

Les naturalistes belges

50-9

novembre
1969

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



LES NATURALISTES BELGES

Association sans but lucratif, 65, av. J. Dubrucq, Bruxelles 2.

Conseil d'administration :

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

Vice-présidents : M. H. BRUGE, professeur ; M. J. DUVIGNEAUD, professeur ; M. R. RASMONT, professeur à l'Université de Bruxelles.

Secrétaire et organisateur des excursions : M. L. DELVOSALLE, docteur en médecine, 25, avenue des Mûres, Bruxelles 18. C.C.P. n° 24 02 97.

Trésoriers : M^{lle} P. VAN DEN BREEDE, professeur, et M^{lle} P. DOYEN, chef de travaux à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique.

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

Rédaction de la Revue : M. C. VANDEN BERGHEN, chargé de cours à l'Université de Louvain, 65, av. Jean Dubrucq, Bruxelles 2.

Section des Jeunes : M. A. QUINTART, assistant à l'Institut royal des Sciences naturelles.

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

Section des Jeunes : M. A. QUINTART, Institut royal des Sciences naturelles, 31, rue Vautier, Bruxelles 4. 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. Les Juniors (cotisation : 50 F) reçoivent un ou deux numéros de la Revue. Les Étudiants (cotisation : 125 F) reçoivent la série complète. Tous participent aux activités de la Section.

Secrétariat et adresse pour la correspondance : M. Pierre VAN GANSEN, 20, av. De Roovere, Bruxelles 8, Tél. 23.23.40.

Local et bibliothèque, 31, rue Vautier, Bruxelles 4. — La bibliothèque est ouverte les deuxième et quatrième mercredi 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 1970 (C.C.P. 2822.28 des Naturalistes Belges, 20, avenue De Roovere, Bruxelles 8) :

Avec le service de la Revue :

Belgique :

Adultes 175 F

Étudiants (ens. supérieur, moyen et normal), non rétribués ni subventionnés, âgés au max. de 26 ans 125 F

Allemagne fédérale, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas 175 F

Autres pays 200 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 suffit de le mentionner sur le coupon de versement. S'il s'inscrit *pour la première fois*, il doit en aviser le secrétaire de la section, afin d'être informé des activités du *Cercle de mycologie*. Écrire à M^{me} Y. GIRARD, 34, rue du Berceau, Bruxelles 4.

Pour les versements : C.C.P. n° 2822.28 Les Naturalistes belges
20, av. De Roovere, Bruxelles 8.

LES NATURALISTES BELGES

SOMMAIRE

MALAISSÉ (F.). La pêche collective par empoisonnement au « buba » (<i>Tephrosia vogelii</i> HOOK. f.). Son utilisation dans l'étude des populations de Poissons	481
DEBEHAULT (C.). La colonisation végétale des terrils de charbonnage du Borinage	501
VANDEN BERGHEN (C.). Les régions périglaciaires, arctiques et subarc- tiques	516
<i>Bibliothèque</i>	534

La pêche collective par empoisonnement au « buba »

(*Tephrosia vogelii* HOOK. f.)

Son utilisation dans l'étude des populations de Poissons

par F. MALAISSÉ

PLAN

1. Introduction
 2. Les pêches par empoisonnement
 - 2.1. Pêches aux poisons traditionnels
 - 2.2. Pêches aux poisons industriels
 3. La pêche collective par empoisonnement au « buba »
 - 3.1. Culture de *Tephrosia vogelii* HOOK. f.
 - 3.2. Technique de la pêche
 - 3.3. Effet physiologique
 - 3.4. Législation
 4. Application à l'étude des populations de Poissons
- Résumé
Bibliographie

1. INTRODUCTION

Les populations des villages situés au pied du versant oriental du plateau des Kundelungu (Haut-Katanga, Rép. dém. Congo) pratiquent, selon les saisons, deux types principaux de pêche : la pêche à la nasse et la pêche par empoisonnement au « buba ». La première

est une pêche individuelle ; elle est effectuée en début de saison sèche. La seconde est une pêche collective et est réalisée en fin de saison sèche.

Nos observations ont été réalisées dans le bassin de la Luanza, à proximité du village de Kabiashia, le chef-lieu du Secteur des Bakunda (Territoire de Kasenga). La composition ethnique de la population est à dominance de Bakunda (77 %), les Babemba constituant l'essentiel du reste.

2. LES PÊCHES PAR EMPOISONNEMENT

2.1. *Les pêches aux poisons traditionnels*

L'utilisation de poisons traditionnels pour capturer les Poissons, principalement dans de petites pièces d'eau, est largement répandue dans les régions intertropicales. Du *Lonchocarpus* (« cubé », « timbo ») d'Amérique du Sud aux *Derris* (« tuba ») de Malaisie se succède un éventail de plantes variant avec la flore et les traditions locales. L'Afrique intertropicale possède les siennes (v. tableau I) et *Tephrosia vogelii* y figure en bonne place.

En effet, de tous les ichtyotoxiques végétaux utilisés en Afrique centrale, il semble bien être celui dont l'utilisation est la plus fréquente et la plus largement distribuée. De nombreux auteurs ont relaté son emploi. Nous n'en dresserons pas une liste exhaustive, mais nous nous bornerons à en citer quelques-uns. Dès 1909, GOFFIN rapporte les observations de Wilwerth : « Les Upotos emploient le *Tephrosia* de Vogel. Les feuilles de cet arbuste sont écrasées puis mises dans un récipient ; après plusieurs jours de macération dans l'eau, la décoction est jetée dans les petits ruisseaux ou les mares. Aussitôt que le Poisson a absorbé de cette substance, il devient malade et flotte à la surface ». Th. MONOD (1928) signale également la pêche au *Tephrosia*. En 1930, CLAUS dresse une liste fort complète de territoires du Congo où des stupéfiants sont utilisés. Pour le *Tephrosia vogelii*, il retient : région de Boma, Mayumbe, territoires de Popolabaka, Dibaya, Lulonga, Mompono, Dungu, Kanda-Kanda, Kabinda, Kabongo, Tshofa, Pania, Mutombo, Kafakumba. Le même auteur cite les ethnies suivantes : Baluba, Baholoholo, Mandja (Congo-Brazzaville) et Basonge. VLEESCHOUWERS (1946) retient le *Tephrosia* comme plante ichtyotoxique dans le district du Lac Léopold II. POLL et RENSON (1948) signalent l'utilisation du « buba » dans le bief supérieur du Lualaba.

STAUCH signale avoir effectué en octobre 1959 un essai de pêche au « tom » (feuilles et tiges de *T. vogelii*), près de Wagay (bassin de

la Bénoué, Cameroun), avec la collaboration de Koma Dopa, dans une mare d'environ 30 m² de superficie et 50 cm de profondeur. Le même auteur rapporte avoir assisté à une pêche collective rassemblant 250 participants et où les préparatifs ont duré de 7 à 10 h, la pêche proprement-dite de 10h30 à 15h. Cette dernière ne permit la capture que de peu de poissons, malgré des trous de plusieurs mètres de profondeur dans le lit mineur du fleuve (STAUCH, 1966).

Plus récemment, POLL (1967) dans sa « Contribution à la faune ichtyologique de l'Angola » donne plusieurs photographies de pêche au poison dans la rivière Luachimo. Mais l'auteur signale simplement qu'il s'agit d'une herbe hachée. REED (1967) donne deux photographies relatives à la préparation et l'utilisation du « mangumfa » (*T. vogelii*) au Nigéria. De même JENNESS (1967) relate son utilisation par les fermiers-pêcheurs de la région de Kainji (Nigéria septentrional), en particulier par les tribus Larawa, Kamberi et Gungawa.

Ce bref survol de la littérature montre l'importance actuelle du *Tephrosia vogelii* comme ichtyotoxique.

2.2. Les pêches aux poisons industriels

L'efficacité et les avantages qu'offrent les empoisonnements ont incité les ichtyologues à rechercher et à utiliser, pour leurs études, les poisons industriels. Nous citerons pour seul exemple les pêches effectuées par DURAND et LOUBENS (1967) à l'aide d'aquatox, ichtyotoxique à base de roténone, dans le bassin versant du Lac Tchad. Il leur semble que pour une concentration d'environ 5 grammes au m³, tous les Poissons meurent. Pour ces auteurs, cette concentration ne paraît d'ailleurs pas toujours indispensable. Ces pêches ont été réalisées dans des bras morts ou des criques de lac, exceptionnellement en rivière à courant lent sur l'El Beid. Nous avons participé à l'une de celles-ci à proximité de Bodo, à la frontière Cameroun-Nigéria. Ce produit est très efficace mais son coût est élevé.

De même les anesthésiques, dont l'emploi est courant pour le transport des Poissons, ont été récemment utilisés pour les études écologiques. Le méthyl parafinol, l'alcool amyl tertiaire et la quinaldine ont permis des captures, notamment en mares rocheuses (GIBSON, 1967).

Enfin, les poisons industriels sont également utilisés aujourd'hui, très localement, par des pêcheurs indigènes. Ainsi STAUCH (1966) signale l'emploi de l'« Umbrella Soap » comme ichtyotoxique à la frontière du Nigéria. Il cite également l'emploi d'insecticides industriels (aldrine, lindane).

Nous voyons donc que l'homme possède aujourd'hui une gamme étendue d'ichtyotoxiques tant végétaux qu'industriels. Toutefois, l'utilisation de ces produits peut entraîner un anéantissement total des populations de Poissons et leur emploi modéré est souvent difficile à obtenir. Ce problème justifie certaines dispositions légales, comme nous le verrons plus loin.

3. LA PÊCHE COLLECTIVE PAR EMPOISONNEMENT AU « BUBA »

3.1. Culture de *Tephrosia vogelii* HOOK f.

Tephrosia vogelii HOOK. f., « buba » en dialecte kibemba, est une Papilionacée de la tribu des Galegeae. C'est un arbuste qui peut atteindre quatre mètres de hauteur, à tige, feuilles et calices densément pubescents.

Le « buba » est semé au début de la saison des pluies. Il possède une germination épigée. Au bout de trois semaines, la jeune plantule étale ses cotylédons, puis différencie les premières feuilles composées. Vivace, la plante fleurit d'avril à décembre (photo n° 1).

C'est une culture dérobée. En effet, l'espèce est semée à l'extrémité des buttes qui portent les boutures de manioc, principalement à proximité des sentiers.

3.2. Technique de la pêche

Au tout début de la saison des pluies, après deux à trois jours d'absence de pluies, la population de Kabiashia réalise des pêches collectives au « buba ». Ces pêches sont effectuées habituellement trois fois, à intervalle de dix à vingt jours et chaque fois en un tronçon différent du cours principal de la Luanza.

Très tôt le matin, peu avant le lever du soleil, les femmes et les enfants quittent le village et se rendent aux champs. Ils sont responsables de la récolte des feuilles de *Tephrosia*. Le plus souvent, seuls les derniers centimètres de la pousse terminale sont épargnés. Tout le reste de l'appareil foliaire est cueilli et placé dans des paniers tressés en tige de bambou (*Oxytenanthera abyssinica* (A. RICH.) MUNRO, « lisengu » en dialecte kibemba).

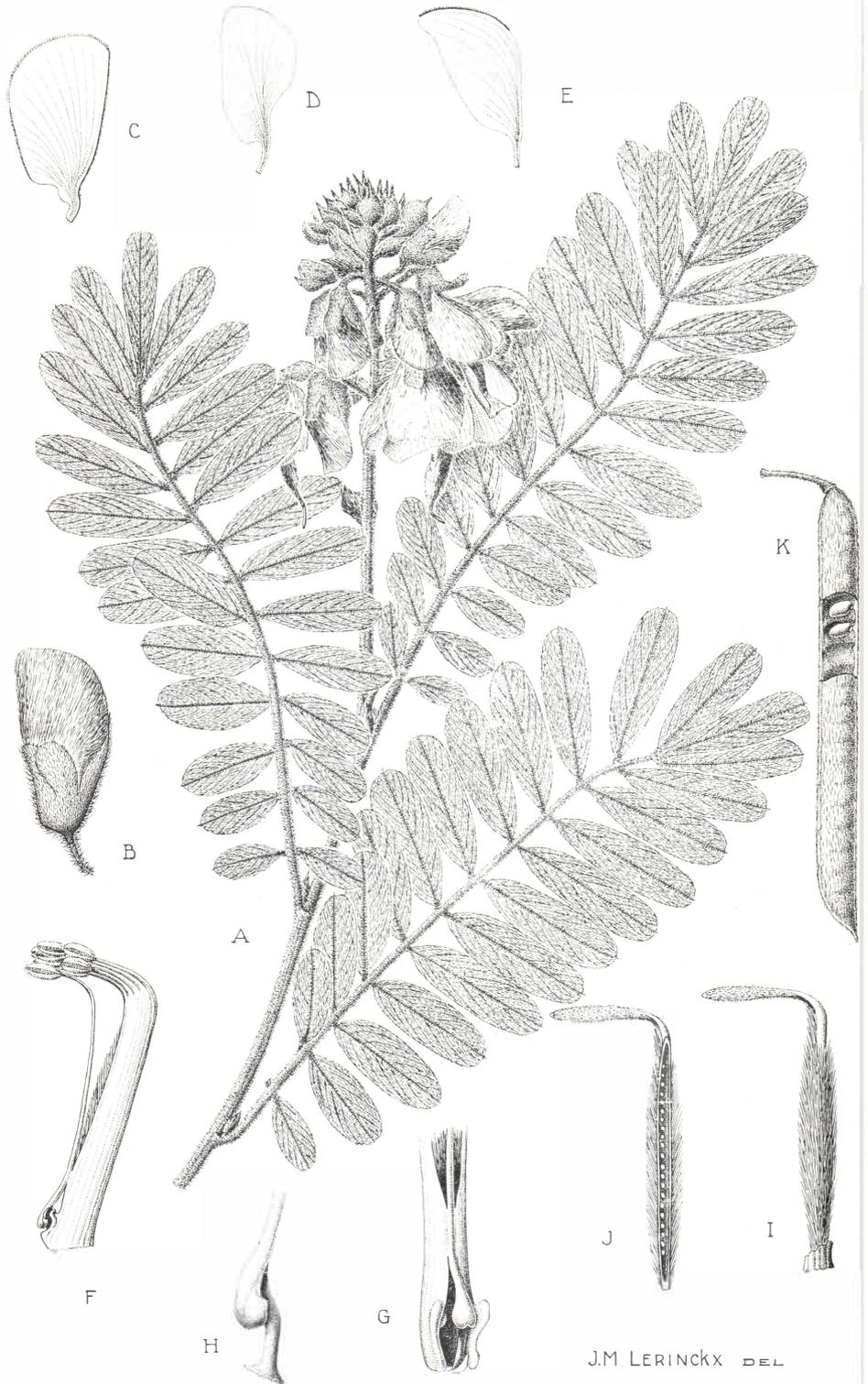
Pendant que les femmes et les enfants effectuent la cueillette du « buba » et prélèvent quelques carottes de maïs et des racines de manioc doux dans les mêmes champs, les hommes quittent le village et se rendent vers les lieux de la pêche. A eux incombe la réalisation d'un barrage ainsi que la pose des nasses. Le choix de l'emplacement du barrage qui délimitera vers l'aval la section exploitée est parfois l'objet de quelques palabres. Mais les pêcheurs les plus



PHOTO 1. — *Tephrosia vogelii* Hook f. (Photo L. Lemaire).

âgés, qui possèdent une connaissance admirable du terrain et du profil en long de la rivière, ont tôt fait de convaincre les plus jeunes et d'indiquer l'emplacement optimal ou traditionnel. Celui-ci est constitué habituellement par un banc gréseux qui réalise une cascade. Là, à l'étiage, la rivière tend à se subdiviser en trois ou quatre bras. A l'aide de troncs, pierres et branches, ces bras seront davantage matérialisés et des nasses, judicieusement placées, contrôleront ainsi toute la rivière (photo n° 3).

Ces nasses (photo n° 2) sont réalisées par l'assemblage de fines baguettes fournies, tout comme les pailles des nattes, par le rachis



J.M. LERINCKX DEL

des feuilles d'un palmier (*Phoenix reclinata* L., « lukindu » en dialecte kibemba), essence fréquente en bordure des forêts galeries avoisinantes. Notons que le *Raphia*, plus rare, ne possède par contre pas d'usage, alors que l'épiderme inférieur de ses feuilles fournit les pailles à chapeaux, à Madagascar (*Raphia pedunculata* BEAUV.).

La construction du barrage et la pose des nasses prennent plusieurs heures. Chaque pêcheur a apporté sa nasse et va la placer au mieux, dans le barrage commun, améliorant progressivement l'adduction d'eau vers l'entrée de celle-ci. Si les nasses sont trop nombreuses, ce qui est toutefois rare, un second barrage, moins important est réalisé en amont du premier.

La cueillette du *Tephrosia* terminée, les femmes et les enfants se rendent à l'emplacement de la pêche. Ils vont à présent préparer le « buba ». Cette préparation est réalisée à proximité de la limite supérieure du bief à exploiter. Les feuilles fraîches sont pilées dans des dépressions asséchées du lit de la rivière ou encore dans des alluvions sableuses au bord de la Luanza (photo n° 4). Les arbustes de la galerie forestière ou de la forêt claire avoisinante fournissent les pilons.

Pilées une première fois, les feuilles sont placées dans un panier tressé. Il sera trempé avec un mouvement de va et vient dans la rivière, par les jeunes gens. L'eau claire (la pêche n'est entreprise qu'après quelques jours sans pluies) se teinte en vert (photo n° 5). Les feuilles trempées sont retirées de l'eau et pilées en mélange avec de la terre. Ce second mode opératoire est beaucoup plus efficace que le premier. Elles sont ensuite remises à tremper dans la rivière. Pour piler les feuilles, les femmes et les enfants se regroupent par dizaines et pilent en cadence en chantant. Quelques filles, pendant ce temps, allument des feux et y font griller ou bouillir les carottes de maïs. C'est en général à ce moment que le premier Poisson intoxiqué est observé et indiqué avec bruit et cris de joie puis capturé.

Tephrosia vogelii Hook. f.

- | | |
|---|--|
| A. rameau florifère (× 1/2). | G. base de l'androcée (× 3). |
| B. bouton floral (× 1). | H. base de l'étamine vexillaire (× 5). |
| C. moitié d'étendard, face interne (× 1). | I. gynécée (× 2). |
| D. aile, face externe (× 1). | J. gynécée, coupe longitudinale (× 2). |
| E. pétale de la carène, face externe (× 1). | K. gousse, partie en coupe (× 1/2). |
| F. androcée (× 2). | |

d'après *Quarré* 6165 (A-J) et *Pittery* 433 (K). (Flore du Congo Belge, Spermatophytes, 5, tab. VII (1954).



PHOTO 2. — Nasses utilisées pour la pêche au « buba ». (Photo L. Lemaire).



PHOTO 3. — Pose des nasses dans le barrage.
A gauche, à l'avant-plan se détache la silhouette d'un *Pandanus*. (Photo L. Lemaire).



PHOTO 4. — Préparation du « buba ». (Photo L. Lemaire).



PHOTO 5. — Feuilles pilées de « buba » mises à tremper.
En amont l'eau est claire, en aval elle est teintée. (Photo L. Lemaire).

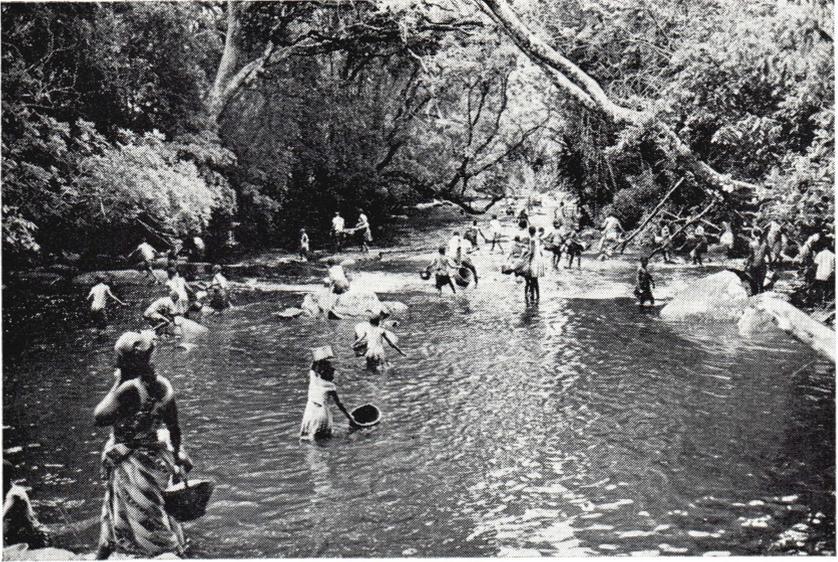


PHOTO 6. — La cueillette des Poissons empoisonnés au « buba ». (Photo L. Lemaire).

Il sera pilé avec le « buba », symboliquement, assurant ainsi une pêche fructueuse.

Pendant le second trempage, l'effet toxique du « buba » se manifeste en aval déjà. Les Poissons apparaissent en surface. Ils nagent souvent la face ventrale tournée vers le haut. Ils paraissent engourdis. Or l'intensité du courant est telle qu'une faible modification physiologique amène une dérive et ainsi les Poissons sont entraînés vers l'aval.

Si la préparation de la pêche est collective, la cueillette est individuelle et chacun ramasse pour soi. De même, les différentes nasses ont chacune leur propriétaire et le problème du partage ne se pose donc pas.

Avec une discipline remarquable pour le tempérament bantou, les villageois attendent qu'un des anciens donne le signal du départ. A ce moment, les villageois descendent la Luanza en ligne, repérant le poisson à la vue ou au toucher du pied et les récoltant de la main ou au harpon. Ils utilisent comme récipient une casserole ou un panier qu'ils tiennent dans la main gauche ou sur la tête. Les plus gros poissons sont assommés sur les pierres qui émergent. Rapidement, les villageois, au nombre souvent d'une cinquantaine, s'étalent, essayant d'arriver les premiers en des lieux non explorés par les autres

participants (photo n° 6). La cueillette terminée, chacun retourne au village. Les poissons capturés seront consommés frits, dans les 48 heures qui suivent leur capture.

En dehors de la pêche en milieu lotique à l'étiage, le « buba » ne serait utilisé qu'exceptionnellement à Kabiashia. Nous n'avons eu connaissance que du fait suivant : à la limite des bassins de la Luanza et de la Msipashi, existe une mare temporaire d'un peu plus d'un hectare. Les villageois considèrent qu'en cet endroit les eaux des rivières se mêlent et se séparent. En début de saison sèche, vers la fin du mois de mai, cette mare drainerait une partie des « dembo » avoisinants, à savoir les « dembo » Kandale et Kalemba et une quantité appréciable de poissons s'y rassemblerait. Dans le courant du mois de juin, les habitants de Kabiashia y réalisent une pêche par empoisonnement au « buba ».

Des pêches par empoisonnement en juin semblent très rares. En dehors du fait décrit ci-dessus, nous n'en connaissons l'existence que pour de très petites rivières du versant occidental du Plateau des Kundelungu, notamment la Kikole à Lutandula.

Bien que largement distribué et utilisé en Afrique tropicale, le « buba » n'est en fait que rarement employé dans les rivières à courant rapide. De plus, à Kabiashia, son utilisation n'est entourée d'aucun cérémonial particulier. Il n'en est pas partout ainsi. Dans Jenness (1967) nous pouvons lire le commentaire suivant : « Les branches cassées, avec les feuilles attachées, sont réunies en un tas de 10 à 15 livres et sont transportées sur place. Là, elles sont pilées par les hommes et les garçons, au sol ou dans un mortier. Les femmes et les filles ne sont pas autorisées à manier les plantes. Après avoir été pilée, la bouillie est jetée à l'eau avec des accompagnements rituels. Par contre, femmes et enfants, invités par le propriétaire du poison, participent à la cueillette du poisson ».

3.3. Effet physiologique

Le principe actif du *Tephrosia vogelii* est la téphrosine dont la formule chimique est $C_{23}H_{22}O_7$. Cette substance, tout comme la mundulone ($C_{26}H_{26}O_6$), principe actif de *Mundulea sericea*, est voisine tant au point de vue chimique qu'au point de vue effet, de la roténone ($C_{23}H_{22}O_6$), insecticide commercial et ichtyotoxique.

Ces substances affectent les branchies des Poissons, de telle sorte qu'ils ne peuvent plus respirer. Dès 1909, GOFFIN notait la couleur anormale des branchies des Poissons ainsi empoisonnés.

Les Poissons soumis à la téphrosine montrent rapidement des perturbations du sens de l'équilibre. Très fréquemment, ils nagent

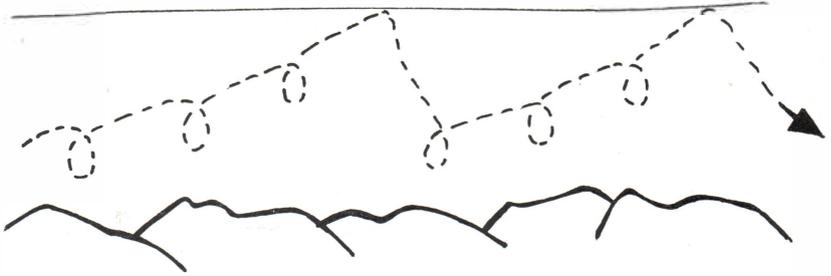


FIG. 1. — Progression d'un Poisson empoisonné au « buba » en rivière à courant rapide.

la face ventrale tournée vers le haut et effectuent des boucles (fig. 1). Leur progression devient saccadée.

GOFFIN rapporte également que selon les indigènes les poissons ainsi tués auraient une décomposition rapide. Nos observations corroborent ces faits. Un *Chiloglanis* est particulièrement affecté et ces spécimens se conservent mal tant en alcool qu'en formol.

Enfin notons que ces substances tueraient les Mollusques et que leur utilisation annuelle pourrait réduire l'importance de l'infection par les Schistosomes.

A ce propos, il faut remarquer la présence dans le cours principal de la Luanza, d'un seul Mollusque, un Unionide : *Caelatura mesafricana*. Par contre, nous avons récolté dans les affluents de plaine et dans les marais situés à proximité du cours principal pas moins de neuf autres espèces, principalement des Pulmonés appartenant aux genres *Bulinus*, *Biomphalaria* et *Lymnaea*.

3.4. Législation

Avant l'indépendance, la pêche était régie au Congo (Kinshasa) par les dispositions du décret du 26 juillet 1910. L'article 14 de ce décret précise : « Il est interdit de pêcher à l'aide de *poison*, de dynamite ou d'autres explosifs, sauf les exceptions établies par ordonnance du Gouverneur général ».

Si les exceptions autorisant l'usage d'explosifs pour l'approvisionnement de la troupe et des Européens furent accordées assez facilement, la pêche par empoisonnement, technique utilisée exclusivement par les populations locales, ne connut pas les mêmes tolérances.

En ce qui concerne les eaux de la Province du Katanga, la pêche par empoisonnement y est interdite en vertu de l'arrêté n° 52/2/pêche du 6 janvier 1953. Cet arrêté est toujours en vigueur. Il

stipule en son article premier : « Dans la Province du Katanga, il est interdit de jeter, dans les cours d'eau, lacs, étangs et marais, qu'ils soient permanents ou temporaires, toute substance de nature à détruire ou à enivrer le poisson ».

En pratique, cet arrêté serait loin d'être respecté, à voir l'importance de la culture du « buba » dans les villages du Haut-Katanga. Un colloque récemment tenu à Fort-Lamy par les responsables de la pêche dans les pays du bassin versant du Lac Tchad, a montré une nette tendance des responsables locaux à vouloir maintenir et même officialiser les pêches traditionnelles aux poisons.

A notre avis, pour le Katanga en tous cas, la pratique de celles-ci ne peut être favorisée. Leur interdiction légale, accompagnée d'une certaine tolérance administrative, constitue de fait une situation harmonieuse bien que non rationnelle.

4. APPLICATION À L'ÉTUDE DES POPULATIONS DE POISSONS

L'étude des populations de poissons en rivière est relativement récente. Quel est son intérêt ? La connaissance de l'effectif d'une population, à un moment donné, est essentielle pour la compréhension de sa dynamique, de la biologie de l'espèce. C'est une étape nécessaire dans toute étude de productivité.

Or ces problèmes d'inventaire sont particulièrement difficiles à approcher en milieu lotique, plus particulièrement encore dans les biefs accidentés à forte pente. Enfin, pour certaines régions du monde, comme la République démocratique du Congo, s'ajoute encore une difficulté supplémentaire : en effet l'inventaire des espèces n'est lui-même pas encore terminé.

Les méthodes les plus fréquemment préconisées pour l'étude des populations de Poissons sont les suivantes :

1. capture, marquage et recapture des Poissons
2. capture d'un échantillon et appréciation de l'effort de pêche
3. méthode des captures successives
4. pêche électrique
5. mise à sec de zones bien délimitées

La méthode de pêche à l'aide de poisons industriels est utilisée plus rarement. Elle présente l'inconvénient d'altérer, voire de tuer, le matériel que l'on étudie. L'emploi de poisons industriels se heurte, dans les pays développés, à une législation sévère et les autorisations, difficiles à obtenir, prévoient un carcan de conditions parfois restrictives.

Il n'en est pas de même actuellement pour les pêches par empoisonnement au « buba », comme nous l'avons vu plus haut. Les avantages écologiques que procurent celles-ci sont les suivants :

1. L'usage local du « buba » permet la capture de Poissons appartenant à des niches écologiques inaccessibles, telles que chutes et rapides. Ces Poissons échappent aux méthodes habituelles de capture. Une étude qualitative complète devient ainsi possible.
2. La répétition de cet usage local en plusieurs emplacements d'un cours d'eau ou d'un bassin permet l'étude complète de la distribution des différentes espèces distinguées.
3. Son emploi à haute concentration sur un bief réduit permet une analyse détaillée de la population piscicole : nombre et répartition des espèces, détermination des sexes, de la maturité, des tailles, des poids, etc.

Des inventaires de populations de poissons pour les petits cours d'eau montagnards intertropicaux africains font défaut. Seul MARLIER (1954) aborde de façon détaillée l'étude écologique des rivières du Congo oriental et propose la zonation suivante :

type de cours d'eau	zone
ruisseaux	<i>Amphilius, Clarias</i>
rapides	<i>Chiloglanis</i>
rivières moyennes	<i>Clarias, Barilius</i>
grandes rivières	<i>Varicorhinus, gros Barbus</i>

Appliquée aux cours d'eau du versant oriental du Plateau des Kundelungu, la pêche par empoisonnement au « buba » nous a permis une étude détaillée des populations piscicoles (fig. 2). Celle-ci nous a amené à distinguer (MALAISSE, 1968), pour ces cours d'eau, les cinq zones piscicoles suivantes :

type de cours d'eau	zone
ruisselets du sommet du plateau	<i>Barbus kamayae</i> DAVIS et POLL
ruisseaux du plateau en pente douce	<i>Amphilius</i> sp.
rapides et chutes de la partie supérieure des contreforts	<i>Parakneria</i> sp.
rapides de la partie inférieure des contreforts	<i>Labeo annectens</i> BOULENGER
rivières moyennes de plaine	<i>Alestes peringueyi</i> BOULENGER

Certaines similitudes entre ces deux systèmes sont évidentes. Ainsi nous retrouvons une zone à *Amphilius* analogue. La zone à *Chiloglanis* du Congo oriental correspond à la zone à *Parakneria* du versant

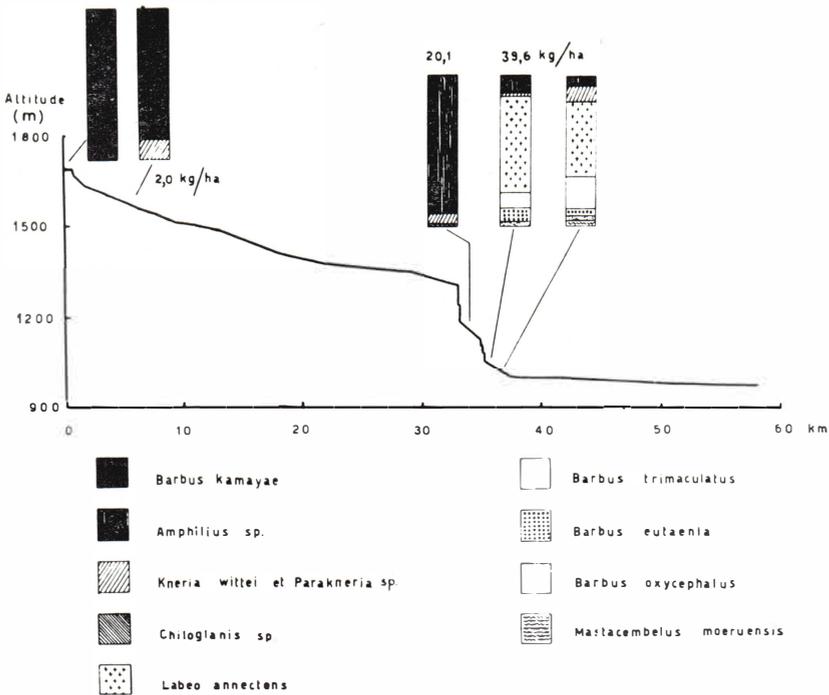


FIG. 2. — Population piscicole et biomasse pour différents biefs de la Luanza.

oriental des Kundelungu. Un *Chiloglanis* est d'ailleurs également présent dans cette dernière zone mais sa distribution semble plus étendue que celle du *Parakneria*, confiné aux rapides et chutes de la partie supérieure des contreforts.

Ces quelques résultats illustrent l'apport d'une technique de pêche traditionnelle à l'étude écologique de cours d'eau.

RÉSUMÉ

Après avoir signalé l'actualité constante des pêches aux poisons traditionnels et les avoir situées dans leur cadre actuel, la pêche collective par empoisonnement au « buba » est décrite, telle qu'elle est pratiquée par les populations situées au pied du versant oriental du Plateau des Kundelungu (Haut-Katanga, Rép. dém. Congo). L'apport de cette technique dans les études écologiques est ensuite esquissé.

REMERCIEMENTS

M. LÉON LEMAIRE a assuré, avec une technique remarquable, l'illustration de cet article. Nous lui en sommes grandement reconnaissant.

Il convient également de remercier très vivement l'Administration provinciale des Eaux et Forêts, et en particulier son Directeur J. KALUME, pour l'intérêt qu'elle a manifesté sans cesse pour nos travaux et l'autorisation qu'elle nous a accordée d'effectuer et de poursuivre l'étude des ichtyotoxiques végétaux.

Il nous faut encore signaler l'accueil que les chercheurs de la section d'Hydrobiologie de l'O.R.S.T.O.M. de Fort-Lamy nous ont réservé, ainsi que les discussions que nous avons eues avec eux sur le terrain (rivière El Beid, à la frontière Nigéria-Cameroun) et qui nous ont facilité la conception de cette note.

Enfin nous avons bénéficié de l'aide de nos fidèles collaborateurs M^{mes} Y. LEMAIRE-ELIAS, C. MBAKU-ILUNGA et M. J. BULAIMU.

Service de Sylviculture et Pisciculture
Université officielle du Congo
B.P. 1825 — Lubumbashi
Rép. dém. Congo

BIBLIOGRAPHIE

- BRELSFORD (W.), 1964. Fishermen of the Bangweulu swamps. — A study of the fishing activities of the Unga tribe. *The Rhodes Livingstone Papers*, 12, 169 pp.
- CLAUS (F.), 1930. La capture des poissons au moyen des plantes toxiques. *Bull. agr. Congo belge*, 21 (4), pp. 1095-1114.
- DE WILDEMAN (E.) et PYNART (L.), 1946. Note sur les *Lonchocarpus*. *Bull. agr. Congo belge*, 37 (3), pp. 586-597.
- DURAND (J.) et LOUBENS (G.), 1967. Premières observations sur la biologie d'*Alestes baremoze* dans le Bas-Chari et la partie est du lac Tchad. *Publ. ORSTOM*, 74 pp.
- GIBSON (R.), 1967. The use of the anaesthetic quinaldine in fish ecology. *Journ. Anim. Ecol.*, 36 (2), pp. 295-301.
- GILGES (W.), 1964. Some african poison plants and medecines of Northern Rhodesia. *Occ. Papers Rhodes-Livingstone Mus.*, 11, 32 pp.
- GOFFIN (A.), 1909. Les pêcheries et les poissons du Congo. Bruxelles, Ed. Verteneuil et Desmet, 231 pp.
- FANSHAWE (D.) et HOUGH (C.), 1967. Poisonous plants of Zambia. *For. Res. Bull. Zambia*, 1, 24 pp.

- HAUMAN (L.), 1948. Urticaceae in Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi 1, pp. 177-218.
- 1951. Portulacaceae in Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi, 2, pp. 118-127.
- HICKLING (C.), 1961. Tropical inland fisheries. Ed. Longmans, London, 287 pp.
- HUET (M.), 1950. Toxicologie des poissons. *Bull. C.B.E.D.E.*, 7 (1), pp. 296-406.
- HUET (M.) et TIMMERMANS (A), 1963. La population piscicole de la Semois inférieure, grosse rivière belge du type supérieur de la zone à Barbeau. *Trav. Stat. Rech. Eaux For. Groenendaal*, D (36), 32 pp.
- JENNESS (J.), 1967. The use of plants as fish poison in the Kainji Basin. Fish and fisheries of Northern Nigeria, Zaria, pp. 201-208.
- MALASSE (F.), 1968 a. Étude écologique de la rivière Luanza et de son bassin. Thèse de doctorat, Univ. off. Congo, 473 pp., 42 fig., 15 cartes, 22 tabl., 22 planches.
- , 1968 b. Écologie et aménagement piscicole d'un cours d'eau tropical : la Luanza (Haut-Katanga, Rép. dém. Congo). *C.R. Congr. Hydr. Afr. Kampala* in *Trav. Serv. Sylv. Pisc. Univ. off. Congo*, 1, 8 pp.
- , 1969. Les faciès d'un cours d'eau tropical : la Luanza (Haut-Katanga, Rép. dém. Congo). *Verh. int. Ver. Limnol. Jerusalem*, 17 (sous presse).
- MARLIER (G.), 1954. Recherches hydrobiologiques dans les rivières du Congo Oriental. II. Étude écologique. *Hydrobiologia*, 6, pp. 225-264.
- MONOD (T.), 1928. L'industrie des pêches au Cameroun. Soc. Et. Géogr. Marit. Col., Paris in STAUCH (*l.c.*).
- POLL (M.), 1967. Contribution à la faune ichtyologique de l'Angola. *Comp. Diamantes Angola*, Publ. Cult., 75, 381 pp.
- et RENSON (H.), 1948. Les poissons, leur milieu et leur pêche au bief supérieur du Lualaba. *Bull. agr. Congo belge*, 39 (2), pp. 427-446.
- REED (W.), 1967. Catalogue of fishes of Northern Nigeria. Fish and Fisheries of Northern Nigeria, Zaria, pp. 8-122, (18 phot.).
- RICKER (W.), 1968. Methods for assessment of Fish Production in fresh Waters. I.B.P. Handbook n° 3, Ed. Blackwell, Oxford, 313 pp.
- STAUCH (A.), 1961. Les ichtyotoxiques dans la pêche africaine in *Hydrobiologie et pêches en eau douce*. IV Coll. Fort-Lamy, CSA/CCTA, 76, pp. 77-8.
- , 1966. Le bassin camerounais de la Bénoué et sa pêche. *Mém. ORSTOM*, 15, 152 pp.
- VLEESCHOUWERS (C.), 1946. Note sur la pêche dans le district du Lac Léopold II. Rivières Kasai et Fimi. *Bull. agr. Congo belge*, 37, pp. 355-381.
- WALKER (A.), 1952. Usages pharmaceutiques des plantes spontanées du Gabon. *Bull. Inst. Et. Centr.*, N.S. 4, pp. 181-186.
- , 1953 a. Idem, *Bull. Inst. Et. Centr.*, N.S. 5, pp. 19-40.
- , 1953 b. Idem, *Bull. Et. Inst. Centr.*, N.S. 6, pp. 275-329.

TABLEAU I. — QUELQUES ICHTYOTOXIQUES VÉGÉTAUX SIGNALÉS EN AFRIQUE INTERTROPICALE

Famille	Nom latin	Organe utilisé	Nom vernaculaire	Dialecte	Pays	Référence bibliographique
Acanthaceae	<i>Duvernoia dewevrei</i>		epulu	mpongwé	Gabon	Walker, 1952
	De Wild. et Th. Dur.		egongé	mitsogo	id.	id.
Amaryllidaceae	<i>Crinum</i> sp.	bulbe	watshouehi adjakgobili	foufouldé dama	Cameroun id.	Stauch, 1966 id.
Apocynaceae	<i>Adenium obesum</i> Roem. et Schult.	matériel ligneux	derboki, darboki karya	foufouldé haoussa	id. id.	id. id.
Araliaceae	<i>Cussonia spicata</i> Thunb.		chitebitebi		Zambie	Fanshawe, 1967
Asclepiadaeaceae	<i>Taccazea apiculata</i> Oliv.				id.	id.
Asteraceae	<i>Vernonia macrocyanus</i> O. Hoffm.				id.	id.
Caesalpiniaceae	<i>Pachyelasma tessmanhii</i> Harms	écorce et fruit	ndenga mundumbula	mpongwé éshira	Gabon id.	Walker, 1953 id.
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> Descourt	feuilles et fruits	mboumboumba, nora nonga	foufouldé dama	Cameroun id.	Stauch, 1966 id.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia camerunica</i> Pax <i>Euphorbia candelabrum</i> (?)					Stauch, 1961 Laurent in Goffin 1909
Fabaceae	<i>Securinea virosa</i> Pax et K. Hoffm.		mubwanga, mwilatuba kasansubwanga		Zambie id.	Fanshawe, 1967 id.
	<i>Dalbergiella nyassae</i> Bak. f.		lupweshya, mupetanzovu, mukanganzovu		id. id.	id. i.
	<i>Indigofera hirsura</i> L.	graines mûres	legendji soukouye	foufouldé dama	Cameroun id.	Stauch, 1966 id.
	<i>Indigofera pilosa</i> Poir.	graines mûres	singlaw naandaki	foufouldé dama	Cameroun id.	id. id.
	<i>Lonchocarpus capassa</i> Rolfe	rhizomes	chiya, pupanda, muhulu, chimpakasa, mukololo		Zambie id.	Fanshawe, 1967 id.

	<i>Milletia barteri</i> (Benth.) Dunn		otukula, nkuta, utu, ntulye, atuc-ndzic		Gabon id.	Walker, 1953 id.
	<i>Mundulea serica</i> A. Chev.		maginfa luamgadoful	haoussa	Nigeria Zambie	Jenness, 1967 Fanshawe, 1967
	<i>Neorautanenia pseudopachyrhiza</i> Milne -Redh.		mwita chilekeleke		id. id.	id. id.
	<i>Pterocarpus angolensis</i> DC.		mulombwa, mukula		id.	id.
	<i>Tephrosia vogelii</i> Hook. f.	feuilles et tiges	buba tom magimfa kobamushi, kansamba wusungu ululu ndawole, wole wula ngomu panghè	bemba haoussa lovale lunda	Congo (Kin) Cameroun Nigeria Zambie id. id.	Malaise, 1968 Stauch, 1966 Jenness, 1967 Fanshawe, 1967 Gilges, 1964 id.
			ndawole, wole wula ngomu panghè	fang mindumu benga	Gabon id. id.	Walker, 1953 id. id.
Loganiaceae	<i>Strychnos aculeata</i> Sol.	pulpe du fruit	asol, awon iwowi digembi ligembè	fang mpongwè éshira bavili	id. id. id. id.	id. id. id. id.
	<i>Strychnos innocua</i> Del.		mulungi, muteme, kabulu- luku, mwabo		Zambie id.	Fanshawe, 1967 id.
	<i>Strychnos potatorum</i> L. f.		mulangachulu, mulom belombe, musisi		id. id.	id. id.
Mimosaceae	<i>Acacia ataxanatha</i> DC.	fleurs séchées	korohi, koradje gaha	foufouldé haoussa	Cameroun id.	Stauch, 1966 id.
	<i>Parkia clappertoniana</i> Keay		doruha, makuba	haoussa	Nigeria	Jenness, 1967
	<i>Parkia filicoidea</i> Oliv.	graines non mûres	nounouhi, narehi lelemi nre	foufouldé dama bata	Cameroun id. id.	Stauch, 1966 id. id.

Famille	Nom latin	Organe utilisé	Nom vernaculaire	Dialecte	Pays	Référence bibliographique
	<i>Prosopis africana</i> Taub.	gousses mûres	koki kouranié	foufouldé bata	id. id.	id. id.
Moringaceae	<i>Moringa pterygosperma</i> Gaertn.	écorce	kona zogolagandi, gabarwamaka	foufouldé haoussa	id. id.	id. id.
Myrtaceae	<i>Syzygium guineense</i> DC.	écorce fraîche	assrahi mufinsa, musombo, katope, chimbuya	foufouldé	id. Zambie id.	Fanshawe, 1967 id.
Nyctaginaceae	<i>Boerhaavia coccinea</i> Mill.		kashin sahnu	haoussa	Nigeria	Jenness, 1967
●lacaceae	<i>Xymenia americana</i> L.	écorce	tshaboule, shabouli ada	foufouldé haoussa	Cameroun id.	Stauch, 1966 id.
Passifloraceae	<i>Adenia lobata</i> (Jacq.) Engl.		onono mvula-mikisi ntoc-mebure, ndondole	mpongwè bavili fang	Gabon id. id.	Walker, 1953 id. id.
Polygonaceae	<i>Polygonum barbatum</i> L.				Zambie	Fanshawe, 1967
Portulacaceae	<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.		selele		Congo (Kin)	Hauman, 1951
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mucronata</i> Willd.	fleurs	ngouloum djabi cawta goura	foufouldé haoussa	Cameroun id.	Stauch, 1966 id.
Rubiaceae	<i>Gardenia spatulifolia</i> Stapf. et Hutch		mukololo, sulu		Zambie	Fanshawe, 1967
*	<i>Sarcocephalus esculentus</i> Afzel.	écorce	bakourehi gossaribi, towashia	foufouldé haoussa	Cameroun id.	Stauch, 1966 id.
Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i> L.	feuilles			Zambie	Fanshawe, 1967
Thymelaeaceae	<i>Lasiosiphon kraussianus</i> (Meissn.) Burt-Davy		tururubi	haoussa	Nigeria	Jenness, 1967
Urticaceae	<i>Fleurya podocarpa</i> Wedd.	feuilles			Congo (Kin)	Hauman, 1948
Zygophyllaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	écorce	tanne akirna	foufouldé dama	Cameroun id.	Stauch, 1966 id.

La colonisation végétale des terrils de charbonnage du Borinage ⁽¹⁾

par Cl. DEBEHAULT

Introduction

Les terrils apparaissent comme de véritables laboratoires de colonisation végétale : il est possible de suivre les étapes de la colonisation depuis le sol nu jusqu'à la forêt, sur un milieu physique qui est très particulier. Néanmoins, il faudra tenir compte de l'action humaine qui est souvent considérable dans cette région à forte densité de population.

I. Étude des facteurs qui déterminent la végétation des terrils

La nature des végétaux à un endroit donné dépend toujours de deux types de facteurs : dissémination et adaptation.

A. L'ORIGINE DES PLANTES DE TERRILS : AGENTS DE TRANSPORT.

L'examen botanique des terrils mène à la conclusion que deux agents principaux sont susceptibles d'apporter des semences : le vent et les oiseaux.

1. *Le vent.*

C'est le facteur le plus important, il apporte le plus grand nombre d'espèces. En effet :

1° Une grande partie des espèces, et en particulier celles qui dominent le paysage végétal des terrils, ont des graines extrêmement légères (spores, ballonnets, parachutes, ailettes).

Ainsi, il apparaît tout de suite que l'intervention du vent joue un rôle sélectif déterminant dans la flore.

(1) Cet article traite de la végétation des parties non brûlantes des terrils ; il fait suite à celui paru dans le bulletin d'avril, qui décrivait la flore des zones brûlantes. Il ne s'agit pas d'une étude approfondie, mais d'un aperçu général.

Les espèces les plus caractéristiques sont :

a) **Le bouleau** : c'est l'arbre par excellence des boisements naturels de terril ; il existe partout et domine toujours dans la strate arborescente des formations naturelles. A l'échelle du paysage, le bouleau est la plante la plus typique des terrils. Par contre, les saules et les peupliers, dont la dissémination est pourtant aussi aisée, sont rares sur les terrils (c'est vraisemblablement une question d'adaptation).

b) **Les composées** : leurs fruits, munis de parachutes, sont très facilement emportés par le vent. Aussi, les composées constituent-elles avec les graminées le fonds de la flore herbacée des terrils. Leurs espèces sont extrêmement nombreuses, et la plupart ont une forme en rosette, du type « pissenlit poilu ».

Les plus importantes : *Hieracium pilosella* (la piloselle), *Hieracium murorum*, *Leontodon hispidus*, *Senecio jacobaea* (seneçon jacobée), *Tussilago farfara* (pas-d'âne), *Erigeron* sp., *Artemisia vulgaris* (armoise), *Tanacetum* (tanaisie), *Achillea millefolium*, et divers chardons.

c) **Les graminées** : elles sont très nombreuses : citons parmi tant d'autres, *Festuca* sp., *Dactylis glomerata*, *Vulpia myuros* et *Digitaria sanguinalis*, *Arrhenatherum elatius*, et plus rarement la canche fleuveuse et la flouve odorante.

d) **L'épilobe** : c'est une espèce pionnière très répandue, formant parfois de grands massifs sur les terrils abandonnés récemment.

e) **Les cryptogames**, dont les spores extrêmement légères se répandent avec beaucoup de facilité.

— Nombreuses espèces de mousses.

— La fougère-aigle (*Pteridium aquilinum* L.), est l'une des plantes les plus constantes : elle forme des massifs à aire limitée, mais parfois extrêmement denses. Les autres fougères sont très rares (à cause du milieu trop aride).

2° *Les espèces dont les semences sont du type « planeur lourd ».*

Elles colonisent assez souvent les terrils mais ne forment qu'un élément secondaire de la flore : normalement, ces espèces ne peuvent s'y introduire que si des individus existent à proximité. Les plus importantes sont l'érable, le frêne et la clématite (*Clematis vitalba*). La clématite, en particulier, est très répandue sur les terrils (quoique très rare ailleurs dans la région) et constitue parfois

un élément dominant sur certains d'entre eux (surtout à Dour et à Élouges). On la rencontre même dans des formations pionnières, où elle contribue à la fixation des terres.

3^o Par contre, les espèces à graines lourdes « barochores » ne peuvent que très difficilement coloniser les terrils : chênes, hêtres, noisetiers, châtaigniers, sont presque totalement absents.

Même lorsqu'un terril est situé à la lisière ou dans un bois, les espèces forestières barochores ont beaucoup de peine à s'y installer et le bouleau domine encore, même s'il n'y a pas de bouleaux dans les environs.

2. Les oiseaux.

a) Le rôle des oiseaux est aussi très important : les terrils abondent en plantes à fruits charnus (drupes), fort goûtés des oiseaux. Aussi, il n'est pas douteux que ces plantes aient été importées par eux ; les merles en particulier semblent être un agent de dissémination efficace ; ces oiseaux avalent les fruits entiers : les graines résistent aux sucs digestifs et sont éliminées dans les excréments (qui peuvent même favoriser leur croissance ultérieure). Les oiseaux peuvent également apporter des graines diverses, collées à leurs pattes ou dans leur plumage.

b) Les plantes à fruits charnus des terrils sont rarement des plantes herbacées : on ne peut citer que le fraisier sauvage (*Fragaria vesca*) qui est très commun.

Généralement, ce sont des arbustes, ou même des arbres : sureaux (*Sambucus nigra*, plus rarement *S. racemosa*), mérisier (*Prunus avium*), cerisiers divers, surtout le cerisier de Virginie (*Prunus serotina*), aubépines (*Crataegus sp.*), sorbier (*Sorbus aucuparia*), églantiers (*Rosa canina*), ronces (*Rubus sp.*), lierre (*Hedera helix*), groseiller rouge (*Ribes rubrum*).

Plus rarement, la douce-amère (*Solanum dulcamara*), le framboisier (*Rubus idaeus*), le groseiller vert (*Ribes grossularia*), le poirier (*Pirus sp.*), le pommier (*Malus sp.*), le sureau yèble (*Sambucus ebulus*), le cornouiller (*Cornus sanguinea*), les pruniers (*Prunus sp.* dont le *Prunus mahaleb*), la viorne (*Viburnum opulus*), la frangule (*Rhamnus frangula*), le chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*), l'if (*Taxus baccata*).

3. Autres agents de transport.

Divers animaux et surtout l'homme jouent vraisemblablement un rôle dans la dissémination des espèces. Par exemple, la présence

sporadique de noyers ou de marronniers sur les terrils peut s'expliquer de cette façon.

4. *Autres espèces caractéristiques des terrils, dont le mode de dissémination est moins clair.*

Le genêt (*Sarothamnus scoparius*), très fréquent et dominant sur les terrils broussailleux.

La carotte (*Daucus carotta*), la vipérine (*Echium vulgare*), *Reseda lutea*, la germandrée (*Teucrium scorodonia*), la petite oseille (*Rumex acetosella*), le bouillon blanc (*Verbascum thapsus*), le millepertuis (*Hypericum perforatum*), la linnaire (*Linaria vulgaris*), l'onagre (*Oenothera biennis*), le mélilot (*Melilotus albus* surtout), la renoncule bulbeuse (*Ranunculus bulbosus*), la renouée (*Polygonum persicaria*), *Diplotaxis tenuifolia*, le plantain (*Plantago sp.*), la benoîte (*Geum urbanum*), la pimprenelle (*Sanguisorba minor*).

Conclusion

L'examen de la flore des terrils montre la prédominance nette des agents de transport aériens ; aussi, la flore est peu variable d'un terril à l'autre : on retrouve partout la même association fondamentale : bois de bouleaux, riche en arbustes fruitiers, avec une strate herbacée de composées, graminées, cryptogames, etc. (1)

B. LE MILIEU PHYSIQUE ET LA COLONISATION VÉGÉTALE.

Le milieu physique des terrils est peu favorable à une colonisation prospère des végétaux. Quatre facteurs principaux conditionnent la médiocrité de la végétation.

- le mouvement continu des versants
- le microclimat sec
- la combustion
- la pauvreté du substrat.

1. *Le fait le plus apparent : les terrils se couvrent difficilement de végétation.*

— Tous les terrils abandonnés depuis 1945 sont encore aujourd'hui pratiquement nus ou très peu colonisés.

(1) Évidemment, si le terril est à proximité d'un bois, ou si lui-même a été partiellement planté (en robiniers ou en chênes, par exemple), la composition de la flore peut être sensiblement différente. Néanmoins, ces contaminations sont toujours faciles à déceler et peu importantes au total.

— On trouve même des versants abandonnés depuis 45 ans et qui ne portent encore qu'une pauvre végétation d'éboulis.

Causes : les quatre facteurs cités plus haut ajoutent leur action, mais l'examen de nombreux terrils mène à la conclusion que le *facteur déterminant est la reptation continue des versants*, due à la forte pente et au non tassement des matériaux : les plantes sont constamment recouvertes ou déchaussées par un sol mouvant et inconsistent, et ne parviennent pas à s'enraciner. Même sur les bas versants, les arbres qui ont réussi à se maintenir sont à demi déracinés et leurs formes tordues témoignent du mouvement continu des terres. D'autres exemples illustrent encore la prépondérance de la reptation comme facteur limitant.

— Sur les terrils abandonnés avant 1940, seules les fortes pentes restent peu ou non colonisées.

— Par contre, même sur des terrils récents, les pentes faibles (des glissements de terrain par exemple) se couvrent assez rapidement de bouleaux pionniers.

Enfin, l'exemple le plus complet est celui des « sommets boisés » ; plusieurs terrils ont leur sommet broussailleux et leurs versants nus. En effet, la pente est plus faible dans la région sommitale à cause de la convexité naturelle des terrils, ce qui permet une stabilisation plus rapide des matériaux au sommet, et une colonisation précoce, quoique les autres facteurs soient très défavorables (vent, microclimat sec).

Il existe plusieurs exemples de terrils à sommet boisé et ce phénomène serait vraisemblablement beaucoup plus général s'il n'y avait la combustion qui justement, affleure au sommet des terrils ; seuls des terrils éteints ou non brûlés peuvent avoir un sommet boisé.

2. *Le microclimat sec.*

Ce facteur est aussi fondamental. Le microclimat sec est dû à la perméabilité très grande du matériau (aucune rétention d'eau) ⁽¹⁾, à sa couleur noire qui favorise un réchauffement intense du sol pendant l'insolation et dans une certaine mesure à la plus grande violence du vent résultant de l'altitude.

(1) A cause de la structure grossière il n'y a pratiquement pas de ruissellement sur la surface d'un terril.



PHOTO 1



PHOTO 2

PHOTOS 1 et 2. — Ces photos montrent l'effet de la reptation des sols. Le terril de l'AVALERESSE, abandonné en 1932, reste en partie nu, malgré sa situation dans un bois.

Sur la photo 2, à l'avant-plan, les broussailles du sommet boisé.



PHOTO 3. — Le terril de SAUWARTAN, abandonné en 1937 ; le mouvement des terres déchausse les bouleaux colonisateurs.

Conséquences :

1) Une végétation de vitalité médiocre et souvent discontinue : les arbres de terril n'ont jamais une très grande taille : 4 à 5 m, 15 m maximum. Ils sont trapus, bas-branchus et tordus ; les pelouses de terril sont des herbages pauvres, rapidement jaunies en été (d'où la fréquence des incendies). Lors de forte sécheresse estivale, même brève, la végétation est immédiatement atteinte, les plantes se fanent rapidement et les espèces non adaptées, venues à la faveur du printemps, sont éliminées.

2) Une flore particulière : la flore des terrils est différente de celle des prairies, cultures ou terrains vagues avoisinants : toutes les plantes trouvées appartiennent à des espèces rustiques, notamment caractéristiques de lieux arides et pierreux.

Certaines même sont d'origine steppique, venues de l'Est en progressant le long des remblais de chemin de fer (*Diplotaxis tenuifolia*). Certaines plantes présentent même des adaptations morphologiques : la plupart des composées ont des feuilles très poilues et de couleur gris-vert. Citons encore la grande fréquence de plantes

à feuilles réduites : *Reseda lutea*, et diverses crucifères dont le *Diplo-taxis tenuifolia*, qui contrastent avec les espèces à larges feuilles qui envahissent les cultures voisines.

3) Opposition entre versant Sud et versant Nord : le versant Nord, plus frais, permet la croissance d'une végétation plus développée que sur le versant Sud, plus exposé aux sécheresses. Très souvent, le versant Sud reste herbeux ou occupé par un boisement clair, tandis que le versant Nord est broussailleux ou assez densément boisé. Lorsqu'il s'agit d'un terril nu, les associations pionnières à bouleau apparaissent toujours sur le versant Nord ; elles ont beaucoup de peine à réussir sur le versant Sud.

4) Opposition entre crêtes et creux : sur les terrils construits avec des glissières ⁽¹⁾, la végétation se localise dans les creux, où l'humidité est plus grande et le vent moins violent. Même lorsque le versant est entièrement boisé, la différence de taille entre les arbres des creux et ceux des crêtes est très nette, respectivement 8 m et 2 m à « CRACHET-PICQUERY ».

3. La combustion.

Ce chapitre a été largement développé dans l'article paru au mois d'avril. Je ne rappellerai que les faits principaux :

— Dans les endroits où la température est supérieure à 50°C, aucune plante ne peut résister ; le sol est nu.

— Les zones où la température superficielle varie entre 20 et 50°C sont caractérisées par l'existence d'une association végétale originale, complètement différente de celle des autres parties du terril (*Digitaria sanguinalis*, *Vulpia myuros* etc...).

4. Pauvreté du substrat.

Le substrat grossier et pauvre des terrils contrarie évidemment la bonne croissance des végétaux, sans pour autant jouer un rôle déterminant.

5. Le vent.

A son action desséchante, le vent peut ajouter des effets mécaniques, ce qui peut influencer la vigueur des arbres dans les parties supérieures (arbres tordus et inclinés).

(1) Alignements de tôles qui permettaient un meilleur étalement des schistes. Les terrils construits avec cette méthode présentent une succession caractéristique de crêtes et de creux.

Conclusion sur le milieu physique des terrils.

— Les terrils constituent un biotope peu favorable à la croissance des végétaux.

— Néanmoins, ceux-ci finissent par s'y implanter et au bout d'une période suffisamment longue (70 à 80 ans ?), il y a disparition progressive du caractère de mamelon aride (microclimat de sous-bois, formation d'humus).

II. Les étapes de la colonisation végétale

L'examen de la végétation permet de tracer l'évolution depuis les stades pionniers jusqu'aux formes évoluées.

1. Le stade « éboulis nus ».

Les plantes d'éboulis sont très peu nombreuses (en nombre et en espèces) et leur recouvrement est extrêmement faible.

Ce sont évidemment des plantes herbacées, généralement annuelles.

Les plus caractéristiques sont :

— *Reseda lutea* : la mieux adaptée semble-t-il aux milieux les plus difficiles.

— *Polygonum persicaria* (renouée).

— *Tussilago farfara* (pas-d'âne).

Lorsque le terril se stabilise, ces plantes sont concurrencées par d'autres et généralement disparaissent. *Reseda lutea* et *Polygonum* sont toujours, sur les terrils, l'indice d'un sol instable.

2. Le stade pionnier à bouleaux.

Dès que le sol atteint une stabilité relative, il se couvre d'une végétation pionnière, plus ou moins discontinue ⁽¹⁾.

L'observation de nombreux terrils récents en voie de colonisation permet de dire que la formation caractéristique est le boisement pionnier en bouleaux. Il se présente comme une broussaille de densité variable (semis denses ou plus souvent clairsemés), formée de jeunes arbres de 1 m à 1,5 m de hauteur et constituée exclusivement par des bouleaux. Les arbres fleurissent très jeunes ; aussi l'espèce s'étend-elle rapidement à la surface du terril.

(1) Si la pente est faible, le stade « éboulis nus » n'existe pas : le stade 2 se réalise directement.



PHOTO 4. — Le terril de NOIRCHAIN. Formations pionnières à *Reseda lutea*, pas-d'âne et bouleaux. Les érables ont été plantés.

Le sol reste en grande partie nu, mais beaucoup de plantes caractéristiques de la flore des terrils sont déjà présentes (composées, épilobes, vipérine, etc.).

Ainsi, le bouleau apparaît et domine dès la première phase de colonisation : cette observation s'oppose à l'idée parfois répandue qui veut que le terril soit d'abord stabilisé par des plantes herbacées, ce qui permettrait par la suite, l'installation des arbres ; il semble bien, au contraire, que la colonisation des bouleaux et des plantes herbacées soit simultanée (observations faites sur 12 terrils).

N.B. Dans certains cas, pourtant, le bouleau n'apparaît pas, sans qu'on puisse comprendre pourquoi, sur des pentes relativement faibles et situées dans des endroits où l'action de l'homme devrait a priori être peu importante. Peut-être est-ce simplement le hasard, mais ce n'est pas sûr.

3. *Le bois de bouleaux.*

Lorsque les arbres grandissent et se resèment, ils finissent par former un couvert qui étouffe la végétation herbacée (malgré le feuillage léger du bouleau). Ces fourrés prennent progressivement



PHOTO 5. — Le boisement pionnier en bouleaux et pas-d'âne du terril du « LEVANT du Flénu ».

l'aspect d'un bois. De nombreuses clairières subsistent et sont envahies par une végétation de plantes herbacées, dont les espèces sont de plus en plus nombreuses avec le temps. Le bouleau est pratiquement le seul arbre, mais presque toutes les fruticées (ronces, sorbiers, aubépines) sont déjà présentes (mais en faible nombre). Lorsque les arbres se développent et atteignent 10-15 m, leur couvert léger permet l'installation en sous-bois d'une flore assez variée. Peu à peu des espèces du type « planeur lourd » (érable, frêne) apparaissent.

D'après quelques mesures de pH effectuées, les sols de terril sont acides (pH 5 à 6). Le pH tend à s'élever dans les vieux boisements (pH de 6,5 à 7).

Le stade « bois de bouleaux » est très répandu au Borinage (sur une vingtaine de terrils). L'âge des boisements varie de 20 à plus de 50 ans.

4. *Le bois évolué.*

a) Au Borinage, il n'existe pas d'exemple de végétation spontanée ayant dépassé le stade « bois de bouleaux ». En effet, il faudrait très longtemps (80-100 ans ?) pour dépasser ce stade et avant cela,



PHOTO 6. — Le boisement en bouleaux du terril Ste HENRIETTE à Flénu. A l'avant plan, un massif de fougères-aigle (Cliché S. Secchi).

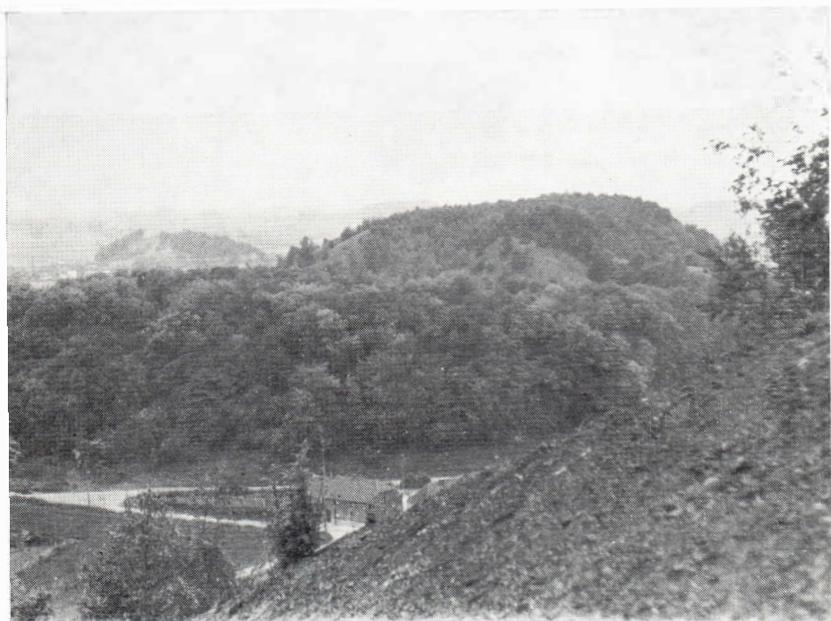


PHOTO 7. — Le boisement du terril St Louis, à Flénu (abandonné en 1933). (Cliché S. Secchi).



PHOTO 8. — Les terrils boisés de Quaregnon-Sud ; vue prise du « RIEU du CŒUR ». A l'avant plan, Ste PLACIDE. A l'arrière plan, les terrils du FIEF de LAMBRECHIES.

l'homme intervient, soit en détruisant la végétation, soit en lui substituant des boisements artificiels très variés.

b) Cependant, dans ces vieux boisements artificiels, la flore du sous-bois reste spontanée et très particulière. Elle est différente du sous-bois habituel des terrils (elle ne présente plus un caractère d'aridité) et très constante d'un terril à l'autre.

Elle se caractérise :

— Par l'abondance du lierre : le lierre envahit les vieux terrils, formant parfois un manteau continu sur le sol et grimpant aux arbres (1).

— Par son caractère nitrophile : abondance du sureau, groseiller rouge, framboisier, gaillet grateron, géranium, ortie et surtout la benoîte (*Geum urbanum*), qui est parfois la seule plante du sous-bois.

Ce caractère nitrophile paraît être dû dans une certaine mesure

(1) C'est un fait très curieux : dans le bois de St. Ghislain, même les minuscules terrils de « FOURFEYEUX » (1 à 2 mètres de haut) se distinguent immédiatement par leur revêtement de lierre, qui contraste avec le sous-bois de lamiers, primevères, jacinthes, stellaires des sols limoneux voisins.

à la fréquence des plantations de robinier (légumineuse, d'où enrichissement en azote) mais ce n'est pas toujours le cas : il existe des terrils à flore nitrophile, où le robinier est absent.

— Il subsiste néanmoins beaucoup de plantes herbacées habituelles des boisements de bouleaux, mais souvent à l'état de reliques, ou en clairière.

Ainsi au bout d'une période assez longue, les terrils perdent leur caractère d'aridité ; le sol devient meuble, riche en humus (pH 6,5-7), en lombrics et en taupes.

III. L'action de l'homme et les formations végétales de dégradation

Les aspects de l'action humaine sont multiples : parfois boisement mais plus souvent, destruction.

1. Le pâturage des moutons et des chèvres, assez fréquent au Borinage ; ces animaux coupent la végétation à ras, contrariant notamment la poussée des arbres ; les vieux terrils herbeux sont des terrils à moutons.

2. Les incendies de terribil : parfois involontaires, parfois volontaires, dans le but de régénérer l'herbe pour le bétail. Sur certains terrils, les incendies sont assez fréquents pour entretenir une formation herbeuse stable. Ces incendies ont lieu à la fin de mars ou en été.

3. Les coupes de bois ; lorsqu'elles sont trop fréquentes, la strate arborescente disparaît et ne parvient plus à se reconstituer.

4. Enfin des mutilations diverses (jeux d'enfants, vandalisme).

Ainsi, les formes d'action humaine sont multiples mais elles aboutissent généralement à la destruction de la strate arborescente, déterminant de cette manière l'existence de formes de dégradation : la pelouse et la broussaille.

1. *La pelouse.*

C'est une formation très répandue (près de la moitié des terrils). Les pelouses, généralement maigres, sont dominées par les graminées et les composées citées au début de l'étude.

Toute la flore herbacée sèche typique des terrils est ici représentée dans son développement optimum, avec une grande abondance de *Hieracium* (Piloselle et Murorum) ; les autres espèces importantes

sont *Dactylis glomerata*, *Pteridium aquilinum*, *Teucrium scorodonia*, *Hypericum perforatum*, *Linaria vulgaris*, *Melilotus*, *Fragaria vesca*, *Verbascum*, *Daucus*, *Hypochoeris*, *Echium*.

2. La broussaille.

C'est une formation moins influencée par l'homme que la précédente.

Elle domine sur 20% des terrils.

Son aspect est celui d'une lande broussailleuse, avec alternance de pelouses et de fourrés parfois très denses.

Ces fourrés se distinguent des associations pionnières :

- a) par l'abondance de fruticées, telles que l'aubépine, sorbier etc. ;
- b) par la grande abondance du genêt, qui forme de vastes massifs, très décoratifs d'ailleurs, surtout au moment de la floraison.

Conclusion

La végétation des terrils présente un intérêt scientifique certain, aussi bien au point de vue floristique que écologique.

Il s'agit d'une flore d'une richesse et d'une variété généralement insoupçonnées et qui mériterait une étude botanique approfondie.

Les régions périglaciaires, arctiques et subarctiques

par C. VANDEN BERGHEM (1)

Les géographes ont introduit le terme « périglaciaire » pour qualifier des régions présentant des caractères particuliers et s'étendant, en auréoles plus ou moins larges, autour des territoires actuellement couverts de glace. Dans notre exposé, nous nous limiterons à l'auréole périglaciaire arctique, étymologiquement celle située du côté de l'ours — les anciens navigateurs se dirigeaient vers le nord en visant l'étoile polaire, elle-même repérée grâce à la constellation de la Grande Ourse. Nous négligerons donc la région périglaciaire antarctique et celles qui entourent les glaciers des hautes montagnes dans les zones tempérées, tropicales et équatoriale.

Une des limites de la région périglaciaire arctique est évidemment la lisière des calottes glaciaires arctiques. Mais où tracer la frontière méridionale de cette région ? C'est la question à laquelle nous tenterons de répondre aujourd'hui.

Il est possible d'imaginer que cette limite se confonde avec une ligne astronomique rigide, le cercle polaire arctique ou un cercle qui lui soit parallèle. Une autre ligne, celle-ci ondoiyante, est proposée par les géographes. C'est la ligne au nord de laquelle se manifestent les phénomènes appelés périglaciaires et dont un des plus marquants est le maintien, dans les profondeurs du sol, d'un horizon restant gelé durant toute l'année. Les botanistes, de leur côté, font souvent correspondre la région périglaciaire arctique avec les territoires occupés par la toundra, une formation végétale constituée de plantes basses dans laquelle manquent les arbustes hauts de plus de 25 cm et les arbres.

Les saisons et les climats.

Le cercle polaire arctique délimite un territoire qui est éclairé par le soleil durant 24 heures consécutives, au moins durant un jour de l'année. L'obscurité ne s'établit pratiquement pas durant

(*) Conférence donnée aux Naturalistes Belges le 2 décembre 1968.

l'été. De cette façon, la longueur des périodes journalières durant lesquelles la photosynthèse s'établit compense la brièveté de la saison favorable à la vie des plantes. Une végétation relativement riche en espèces et en individus occupe ainsi des territoires apparemment peu hospitaliers.

Si toute la calotte arctique connaît le même rythme des saisons, le même régime lumineux, les autres facteurs du climat général varient considérablement d'un point à l'autre. D'une façon schématique, on reconnaît, à une même latitude, des territoires dont le climat est du type océanique et d'autres dont le climat est du type continental. Les premiers connaissent des températures qui, sans être jamais élevées, fluctuent peu au cours de l'année ; les précipitations sont importantes. C'est ainsi, par exemple, qu'à Reykjavik, en Islande, la température moyenne du mois le plus chaud est de 11° et celle du mois le plus froid de -1° ; l'amplitude de la variation moyenne annuelle est donc de 12° . Dans les régions dont le climat est continental, les températures d'été diffèrent considérablement de celles de l'hiver ; les précipitations sont souvent faibles. A Fort Yukon, dans l'Alaska, la température moyenne du mois le plus chaud est ainsi de $15,9^{\circ}$ et celle du mois le plus froid de $-6,7^{\circ}$. La différence entre les deux moyennes est donc de $22,6^{\circ}$.

Les nuances qui apparaissent dans le régime des températures et dans celui des précipitations se manifestent dans la genèse des sols, dans le modelé du relief, dans la composition du couvert végétal. La région arctique, telle qu'elle est définie par les astronomes, est le siège de phénomènes géomorphologiques variés. Ces territoires ne sont pas occupés par un tapis végétal uniforme.

Les phénomènes périglaciaires actuels et passés.

Les phénomènes périglaciaires décrits par les géographes influencent essentiellement la formation du sol et le modelé du relief.

Les processus par lesquels apparaît une terre meuble dans les régions tempérées sont principalement de nature chimique. En particulier, les particules minérales s'altèrent plus ou moins rapidement. Les processus de cette nature n'ont qu'une importance subordonnée dans les régions périglaciaires. Ce sont ici des processus de nature physique qui jouent les rôles principaux dans la formation de la terre meuble. Plus particulièrement, l'intervention des alternances du gel et du dégel ainsi que celle de la force vive des vents sont capitales.

Avant de parler de l'action de ces facteurs physiques, il est un point important qu'il ne faut pas perdre de vue. L'étendue des glaciers arctiques et, en corollaire, celle de la région périglaciaire arctique, ont varié au cours des temps, plus particulièrement durant tout le Quaternaire. Une immense calotte glaciaire a occupé tout le nord de l'Europe et s'étendait, vers le sud, jusqu'aux environs de Londres et d'Amsterdam. Après un recul temporaire et un amenuisement considérable de ces masses de glace, un nouvel inlandsis vint recouvrir la péninsule scandinave, l'Allemagne septentrionale, l'Écosse et l'Irlande du nord au cours d'une période relativement récente — approximativement de 70 000 à 12 000 avant J.-C. —, habituellement connue sous le nom de Würm. Durant la phase optimale de cette dernière glaciation, la limite méridionale de la région périglaciaire arctique descendit jusqu'aux Pyrénées et aux Alpes. Les phénomènes périglaciaires se sont donc manifestés dans des régions actuellement tempérées. Ils y ont laissé de nombreuses traces dans le relief et dans les sols. A côté de territoires où les phénomènes périglaciaires se déroulent actuellement, il en existe donc d'autres où subsistent ce qu'on pourrait appeler les restes fossilisés de phénomènes périglaciaires du passé.

Parlons maintenant des phénomènes périglaciaires.

La fragmentation des roches.

Un effet de l'alternance répétée du gel et du dégel est de briser les roches en fragments dont le volume dépend de la nature de la roche en question, de la fréquence des cycles 'gel-dégel', aussi de l'intensité et de la durée du gel. Ce sont principalement les films d'eau présents dans les joints de stratification et dans les diaclases de la roche qui se gonflent au moment du gel et qui font éclater la pierre. Les débris s'amoncellent au pied des pointements rocheux ou glissent le long des pentes par gravité. Une grande partie de la région périglaciaire arctique est ainsi un désert de pierres éclatées.

Dans certains cas, les débris rocheux tombent sur une langue glaciaire en mouvement et sont transportés vers l'aval en même temps que la glace. Lorsque celle-ci fond, les pierres, éventuellement usées par le frottement au cours de leur voyage, sont accumulées en moraines aux formes caractéristiques.

Les champs de pierres éclatées et les moraines caillouteuses constituent des substrats difficilement colonisés par la végétation.

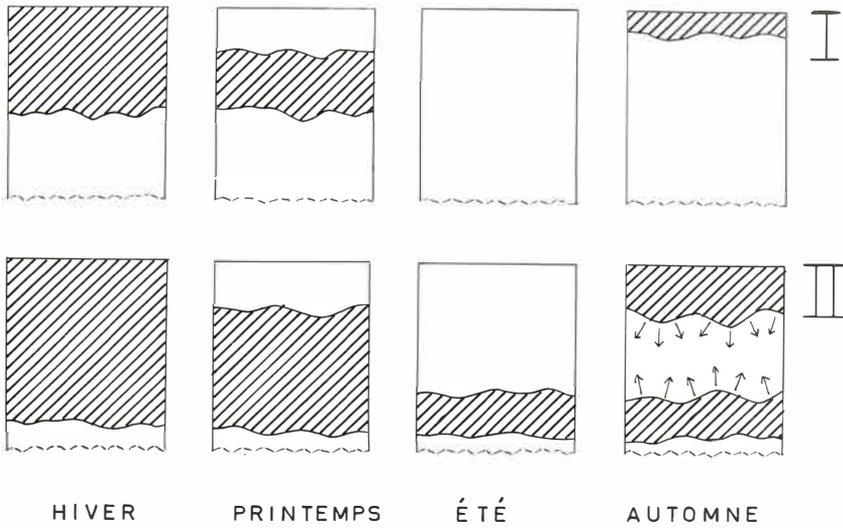


FIG. 1. — Représentation schématique de l'apparition d'un mollisol et de la formation d'une couche de sol cryoturbée. I : Une couche de sol gelée en permanence n'apparaît pas dans les régions dont le climat est relativement océanique. Un mollisol se forme pourtant au printemps. II : Une couche profonde du sol reste gelée en permanence dans les régions dont le climat est plus continental. Les cryoturbations se développent en automne, lorsqu'une couche de mollisol résiduel est coincée entre deux couches de sol gelé (Les couches de sol gelé sont marquées de lignes obliques).

Le mollisol ; la cryoturbation.

Un autre effet du gel et du dégel est l'apparition, au moment du dégel, d'une couche de sol superficielle devenant fluide et mobile, le « mollisol » (fig. 1).

En hiver, les sols meubles gèlent jusqu'à une profondeur plus ou moins grande, en relation avec le climat général, relativement océanique ou continental. Au printemps, lorsque la température à la surface du sol oscille autour de 0°, la répétition du dégel de la partie supérieure du substrat suivi de son regel altère la structure de l'horizon le plus proche de la surface. En été, cette partie du sol est transformée en une bouillie saturée d'eau. Ce mollisol ne s'égoutte que très lentement lorsque la surface du substrat est horizontale et qu'une couche imperméable empêche la percolation du liquide. Cette couche imperméable est généralement la partie profonde du sol qui reste gelée en permanence ou qui ne dégèle que très tardivement.



FIG. 2. — Couche de sable cryoturbé photographiée en Campine, aux environs de Turnhout. La pelle, à gauche, donne l'échelle (photo A. Munaut, en avril 1967).

Le mollisol est animé de mouvements de convection dont le mécanisme n'est pas encore bien compris. Nous reparlerons de ces mouvements. Disons déjà que le brassage continu des particules solides dans une bouillie limoneuse ou argileuse freine de façon considérable l'installation des plantes sur ce substrat.

En automne, la partie superficielle du sol gèle à nouveau. Dans ces conditions, un mollisol résiduel est coincé entre deux couches gelées si le substrat conserve en permanence un horizon gelé en profondeur. Ce mollisol subit des pressions considérables provoquées par l'augmentation du volume de l'eau qui se transforme en glace. Il est tordu de façon violente et se plisse irrégulièrement. On dit qu'une pareille couche de sol est « cryoturbée ». Le phénomène de cryoturbation apparaît nettement lorsque le sol qui le subit est formé de couches minces colorées de façon contrastée. Les festons du sol cryoturbé se dessinent alors remarquablement sur les parois d'une tranchée taillée dans un sol qui a été soumis au processus que nous venons de décrire (fig. 2).

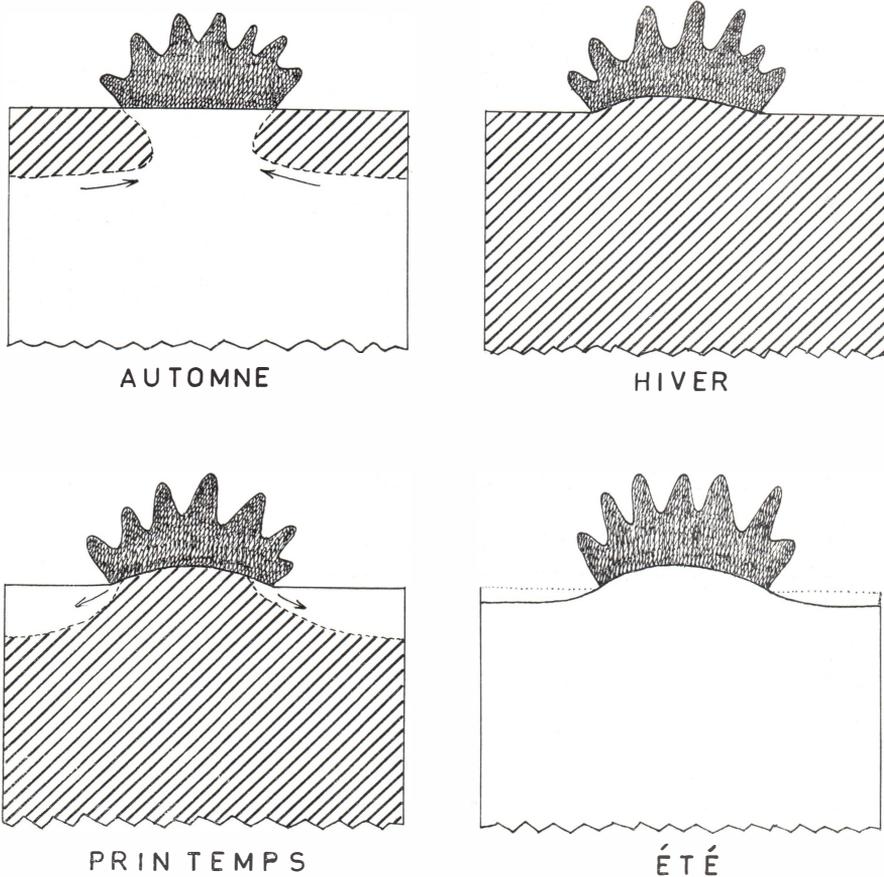


FIG. 3. — Représentation schématique de l'influence d'une plante sur le gel et le dégel du sol. En automne, la progression du gel dans le sol est freinée. Au printemps, par contre, le sol sous-jacent à la plante est dégelé tardivement.

Le microrelief à buttes.

Jusqu'à présent, nous avons supposé que la surface horizontale du sol était dépourvue de végétation. Dans ces conditions, le gel pénètre régulièrement dans le substrat et, au printemps, celui-ci dégèle tout aussi régulièrement. La situation est différente lorsque des plantes sont présentes (fig. 3). Chaque végétal forme un écran qui ralentit la pénétration du gel dans le sol. Le mollisol qui subsiste un certain temps sous la plante subit des pressions latérales lorsque le sol nu qui l'entoure augmente de volume sous l'effet du gel. La plante est ainsi portée au sommet d'une petite butte qui, bien entendu,



FIG. 4. — Lande dont la surface est marquée d'un microrelief à buttes. La photo a été prise à Blönduos, en Islande (photo J. Heim, en juillet 1968).

finit par être figée par le gel. Au printemps, lors du dégel, la plante joue à nouveau le rôle d'écran. Le végétal est juché au sommet d'une bosse encore gelée alors qu'un mollisol est déjà formé autour de lui. Les éléments fins du sol sont entraînés vers le bas, ce qui a comme résultat d'accentuer les pentes de la butte. Le phénomène, multiplié dans l'espace, se répétant fréquemment, la surface du sol est finalement marquée d'un microrelief à buttes souvent observé dans la région périglaciaire arctique. Ces buttes, les « thufur » des Islandais, ont un diamètre de l'ordre du mètre et sont généralement hautes d'une cinquantaine de centimètres. Elles sont séparées les unes des autres par des couloirs larges de quelques décimètres (fig. 4).

L'apparition des buttes provoque un remaniement du tapis végétal en fonction des caractères écologiques contrastés des différents éléments du microrelief. Certaines plantes végèteront sur le sommet, relativement sec, des buttes. D'autres seront localisées dans les creux plus humides où la neige s'accumule en hiver. Quelques plantes apparaîtront exclusivement sur la face des buttes exposée aux vents dominants ou, au contraire, seront cantonnées sur la face opposée.

Les sols polygonaux.

Nous savons que le mollisol est brassé par des courants de convection dont le mécanisme est encore mal connu actuellement. Ces



FIG. 5. — Sol polygonal photographié aux environs de Blönduos, en Islande. La cellule photoélectrique donne l'échelle (photo C. Vanden Berghen, en juillet 1968).

mouvements qui animent le sol se manifestent de façon spectaculaire lorsque des pierres sont enrobées dans un matériel fin, limoneux ou argileux. En effet, dans ce cas, les différents éléments présents dans le sol sont triés en fonction de leur volume. Les particules fines s'agglomèrent au centre de polygones tandis que les éléments les plus grossiers s'écartent de ce centre et dessinent finalement le contour des polygones. Il se constitue ainsi un « sol polygonal » dont les mailles ont généralement un diamètre de l'ordre du mètre (fig. 5). Pour qu'une pareille structure puisse apparaître, il est nécessaire qu'un horizon imperméable soit présent sous la couche de sol dans laquelle se produit le tri.

Les sols polygonaux ne se développent pas sous un couvert végé-

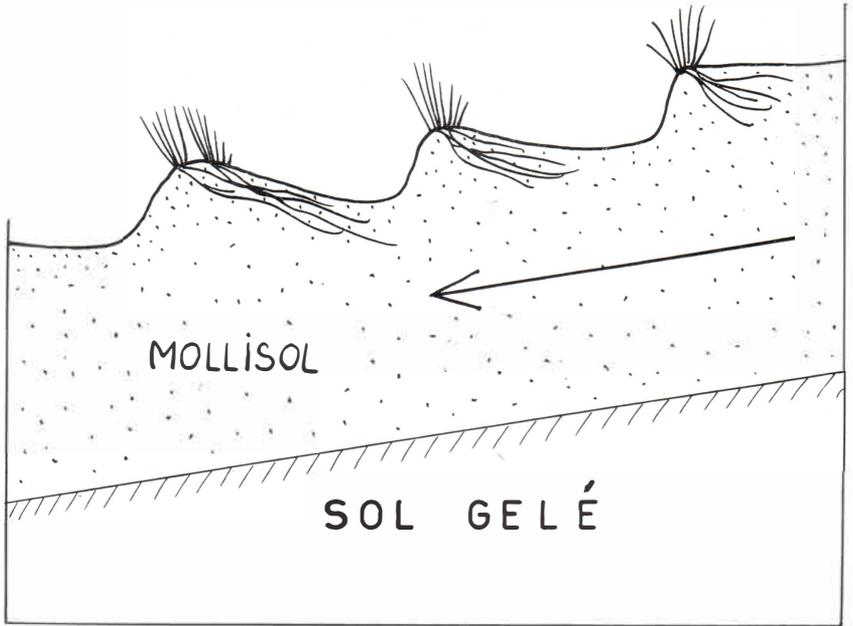


FIG. 6. — Représentation schématique de la solifluxion entravée.

tal. Ce n'est que lorsque celui-ci manque ou qu'il a été détruit sur une surface horizontale d'étendue limitée, que le processus de formation d'un sol polygonal s'y déclenche. Les mouvements du sol inhibent la colonisation du substrat par une végétation pionnière ou même empêchent toute apparition d'une vie végétale. Dans de nombreux cas, la surface dénudée s'agrandit progressivement par la destruction du bord du manteau végétal dans lequel la surface marquée de polygones de pierres est enclavée.

La solifluxion.

Les sols à buttes et les sols polygonaux se forment exclusivement sur des surfaces horizontales. Sur une pente, même faible, le mollisol glisse sur la couche profonde imperméable. La masse fluide est entraînée vers l'aval sous l'effet de la pesanteur en transportant éventuellement les blocs rocheux qu'elle contient en son sein. Il y a solifluxion.

Si le sol est protégé par un tapis végétal, celui-ci freine le mouvement de descente et la solifluxion est entravée (fig. 6). Il se forme,

dans ce cas, des bourrelets dont la face aval est convexe. Les pentes présentent alors un relief particulier, en gradins, chacun de ceux-ci correspondant à une langue de solifluxion.

Les ségrégations de glace ; les pingos.

Les cristaux de glace qui apparaissent au moment du gel dans un sol relativement compact ne sont pas disposés d'une façon quelconque mais sont groupés en des masses enclavées dans la matière minérale gelée. Il y a formation de ce qu'on appelle des « ségrégations de glace ». Dans certaines conditions, le volume de celles-ci peut être considérable.

Les voyageurs qui parcourent les régions arctiques dont le climat est particulièrement rigoureux, sont intrigués par la présence d'accidents du relief très caractéristiques. Il s'agit de buttes hautes d'une dizaine ou d'une vingtaine de mètres portant souvent une végétation aberrante par rapport à celle de la plaine qui les entoure. Ces buttes ont reçu le nom esquimau de « pingo ». Leur sol superficiel, minéral ou plus ou moins tourbeux, parfois crevassé, recouvre une énorme ségrégation de glace en forme de lentille. C'est la croissance lente de celle-ci qui a progressivement soulevé le sol sus-jacent (fig. 7).

Un pingo apparaît dans un site où une couche de terre meuble, perméable à l'eau, est coincée entre deux couches imperméables, généralement une roche profonde de nature compacte et un horizon superficiel meuble gelé en permanence. L'eau sous pression contenue dans l'assise perméable trouve éventuellement un exutoire par une brèche, par une solution de continuité, existant dans la couche gelée. Arrivée à proximité de la surface du sol, cette eau est prise par le gel et forme une hernie qui est l'embryon d'un pingo. Celui-ci grandira aussi longtemps que le noyau gelé sera alimenté par de l'eau venant des profondeurs. Le sol soulevé par la glace de ségrégation se dégèle partiellement en surface durant la saison chaude. Le mollisol qui se forme sur la butte se dessèche évidemment beaucoup plus rapidement que le mollisol qui recouvre la plaine environnante. Il est donc compréhensible que le pingo porte une végétation moins hygrophile et qu'il puisse même éventuellement être strié par de profondes fentes de dessiccation.

Le pingo peut subsister durant des siècles et même durant des millénaires. Pourtant, si le climat vient à s'améliorer, la glace fondra lentement et la butte s'affaissera progressivement. Finalement, la glace ayant disparu, il ne restera du pingo qu'une cicatrice : une

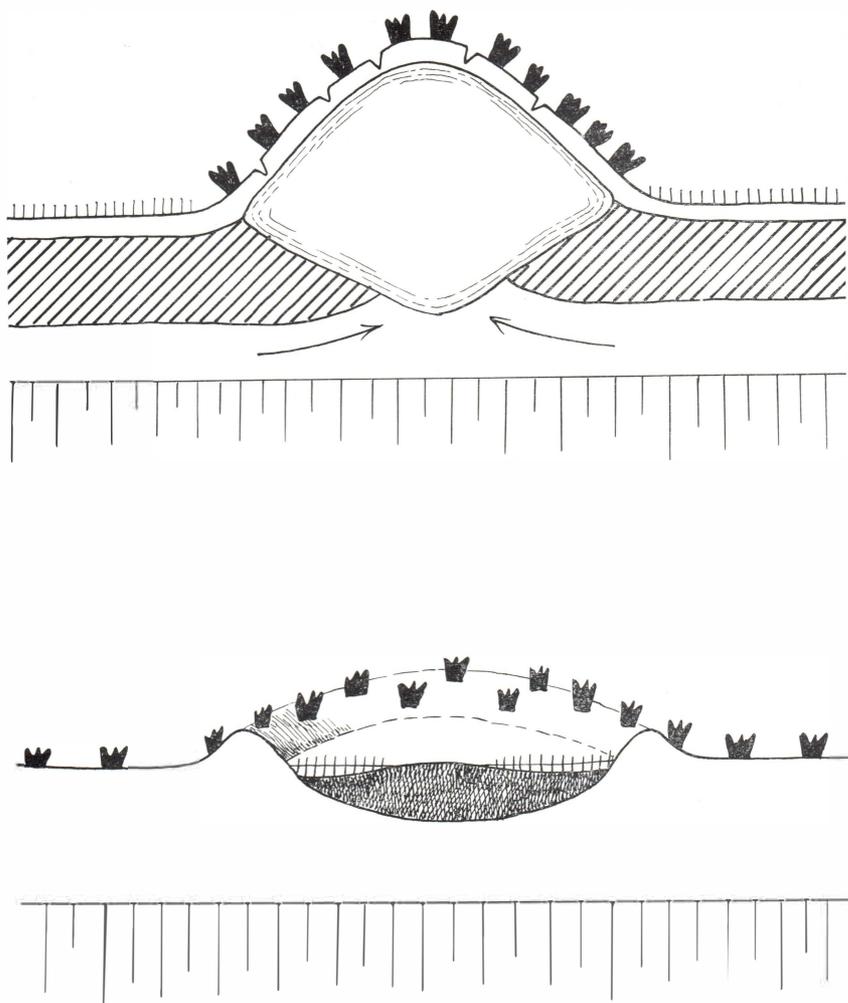


FIG. 7. — Schéma représentant un pingo vu en coupe (en haut) et la cicatrice laissée dans le sol par ce pingo après la fonte de son noyau de glace (en bas).

dépression souvent circulaire ou ovale dont le diamètre est habituellement compris entre 30 et 100 mètres, dimensions correspondant à celles de la base du pingo disparu. Cette dépression est souvent ceinturée d'un bourrelet de terre haut de quelques décimètres ou de quelques mètres. Le creux se remplira d'eau dans laquelle se développera, plus ou moins rapidement, une végétation de tourbière. Les dépôts organiques édifiés par celle-ci finiront par colmater la dépression. De pareilles cicatrices de pingos ont été mises en évi-

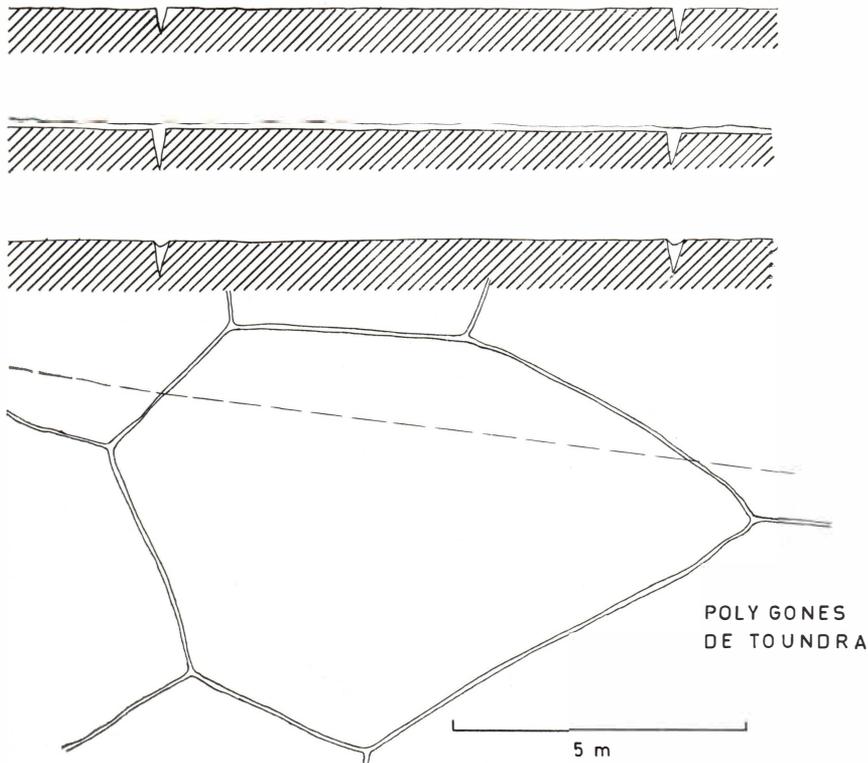


FIG. 8. — De haut en bas : des fentes apparaissent dans un sol gelé jusqu'à grande profondeur ; les fentes se remplissent de neige ; la neige se transforme en glace (coupes) ; un polygone de toundra limité par des fentes remplies de glace, dessiné en plan.

dence, en Belgique, sur le plateau des Hautes Fagnes et sur celui de la Baraque de Fraiture où ces dépressions sont connues depuis longtemps sous le nom de « viviers ». Le noyau de glace des pingos en question aurait fondu à la fin de la dernière glaciation.

Les polygones de toundra.

Lorsque la température du sol reste très basse durant la plus grande partie de l'année, ce qui se produit dans les territoires arctiques dont le climat est du type continental, le sol gelé se contracte et il s'y développe un réseau de fentes. Celles-ci, larges d'abord de quelques centimètres, dessinent des polygones dont le diamètre est de l'ordre du décamètre (fig. 8 et 9). Ils sont appelés « polygones de toundra » et ne doivent pas être confondus avec les polygones dé-



FIG. 9. — Traces de polygones de toundra, non fonctionnels actuellement, photographiées aux environs de Reykjahlid, en Islande (photo J. Heim, en août 1968).

crits précédemment, dont le diamètre est d'un mètre environ et qui résultent du tri des éléments du sol. Les fentes rectilignes du réseau des grands polygones se remplissent de neige. Celle-ci se transforme en glace qui n'a pas le temps de fondre durant les quelques mois d'été. Les masses de glace ainsi formées ont tendance à augmenter de volume ; les fentes deviennent de plus en plus profondes tout en s'élargissant vers le sommet ; de véritables « coins de glace » apparaissent dans le sol.

Les traces de polygones de toundra, datant de la dernière période glaciaire, sont parfois observées dans les régions actuellement tempérées mais incluses jadis dans le domaine périglaciaire arctique. Les fentes devenues béantes après la fonte de la glace qu'elles contenaient se sont progressivement remplies de matériel minéral provenant de la partie superficielle du sol. Dans la paroi d'une glaisière ou d'une sablonnière, apparaît ainsi parfois un accident de stratification de forme triangulaire, profond de plusieurs décimètres ou de quelques mètres, large au sommet de 2 - 3 décimètres, dans lequel plongent les couches de la partie supérieure du dépôt (fig. 10). Il s'agit de la cicatrice d'un coin de glace. Dans des circonstances favorables, il est possible de noter, en plan, le réseau polygonal à grandes mailles tracé par l'ensemble des fentes.



FIG. 10. — Cicatrice d'un coin de glace apparaissant sur la paroi d'une tranchée creusée dans des sables, en Campine, entre Herentals et Heist-op-de-Berg. Après la fonte de la glace, la fente a été remplie de sédiments éoliens de même nature que ceux qui forment la couche supérieure. La fente était profonde d'une cinquantaine de centimètres (photo A. Munaut, en juin 1967).

L'action du vent.

Les paysages des régions arctiques et leur végétation portent non seulement l'empreinte des effets des alternances du gel et du dégel, mais également celle de l'action du vent, souvent violent dans ces territoires.

Les vents remanient la couche de neige. Celle-ci, en effet, s'accumule dans les creux du relief tandis que les crêtes sont souvent dépourvues de toute protection durant les périodes de gel intense. Les

organes aériens des plantes qui y croissent sont desséchés par le renouvellement rapide de l'air ambiant ; ces organes sont éventuellement blessés par des particules de loess ou par des cristaux de glace, lancés avec force. On comprend, dans ces conditions, que le tapis végétal présente une nette variabilité en fonction de son exposition aux vents dominants.

Dans certains cas, la végétation est détruite et le sol meuble mis à nu est emporté lors d'une tempête. Dès qu'une pareille blessure apparaît dans le couvert végétal—que les rigueurs du climat arctique rendent souvent très maigre—une véritable catastrophe peut se déclencher. La brèche pratiquée dans le manteau protecteur du sol s'agrandit rapidement par le déchaussement des arbustes et des plantes herbacées qui croissent en périphérie de la zone de déflation. Celle-ci s'étend comme un véritable chancre. Des surfaces de l'ordre de l'hectare ou même du kilomètre carré peuvent être rapidement transformées en déserts. Bien entendu, le sable ou le limon enlevé ici est déposé ailleurs. De grandes étendues des régions arctiques et subarctiques sont ainsi ennoyées sous des dépôts de loess ou sont couvertes de dunes mobiles que la végétation ne fixe qu'avec les plus grandes difficultés.

Les tourbières.

Les restes de végétaux morts s'altèrent très lentement dans les régions périglaciaires. Le climat froid inhibe les activités de la faune du sol et celles de la flore microscopique responsable de la dégradation des molécules organiques. Les débris s'accumulent à la surface du substrat et ne se mélangent pas avec les particules minérales. Dans ces conditions, de grandes surfaces de la région arctique sont recouvertes d'une assise de tourbe. D'une façon plus précise, les tourbières jouent un rôle important dans les paysages des territoires situés vers la limite méridionale de cette région, dans un domaine qui peut être qualifié de subarctique. En effet, plus au nord, le développement de la végétation est freiné par la brièveté de la saison durant laquelle la photosynthèse peut s'établir. La croissance des plantes y est très lente et peu de matière organique est donc élaborée. Par voie de conséquence, les dépôts tourbeux seront modestes dans la partie septentrionale de la région périglaciaire.

Le développement des tourbières est favorisé, dans les territoires considérés, par un relief particulier, caractérisé par la présence de nombreuses dépressions fermées et par l'existence de zones mal drai-

nées. Ce relief a été façonné par les glaciers lors de leur dernière progression vers le sud. Les terres débarassées de leur couverture de glace présentent, en effet, des formes émoussées et sont creusées d'innombrables cuvettes. Celles-ci se transforment en lacs et sont envahies par la végétation dès que les caractères du climat s'améliorent. Une tourbière basse s'installe lorsque de la matière organique colmate la pièce d'eau.

La toundra.

Pour certains phytogéographes, la région périglaciaire arctique correspond au territoire occupé par la toundra. Celle-ci est une formation végétale, ouverte ou fermée, constituée de mousses, de lichens, de plantes herbacées basses et de petits buissons, à l'exclusion des arbustes hauts de plus de 25 cm et des arbres. Différentes variantes ont été reconnues dans ce type de végétation installé sur des sols relativement secs. Dans certains cas, l'abondance des mousses et des lichens donne une physionomie particulière à la toundra. Ailleurs, des petits buissons, très ramifiés et appliqués contre le sol, ont un rôle dominant. En Europe, on reconnaît ainsi des toundras à saules nains, à bouleau nain, *Betula nana*, à *Empetrum nigrum*, à Ericacées, notamment avec la myrtille-de-loup, *Vaccinium uliginosum*, et le raisin d'ours, *Arctostaphylos uva-ursi*.

La toundra, en de nombreux endroits, ne se maintient qu'avec difficulté. Nous savons, en effet, que le tapis végétal de la région périglaciaire subit les effets des mouvements qui animent le sol lors du dégel et que des vents violents soufflent toute l'année. L'action conjuguée de ces deux facteurs écologiques donne souvent un aspect écorché à la toundra et empêche la formation d'un couvert végétal fermé.

Les fourrés d'arbres à feuilles caduques.

Au sud des territoires occupés par la toundra arctique, dépourvue d'arbres, et au nord des étendues couvertes par la taïga boréale, la forêt de conifères toujours verts, existe une zone de transition signalée par des fourrés d'essences à feuilles caduques, souvent des bouleaux ou des aulnes. En Europe septentrionale, ces boqueteaux sont généralement constitués par le bouleau tortueux, *Betula pubescens* subsp. *tortuosa*, dont la taille ne dépasse pas 12 mètres.

Les conditions climatiques rendent souvent l'existence de ces four-

rés des plus précaires. La végétation arborescente se trouve réellement à la limite des territoires qu'elle peut occuper. Dans ces conditions, les fourrés se dégradent et s'éclaircissent facilement.

Leur destruction finale peut être provoquée par un facteur naturel comme, par exemple, une chute de neige particulièrement abondante qui brise les branches et les troncs. La végétation arborescente peut aussi être annihilée par le fait de l'homme qui exploite les bois de façon inconsidérée ou qui y fait pâturer ses troupeaux. Dans tous les cas, le fourré détruit est remplacé par une lande ou par une prairie dont la composition floristique est proche de celle de la toundra.

Les phénomènes périglaciaires décrits précédemment, notamment la formation d'un sol polygonal sur une surface horizontale et la solifluxion sur les pentes, se manifestent dans la ceinture de végétation signalée par des fourrés d'arbres à feuilles caduques. Seulement, ces phénomènes se déclenchent exclusivement dans les sites naturellement dépourvus de végétation ou dans ceux dont le couvert végétal a été fortement dégradé, sinon détruit. Les phénomènes périglaciaires sont donc ici des phénomènes azonaux ; ils ne se produisent que dans des circonstances particulières, lorsque la végétation optimale est remplacée par une végétation secondaire. Cette observation justifie la position des phytogéographes qui distinguent deux grandes zones de végétation au nord de la taïga : la zone arctique proprement dite, domaine de la toundra, et la zone subarctique, domaine des fourrés d'essences feuillues.

La taïga.

La taïga s'avance loin vers le nord dans les régions arctiques soumises à un climat continental, dans l'Alaska et en Sibérie orientale par exemple. La forêt y est éventuellement installée sur un sol présentant, en profondeur, un horizon gelé en permanence. Le phénomène se manifeste lorsque la quantité de chaleur reçue au sol durant l'été très bref est suffisante pour assurer la croissance des arbres mais qu'elle ne parvient pas à dégeler complètement la couche de sol figée par le gel intense de l'interminable hiver. Dans certains cas, pourtant, notamment en Sibérie orientale, la couche de sol gelée en permanence est fossile et est conservée dans les profondeurs du substrat depuis l'optimum de la dernière période glaciaire. Il n'y a pas contact, même au plus fort de l'hiver, entre la couche de sol superficiel qui gèle annuellement et la surface supérieure de la couche profonde gelée de façon permanente.

Conclusion.

Que pouvons-nous maintenant conclure ?

Les phénomènes périglaciaires décrits par les géographes se manifestent actuellement dans une vaste région de l'hémisphère boréal. Au sud de ce territoire, dans des régions dont le climat est actuellement tempéré, subsistent des traces importantes des phénomènes périglaciaires qui s'y sont déroulés dans le passé. On peut remarquer que les limites méridionales des zones où sont observés les différents types de phénomènes périglaciaires ne correspondent pas. Les pingos, par exemple, sont localisés dans l'extrême nord de l'Arctique. Par contre, les sols polygonaux, à petits polygones de pierres, apparaissent dans des territoires dont le climat est moins rigoureux.

Les botanistes, dans les régions arctiques où se déroulent les phénomènes périglaciaires actuels, reconnaissent trois formations végétales principales disposées, sur le globe, en ceintures très sinueuses grossièrement concentriques. Du nord au sud, ils distinguent la toundra, les fourrés d'arbres à feuilles caduques, la taïga boréale.

On constate donc qu'il n'y a pas concordance entre les limites des territoires périglaciaires des géographes et celles des surfaces occupées par les différentes formations végétales reconnues par les botanistes.

Indications bibliographiques

On trouve une excellente vue d'ensemble sur les phénomènes périglaciaires, avec des listes bibliographiques très étoffées, dans TRICART (J.) *Le modelé des régions périglaciaires*, in TRICART (J.) et CAILLEUX (A.) : *Traité de Géomorphologie*, tome II, 512 pp., Paris, 1967.

Les principales formations végétales du globe sont décrites par EYRE (S.R.) *Vegetation and soils, a world picture* (2^e édition), 328 pp., Londres, 1968.

Bibliographie

Nous avons reçu :

- Ami de la Nature (l')*, n° 3, 1969.
Ph. SAINT MARC : Socialisation de la nature... ou suicide collectif — MARIE P. : A propos d'un bicentenaire — C. PUCEL : Nouveau refuge dans la France de l'Ouest : Vaireau — A. ZACCARIE : Les étangs pluviaux dans le Massif des Maures.
- Id.*, n° 4, 1969.
L. MERCIER : La nature en péril — R. HIERNAUX : Les Alpes romantiques — J. E. : La Haute-Borne — A. ZACCARIE : Incendies de forêt en Provence, les causes.
- Amoeba*, n° 1, 1969.
L. BEYLSMIT : Natuurbeschermingscommissie — G. LAEYENDEKKER : Een nieuwe vangmethode in de hydrobiologie — G. DIRKSE : Veldbotanische schets van het noord-oostelijk deel der Gelderse vallei.
- Bulletin Mus. nat. Hist. nat.*, n° 3, 1969.
J. NOUVEL, e. a. : Rapport sur la mortalité et la natalité enregistrées au Parc zoologique de Paris pendant l'année 1967 — M. GOYFFON & J. M. RIDET : Microdosage du calcium dans l'hémolymphe du Scorpion *Androctonus australis* (L.) — A. TIXIER-DURIVAUT & F. LAFARGUE : Quelques Octocoralliens des côtes françaises — G. BRUN : Quelques données sur les températures dans le sable d'une dune du littoral méditerranéen.
- Id.*, n° 4, 1968.
M. PHISALIX : La livrée des Vipères de France — J.-P. MAURIÈS : Myriapodes de l'île aux Singes (Makokou, Gabon) récoltés par J. A. BARRA—GINSBURG, L. : La plus ancienne Antilope d'Europe, *Eotragus artenensis* du Burgigalien d'Artenay — J.-M. TURMEL : Dynamisme végétal. Sédimentation et érosion dans les prés-salés. IV.
- Bulletin de l'Association des Naturalistes du Loing et de Fontainebleau*, n° 3-4, 1969.
Protection de la nature — Géologie — Ornithologie — Entomologie.
- Bulletin de World Wildlife Fund — Belgium*, n° 9, mars 1969.
S.O.S. — Bébés Phoques — S.O.S. Bébés Léopards — Tenderies — A la découverte de la nature.
- Bulletin d'information, Équipe spéléo de Bruxelles*, n° 37, décembre 1968.
J. P. FONTAINE : Les grottes et leurs mystères — G. DE BLOCK : Les plongées exploratives de 1878 à 1967 à la Fontaine de Vaucluse — M. DUPUIS : La plongée libre en spéléologie — J. GAISLER & V. HANAK : Résumé des résultats du baguement des Chiroptères en Tchécoslovaquie — R. DE ROECK : Momification dans les grottes.
- Bulletin de l'Association Belge de malacologie, conchyliologie et paléontologie*, n° 3, 1969.
Pour le débutant : lexique de conchyliologie (suite) — Les Mollusques du littoral belge, 7 — Le coin des paléontologistes — M. LUCAS : Les Polyplacophores des côtes européennes.

Levende Natuur (de), n° 3, 1969.

R. MEYER & J. VAN DER STRAATEN : De grote rivieren, een vergeten natuurgebied — J. VAN DER TOORN, e. a. : De vegetatie van zuidelijk Flevoland in 1968 — A. VAN FRANKENHUYZEN & J. M. FRERIKS : Waarnemingen aan de slakkespoor-mineermot op populier — S. BRAAKSMA : Het nieuwe natuurreservaat de dertienmorgenwaard.

Natur und Museum, Bd. 98.

H. 9 : A. R. KRANZ : Chimären unter den Pflanzen — P. M. NIAUSAT & Cl. GRENOT : Die Widerstandsfähigkeit von Skorpionen und anderen Gliedertieren gegen ionisierenden Strahlung — H. MALZ : *Climactichnites*, die Kriechspur eines noch unbekanntes kambrisches Tieres — K. GRIPP : Belemniten-Bruch vom Ostseestrand — MEYER-V. B. ROCHOW : Kaulquappen und ihre Zähne.

H. 10 : F. J. KRIBBEN : Die Embryokultur in ihrer Bedeutung für die Bastardforschung bei Blütenpflanzen — S. RIETSCHEL : Bedeutung, Muttergestein und Fundumstände der Weichkörper Wissenbacher Cephalopoden — W. STÜRMER : Einige Beobachtungen an devonischen Fossilien mit Röntgenstrahlen — A. ZEISZ : Fossile Cephalopoden mit Weichteilen.

H. 11 : W. SCHAFFER : Museum und Forschung — G. SOLLE : Die Kataakte des Nils, IV — W. MAKATSCH : Die Seeschwalben Griechenlands.

H. 12 : H. G. FROMME : Die Darstellung tierischer und pflanzlicher Bauformen im Oberflächen-Raster-Elektronenmikroskop — M. MACKAUER : Tierengeografische Aspekte der biologischen Schädlingsbekämpfung — W. SCHAFFER : Aktuopaläontologische Beobachtungen, 8 — A. W. STEFFAN : Der Baikalsee und die Herkunft seiner Tierwelt.

Natura mosana, n° 3, 1968.

J. LEBEAU : Conceptions taxonomiques nouvelles dans le genre *Mentha* — J. DUVIGNEAUD : Découverte de l'orme lisse à Loverval — Activités de la société — Activités des sociétés affiliées — Comptes-rendus de lectures.

Natura, n° 1, 1969.

F. J. KEUPER : Alpenpflanzen als hobby — E. AKMA : Kerkuilen voor de lens — Unesco-conferentie : de mens en zijn omgeving.

Id., n° 2, 1969.

J. KLEINHOUT : Roverij bij insekten — J. BOLMAN : Saffloer, de bloem der Egyptische koningsgraven — A. VAN FRANKENHUYZEN : De kersmineermot, een interessante bladmineerder — J. J. WILLEMSE : Schol-larven zijn symmetrisch.

Id., n° 3, 1969.

Reizen en kampen 1969.

Natural History, n° 1, 1969.

L. SCHOEN : Contact with the Stone Age — M. BATES : Getting through winter — J. T. BONNER : The size of life — S. RADINOWSKY : The night Insects of West Bengal — J. KANE : Iceland's thermal geology — E. TOBACH : *T. C. Schneirla* and animal behavior.

Id., n° 2, 1969.

W. F. PRATT : The anabaptist explosion — C. ANDUJAR : In the shadow of the Mountain — M. T. FARVAR et J. MILTON : The unforeseen international ecologic boomerang — J. BORDAZ : Flint flaking in Turkey — J. LINDBLAD : Bird of Darkness — C. RAY & M. A. DE CAMP : Watching Seals at Turtle Rock.

Naturalist canadien (le), n° 6, 1969.

Éditions spéciales du centenaire : sciences de la terre.

Natuur en landschap, n° 3, 1968.

D. DE JONGE : Hoogbouw, huisvesting en landschap — Wat onze aandacht had — K. ZWEERES : Lessen van de « Torrey Canyon ».

Natuurhistorisch Maandblad, n° 1, 1969.

H. W. DAHLMANS : Nachtvorstschade bij de appel tijdens de bloei-periode — J. H. M. HILGERS : De achteruitgang van de orchidaceae in Z. Limburg, III — J. L. BAIS : Steenberg en stootvogels — S. SEGAL : De flora van muren in Limburg.

Id., n° 2, 1969.

J. Th. TER HORST : De notenkrakerinvasie in de provincie Limburg — H. J. VENEMA : De regionale betekenis van botanische tuinen — S. J. DIJKSTRA : Abnormale voeding bij *Pinguicula*, vetblad.

North Queensland Naturalist (the), n° 1, 1969.

J. D. VEURMAN : Forest fires and erosion — B. CONSTABLE : A walk up a river — J. MULLER & C. G. VAN STEENIS : The genus *Sonnertia* in Australia.

Oiseaux (nos), n° 322, février 1969.

G. ROUX : Les réserves naturelles à l'embouchure de la Broye — F. MANUEL : Une nouvelle réserve naturelle est née à Cudfrin — A. SAUNIER : Observations ornithologiques dans la région de Ravenne.

Parcs nationaux, n° 3, 1968.

A. LEROY : Le vague des Gombets et les charbonniers et usagers de la grande forêt de Chiny — G. F. DEWITTE : Encore trois captures de la couleur verte et jaune — P. STANER : Notre excursion en Bretagne — X : L'essor industriel en conflit avec les lois de la nature.

Id., n° 4, 1968.

L. CALEMBERT & J. POL : Étude géologique du domaine de la nouvelle université de Liège au Sart-Tilman — R. MAYNÉ : Un hôte indésirable des bois ouverts — M. CAPON : Renouveau parmi les ruines.

Penn-ar-bed, n° 53, juin 1968 : La chasse.

Id., n° 55, décembre 1968 : Le Saumon.

Revue verviétoise d'Histoire naturelle, n° 1 à 3, 1969.

L. G. SORBET : Le DR. F. J. CHAPUIS et le DR. E. CAUDÈZE — J. HACKRAY : Curieux comportement de la femelle d'*Orgia ericae* GENNAR (Lép.) — ROSE, L. : Étudions l'entomologie : II. Le comportement — R. LITT : Observations sur *Lepisma saccharina* L.

Schweizer Zeitschrift für Pilzkunde, n° 1, 1969.

E. VESSEY : Angaben über die grosindustrielle Erzeugung des Austern-Seitlings in Ungarn — H. CLEMENÇON : Vorsicht mit Benzidin — W. KÜNG : Les Helvelles.

Id., n° 2, 1969.

L. IMREH & G. BOHUS : Studien zu den ökologischen Verhältnissen von *Agaricus maskae* — G. D. PILAT : Petite chronique de Saison.

Vie et Milieu, V. XIX, f. 1A, 1968.

M. RAMOU : Formation de spicules dans les cultures cellulaires de Cnidaires — M. B. BEST : Two new species of the genus *Polycyathus* (Madr.) from the Mediterranean Sea — C. CARRÉ : Contribution à l'étude du genre *Sphaeronectes* HUXLEY.

Id., f. 1A, 1968.

B. SAINT-GUILY : Effet de la thermocline sur la diffusion d'une substance à partir d'une source — G. JACQUES : Aspects quantitatifs du phytoplancton de Banuyls-sur-Mer, II — M. GOT & L. LAURIER : Prospections sismiques au large des Albères : nature du substrat originel des fonds carallogènes — Cl. RAZOULS & A. THIRIOT : Mise en évidence des variations d'échantillonnage des prélèvements verticaux.

Zeepaard (het), n° 1, 1969.

H. R. HEEREBOUT : Overzicht van interessante waarnemingen — C. SWENNEN : *Martesia striata*, een voor onze kust dubieuze noviteit — I. MAAS : het vlotje van de Hondsbosse — A. J. J. SANDER, e. a. : Zeeuwse namen van krabben.

Zoo, n° et 1 2, 1969.

W. VAN DEN BERGH : A nos membres — Images du passé — A. GIJSEN : Les animaux qui rognent — J. H. SELS : Trois années d'expériences avec les Chipmunks — D. SMEKENS-HERMANS : En regardant Ursula — A. P. VAN DE SANDE : Les serpents à sonnettes.

Id., n° 3, 1969.

G. B. SHERMAN : Gestation, naissance et progression du jeune vers la poche marsupiale dans la famille des Kangourous — J. TIJSKENS : Le pou, parasitant le phoque en lac Baikal — J. SUYKERBUYK et R. VAN BOCKXSTAELE : Le casse-noix, visiteur irrégulier de notre pays — W. SCHROEDER : Notes concernant les Céphalopodes et la reproduction de la Seiche commune — A. P. VAN DE SANDE : Problèmes de filtrage dans les aquariums à circuit fermé.

L. B. HALSTEAD : *The Pattern of Vertebrate Evolution*. — University Reviews in Biology, 10, Oliver & Boyd, Edinburgh, 1969. 30 s. (paperback), 209 pp., 46 fig. dans le texte, 2 tableaux et 2 diagrammes.

L'excellente série des « University | Reviews in Biology » s'est enrichie d'un nouveau volume qui présente un intérêt tout particulier car il y va de l'histoire des Vertébrés, l'homme inclus. Le Prof. HALSTEAD s'est efforcé — et a pleinement réussi à notre avis — d'y donner un tableau général aussi impartial que possible des différents aspects de l'évolution des Vertébrés. Le livre contient 17 sections dont l'énumération suffira pour souligner l'intérêt exceptionnel du sujet tel qu'il est conçu par l'auteur : Origine des V. — Les premiers V. — Tégument, dentine et dents — Os, cartilage et squelette — Cerveau — Gnathostomes primitifs — Premiers V. terrestres — Premiers

reptiliens — Reptiliens théromorphes — Interrègne des lacertiliens — Age des dinosauriens — Retour à la mer — Conquête de l'air — Extinction — Mammifères récents — l'Homme, fabricant d'armes — L'avenir de l'homme. Chacune des sections donne une information aussi complète que possible en rapport avec l'espace disponible, et surtout « up to date ». Le langage simple et clair rend lisible les technicités inévitables. L'excellente illustration aide puissamment à la compréhension des exposés. L'attitude impartiale de l'auteur vis-à-vis des grands problèmes, comme p. ex. le diphylétisme des amphibiens, le passage des reptiliens théromorphes aux mammifères, celui de primates non-hominiens à l'homme, est certainement un avantage précieux étant donné les passions et les controverses que ces problèmes engendrent de notre temps. Il nous semble pourtant que dans toutes ces questions — à l'exception sans doute de celle de l'origine des oiseaux — l'auteur semble enclin à préférer les solutions avancées plutôt que de se confiner dans le conservatisme qui caractérise l'attitude de plusieurs biologistes de premier rang. Nous ne pouvons que recommander chaudement le merveilleux petit volume du Prof. HALSTEAD à tous ceux que l'histoire de nos ancêtres — des plus lointains aux plus récents — ne laisse pas indifférents. D. R.

M. LAMOTTE et F. BOURLIÈRE (publié sous la direction de) : *Problèmes d'Écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres.*

Cet ouvrage de 300 pages est une contribution française au Programme Biologique International. Il constitue une synthèse des méthodes de l'échantillonnage en milieux terrestres depuis les grands herbivores jusqu'aux invertébrés de la litière forestière. Il étudie les principes de l'échantillonnage et les bases statistiques de celui-ci, spécifiant l'objectif à atteindre, la représentativité des échantillons et les conditions nécessaires pour y parvenir. Il étudie en outre les techniques du prélèvement global de la faune — mettant en évidence les avantages et les défauts des techniques les plus fréquemment utilisées, des appareils les plus usités, précisant les causes d'erreurs affectant la capture des divers groupes d'animaux. Ce long chapitre de 54 pages est dû à la plume de M. LAMOTTE, de D. & Y. GILLON et de G. RIGOU.

Le deuxième chapitre concerne les méthodes de piégeage des invertébrés ; une classification des moyens de piégeage précède la description et l'étude critiques des pièges les plus fréquemment employés en écologie, pièges à eau, pièges lumineux. Ce chapitre est dû à J. R. LE BERRE.

Les méthodes de dénombrement des populations d'oiseaux, décrits par J. BLONDEL, constituent le troisième chapitre. Il s'agit évidemment du dénombrement absolu ou relatif des oiseaux sans recourir à la capture. Les nombreuses méthodes utilisées sont commentées à propos de trois groupes d'oiseaux : les Ansériformes, les oiseaux coloniaux (à la période de la nidification) et les oiseaux forestiers.

F. SPITZ, auteur du quatrième chapitre, traite de l'échantillonnage des populations de petits mammifères. Méthodes de marquage des individus, disposition des pièges, plan d'une campagne de piégeage et de recensement.

Un cinquième chapitre, de la plume de F. BOURLIÈRE, traite de l'échantillonnage des populations de grands mammifères. Dénombrement direct, à vue, par recensement aérien, échantillonnage suivant des itinéraires préparés, et évaluations indirectes par les traces de tout genre.

Suivent quatre chapitres plus spécialisés, sur *l'échantillonnage des microarthropodes du sol* (P. P. CANDELA DA FONSECA et G. VANNIER) insistant sur les exigences statistiques d'un bon échantillonnage et décrivant les méthodes de capture, de triage et de comptage ; sur les techniques de *l'échantillonnage des nématodes* (G. MERNY et M. LUC), sur *les oligochètes du sol*, par M. B. BOUCHÉ, décrivant surtout les techniques d'extraction quantitative et enfin *l'échantillonnage des peuplements de fourmis terricoles*, de J. LEVIEUX.

Ces chapitres font tous de fréquentes références au travail dans les pays tropicaux.

Toutes les parties de cet ouvrage sont à consulter, toutes font allusion aux tactismes, au comportement ou à la physiologie des animaux visés par l'échantillonnage ou le piégeage et, par suite, sont d'un intérêt général certain. Mais c'est naturellement par l'étude critique des résultats des différentes techniques et leur analyse statistique que ce livre sort de l'ordinaire. Les principes généraux développés dans le premier chapitre, notamment, devraient être connus de tous les naturalistes et écologistes. Cela éviterait bien des erreurs dans les méthodes de collection encore employées couramment chez nous.

Une longue bibliographie bien à jour fait suite à chaque chapitre.

G. MARLIER.

A. HUXLEY : *Mountain flowers*. Édition Blanford, Londres, prix : 210 F (Iris).
428 pages de texte, 164 pages de planches représentant 900 espèces en couleur et 275 en noir.

Sont succinctement décrites une grande partie des espèces croissant (pas nécessairement à une altitude élevée) dans les Pyrénées, les Alpes, le Massif Central, le Jura, l'Apennin, les montagnes yougoslaves et scandinaves. Vu l'étendue des régions traitées, un choix a du être fait dans les espèces présentes dans ces montagnes pour que le livre reste un ouvrage de poche.

L'absence de clés dichotomiques est regrettable mais les descriptions sont précises et l'illustration est de bonne qualité, quoique les dimensions des figures soient un peu petites pour certains détails. L. DELVOSALLE.

ÉDITIONS « LES NATURALISTES BELGES »

- Le Congo belge**, par P. GOUROU, J. LÉONARD, P. DUVIGNEAUD, S. BALLE et M. POLL, avec une carte de la végétation au 1 : 111 111 111, par P. DUVIGNEAUD et J. LÉONARD (tome 34, n° 3/4 de notre Revue) 25
- Le Kivu**, par A. CAPART, J. KUFFERATH, G. MARLIER, R. F. LAURENT, P. LELOUP et J. HIERNAUX, avec une carte bathymétrique du lac Kivu au 1 : 294 118, par A. CAPART (tome 41, n° 10 de notre Revue) 45
- Le Ruanda-Urundi**. Ses ressources naturelles, ses populations, par J.-P. HARROY, J. LEBRUN, V. G. PHILEMOTTE, Y. BICHE, R. LAURENT, J.-J. SYMOENS et H. GUILLAUME 120
- Actualité de Darwin**, par J.-J. SYMOENS, R. LAURENT, J. BOUILLON et R. RAS-MONT 80
- Géologie de la Belgique**. Une introduction, par A. LOMBARD, avec une carte géologique de la Belgique au 1 : 600 000, par P. DE BÉTHUNE 120

L'eau et quelques aspects de la vie, par M. DE RIDDER	40
Les Animaux filtrants, par P. VAN GANSEN	65
Bryozoaires marins et fluviatiles de la Belgique, par K. LOPPENS, 2 ^e éd.	10
Dissection de quatre Animaux de la mer. Le Calmar, la Raie, la Plie, l'Anguille, par P. VAN DEN BREEDE et L. PAPYN	60
Faune élémentaire des Mammifères de Belgique, par J.-P. VANDEN EECKHOUDT (ouvrage adopté par le Conseil de perfectionnement de l'enseignement moyen)	20
Flores anciennes et climats, par F. STOCKMANS et Y. WILLIÈRE	50
Initiation à la Mycologie, par P. PIÉRART, 2 ^e éd.	65
Champignons. Notions élémentaires, par H. BRUGE	30
Les Amanités, par P. HEINEMANN, 3 ^e éd.	30
Les Bolétinées, par P. HEINEMANN, 4 ^e éd.	25
Les Lactaires, par P. HEINEMANN, 2 ^e éd.	20
Les Russules, par P. HEINEMANN, 4 ^e éd.	30
Les Lichens. <i>Introduction à l'étude des Lichens de Belgique et des régions voisines.</i> 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	130
La végétation terrestre du littoral de l'Europe occidentale, par C. VANDEN BERGHEN	65
Esquisse de la Géographie botanique de la Belgique, par C. VANDEN BER- GEN, et Premières indications sur les relations entre les Cham- pignons et les groupements végétaux de Belgique, par P. HEINEMANN et F. DARIMONT	20
La végétation des Alpes, par W. MULLENDERS, L. DELVOSALLE et C. VANDEN BERGHEN (tome 36, n ^o 1/2 de notre Revue)	25
Itinéraires botaniques en Espagne et au Portugal, par L. DELVOSALLE et J. DUVIGNEAUD	70
Végétation et faune de la région méditerranéenne française, par S. DE SMET, P. DUVIGNEAUD, L. DELVOSALLE, A. LAWALRÉE, P. SEMAL-VAN GANSEN, J.-P. VANDEN EECKHOUDT et R. RASMONT (tome 34, n ^o 12 et tome 35, n ^o 4/5 de notre Revue)	40
Histoire naturelle des Protozoaires Thécamoebiens, par CHARDEZ (D).	70
Les Cirripèdes de l'Europe, par LUCAS (M.)	50

Pour se procurer ces ouvrages, nos membres doivent en virer le prix au C.C.P. n^o 1173.73 de la S.P.R.L. Universa, Hoenderstraat, 24, à WETTEREN. Ils colleront au dos du coupon une étiquette « En règle de cotisation pour l'année ». Un lot d'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.

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

Mercredi 26 novembre, à 20 h, au Jardin botanique national, dans le local situé près de l'entrée, 236, rue Royale, Bruxelles 3 : Causerie par M. JACQUES : La Grande Barrière de Corail vue par un des zoologistes de l'expédition belge en Australie. Projection de diapositives.

Mercredi 10 décembre, à 20 h, dans le même local : Causerie par M^{lle} P. DOYEN, chef de travaux à l'Institut royal des Sciences naturelles : Le Parc national suisse. Projection de diapositives.

Mercredi 7 janvier, à 20 h, dans le même local : Causerie par notre président M. G. MARLIER, chef de travaux à l'Institut royal des Sciences naturelles : Un écologiste en Amazonie. Projection de diapositives.

Mercredi 21 janvier, à 20 h, dans le même local : Causerie par M. L. DELVOSALLE : Un botaniste en Espagne méridionale. Projection de diapositives.

Section des Jeunes

Mercredi 26 novembre 1969, à 14 h 30, à l'Institut Royal des Sciences Naturelles, 31, rue Vautier, à Bruxelles 4 — Étude des insectes récoltés au cours de l'excursion du 15.10.69 (Bois de Dieleghem) — Préparation — Détermination — Systématique.

Institut des hautes études de Belgique

44, avenue Jeanne — Bruxelles 5

Mardi 18 novembre, à 18 h. 30 :

M. Charles POPULER, Chef de travaux à la Station de Phytopathologie, Centre de Recherches agronomiques de l'État à Gembloux. — **L'épidémiologie des parasites cryptogamiques des plantes, illustrée par les mildious du tabac et de la pomme de terre.** (*Projections*).

Mercredi 26 novembre, à 20 h. 30 :

M. Mario TRINCAS, Directeur de la Clinique Chirurgicale Générale de l'Université de Ferrare. — **Le concept de responsabilité selon la biologie et ses conséquences sociales.**

Lundi 1^{er} décembre, à 20 h. 30 :

M. Pierre VENNETIER, Adjoint au Directeur du Centre d'Études de Géographie Tropicale de Bordeaux. — **Problèmes de géographie humaine des régions septentrionales du Congo-Brazzaville.** (*Projections*).

Mardi 2 décembre, à 18 h. 30 :

M. Dirk THYS VAN DEN AUDENAERDE, Premier assistant, section Vertébrés au Musée Royal de l'Afrique Centrale à Tervueren. — **Les poissons du genre Tilapia ; l'importance et l'intérêt de leur étude systématique, zoogéographique et éthologique.** (*Projections*).

Petite correspondance

A vendre : Collection non reliée de la revue « Les Naturalistes Belges » de 1925 à 1969 inclus. Manque l'année 1959. Prix : 2000 F. S'adresser à M. LATTEUR, Guy, 11, rue Entrée Jacques, à Gembloux. Tél. : 625.90.

Les éditions des Naturalistes Belges

	Prix membres	Prix fort
Actualité de Darwin , par J. J. SYMOENS, R. LAURENT, J. BOUILLON et R. RASMONT	80 F	150 F
Introduction à l'étude de la Pédofaune , par C. MO- REAU	20 F	39 F
Pesticides et biocénoses , par J. RAMAUT	60 F	111 F
Les migrations des oiseaux , par M. DE RIDDER	50 F	93 F
Initiation à l'étude de la végétation , par C. VANDEN BERGHEN	130 F	240 F
L'eau et quelques aspects de la vie , par M. DE RIDDER	40 F	75 F
Géologie de la Belgique. Une introduction par A. LOMBARD, avec une carte géologique de la Belgique au 1/600 000, par P. DE BÉTHUNE	120 F	225 F

Pour se procurer ces livres au prix de faveur (prix membres), nos membres doivent en virer le prix au C.C.P. n° 1173.73 de la S.P.R.L. Universa, Hoen-derstraat, 24, à WETTEREN. Ne pas oublier de coller au dos du coupon une étiquette « En règle de cotisation pour 1969 ».

Notre couverture

Sur du limon fraîchement apporté lors de travaux de terrassement, était apparu en 1967 un carpophore du Gastéromycète *Bovista gigantea* L. En 1968, le mycélium a donné une récolte beaucoup plus riche : 4 exemplaires avec, respectivement, un diamètre de 12 cm, de 16 cm, de 19 et de 21 cm. C'est le plus grand de ces carpophores qui a été reproduit sur la photo ; il est rongé par des limaces. (Photo M. DE RIDDER).
