$$\frac{e_1 + \text{lentille } ABA_1B_1}{ne + \text{lentille hachurée}}$$

Ce rapport est plus grand que $\frac{e_1}{ne}$. Tant qu'on s'en tient à deux rapaces la variation n'est pas forte. Dans le cas que nous avons pris comme exemple, le rapport $\frac{1}{79}$ devient au maximum $\frac{1}{76}$, mais dans le cas où il y aurait un grand nombre de rapaces, l'enchevêtrement des espaces e et e_1 avec des parties communes à plus de deux espaces e ou e_1 donnerait lieu à une infinité d'hypothèses et à des calculs inextricables. Il vaut mieux aborder le problème autrement.

Considérons le cas extrême où l'espace E est « saturé » de rapaces, c'est-à-dire que si m est le nombre de rapaces $me = E$. Un passereau isolé traversera nécessairement une partie de ces espaces e (mettons m_1) appelons à la probabilité (égale à $1 - k'$) qu'il a d'échapper lors de la traversée d'un espace e , la probabilité qu'il a d'échapper en traversant m_1 espaces sera un nombre d'autant plus petit que m_1 sera plus grand ; on pourra toujours imaginer un nombre d'espaces e

suffisamment grand pour que a^{m_1} soit pratiquement nulle (10). Si les passereaux sont suffisamment dispersés dans l'espace et dans le temps, ils périront tous. La perte des passereaux isolés sera une certitude. Quant aux passereaux groupés qui traversent m_1 espaces e_1 , il en périra un nombre m_1 : pour chaque espace e_1 traversé le rapace correspondant en capturera 1, les autres s'échapperont (11) ; la probabilité de capture pour un passereau sera donc $\frac{m_1}{n}$ (ou n est le nombre de passereaux groupés) et on aura

$$\frac{p_1}{p} = \frac{m_1}{n}$$

Pour $m_1 = 10$ et $n = 200$, on aura $\frac{p_1}{p} = \frac{1}{20}$

Ce n'est que dans le cas où m_1 serait égal ou plus grand que n que le groupe serait détruit, mais une quantité pareille de rapaces ne correspond à aucune réalité constatée.

L'avantage reste donc au groupement, mais il est moindre à mesure que le nombre des espaces e_1 traversés augmente. Nous avons vu le cas de la rencontre par les passereaux de 10 rapaces et avons trouvé :

$\frac{p_1}{p} = \frac{1}{20}$; pour 5 rapaces et 200 passereaux en trouverait :

$$\frac{p_1}{p} = \frac{1}{40}$$

Mais dans ce cas pouvons-nous encore considérer la probabilité d'un passereau d'échapper comme négligeable ? Supposons en effet qu'un passereau ait une chance sur deux d'échapper à un rapace ;

(10) Par exemple si nous supposons $a = \frac{1}{2}$, c'est-à-dire que le passereau qui traverse un espace e à chance égale d'échapper et d'être capturé, la chance d'échapper pour un passereau qui traverse 10 espaces e ($m_1 = 10$), sera $(\frac{1}{2})^{10} = \frac{1}{1024}$, elle est pratiquement nulle.

(11) Lorsqu'on a formé les convois en 1917 on craignait qu'un sous-marin ayant aperçu un convoi fasse une hécatombe de navires. A l'expérience, on a constaté que très rarement le sous-marin ayant coulé un navire avait l'occasion d'une deuxième attaque. Le convoi s'était éloigné ou avait changé de direction.

Pendant la guerre 1939-1945, les sous-marins ont changé de tactique : une fois un convoi aperçu il était suivi jusqu'à ce qu'on ait pu rassembler sur les lieux un grand nombre de sous-marins qui attaquaient le convoi ensemble. Cette tactique concertée ne semble pas à la portée des rapaces.

la probabilité d'échapper à 5 rapaces sera $(\frac{1}{2})^5 = \frac{1}{32}$, celle d'être pris sera $1 - \frac{1}{32} = \frac{31}{32}$ et on aura $\frac{p_1}{p} = \frac{1/40}{31/32} = \frac{1}{39}$.

Il saute aux yeux que la probabilité d'échapper à plusieurs rapaces augmente si la probabilité d'échapper à un seul augmente ; nous avons établi des chiffres en supposant $a = \frac{1}{2}$, si nous prenons $a = \frac{9}{10}$, on trouvera $\frac{p_1}{p}$ égal à $\frac{1}{16,5}$ pour dix rapaces et à $\frac{1}{13}$ pour cinq (12).

Pour arriver à établir nos rapports de probabilité nous avons examiné un cas où le groupement de 200 passereaux occupe un espace dont le rayon est le quinzième de la portée de vue du faucon (100 m sur 1500 m), il nous reste à voir ce qui se passerait si ce rapport était différent.

Soit r la portée de vue du rapace, ar le rayon du groupe d'oiseaux, $\frac{k_1 k'_1}{kk'} = 2,22$ le rapport $\frac{p_1}{p}$ sera $2,22 \frac{\pi (r + ar)^2}{200 \cdot \pi r^2} = 2,22 \frac{(1 + a)^2}{200}$

En faisant varier a nous aurons tous les cas possibles. Nous avons pris $a = \frac{1}{15}$ nous avons trouvé $\frac{p_1}{p} = \frac{1}{79}$.

Si nous prenons $a = 1$, c'est-à-dire que les oiseaux occupent un rayon de 1.500 m, nous aurons $\frac{p_1}{p} = 2,22 \frac{(1 + 1)^2}{200} = \frac{1}{22,6}$. Cette formation est déjà très diluée pour 200 passereaux et on voit comme la probabilité de perte augmente rapidement lorsque la dispersion augmente. On retrouverait la probabilité $\frac{1}{79}$ si au lieu de 200 il y avait 700 oiseaux dans l'espace de 1500 m de rayon.

(12) Étant donné que ces rapports sont moins favorables au groupement lorsqu'il y a plusieurs rapaces, on peut se demander si ce n'est pas à cela qu'est due la constatation que l'on n'a observé en 1917 pour les navires qu'un rapport $\frac{1}{7,6}$ au lieu de $\frac{1}{17}$ que l'on obtient par le calcul, auquel cas l'observation faite page 252 que $k = \frac{1}{2,22}$ ne serait pas exacte, il se pourrait que k fut plus grand. Faute de données, nous garderons $k = \frac{1}{2,22}$.

Le rapport $\frac{p_1}{p}$ serait égal à 1 si on avait $2,22 \times \frac{(1+a)^2}{200} = 1$, c'est-à-dire $a = 8,5$. Dans ce cas les oiseaux occuperaient un espace de $1.500 \text{ m} \times 8,5 = 12750 \text{ m}$ de rayon, ce qui paraît être une dispersion parfaite.

On arrive ainsi à une notion plus précise de la dispersion. Prenant $\frac{k_1 k'_1}{k k'}$ = 1, on aurait $\frac{p_1}{p} = \frac{(1+a)^2}{n} = 1$ pour $a = \sqrt{n} - 1$. Négligeant le terme -1 par rapport à n nous dirions qu'il y a dispersion lorsque le rapport du rayon de l'espace occupé par n oiseaux à la portée de vue du rapace est égal ou supérieur à la racine carré de n .

Pour 200 oiseaux, la racine carrée de n est environ 14 ; pour une portée de vue du rapace de 1.500 m, cela donne pour le rayon de l'espace e : 21000 m.

Il peut arriver aussi que un ou plusieurs rapaces poursuivent un groupe de migrateurs, chacun d'eux après avoir capturé un oiseau en disposera puis rejoindra la chasse. Le nombre d'attaques (soit m_2) sera plus élevé que le nombre de rapaces. Si m_2 est plus grand ou égal à n tous les passereaux seront capturés, si m_2 est plus petit que n la probabilité qu'un passereau soit capturé sera $\frac{m_2}{n}$, probabilité d'autant plus petite que n sera plus grand.

Nous avons examiné une série de cas et d'hypothèses quant au passage d'un groupe assez restreint de passereaux à travers un espace E où ils peuvent rencontrer un ou plusieurs rapaces. Nous avons trouvé des chiffres en faveur du groupement compris entre $\frac{1}{13}$ et $\frac{1}{79}$, nous croyons donc pouvoir conclure qu'il y a avantage pour les passereaux à se grouper ⁽¹³⁾.

Un comportement un peu différent est celui où des dizaines de milliers d'oiseaux ou davantage passent en quelques heures. Nous avons observé le cas à la Noël 1968 à Nieuport ou pendant une journée des grives mauvis ont passé sans arrêt le long de la côte sur une largeur de trois ou quatre kilomètres. Sur la plage, elles volaient si bas qu'on eut pu craindre d'être blessé au visage si à la dernière

(13) Ces chiffres ne valent que pour les ordres de grandeur du nombre de rapaces et du nombre de passereaux considérés. Si l'on augmente le nombre de passereaux ils diminuent très rapidement.

seconde elles ne s'étaient relevées pour passer au dessus de votre tête. Un rapace n'aurait eu aucune difficulté à trouver des victimes, mais pendant qu'il en disposait des milliers d'autres grives seraient passées sans encombre. Ce comportement est donc pleinement justifié.

Les chiffres obtenus ne pouvant être confirmés ou précisés que par des constatations sur le terrain, nous soumettons donc nos réflexions à ceux qui ont des renseignements plus précis que nous sur le comportement des oiseaux.

Initiation à l'étude de la végétation

par C. VANDEN BERGHEN

La **biosphère** correspond à la portion de notre planète où se manifeste la Vie ; elle comprend la partie superficielle de la croûte terrestre, les océans, les couches les plus basses de l'atmosphère.

Les organismes qui vivent dans la biosphère, les plantes et les animaux, forment des communautés concrètes — une forêt avec ses habitants, par exemple — qui portent le nom de **biocénoses** (bios : vie ; coenos : en commun).

Les plantes et les animaux d'une biocénose — ces derniers indirectement — dépendent pour leur subsistance des éléments chimiques fournis par le **milieu** non vivant qui les entoure. Les racines des arbres de la forêt puisent, dans le sol, de l'eau et les substances, indispensables à leur existence, qui y sont dissoutes. Au niveau des organes chlorophylliens, l'utilisation de l'énergie rayonnant du soleil permet au phénomène capital de la photosynthèse de se dérouler. Les végétaux non seulement exploitent leur environnement mais encore le modifient. Une partie de la matière organique produite par les plantes est notamment incorporée au sol après leur mort. Les animaux se nourrissent de plantes vertes, de débris organiques ou d'autres animaux. Des liens étroits et complexes sont ainsi tissés entre les organismes vivants et le milieu dans lequel ils se développent. Une biocénose fonctionne comme un système dont les éléments sont, d'une part, les êtres vivants, d'autre part, le milieu. Un tel système est un **écosystème**, du radical grec *oikos*, l'habitation.

La science dont l'objet est l'étude des écosystèmes est l'**écologie**.

L'écologie embrasse ainsi tous les organismes vivants, qu'ils soient animaux ou végétaux, macroscopiques ou microscopiques, et tous les éléments du milieu physique et chimique, notamment le climat, le sol ou tout autre substrat, les composants minéraux et organiques de celui-ci... Le sujet est immense !

Notre propos de peut être d'envisager l'écologie dans toute son ampleur. Nous porterons notre attention, de façon plus modeste,

sur une des facettes de cette science : l'**étude de la végétation** (*).

Le naturaliste qui travaille ce champ d'activité scientifique commence souvent par analyser les différents éléments d'un paysage végétal pour y reconnaître et y définir des unités physionomiques ou floristiques. Son activité aboutit à la description de la végétation d'une région plus ou moins étendue. Il doit ensuite découvrir les causes qui déterminent la composition et la localisation des différentes unités reconnues dans le tapis végétal. Au cours de son enquête, l'écologiste sortira certainement du cadre de la botanique traditionnelle et devra faire appel aux apports d'autres sciences telles que la climatologie, la pédologie ou science des sols, la microbiologie, la sylviculture, la géographie physique et humaine, l'histoire rurale... Certains problèmes qui surgiront au cours des recherches devront éventuellement être résolus par l'expérimentation, soit dans la nature, soit au laboratoire.

L'écologiste constatera rapidement qu'un paysage végétal n'est pas immuable, n'est pas figé une fois pour toutes, mais, au contraire, qu'il évolue, se transforme plus ou moins rapidement. Une étude statique de la végétation et du milieu ne donne donc qu'une image incomplète de la réalité et il est nécessaire d'introduire le facteur historique pour mettre en évidence les ressorts du dynamisme du couvert végétal. La connaissance du passé de la végétation n'est d'ailleurs pas seulement indispensable à la compréhension de son état présent ; elle permet éventuellement de prévoir son avenir.

Ajoutons que la végétation peut également être étudiée avec l'optique du géographe. Les variations du tapis végétal ne seront pas seulement décrites dans le temps mais aussi dans l'espace, que ce soit celui d'un territoire limité ou celui de notre planète tout entière.

Dans une intention didactique, nous dissocierons les quatre modalités de l'étude de la végétation alors qu'en réalité elles sont indissolublement liées. Nous envisagerons donc successivement la description du tapis végétal, les rapports entre la végétation et les différents facteurs du milieu, le dynamisme de la végétation, la distribution géographique des groupements végétaux.

(*) Il convient de ne pas confondre végétation et flore. La **flore** d'une région est l'ensemble des espèces végétales qui croissent dans les limites de ce territoire. La **végétation** de la même région est le tapis végétal qui la recouvre ; on y reconnaît, par exemple, des bois, des landes, des prairies.

I. DESCRIPTION ET ANALYSE DE LA VÉGÉTATION

Les méthodes utilisées pour décrire le tapis végétal seront choisies en fonction du but poursuivi. Le géographe, travaillant à petite échelle, dans de vastes territoires, mettra en œuvre des méthodes différentes de celles, plus précises, plus fines, qui auront la faveur du botaniste étudiant la végétation de petites surfaces, à grande échelle. L'écologiste aura des méthodes de travail particulières, souvent d'introduction récente, lorsqu'il analysera le tapis végétal d'un point de vue quantitatif.

A. DESCRIPTION DE LA VÉGÉTATION À PETITE ÉCHELLE

1. — Les formations végétales

a. *Définition.*

Les naturalistes qui débarquèrent, au XIX^e siècle, sur des terres peu connues ou encore inexplorées, ne pouvaient décrire avec précision les paysages botaniques nouveaux qu'ils avaient sous les yeux, faute de connaissances floristiques suffisantes. Ils durent forcément se contenter de mettre en évidence, en termes généraux, les différents aspects de la végétation. Ainsi est née la notion de **formation végétale**, celle-ci étant un groupement de plantes ayant une physionomie particulière. Les explorateurs parlèrent de forêts équatoriales constituées d'arbres de toutes dimensions dont les feuilles sont molles et persistantes, de savanes aux hautes herbes piquetées d'arbres isolés, de semi-déserts avec une végétation clairsemée de buissons épineux... La définition d'une formation végétale fait appel exclusivement à des caractères physiologiques (*).

b. *Structures d'une formation végétale.*

Une formation végétale présente des **structures** qui lui donnent sa physionomie particulière. En particulier, les organes aériens des plantes d'une formation, et aussi leurs organes souterrains, sont généralement disposés de façon ordonnée. Cet ordre est la manifestation d'une **structure dans l'espace**. De nombreuses formations végétales présentent également une **structure dans le temps**

(*) Le terme de **biome**, utilisé par certains écologistes, désigne la formation végétale et tous ses habitants. Le biome est ainsi un type de biocénose.

car leur physionomie varie, par exemple, d'une saison à l'autre. C'est le cas, notamment, pour les hêtraies de l'Europe tempérée, richement fleuries au printemps mais dont le sous-bois subit une véritable métamorphose lorsque les feuilles des arbres se déploient.

a. Structure dans l'espace. Stratification de la végétation.

Les feuilles des différentes espèces végétales qui constituent une forêt sont souvent disposées en plusieurs étages plus ou moins individualisés (fig. 1). On observe, dans ce cas, une **stratification** des organes assimilateurs. Quatre **strates de végétation** sont éventuellement distinguées : une *strate arborescente*, constituée par les cimes des arbres, une *strate arbustive* plus basse, formée par les feuilles des arbustes, une *strate herbacée* qui ne s'élève pas à plus de 50 cm au-dessus du niveau du sol et, enfin, une *strate muscinale* à laquelle participent des Bryophytes hauts de quelques centimètres à peine.

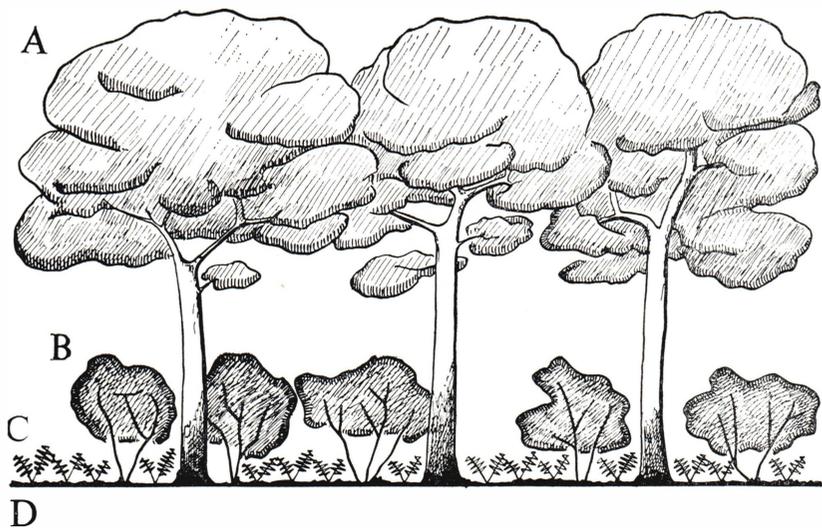


FIG. 1. — Représentation de la **stratification de la végétation** dans une forêt de l'Europe occidentale. — A : Strate arborescente. B : Strate arbustive. C : Strate herbacée. D : Strate muscinale.

Le nombre de strates de végétation varie d'une formation à l'autre. C'est ainsi que les plantes annuelles qui colonisent une terre récemment dénudée sont disposées en une seule strate de végétation. Par contre, une prairie de l'Europe occidentale est généralement constituée d'une strate herbacée et d'une strate muscinale. On reconnaît un grand nombre de strates dans une forêt équatoriale.

Les organes souterrains des plantes d'une formation végétale sont également souvent stratifiés. Cet étagement est évidemment plus difficile à mettre en évidence que celui des organes aériens (fig. 2a).

β. *Espèces dominantes et codominantes.*

Une strate de végétation est parfois principalement constituée du feuillage de plantes appartenant à une seule espèce. Celle-ci est alors appelée **espèce dominante**. De nombreuses forêts de l'Europe tempérée ont une strate arborescente dans laquelle le hêtre, *Fagus sylvatica*, est l'espèce dominante. Sous cette strate formée par les cimes des arbres s'étend une strate herbacée parfois dominée soit par la luzule blanche, *Luzula luzuloides*, soit par la fétuque des bois, *Festuca altissima*.

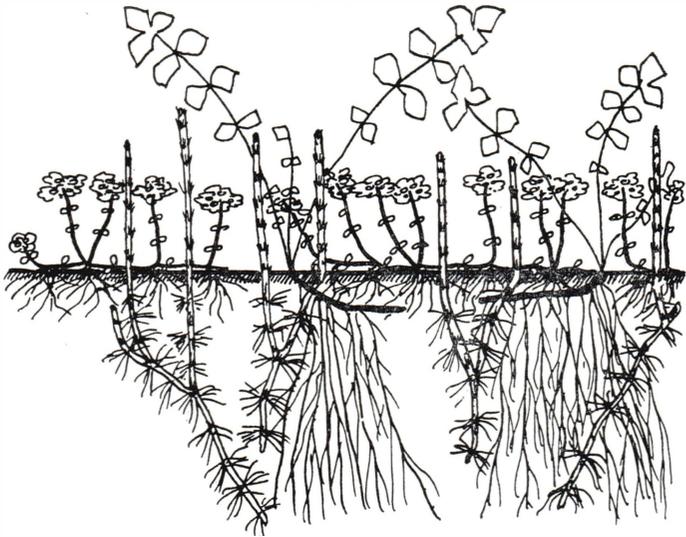


FIG. 2a. — Aspect vernal de la strate herbacée d'une frênaie installée à l'emplacement d'un suintement d'eau alcaline. La dorine, *Chrysosplenium oppositifolium* fleurit. *Equisetum telmateia*, la grande prêle, et *Filipendula ulmaria*, la reine-des-prés, commencent à se développer. Notez la stratification des organes souterrains ; les racines de *Chrysosplenium* sont situées dans la partie supérieure du sol ; celles d'*Equisetum* et de *Filipendula* exploitent des couches plus profondes.

En l'absence d'une espèce nettement dominante, les organes aériens de deux espèces ou d'un petit nombre d'espèces forment, dans certains cas, l'essentiel d'une strate de végétation. Ces **espèces** sont dites **codominantes**. Deux graminées, le ray-grass, *Lolium perenne*, et la crénelle, *Cynosurus cristatus*, sont ainsi les espèces codo-

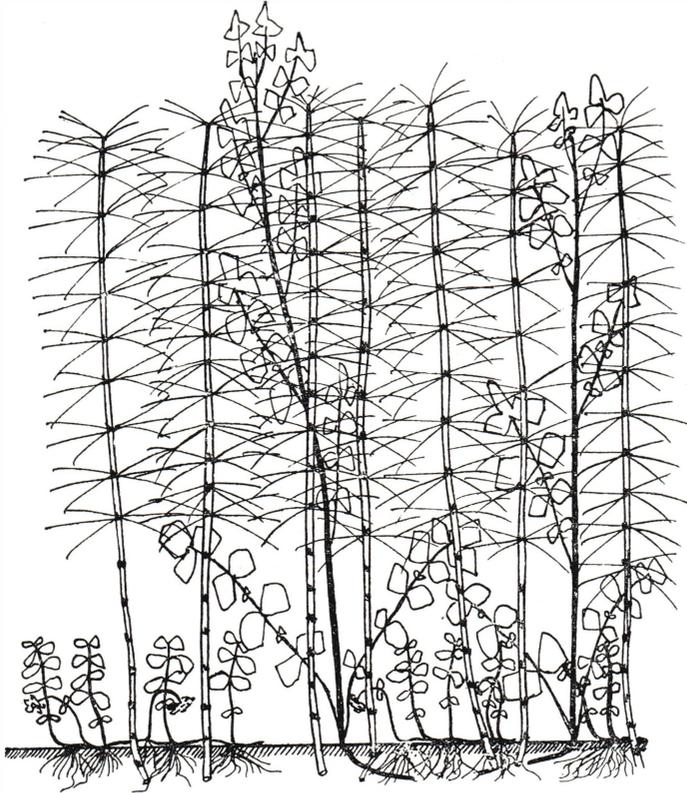


FIG. 2b. — Aspect estival de la strate herbacée d'une frênaie installée à l'emplacement d'un suintement d'eau alcaline. La dorine, *Chrysosplenium oppositifolium*, a cessé de fleurir et est dépassée par les hautes tiges de la prêle, *Equisetum telmateia*, et de la reine-des-prés, *Filipendula ulmaria*.

minantes dans la végétation de certaines prairies intensivement pâturées.

Les **espèces** qui accompagnent des plantes dominantes ou codominantes sont dites **subordonnées**. Dans la strate arborescente de la hêtraie, l'érable, *Acer pseudoplatanus*, est une espèce subordonnée lorsque cet arbre n'est représenté que par quelques pieds isolés.

Il est évident que l'indication du nom des espèces dominantes ou codominantes donne plus de précision à la description d'une formation. On parlera, par exemple, d'une roselière à *Phragmites communis*, et d'une prairie à hautes herbes avec la reine des prés, *Filipendula ulmaria*, et l'angélique, *Angelica sylvestris*, deux espèces codominantes dans la même strate de végétation. Dans la hêtraie à luzule blanche,

Fagus sylvatica et *Luzula luzuloides* sont des espèces dominantes dans des strates distinctes.

γ. Structure dans le temps : périodicité, aspects saisonniers, phénophases.

Certaines formations végétales conservent la même physionomie tout au long de l'année. C'est le cas, par exemple, d'une lande à *Calluna vulgaris*, la bruyère commune, ou d'un fourré de buis, *Buxus sempervirens*.

La physionomie d'autres formations change périodiquement (fig. 2a et 2b).

De nombreuses forêts de l'Europe occidentale présentent des **aspects saisonniers** bien contrastés. L'*aspect vernal*, c'est-à-dire printanier, est particulièrement typique. Durant quelques semaines, une foule de plantes délicates fleurissent dans le sous-bois, avant que les feuilles des strates arborescente et arbustive ne se déploient. Déjà au début du mois de juin, l'aspect de la forêt est complètement transformé. A cette époque de l'année, la plupart des espèces du premier printemps ne sont plus représentées que par des organes souterrains : rhizomes de l'anémone, racines tubérisées de la ficaire, bulbes de la jonquille et de la jacinthe des bois... L'abondance des graminées donne alors parfois au sous-bois une allure de prairie. Cet *aspect estival* est suivi d'un *aspect automnal* signalé notamment par les couleurs vives des carpophores des champignons. Après la chute des feuilles, la forêt, en vie ralentie, présente un *aspect hivernal*.

Les changements de physionomie des formations végétales ne se produisent pas toujours à un rythme régulier. C'est ainsi qu'après plusieurs années de sécheresse, une forte chute de pluie transforme l'aspect d'un désert en provoquant la germination de nombreuses graines conservées intactes dans le sol. Durant quelques semaines, des tapis de plantes abondamment florifères égayent un paysage habituellement austère.

Les aspects successifs présentés par une formation végétale correspondent aux **phénophases** de cette formation.

Les phénophases sont déclenchées par le développement espacé dans le temps des organes végétatifs et par les vagues de fleuraisons des différentes espèces. Les phénophases se suivent de façon régulière dans le cas des aspects saisonniers, de façon irrégulière dans l'exemple du désert brusquement fleuri.

L'écologiste qui veut décrire le tapis végétal de façon complète doit évidemment tenir compte de l'existence de phénophases. Il est obligé de revoir aux différentes périodes de l'année le territoire

qu'il étudie puisque la composition floristique apparente de la végétation peut varier dans le temps.

δ. Végétation fermée ou ouverte.

Les plantes d'une strate de végétation, supposées vues de haut, à la verticale, peuvent cacher le sol qui se trouve sous elles. La **végétation**, dans ce cas, est dite **fermée**. Elle est **ouverte** si le sol apparaît entre les organes aériens des végétaux (fig. 3 et fig. 4). Dans une futaie de hêtres, la strate arborescente est très généralement fermée tandis que la strate arbustive est habituellement ouverte.

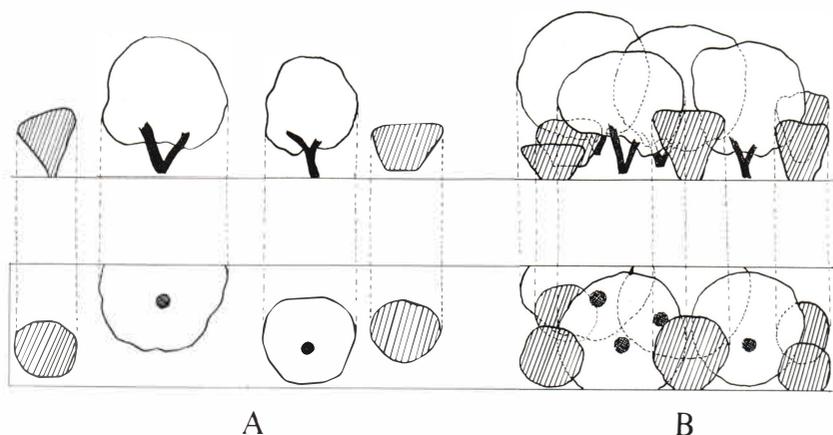


FIG. 3. — Représentation schématique, de profil et en plan, d'une **végétation ouverte** (A) et **fermée** (B).

Le degré de recouvrement d'une strate de végétation est souvent évalué en pour cent. Cette valeur correspond à la fraction de la surface du sol recouverte par la projection verticale des organes aériens constituant la strate en question. La strate arborescente d'une hêtraie a souvent un degré de recouvrement de 100 %. Par contre, le degré de recouvrement de la strate arbustive peut être, par exemple, de 20 % environ.

ε. Densité.

La **densité** d'une espèce végétale dans une formation est le nombre de pousses de cette espèce par unité de surface.

Deux remarques doivent être formulées au sujet de cette notion.

Le choix de l'unité de surface sera judicieux. En effet, la densité varie en fonction de l'unité choisie lorsque les plantes ne sont

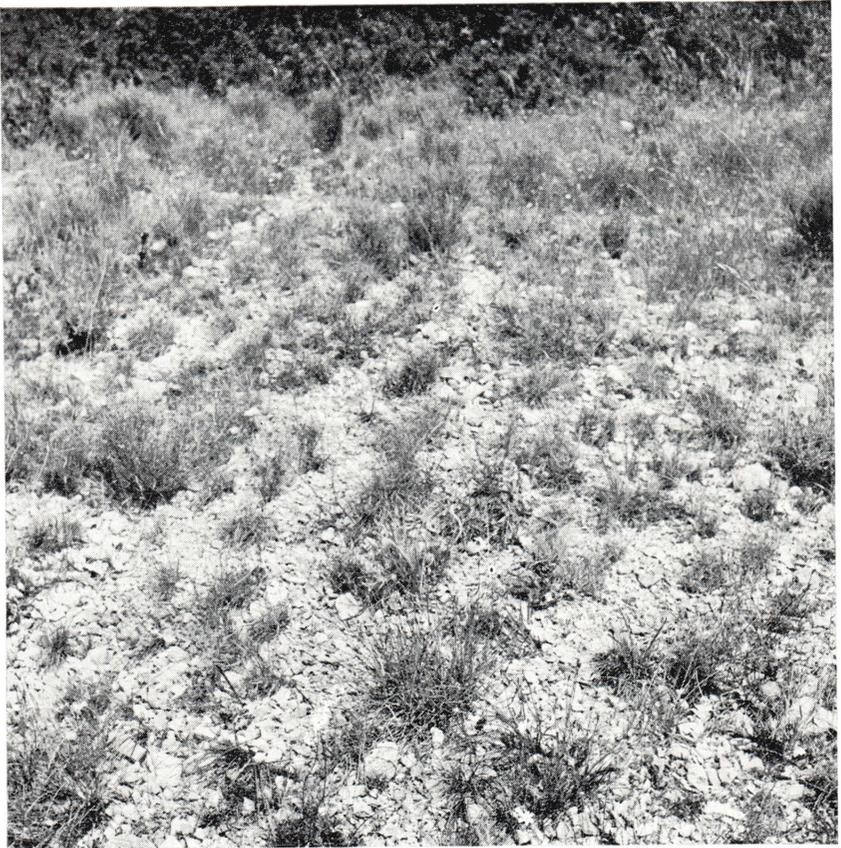


FIG. 4. — Un exemple de **végétation ouverte** : colonisation, par quelques plantes spécialisées, d'un banc de gravier déposé dans le lit du Tarn aux environs du Rozier (Aveyron, France).

pas distribuées de façon homogène sur la surface étudiée, ce qui est habituellement le cas dans la nature.

- Les pousses qui sortent de terre n'appartiennent pas nécessairement à des individus différents. Ces pousses peuvent, en effet, être réunies par des rhizomes ou par d'autres organes souterrains. Ainsi, les nombreux pieds d'une colonie de muguet, *Convallaria majalis*, qui recouvre une surface de plusieurs mètres carrés, appartiennent éventuellement à un seul individu.

Les botanistes utilisent assez rarement la notion de densité. Elle est, par contre, fréquemment employée par les forestiers, lorsqu'ils

étudient le peuplement en arbres d'un bois, et par les agronomes qui analysent la composition d'une prairie pour en estimer la valeur. Dans certains cas particuliers, l'évaluation de la densité d'une ou de plusieurs espèces peut fournir des renseignements intéressants. C'est ainsi que la détermination de la densité par catégories d'âge des différentes espèces d'arbres d'une parcelle de forêt met en évidence le dynamisme du peuplement. Une essence qui est représentée exclusivement par des pieds âgés est évidemment vouée à disparaître à plus ou moins brève échéance. Par contre, une essence se maintiendra longtemps lorsqu'elle présente des densités comparables dans les différentes classes d'âge.

c. *Dénomination et classification des formations végétales.*

Le sens des mots *forêt, lande, tourbière, prairie...* est compris par tous en Europe occidentale. Les difficultés de vocabulaire apparaissent lorsqu'il s'agit de dénommer des formations végétales inexistantes dans nos régions. De nombreux auteurs utilisent, pour les désigner, des termes empruntés aux idiomes en usage dans la contrée où ces formations sont observées. Certains de ces mots ont facilement été acceptés par la généralité des géographes et des écologistes. Citons, à titre d'exemples, *steppe, tundra, taïga, pampa, mangrove...* Cet usage a pourtant donné lieu à des abus manifestes. C'est le cas notamment lorsqu'un auteur de langue française adopte des vocables tels que *llanos, campos cerrados, campinas, caatinga, dembo, muulu, myombe, dilungu...* L'emploi d'un pareil vocabulaire, emprunté aux langues locales, risque de masquer certaines homologues ou de provoquer des confusions. Un *schorre*, par exemple, n'est rien d'autre qu'un pré salé. La *Prairie* des États Unis d'Amérique est, en réalité, une steppe et non une prairie au sens donné à ce mot en Europe.

L'utilité d'une uniformisation du vocabulaire est évidente. La nécessité de classer les différents types de formations végétales s'impose également avec acuité.

Après d'autres auteurs, BROKMANN-JEROSCH et RÜBEL ont introduit une nomenclature latine pour dénommer les formations végétales.

Ils ont également tenté de grouper celles-ci en un système cohérent. En ce qui concerne les forêts, ils distinguent, par exemple :

Les *Pluvisilvae* des régions équatoriales ; les arbres ont des feuilles molles et persistantes ; les bourgeons ne sont pas protégés par des écailles.

Les *Laurisilvae* des régions subtropicales et tempérées ; les arbres ont des feuilles glabres, assez coriaces et persistantes ; les bourgeons sont protégés par des écailles.

Les *Durisilvae* des régions à climat du type méditerranéen, donc avec une période sèche ; les feuilles des arbres sont persistantes, coriaces et épaisses, souvent couvertes de poils.

Les *Aciculisilvae* des régions froides ; les arbres, comme les épicéas et les sapins, ont des feuilles persistantes en forme d'aiguilles.

Les *Aestisilvae* des régions tempérées ; les arbres perdent leurs feuilles durant la saison froide.

Les *Hiemisilvae* des régions tropicales à saison sèche accusée ; les arbres perdent leurs feuilles durant la saison sèche.

Les termes du genre de ceux qui viennent d'être cités, forgés de toute pièce, n'ont guère été employés.

La tendance actuelle est d'utiliser un nombre minimal de mots techniques, de les choisir aussi évocateurs et aussi généraux que possible, de les définir avec précision. En suivant ces principes, ELLENBERG et MUELLER-DOMBOIS ont établi un système dans lequel ils tentent d'insérer toutes les formations végétales reconnues sur notre planète. Des unités physionomiques de rangs différents ont été retenues. En voici la hiérarchie :

Classe de formations.

Sous-classe de formations.

Groupe de formations.

Formation.

Sous-formation.

Nous résumons le système proposé par ELLENBERG et MUELLER-DOMBOIS (*Ber. Geobot. Inst. Rübel*, 37, pp. 21-55, 1967). M. P. DUVIGNEAUD a traduit en français le nom des différentes unités.

I. — **Forêts fermées**, constituées d'arbres hauts de 5 m au moins.

A. FORÊTS SEMPERVIRENTES, c'est-à-dire principalement constituées d'arbres à feuilles persistantes.

1. Forêts tropicales ombrophiles, c'est-à-dire des régions très pluvieuses (= *Pluvisilvae*),
de plaine ;
submontagnardes ;
montagnardes ;
riches en feuillus ;

- riches en essences à feuilles en forme d'aiguilles ou à feuilles très petites ;
riches en bambous ;
marécageuses.
2. Forêts tropicales et subtropicales sempervirentes saisonnières dont les arbres possèdent des bourgeons plus ou moins protégés et dont le volume du feuillage diminue durant la saison sèche.
 3. Forêts tropicales et subtropicales semi-décidues, c'est-à-dire comprenant des arbres à feuilles caduques.
 4. Mangroves installées sur des substrats salés périodiquement inondés et exondés.
 5. Forêts sempervirentes ombrophiles des régions tempérées et subpolaires, connues de régions au climat très océanique, presque sans gelées, au Chili notamment.
 6. Forêts sempervirentes saisonnières des régions tempérées (= *Laurisilvae*).
 7. Forêts sclérophylles (= à feuilles coriaces) sempervirentes des régions où les pluies tombent en hiver (= *Durisilvae*). Exemple : la forêt de chênes verts, *Quercus ilex*, de la région méditerranéenne.
 8. Forêts sempervirentes de conifères des régions tempérées et subpolaires :
 - a. — de conifères géants (exemple : les forêts de Sequoia de la Californie) ;
 - b. — de conifères de hauteur normale
 - à cimes arrondies (exemple : la forêt de pins d'Alep, dans la région méditerranéenne) ;
 - à cimes coniques (exemples : les forêts de sapins et d'écéas) ;
 - à cimes cylindriques (forêts observées en Amérique septentrionale, notamment).
- B. FORÊTS principalement CADUCIFOLIÉES, c'est-à-dire principalement formées d'arbres à feuilles caduques. Les feuilles de tous les arbres tombent simultanément, en relation avec l'existence d'une saison défavorable à la végétation.
1. Forêts caducifoliées des régions tropicales et subtropicales sèches.
 2. Forêts caducifoliées des régions tempérées ou froides avec un mélange d'espèces caducifoliées et sempervirentes (= *Aestisilvae*).
 - a. Forêts feuillues caducifoliées des régions tempérées avec des arbres et des plantes grimpantes sempervirents, par exemple, le lierre, *Hedera helix*, en Europe occidentale.
 - β. Forêts feuillues caducifoliées des régions tempérées avec une strate inférieure sclérophylle, c'est-à-dire formées de plantes possédant des feuilles coriaces très lignifiées. Exemple : la hêtraie à houx, *Ilex aquifolium*.
 3. Forêts caducifoliées des régions tempérées ou froides, sans espèces sempervirentes.
 - a. Forêts : . surtout feuillues (exemples : la hêtraie, la frênaie) (fig. 5)



FIG. 5. — Une forêt caducifoliée des régions tempérées : une hêtraie aux environs de Laroche-en-Ardenne. Aspect vernal.

- . surtout à conifères caducifoliés (exemple : la forêt de mélèzes) ;
 - . mélangées, avec des feuillus et des conifères caducifoliés.
- β. Forêts souvent inondées (exemples : saussaies et aulnaies).
- C. Forêts extrêmement xéromorphiques, c'est-à-dire constituées d'arbres présentant des formes leur permettant de résister à un climat très sec.
1. Forêts sèches tropicales et subtropicales riches en plantes sclérophylles, c'est-à-dire à feuilles très coriaces.
 2. Forêts épineuses (= *Spinisilvae*).
- II. — **Forêts ouvertes**, constituées d'arbres hauts de 5 m au moins, dont les cimes ne se touchent généralement pas mais dont le degré de recouvrement est d'au moins 30 %.
- A. FORÊTS OUVERTES PRINCIPALEMENT CONSTITUÉES D'ESPÈCES SEMPERVIRENTES.
1. Forêts feuillus sempervirentes ouvertes.
 2. Forêts ouvertes constituées de conifères sempervirents (fig. 6), à cimes arrondies (surtout dans la région méditerranéenne) ; à cimes coniques (souvent dans les montagnes) ; à cimes cylindriques (exemple : forêts d'épicéas dans les régions boréales).

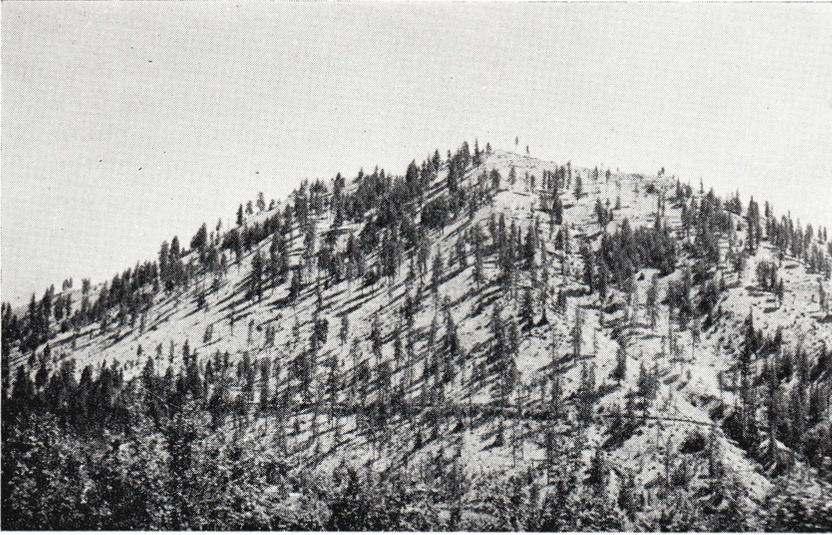


FIG. 6. — Forêt ouverte à pins, *Pinus ponderosa*, hauts d'une vingtaine de mètres. Versant oriental de la chaîne des Cascades dans l'État de Washington (États-Unis) (photo A. MUNAUT).

B. FORÊTS OUVERTES PRINCIPALEMENT CONSTITUÉES D'ESPÈCES CADUCIFOLIÉES.

1. Forêts ouvertes caducifoliées des régions à saison sèche.
2. Forêts ouvertes principalement caducifoliées des régions tempérées, avec, en mélange, des arbres sempervirents.
3. Forêts ouvertes caducifoliées des régions froides
 - . feuillus (exemple : forêt de bouleaux sur tourbe) ;
 - . de conifères ;
 - . mélangées, avec des feuillus et des conifères.

C. FORÊTS OUVERTES EXTRÊMEMENT XÉROMORPHIQUES (même subdivisions que sous I, C).

III. — Fourrés, soit ouverts, soit fermés, constitués de plantes dont la taille est comprise entre 0,5 et 5 m.

A. FOURRÉS PRINCIPALEMENT CONSTITUÉS D'ESPÈCES SEMPERVIRENTES.

1. Fourrés sempervirents feuillus,
 - fouillés de petits bambous ;
 - fouillés constitués de petits arbres et d'arbustes sempervirents, par exemple de petits palmiers ;
 - fouillés sempervirents héli-sclérophylles (exemple : fouillés subalpins de rhododendrons) ;
 - fouillés sempervirents sclérophylles (maquis, chaparral) (fig. 7) ;



FIG. 7. — Fourré très ouvert principalement constitué d'espèces sempervirentes sclérophylles : une garrigue à chêne kermès (*Quercus coccifera*) aux environs de Montpellier (avril 1971).

fourrés sempervirents suffrutescents, c'est-à-dire constitués de plantes dont seule la base est ligneuse (exemple : peuplements de cistes de la région méditerranéenne).

2. Fourrés sempervirents constitués d'arbustes dont les feuilles ont la forme d'aiguilles ou dont les feuilles sont très petites. Exemple : fourrés subalpins à *Pinus mugo*.

B. FOURRÉS PRINCIPALEMENT CONSTITUÉS D'ESPÈCES CADUCIFOLIÉES.

1. Fourrés caducifoliées des régions à saison sèche.
2. Fourrés caducifoliés des régions tempérées avec, en mélange, des arbustes sempervirents.
3. Fourrés caducifoliés des régions froides.



FIG. 8. — Un **fourré subdésertique** riche en cactées dans le « désert » de Sonora (Arizona). Deux plantes succulentes sont notées : *Carnegia gigantea* et *Lemaireocereus thurberi*, le « cactus en tuyaux d'orgue » dont les tiges sont groupées (photo A. MUNAUT).

C. **FOURRÉS OUVERTS EXTRÊMEMENT XÉROMORPHIQUES**, des régions subdésertiques.

1. Fourrés des régions subdésertiques, principalement constitués d'espèces sempervirentes.

Fourrés subdésertiques sempervirents.

Fourrés subdésertiques semi-décidus.

2. Fourrés subdésertiques caducifoliés.

Fourrés subdésertiques caducifoliés avec des espèces succulentes (fig. 8).

Fourrés subdésertiques caducifoliés sans espèces succulentes (fig. 9).

IV. — **Formations d'arbustes nains ou suffrutescents** — c'est-à-dire dont seule la base est lignifiée —, dépassant rarement 50 cm de hauteur.

A. **FORMATIONS SUFFRUTESCENTES PRINCIPALEMENT CONSTITUÉES D'ESPÈCES SEMPERVIRENTES.**

1. Formations suffrutescentes sempervirentes fermées (landes).
2. Formations suffrutescentes sempervirentes ouvertes.
3. Formations mixtes, suffrutescentes — herbeuses. Exemple : la lande herbeuse à bruyère, *Calluna vulgaris*, et à nard, *Nardus stricta*.

B. **FORMATIONS SUFFRUTESCENTES PRINCIPALEMENT CONSTITUÉES D'ESPÈCES CADUCIFOLIÉES.**

1. Formations suffrutescentes caducifoliées des régions à saison sèche.

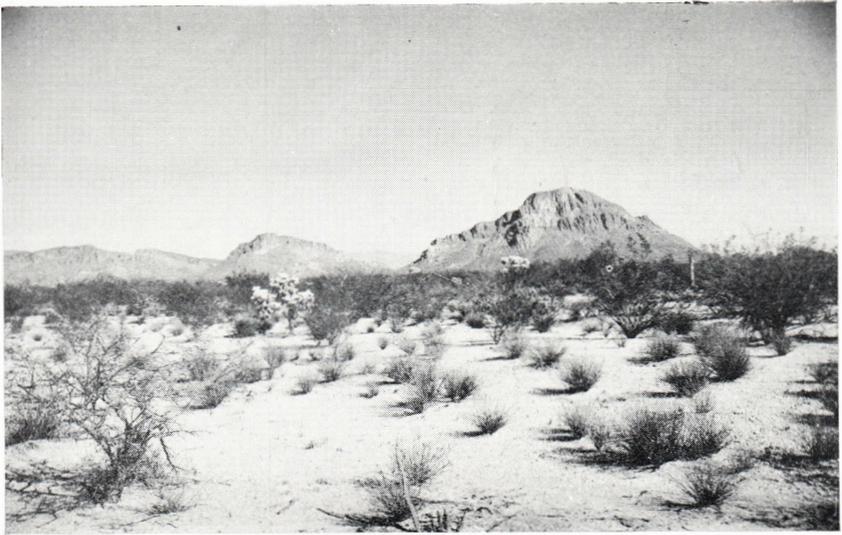


FIG. 9. — Un **fourré** très **ouvert** dans le « désert » de Sonora (Arizona). Les grands buissons sont des « Creosote bush », *Larrea tridentata* ; les buissons moins élevés appartiennent à l'espèce *Franseria dumosa* (photo A. MUNAUT).

2. Formations suffrutescentes mixtes, des régions froides, caducifoliées-sempervirentes.
 3. Formations suffrutescentes caducifoliées des régions froides.
- C. FORMATIONS SUFFRUTESCENTES EXTRÊMEMENT XÉROMORPHIQUES, ouvertes, des régions subdésertiques.
- D. TOUNDRAS à mousses, à lichens ou à arbustes nains, appliqués contre le sol, des régions subpolaires (fig. 10).
- E. TOURBIÈRES moussues, avec des arbustes nains.
1. Tourbières bombées de différents types.
 2. Tourbières non bombées.
- V. — **Formations herbuses** terrestres et formations apparentées. Des espèces ligneuses peuvent être présentes mais leur degré de recouvrement ne dépasse pas 30 %.
- A. SAVANES ET FORMATIONS HERBEUSES APPARENTÉES, des régions tropicales et subtropicales. Des arbres isolés sont presque toujours présents. Les incendies sont fréquents.
1. Savanes dans lesquelles les espèces dominantes sont des herbes à feuilles larges et plates.
 - Forêts ouvertes entrecoupées de savanes.
 - Savanes avec des arbres isolés,
 - à arbres sempervirents ;



FIG. 10. — Une **tundra** moussue photographée en Islande occidentale aux environs de Búdir.

à palmiers ;
à arbres caducifoliés ;
à arbres xéromorphiques ou succulents.

Savanes avec des arbustes (savane arbustive).

Savanes sans espèces ligneuses (savane herbeuse, ayant souvent subi fortement l'influence humaine).

2. Savanes dominées par des herbes à feuilles étroites (mêmes subdivisions que sous A, I).

B. STEPPES ET FORMATIONS HERBEUSES APPARENTÉES. Pas d'arbres. Souvent des aspects saisonniers très contrastés.

1. Steppes herbeuses des régions tropicales, avec des sous-arbustes et des géofrutex, c'est-à-dire des plantes possédant des organes souterrains ligneux de grandes dimensions.

2. Steppes des régions tempérées (la « prairie » de l'Amérique du Nord, notamment).

Steppes à hautes herbes.
Steppes à herbes moyennes.
Steppes rases.
Steppes riches en plantes non graminoides.

- C. PRAIRIES PÂTURÉES ET FORMATIONS HERBEUSES APPARENTÉES, des régions tempérées et subpolaires.

1. Prairies et pâtures situées en-deça de la limite des arbres, généralement à l'emplacement de forêts défrichées.
2. Prairies et pâtures situées au-delà de la limite des arbres.

- D. CARIÇAIES. Formations ouvertes de Cypéracées occupant des sols presque constamment mouillés ou inondés.

1. Marais tourbeux, à *Carex*, *Juncus*, *Scirpus*, etc...
2. Criques de suintement moussues.

- E. PRÉS SALÉS à espèces herbacées ou semi-ligneuses.

1. Formations des terrains salés avec des arbustes semi-ligneux. Exemple : pré salé à *Halimione portulacoides*.
2. Prés salés proprement dits, à végétation ouverte ou fermée, riches ou pauvres en espèces succulentes.

VI. — **Formations des déserts** et formations apparentées à végétation très clairsemée.

- . Végétation très ouverte des rochers et éboulis.
- . Végétation ouverte des sables mobiles.
- . Vrais déserts.

VII. — **Formations de plantes aquatiques.**

- A. PRAIRIES FLOTTANTES. Les rhizomes et les racines des Spermatophytes ainsi que les mousses tissent un feutrage qui flotte sur l'eau.

1. Prairies flottantes principalement constituées de Spermatophytes.
2. Prairies flottantes principalement constituées de Bryophytes.

- B. ROSELIÈRES ET FORMATIONS APPARENTÉES,

- . des pièces d'eau douce ;
- . des étendues d'eau salée ou saumâtre ;
- . du bord des eaux courantes.

- C. FORMATIONS AQUATIQUES FLOTTANTES constituées de plantes enracinées. Exemple : peuplements de nénuphars.

- D. FORMATIONS AQUATIQUES SUBMERGÉES formées de plantes enracinées. Exemple : peuplements de potamots.

E. FORMATIONS DE PLANTES FLOTTANT LIBREMENT À LA SURFACE DES EAUX DOUCES,

- avec des plantes à feuilles larges (la jacinthe d'eau, par exemple) ;
 - à plantes du type des lentilles d'eau ;
 - à algues macroscopiques. (à suivre)
-

Avis

Un groupe de jeunes chercheurs en Météorologie vient d'être créé à Bruxelles. S'adresser à M. P. VERBEURE, rue du Noyer, 282 — 1040, Bruxelles.

Une nouvelle revue : L'Homme et la Nature

Nous avons le plaisir de porter à la connaissance de nos membres la décision de l'a.s.b.l. *Fonds de Sauvegarde de la Nature* d'éditer une revue sous le titre : **L'Homme et la Nature**.

L'Homme et la Nature sera un organe d'information et d'éducation. La revue se voudra combative face à la dégradation accélérée de l'environnement en Belgique et à l'anarchie dans laquelle stagne la conservation de la nature dans notre pays. La revue renfermera des articles généraux sur la conservation des sites et les pollutions, des nouvelles de la conservation... et de la dégradation de la nature en Belgique, des feuillets spécialement destinés à l'enseignement secondaire, des notices bibliographiques, etc. Quatre livraisons par an sont prévues. Le prix de l'abonnement est fixé à 150 F. S'adresser au Fonds de Sauvegarde de la Nature, avenue des Ortolans, 97 — 1170, Bruxelles.

Bibliothèque

Nous avons reçu :

Bulletin mensuel de l'Association Belge de Malacologie, de Conchyliologie et de Paléontologie, n° 10, octobre 1970.

J. MARCY : Connaissances nouvelles sur l'action perforante des lithofages — P. VAN WAESBERGE : Pêche des Poissons blancs en hiver — L. V. : Un étang méromictique — Dictionnaire abrégé (suite 13) — Systématique.

Id., n° 11, 1970.

M. LAMBOTTE : Excursions malacologiques — M. LUCAS : Les polyplacophores des côtes de l'Europe — Le coin des paléontologistes — M. LUCAS : Les mollusques du littoral belge.

Bulletin de la Société scientifique de Bretagne, T. 44, fasc. 3 et 4, 1969.

J. OLLIER : Contribution à l'étude physico-chimique de l'étang du Ceinturon près d'Hyères (Var) — Ch. GUYOMARC'H : Le développement annuel du sporophyte chez deux espèces de Mousses Bryales. II. Aspects physiologiques — A. H. DIZERBO : Les *Viola* du groupe *canina* L. s. L. dans le massif armoricain (suite) — J. DAHUZAN : Contribution à l'étude de la faune intertidale de la pointe rocheuse de Penvins (Morbihan) — G. THOMSIN : Sur l'expérience de Sagnac.

Eesti Loodus, n° 9, 1970.

Gloria maris, juillet 1970.

J. WUYTS : Sinistrale abnormaliteiten bij Mollusken — J. K. : Cypriidae — F. DE MEESTER : Wat is een mens (VI) ? — ARGONAUT : Ken je de paling ?

Id., août 1970.

K. BRUYNSEELS : Nabeschouwingen — E. WILS : De herwaardering van de *Conus orion* BRODERIP 1833 — VAN BULCK : Middellandse Zee.

Id., octobre 1970.

F. VAN CLEEMPUT : De *Argonauta argo* L., een merkwaardige schelp — J. WUYTS : Sinistrale abnormaliteiten bij Mollusken, VI — J. WUYTS : Iets meer over wieren.

Id., novembre 1970.

F. VAN CLEEMPUT : *Ostrea edulis* — Id. & E. WILS : De Portugese oester — A. P. : Bedenkingen bij de uitgave van ons naslagwerk over de Conidae.

Gorteria, n° 3, 1970.

S. J. VAN OOSTSTROOM : Aanwinsten voor de Nederlandse adventief flora, 11 — H. STIEPERAERE : Het voorkomen van *Botrychium lunaria*. op de plaat bij Bakkersdam te Oostburg — S. J. VAN OOSTSTROOM : Adventieve *Biscutellara's* — E. J. WEEDA : Over het Nanocyperion in Twente.

Id., n° 4, 1970.

S. J. VAN OOSTSTROOM : Floristische notities 80-85 — R. VAN DER MEYDEN & F. J. VELDKAMP : Drie voor Nederland nieuwe Amaranthaceae uit de geslachten *Gomphrena* en *Alternanthera*.

Id., n° 5, 1970.

S. J. VAN OOSTSTROOM en J. MENNEMA : Nieuwe vondsten van zeldzame planten in Nederland, hoofdzakelijk in 1969 — H. DOING : Fenologische waarnemingen bij de vegetatiestudie.

Hautes Fagnes, n° 2, 1970.

J. DE WALQUE : *Vulfingi Fagus* — R. HERMAN : Une preuve mémorable : les manifestations du 35^e anniversaire des « Amis de la Fagne » — Une étude scientifique du brame du cerf en Belgique — Textes fagnards d'autrefois.

Lacerta, 28^e année, n° 12, septembre 1970.

A. J. ZWINENBERG e. a. : Australische reptielen, II — G. S. VAN BRUGGEN e. a. : Ultraviolette lampen in het terrarium — Th. CORNELISSEN : *Erpeton tentaculatum*, een vissende slang, I.

Id., 29^e année, n° 1, octobre 1970.

Th. CORNELISSEN : *Erpeton*, II — E. J. DUBBELD : Richtlijnen voor het houden van Europese hagedissen.

Lambillionea.

S. G. KIRIAKOFF : *Omocerina viettei*, gen. nov., sp. nov. Notodontidae (Lep) de Madagascar — P. HOUYEZ : Remarques sur la faune belge — E. JANMOULLE : Remarque sur la faune belge (suite) — Ch. DE WORMS : A propos de *Pelosia obtusa* H.-S.

North Queensland Naturalist (The), n° 152, june 1970.

J. TREZISE : Bone deposits in Chillagoe mungana caves — R. HARDIE : *Peripatus*, a biological enigma — J. PLUNKETT : Is there a Queensland marsupial Tiger ?

Ting (The), n° 55, may 1968.

To ring or not to ring — Bird Banding in Louisiana and Michigan, 1967 — Bohemian waxwing banding — Migrational subdivision of Europe — Western canadian banding.

Belmontia, Vol. XIII (pour 1969) 1970.

J. J. BARKMAN : Taxonomie en ecologie — P. J. DEN BOER & G. SANDERS : Structure of vegetation and microweather — L. BOS : Plant morphogenesis and virus infection — C. E. B. BREMEKAMP : How to write a monograph of a phanerogamic taxon — H. DOING : Botanical geography and chorology in Australia — F. J. FONTAINE : Het geslacht *Betula* — K. J. W. HENSEN : Het *Sorbus latifolia*-complex — N. E. NANNINGA-BREMEKAMP : Notes on *Hedera* species, varieties and cultivars grown in the Netherlands — H. C. J. OOMEN : Amfibieën en reptielen in de vangblikken van het biologisch station te Wijster — E. C. J. OTT : Zijn bosgezelschappen opgebouwd uit bosplanten ? — F. VRUGTMAN : Notes on the *Acer*-collection of the Botanical gardens and the Belmonte Arboretum — S. VAN DER WERF : Enkele gedachten over de relatie tussen ecologie en plantengeografie — H. C. D. DE WIT : A Key to the species of *Cryptocoryne* (Arac.).

Id., fasc. 10, 1970.

H. J. VENEMA : Botanizeren in de kerk — ID. : De regionale betekenis van de botanische tuinen — X. : Aanwinsten van de botanische tuinen en het Belmonte-arboretum.

Id., fasc. 11, 1970.

- Bijdragen over natuurbeheer, veldbiologie en landschap in het Drentse district.
- Id.*, fasc. 12, 1970.
Vegetatiekunde als synthetische wetenschap.
- Id.*, fasc. 13, 1970.
Een hulde aan Prof. Dr. H. J. VENEMA.
- Bulletin du Jardin Botanique de Belgique*, vol. 40, 3, 1970.
A. ROBIJNS : Revision of the genus *Cullenia* WIGHT — S. LISOWSKI, F. MALAISSE et J. J. SIMOENS : Les Myrothamnaceae, nouvelle famille pour la flore phanérogamique du Congo-Kinshasa — D. GEERINCK : Révision du genre *Anigozanthos* LABILL.
- Bulletin de la Société royale belge d'études géologiques et archéologiques*, T. 21, 1969-1970.
G. DESTEXHE : Tombes belgo-romaines, isolées à Saint-Georges, Verlaine et Warzée — J. DESTEXHE-JAMOTTE : Les faucilles omaliennes — P. DENDON : Découvertes archéologiques fortuites à Hanechin — J.-C. GILLET : Les gisements aurifères en Belgique — R. GILSON : Les Cheiroptères des carrières souterraines à Castert — J.-M. HUBART : Le laboratoire de biologie souterraine de Ramioul.
- Bulletin des Naturalistes Parisiens*, T. 25, f. 3, 1969.
J. P. LEBRUN : Bibliographie botanique de la région parisienne. Distribution et écologie des plantes vasculaires (1635-1965).
- Bulletin du Museum national d'Histoire naturelle*, T. 42, n° 1, 1970.
J. LESSERTISSEUR & D. ROBINEAU : Le mode d'alimentation des premiers vertébrés et l'origine des mâchoires — R. VILON-FIOL : Discrimination des formations endo-nasales des Mammifères — J. HEURTAULT : Pseudoscorpions du Tibesti (Tchad) — G. CHERBONNIER : Nouvelles espèces d'Holothuries des côtes d'Afrique du Sud et du Mozambique.
- Id.*, n° 2, 1970.
J. DENIS : Notes sur les Erigonidae — E. R. BRYGOO & Ch. A. DOMERGUE : Notes sur les *Chamaelo* de Madagascar — F. MONNIOT : Ascidies Aplousobranches des îles Kerguelen récoltées par P. GINAV. VITALI & F. DI CASTRI : L'évolution du dimorphisme sexuel dans une lignée de Pseudoscorpions.
- Bulletin de l'Association belge de Malacologie, Conchyliologie et Paléontologie*, n° 12, 1970.
B. VAN CAMPENHOUT : Les Mollusques perforants — M. LUCAS : Les Polyplacophores de l'Europe — Dictionnaire abrégé de conchyliologie, malacologie et paléontologie (suite 14) — Le coin des Paléontologistes (suite) — M. LUCAS : Les mollusques de la côte belge (suite).

LES NATURALISTES BELGES A.S.B.L.

But de l'Association : Assurer, en dehors de toute intrusion politique ou d'intérêts privés, l'étude, la diffusion et la vulgarisation des sciences naturelles, dans tous leurs domaines.

Avantages réservés à nos membres : Participation gratuite ou à prix réduit à nos diverses activités et accès à notre bibliothèque.

Programme

Dimanche 20 juin : Excursion en Campine (Lummen, Zolder, Bolderberg) dirigée par M. VANNEROM. Départ à **8 h** précises. Rendez-vous devant le bâtiment de la JOC, boulevard Poincaré, à Bruxelles. Retour vers 20 h. Il est indispensable d'avoir des bottes. S'inscrire en versant 150 F au C.C.P. 2402.97 de L. DELVOSALLE, av. des Mûres, 25. — 1180 Bruxelles, avant le 16 juin.

Voyage dans les Vosges du vendredi **27 août** au lundi **30 août**, sous la direction de M. J. LAMBINON, chargé de cours à l'Université de Liège. Départ probable à Bruxelles-Nord, à 8 h 50. En train jusque Arlon. Ensuite, l'excursion se fera en car. Logement à Gérardmer en pension complète. Au programme : les lacs, la tourbière de Belliard, le Honeck. Phanérogamie et cryptogamie. Prix approximatif : 1850 F, à virer entre le 1^{er} juillet et le 31 juillet au C.C.P. 24 02 97 de L. DELVOSALLE, avenue des Mûres, 25 — 1180 Bruxelles. Un supplément de 150 F est demandé aux personnes désirant loger dans une chambre individuelle.

Dimanche 5 septembre : *Excursion botanique dans les Hautes Fagnes*, guidée par M. FROMENT. Départ à 8 h précises. Rendez-vous devant le bâtiment de la JOC, boulevard Poincaré, à Bruxelles. Retour vers 20 h 30. S'inscrire en versant 170 F au C.C.P. 2402 97 de L. DELVOSALLE, avenue des Mûres, 25 — 1180 Bruxelles, avant le 2 septembre.

Dimanche 19 septembre : *Excursion ornithologique et botanique*, dirigée par M^{lle} M. DE RIDDER, en *Zélande* (Bergen-op-Zoom, Bath). Départ à 8 h 30 précises. Rendez-vous devant le bâtiment de la JOC, boulevard Poincaré, à Bruxelles. Retour vers 19 h 30. S'inscrire en versant, avant le 12 septembre, la somme de 140 F au C.C.P. n° 2402 97 de L. DELVOSALLE, avenue des Mûres, 25 — 1180 Bruxelles. Les membres de la section des Jeunes en règle de cotisation payent 110 F.

ÉDITIONS « LES NATURALISTES BELGES »

L'eau et quelques aspects de la vie , par M. DE RIDDER	40
Les Animaux filtrants , par P. VAN GANSEN	65
Dissection de quatre Animaux de la mer. Le Calmar, la Raie, la Plie, l'Anguille, par P. VAN DEN BREEDE et L. PAPYN	40
Faune élémentaire des Mammifères de Belgique , par J.-P. VAN- DEN EECKHOUDT	20
Flores anciennes et climats , par F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE	50
Les Lichens. Introduction à l'étude des Lichens de Belgique et des régions voisines. Un volume de 196 pages, illustré de 56 figures, par J. LAMBINON	160
Les Gastéromycètes. <i>Introduction à l'étude des Gastéromycètes de Belgique.</i> Un volume de 50 pages, illustré de 19 figures, par V. DEMOULIN	50
Introduction à l'étude de la Pédofaune , par C. MOREAU	20
Pesticides et biocénoses , par J. RAMAUT	60
Les migrations des oiseaux , par M. DE RIDDER	50
Initiation à l'étude de la végétation , par C. VANDEN BERGHEN	100
La végétation terrestre du littoral de l'Europe occidentale , par C. VANDEN BERGHEN	65

Pour se procurer ces ouvrages, nos membres en vireront le prix au C.C.P. n° 1173.73 de la S.P.R.L. Universa, Hoenderstraat 24. — 9200 Wetteren. Ils colleront au dos du coupon une étiquette « En règle de cotisation ». Un lot de ces étiquettes leur a été envoyé en même temps que leur carte d'adhésion.

Les prix indiqués sont des prix de faveur dont nos membres seuls jouissent.

Avis important

Toute la correspondance adressée à notre association doit dorénavant être envoyée aux *Naturalistes Belges*, rue Vautier, 31. — 1040 Bruxelles.

Par suite du transfert de notre secrétariat à cette nouvelle adresse, certains de nos membres ont peut-être reçu le bulletin avec quelque irrégularité. Nous leur demandons de nous excuser et de nous signaler les erreurs qu'ils auraient relevées (adresse incomplète, nom mal orthographié...).

Notre couverture

Le cactus *Carnegiea gigantea* photographié dans le « désert » de Sonora (Arizona) en automne 1969. Le plus grand exemplaire est haut de 2,5 m. (photo A. MUNAUT).