

LES NATURALISTES BELGES

56 — 10
DECEMBRE 1975



Publication mensuelle publiée avec le concours du Ministère de l'Éducation nationale et de la Culture française ainsi qu'avec celui de la Fondation universitaire

LES NATURALISTES BELGES

Association sans but lucratif. Rue Royale, 236 - 1030 Bruxelles

Conseil d'administration :

Président : M. J.-J. SYMOENS, professeur à la V.U.B., rue Saint-Quentin, 69. — 1040 Bruxelles.

Vice-présidents : M^{lle} M. DE RIDDER, inspectrice ; M. J. LAMBINON, professeur à l'Université de Liège ; M. A. QUINTART, chef de section à l'I.R.S.N.B.

Secrétaire et organisateur des excursions : M. L. DELVOSALLE, docteur en médecine, avenue des Mûres, 25. — 1180 Bruxelles. C.C.P. n° 000-0240297-28.

Trésorier : M^{lle} A.-M. LEROY, avenue Danis, 80. — 1650 Beersel.

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

Administrateurs : M. P. PIÉRART, professeur à l'Université de Mons ; M^{lle} P. VAN DEN BREEDE, professeur et M. J. DUVIGNEAUD, professeur.

Rédaction de la Revue : M. C. VANDEN BERGHEN, professeur à l'Université de Louvain, av. Jean Dubrucq, 65-Boîte 2 — 1020 Bruxelles.

Le comité de lecture est formé des membres du conseil et de personnes invitées par celui-ci. Les articles publiés dans le bulletin n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Protection de la Nature : S'adresser au président de l'association.

Section des Jeunes : Les membres de la section sont des élèves des enseignements moyen, technique ou normal ou sont des jeunes gens âgés de 13 à 18 ans.

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

Cotisations des membres de l'Association pour 1976 (C.C.P. 000-0282228-55 des Naturalistes belges, rue Vautier, 31. — 1040 Bruxelles) :

Avec le service de la revue :

Belgique et Grand-Duché de Luxembourg :

Adultes 300 F

Etudiants (ens. supérieur, moyen et normal), âgés au max. de 26 ans 200 F

Autres pays 350 F

Abonnement à la revue par l'intermédiaire d'un libraire 500 F

Sans le service de la revue :

Personnes appartenant à la famille d'un membre adulte recevant la revue et domiciliées sous son toit 50 F

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

Tout membre peut s'inscrire à notre section de mycologie ; il lui suffit de virer la somme de 100 F au C.C.P. 7935.94 du *Cercle de mycologie*, rue du Berceau, 34. — 1040 Bruxelles.

Pour les versements : C.C.P. n° 000-0282228-55 Les Naturalistes belges
rue Vautier, 31 — 1040 Bruxelles

LES NATURALISTES BELGES

SOMMAIRE

GHIO (C.). Observations sur la végétation des terrils de charbonnages dans la région du Borinage	350
<i>Conservation de la Nature</i>	426
<i>Bibliothèque</i>	428
<i>Table des matières</i>	435

A nos membres

Malgré l'augmentation continue des frais d'impression et des frais généraux, nous pouvons maintenir, pour l'année 1976, les taux de cotisation à notre association à leur niveau de 1975. Pourtant, pour amortir les effets de l'inflation, le nombre de nos membres devrait augmenter sensiblement. Pouvons-nous espérer que chaque Naturaliste belge se fera un devoir d'inscrire un nouvel adhérent ?

Cotisations pour 1976

Avec le service de la revue :

Belgique et Grand-Duché de Luxembourg :	
Adultes :	300 F
Etudiants (âgés au max. de 26 ans) :	200 F
Autres pays :	350 F
Abonnement à la revue par l'intermédiaire d'un libraire :	500 F

Sans le service de la revue :

Personnes appartenant à la famille d'un membre adulte recevant la revue et domiciliées sous son toit : 50 F

Pouvons-nous insister pour que nos membres se mettent en règle de cotisation le plus rapidement possible ? Ils faciliteront ainsi le travail de notre trésorier. Rappelons que la cotisation se rapporte à une année civile, c'est-à-dire du 1^{er} janvier au 31 décembre.

Les versements s'effectuent au C.C.P. n° 000-0282228-55 des Naturalistes Belges, rue Vautier, 31 — 1040 Bruxelles.

DES TERRILS DE CHARBONNAGES CONSIDERES COMME
ECOSYSTEMES

Contribution n° 4

**Observations sur la végétation
des terrils de charbonnages
dans la région du Borinage (*)**

par C. GHIO (**)

SOMMAIRE

Introduction	350
Première partie : Généralités	353
Deuxième partie : La végétation	365
Troisième partie : Schémas types de terrils	420
Conclusions	423
Bibliographie	423

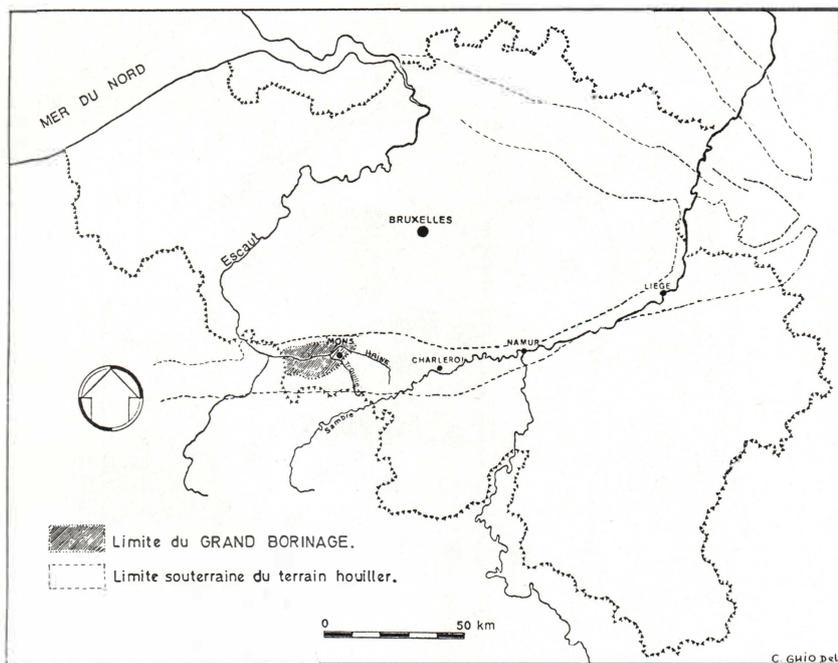
Introduction

Le Borinage est caractérisé par l'ancienneté et l'intensité de l'activité charbonnière qui d'ailleurs modifia profondément le paysage local. Eléments typiques du paysage borain, les terrils constituent presque les derniers vestiges de l'activité charbonnière dans cette région. Ce sont des monticules formés par l'accumulation des déchets de l'extraction de la houille (perce-ment de galeries et surtout rebut du lavage des charbons). Ils sont constitués

(*) Etude exécutée sous les conseils du Professeur P. DUVIGNEAUD, avec la collaboration de M. TANGHE.

(**) Adresse actuelle : Laboratoire de Biologie générale et d'Ecologie. Faculté de Médecine — Université de l'Etat à Mons — Avenue Maistriau, 7000 Mons.

de matériaux meubles, mais grossiers, essentiellement des schistes et grès carbonifères avec un pourcentage faible, mais non négligeable, de débris charbonneux. Ces roches, constitutives du toit et du mur des couches de charbon, sont remontées en surface en même temps que ce dernier.

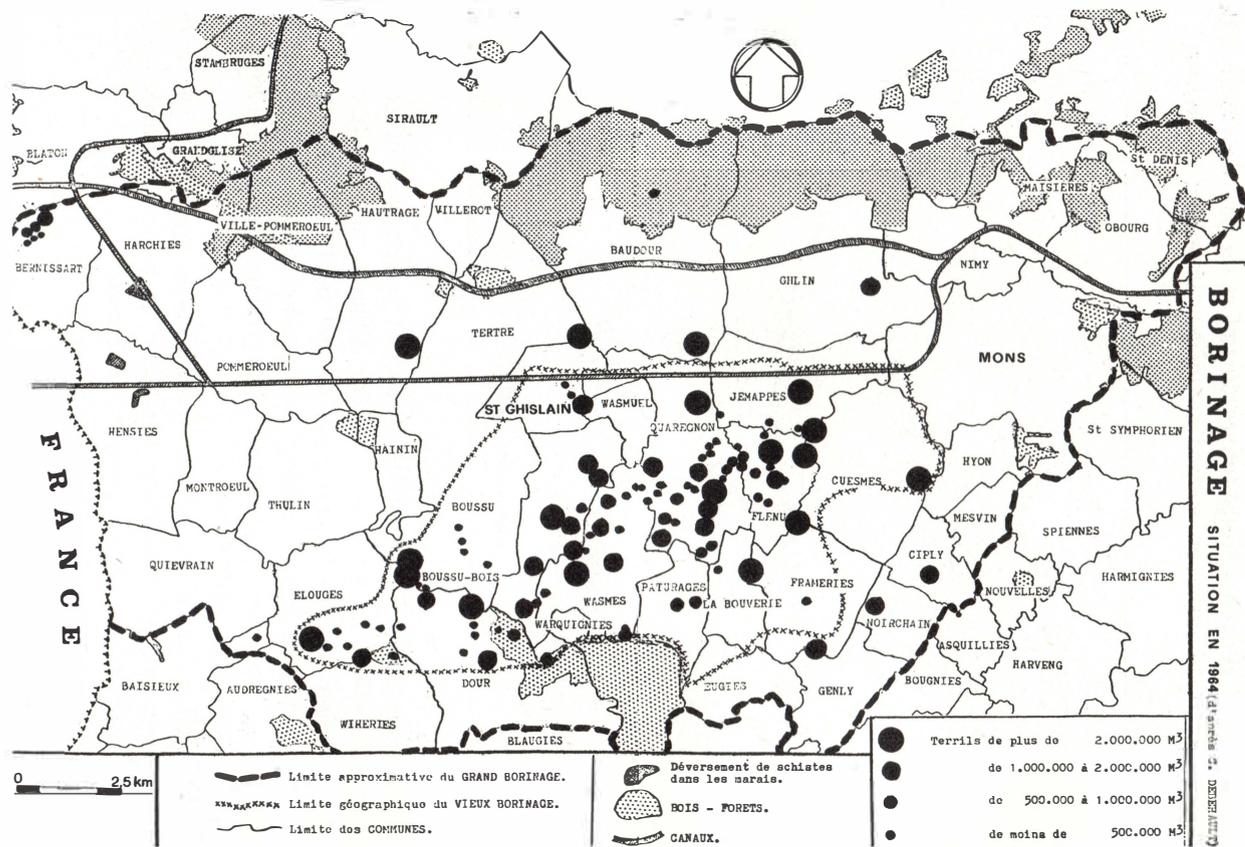


Le Borinage comptait, en 1965, 130 terrils ⁽¹⁾. Actuellement, ce chiffre doit être modifié car des terrils ont été déblayés, totalement ou partiellement, pour diverses raisons : comblement de l'ancien canal Mons-Condé, extraction de graviers rouges, ... Il reste néanmoins une centaine de terrils intacts dont une cinquantaine d'un volume important (70 d'un volume supérieur à 100000 m³).

Bien qu'offrant de vastes surfaces d'accueil à la végétation, les terrils présentent souvent des conditions édaphiques et microclimatiques particulières auxquelles les plantes doivent s'accomoder :

- absence de sol ;
- texture grossière ;

(1) DEBEHAULT, 1965. — Ne sont pas compris dans ce nombre les innombrables terrils de «fourfeyeux», insignifiants monticules dont le volume ne dépasse pas quelques milliers de m³.



- substrat mobile ;
- température élevée des zones de combustion ;
- xérisme prononcé des versants sud ;
- sécheresse superficielle du substrat.

Pourtant, peu à peu, on les voit se couvrir de végétation !

Première partie : Généralités

1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

a) *Le Vieux Borinage, ou Borinage proprement dit*, est la région située au sud et au sud-ouest de l'axe Mons-St. Ghislain, ce qui correspond au versant méridional de la vallée de la Haine, affluent de l'Escaut (cartes 1 et 2).

b) *Le Grand Borinage* comprend toute la vallée de la Haine à l'ouest de Mons. Il est limité

- au nord par une frange boisée sur terrain crétacique et sur sable tertiaire ;
- au sud et à l'est par les vallées de la Sambre et de la Trouille (affluent de la Haine) et par la ville de Mons ;
- à l'ouest par la frontière française et la vallée de l'Escaut.

Il comprend, outre le Vieux Borinage, des zones en voie d'industrialisation au nord et des zones rurales ou semi-rurales dans l'ouest avec quelques terrils (Bernissart) et les derniers charbonnages en activité dans le Borinage (Hensies). L'ensemble couvre une superficie d'environ 300 km².

2. MORPHOLOGIE DES TERRILS

a) *Matériau constitutif des terrils.*

Les terrils du Borinage sont constitués de roches du système carbonifère dont le terme le plus récent en Belgique est l'étage westphalien (2). Ce dernier constitue les bassins houillers du Hainaut, de Liège et de la Campine.

(2) Le Westphalien *sensu lato* est en fait constitué de 2 étages différents : l'étage supérieur comporte de nombreuses veines de charbon et forme le « Houiller productif » ou étage westphalien *sensu stricto* ; il est limité à sa base par des couches contenant peu ou pas de charbon et formant le « Houiller stérile » ou étage namurien. Ce dernier n'est pas représenté sur les terrils du Borinage.

Deux types de roches se rencontrent sur les terrils :

1. Des *roches friables* qui sont les schistes houillers formant plus de 60% du volume des terrils. En surface, ils deviennent friables, terreux, parfois plastiques et acquièrent alors l'aspect d'une argile grisâtre ou brunâtre. Ils sont mêlés de matière charbonneuse.

2. Des *roches peu altérables* (environ 38% du volume) :

- Les grès houillers comportent du mica, des fragments de charbon et parfois du feldspath. Ils sont gris clair.
- Les psammites sont des grès plus argileux comportant beaucoup de mica disposés en lits parallèles.

Les roches houillères sont noirâtres ou grisâtres. Cette couleur sombre leur est donnée par un mélange de matière charbonneuse. Les imprégnations et concrétions de sidérose⁽³⁾ et de pyrite⁽⁴⁾ y sont fréquentes.

Classiquement, le calcaire ne se présente qu'à l'état d'exception ; cette affirmation devrait pourtant être éclaircie car à plusieurs reprises, nous avons observé des réactions positives à l'HCl. De plus, il existe dans certains suintements de base de terrils de véritables formations de travertins (tuf calcaire) !

Les empreintes végétales sont abondantes sur les roches houillères et les fossiles animaux assez rares.

Le substrat superficiel de certains terrils est parfois constitué de scories (cendrées) provenant des centrales thermiques qui alimentaient en électricité les installations de la mine.

b) *La forme des terrils.*

L'observation, le recensement et l'étude des formes de terrils prennent une importance capitale pour plusieurs raisons :

1. Le point de vue esthétique et psychologique.

Pour autant qu'ils soient verdurisés, certains ensembles de terrils aux lignes courbes, amorties, peuvent épouser harmonieusement la paysage et même lui donner une valeur esthétique certaine. Ils sont incontestablement à préférer aux énormes terrils coniques ou à crêtes, aux lignes trop strictes, trop artificielles. Si ces derniers ne sont pas, dans la mesure du possible,

(3) La sidérose est un carbonate de fer pouvant résulter de l'altération de la pyrite.

(4) La pyrite est un sulfure de fer.

remodelés harmonieusement (5), ils resteront, même boisés, des masses inesthétiques.

2. Le point de vue biologique et écologique.

Conséquence directe de son édification, donc de sa forme, la pente d'un terril et son orientation ont une influence parfois précise et marquée sur la végétation qui s'y installe (ou qui ne s'y installe pas !).

Deux types de terrils peuvent être comparés :

Les terrils plats s'étalant sur de grandes surfaces ou bombés, ramassés et peu élevés :

- la pente y est généralement faible (de 0° à 20°) ;
- les effets de versants et de pente sont insignifiants et quelle que soit l'orientation, le bilan radiatif et la végétation sont les mêmes sur toute la surface du terril.

Les terrils coniques, ceux à crêtes ou digités et tous les terrils élevés en général (cas fréquents dans le Borinage) :

- En l'absence de mouvement du terril et d'intervention humaine, la pente naturelle d'équilibre des matériaux est de $\pm 35^\circ$ (variable de 30° à 45° maximum) et le terril a une forme légèrement convexe, qui est une conséquence de l'écoulement des matériaux (Debehault, 1965). Lors du déversement, les gros blocs dévalent rapidement la pente et vont s'accumuler au pied où ils sont rapidement disloqués.
- Cette pente, bouillante, instable, est un des facteurs limitant l'implantation de nombreuses espèces végétales.
- L'orientation du versant est déterminante lors de l'installation naturelle des groupements végétaux, surtout dans les premiers stades d'une succession (groupement pionnier, pelouse ouverte, pelouse fermée).

A côté de ces deux types extrêmes, il existe toute une série de terrils aux formes intermédiaires ou composites et des terrils mixtes : par exemple, un terril élevé dont le sommet est plat et le versant à pente forte.

(5) Le remodelage des terrils est une chose matériellement possible à peu de frais ; il suffit par exemple, à l'aide d'un bulldozer, d'enlever le sommet d'un grand terril conique et de le verser sur ses flancs pour aussitôt voir sa forme générale se modifier (hauteur moindre, profil plus arrondi). Le problème semble d'ailleurs avoir été bien compris par certaines autorités responsables de l'aménagement des sites charbonniers en Belgique et qui travaillent déjà dans ce sens lorsque les conditions locales le permettent.

c) *La variation de la construction au cours du temps.*

La formation des terrils s'étalant sur plusieurs siècles, leurs formes reflètent la variation des techniques au cours du temps. A chaque époque correspond un style de terril !

1. Les terrils de «fourfeyeux».

L'exploitation de la houille au Borinage est antérieure au XII^e siècle. Cette exploitation à caractère artisanal donna naissance à de minuscules terrils dont le volume ne dépasse pas quelques milliers de m³ : les terrils de «fourfeyeux» (6). Actuellement, beaucoup ont disparu mais ils sont encore très nombreux dans certaines parties du Borinage. On les trouve partout : au milieu des champs, dans les prairies, dans les jardins. Ils sont labourés ou pâturés ou encore subsistent à l'état de petits monticules broussailleux au milieu des cultures.

2. Au XVIII^e et XIX^e siècle.

L'exploitation de la houille devient industrielle. Les méthodes d'extraction se perfectionnent et les fosses prennent de plus en plus d'importance. Les terrils, bien qu'acquérant des volumes plus importants (± 100000 m³), conservent des dimensions modestes. Ils occupent une grande surface par rapport à leur volume et ils ont des formes lourdes. On voit se développer les types suivants : les terrils plats, allongés à pente faible, et les terrils bombés, arrondis et massifs.

3. Le XX^e siècle.

Les moyens techniques permettent maintenant d'élever les matériaux fort haut. Les terrils atteignent des hauteurs considérables (60 à 90 m). Ils sont d'abord nettement coniques ; le volume des matériaux remontés de la mine augmentant constamment et les terrils ayant une hauteur limite, on voit se développer des formes qui tout en étant très élevées, sont plus allongées. Ce sont les grands terrils à crêtes, les terrils plats élevés et les terrils composites du type «digité» (obtenus par des versements successifs sur les flancs dans certaines directions). Le type «digité» représente le stade ultime de l'évolution de la forme des terrils dans le Borinage.

Depuis 1964, il n'existe plus aucune fosse en activité dans le Vieux Borinage, donc plus aucun terril en construction.

Actuellement (1975), les seuls charbonnages encore en activité sont ceux

(6) Etymologie : les habitants se faisaient accorder un «forfait» leur permettant d'exploiter le sous-sol, d'où le nom local de terril de «fourfeyeux».

d'Hensies-Pommerœul situés à la limite ouest du Grand Borinage ; le déversement des schistes s'effectue surtout dans les marais d'Harchies.

d) *Perméabilité.*

De la texture très grossière du substrat des terrils, il découle quelques conséquences importantes :

- perméabilité élevée du substrat (la presque totalité de l'eau reçue est percolée entraînant un lessivage des déchets fins des horizons superficiels) ;
- peu de ruissellement en surface ; les ravines sont relativement rares ;
- forte alimentation des nappes aquifères sous-jacentes (Elles sont parfois contaminées par des éléments sulfureux). Si le terril repose sur une couche plus ou moins imperméable (argile, limon), on peut trouver des suintements et des sources à sa base (7).

e) *Humidité du sol.*

Dans la plupart des cas, l'eau ne semble pas être un des facteurs limitant l'implantation des végétaux sur les terrils.

1. Cas des groupements à végétation fermée, herbacée ou arborescente.

Dès que la végétation est bien établie et se ferme, le problème des besoins en eau est résolu. De septembre 1973 à août 1974, nous n'avons jamais observé de dépérissement dû à la sécheresse, même après un printemps relativement sec.

2. Sol nu — groupement pionnier — végétation ouverte.

Nous savons que les schistes houillers se délitent rapidement en éléments fins et que ces derniers sont entraînés le long de la pente ou lessivés en profondeur à l'occasion des pluies ; aussi peut-on décrire d'une manière générale le substrat superficiel des terrils dans de tels groupements de la manière suivante (Fig. 1) :

- En surface : blocs de schistes éclatés, clivés, se délitant rapidement et blocs de grès beaucoup plus résistants (niveau D).
- A quelques centimètres de profondeur : apparition d'un horizon constitué d'éléments fins mêlés d'une charge, parfois importante, de cail-

(7) L'eau de ces sources est généralement assez fortement chargée en sodium, sulfates et chlorures et possède un pH toujours supérieur à 7, ce qui donne à la végétation environnante un caractère halophile : on y décèle des plantes telles que *Puccinellia distans*, diverses espèces de *Chenopodium* et *Atriplex*.

- loux schisteux noirs ou rouges, ou en mélange. Ces éléments fins possèdent une structure colloïdale, argileuse certaine, et dans tous les cas, nous avons observé une bonne rétention d'humidité (niveau II).
- Cet horizon se prolonge jusque vers 20 à 60 cm en profondeur, de façon très homogène ; ensuite, il fait place à un horizon assez compact où la charge en gros cailloux augmente fortement (niveau III).

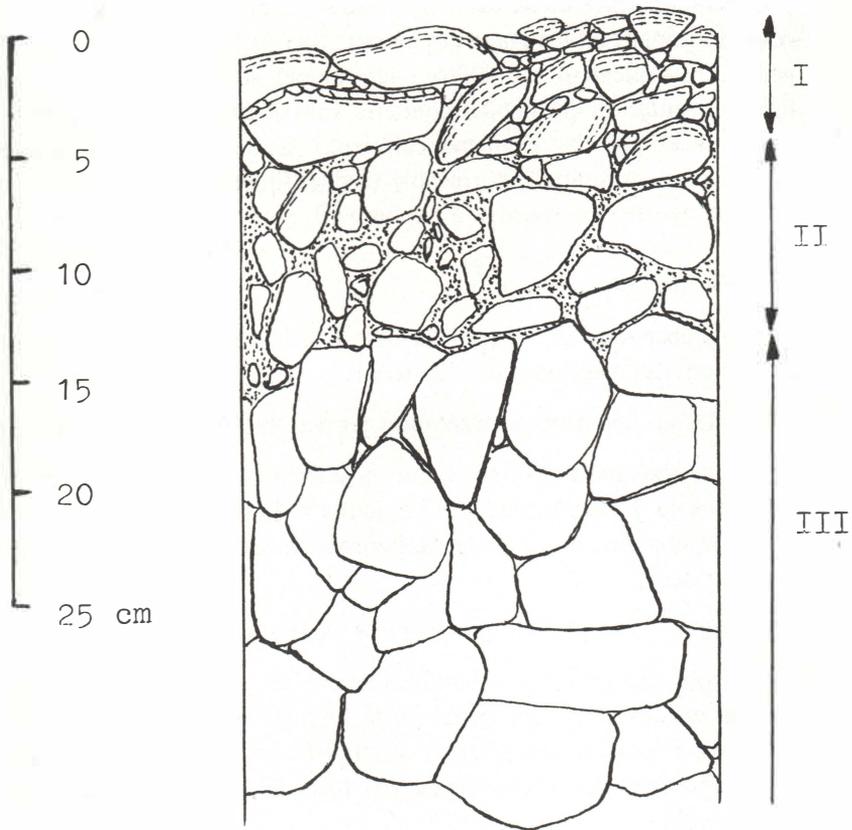


FIG. 1. — Profil du substrat grossier d'un groupement pionnier.

La bonne rétention d'eau dans l'horizon d'accumulation peut être expliquée de la façon suivante : En surface, au niveau du premier horizon constitué essentiellement d'éléments grossiers, l'eau s'évapore rapidement et cet horizon se dessèche très vite (texture grossière et couleur sombre du matériau). Il y a alors une rupture des films capillaires à la limite de l'horizon d'accumulation d'éléments fins. Ce «mulch» naturel de quelques

centimètres d'épaisseur (correspondant au 1^{er} horizon), forme un écran, réduisant ainsi très fortement l'évaporation des horizons inférieurs qui, vu leur structure plus ou moins colloïdale, retiennent assez bien d'eau lors des pluies (Duchaufour).

Le problème de l'installation des plantes dans de telles conditions est le suivant : Le substrat étant grossier en surface et se desséchant rapidement, la germination s'effectuera entre les gros blocs et uniquement lors des pluies. De petites plages à microclimat favorable, protégées de l'insolation directe et de l'action des vents desséchants, s'observent au creux des gros blocs de grès et schistes ou dans le fond de petites ravines : les germinations y sont plus denses et les plantes plus vigoureuses.

En 1958, C. MOSTADE a montré que sur un teruil plat de 40 m de hauteur, situé dans la région du Centre (Ressaix) et absolument identique à ceux du Borinage, le pourcentage d'humidité du sol était fortement lié à la couverture végétale.

Mesures effectuées de 0 à 50 cm de profondeur par pesée d'une certaine quantité de sol frais comparée à la pesée du même sol après dessiccation à 110° pendant une heure ; le résultat est exprimé en %.

1. Sol nu et groupement pionnier sur substrat grossier (du moins en surface) — Mesures effectuées en août 1958, après 3 jours sans pluie. L'humidité croît avec la profondeur :
à 2-3 cm : 2%
à ± 10cm : 7% (soit 3 fois plus que dans l'horizon superficiel)
Ensuite, le pourcentage d'humidité reste plus ou moins constant ou s'élève un peu avec la profondeur (ceci est en accord avec l'hypothèse de DUCHAUFOUR énoncée ci-dessus).
2. Végétation herbacée fermée (présence d'une litière et d'un horizon humifère en surface), plus strate ligneuse très claire — Sommet du teruil. — Mesures effectuées en août 1958, après deux jours sans pluie. L'humidité décroît nettement avec la profondeur mais reste plus élevée que dans un sol sans couverture végétale :
0-15 cm : 25%
15-25 cm : 13%
25-40 cm : 11%
40-50 cm : 10%
Le pourcentage élevé d'humidité dans les horizons supérieurs, et cela malgré la transpiration des végétaux, est lié à la présence d'une bonne quantité d'humus.
3. Végétation arborescente fermée ; strate herbacée présente ou nulle (peuplement de bouleaux). — Mesures effectuées en août 1958. Après une journée de pluie, l'humidité est plus ou moins constante à toutes les profondeurs. Après deux à trois jours sans pluie, on se trouve dans la même situation que la pelouse, c'est-

à-dire forte humidité dans l'horizon supérieur humifère puis brusque baisse dans les horizons inférieurs.

Des moyennes de pourcentages d'humidité selon les versants ont donné :

sommet plat : 15 % (il n'y a pas de ruissellement et toute l'eau tombée pénètre dans le sol)

versant N : 8 %

versant W : 8 %

versant S : 6 %

Conclusions : Le pourcentage d'humidité dans le sol est directement lié à la couverture végétale, mais dépend aussi de l'exposition et du substrat (texture grossière en surface et couleur sombre favorisant un échauffement rapide). Les chiffres cités sont évidemment très relatifs. Ils ne peuvent être utilisés qu'à titre de comparaison et ne donnent en aucun cas les valeurs exactes d'eau disponible pour la végétation.

f) *Mouvement des terrils.*

1. La reptation ou migration en nappe du manteau superficiel.

Ce phénomène est présent sur les terrils jeunes qui ne sont pas encore entièrement brûlés. C'est un mouvement lent mais constant du haut vers le bas provoqué par l'eau, le gel, le dégel et la force de gravité. Ce mouvement est peu spectaculaire mais il s'oppose à une colonisation rapide par les végétaux, parfois pendant plus de 40 ans (versant ouest du terril Avaleresse à Dour ; versant est du Sauwartan à Dour). Le sol reste constamment instable et les végétaux sont rapidement déracinés.

Le phénomène est mis en évidence par l'observation des peuplements pionniers de bouleaux sur des pentes instables ; on y dénombre une forte proportion d'arbres possédant deux troncs. En effet, la plante entraînée par les mouvements du sol ne tarde pas à se déraciner en partie et l'axe principal se penche plus ou moins le long de la pente (vers le sommet ou la base du terril). Rapidement, il se développe un deuxième axe sur le coude formé à la base (Fig. 2).

2. Glissements de terrain.

Les glissements de terrain sont beaucoup plus spectaculaires que les mouvements de reptation. Ce sont des phénomènes rapides. Une énorme masse de terril se détache, glisse et va se stabiliser au pied du terril.

Deux types de glissements de terrain sont à distinguer :

a) Glissements dus à une rupture d'équilibre du versant.

b) Glissements dus à une déficience de l'assise (R. MARLIÈRE, 1950). C'est

pour cette raison que la hauteur maximum atteinte par les terrils dans le Borinage est de 80 à 90 m ; ceci afin d'éviter de trop augmenter la charge par unité de surface, ce qui risquerait d'amener la rupture de l'assise géologique sous-jacente. La rupture s'est néanmoins produite dans certains cas, entraînant des glissements de terrain assez importants qui provoquèrent la destruction des maisons avoisinantes.

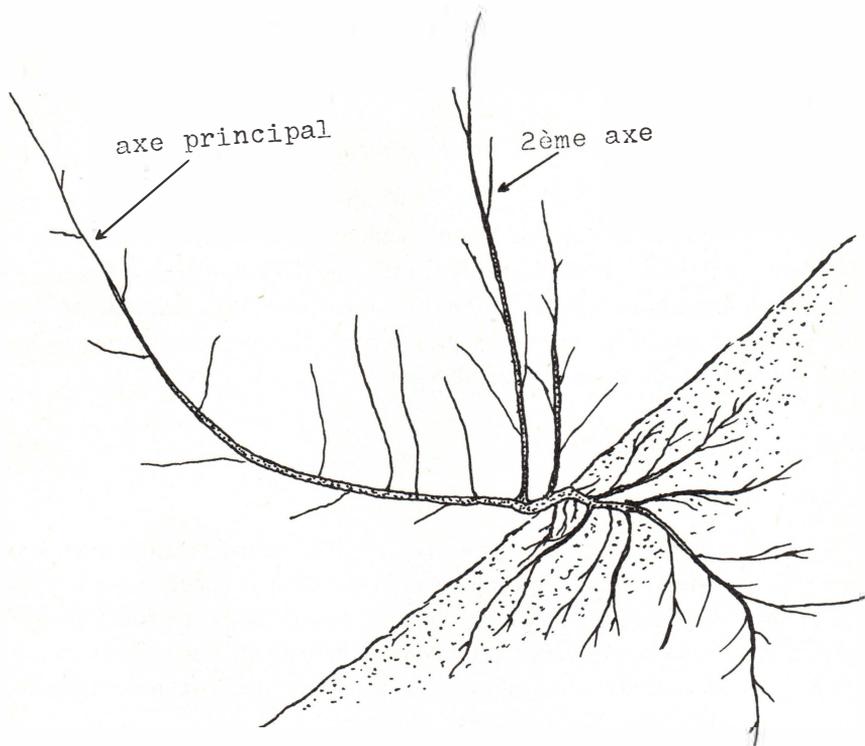


FIG. 2. — Bouleau croissant sur pente instable.

3. LA COMBUSTION

La combustion des terrils du Borinage est un phénomène général ; en effet, 80 % des terrils brûlent ou ont brûlé. Le mécanisme de la combustion n'est pas entièrement élucidé mais il semble que ce soit un phénomène naturel lié à la présence dans le terril d'une fraction combustible de l'ordre de 15 % du poids du matériau (poussières de charbon, schistes charbonneux, hydrocarbures et pyrite). La combustion a lieu dans toute la masse du terril mais elle est plus active au sommet où elle peut donner naissance à

des «chancres», orifices d'où s'échappent des vapeurs d'eau et sulfureuses, à des croûtes blanchâtres. Au sommet, les températures atteignent 40 à 100° dans les premiers centimètres et 200 à 700° à 90 centimètres de profondeur (C. DEBEHAULT, 1968). On suppose que des températures de 1300° à 2000° doivent être courantes en profondeur. Sur les flancs du terril, le phénomène est peu spectaculaire et il subsiste généralement 20-50 cm de schistes superficiels non brûlés.

La combustion dure très longtemps ; certains terrils brûlent pendant plus d'un siècle.

Influence du volume du terril sur la combustion.

Statistiquement, on constate que 80 % des terrils dont le volume est supérieur à 100000 m³ brûlent contre seulement 10 % chez ceux dont le volume est inférieur à 100000 m³. Il semble que dans la majorité des cas, il faille un volume minimum de 100000 m³ pour une forte combustion. On trouvera donc parmi les terrils les plus récents (les plus volumineux) une forte proportion de zones de combustion.

Résultats de la combustion.

1. Le substrat.

— Rougissement des schistes. — Les schistes brûlés prennent une couleur rouge brique. Ce rougissement est dû à la formation d'oxydes très colorés (oxyde de fer Fe₂O₃ et oxyde de titane TiO₂). Le rougissement des schistes a une conséquence extrêmement importante sur la destinée des terrils : on les exploite aujourd'hui pour leurs «cendrées rouges» (bétons, remblais, jardins d'agrément, courts de tennis).

— Cohérence des schistes. — Le matériau acquiert une certaine cohérence et forme des agglomérats très durs. Il n'est plus possible aux schistes brûlés de se transformer en argile. Dans le cas où la combustion a lieu jusqu'en surface, le substrat se présente sous forme de graviers rouges (ex : terril Ste Félicité à Flénu) ou sous forme d'une poussière rougeâtre mêlée de graviers rouges. Le boisement sur de tels substrats est pourtant possible et on aboutit, après quelques dizaines d'années, à un sol presque dépourvu de structure, constitué d'un squelette minéral (les graviers rouges, peu altérés, avec une charge importante de particules correspondant aux sables grossiers et fins) et d'une partie organique constituant à elle seule le complexe colloïdal (ex : terril de Ste Félicité à Flénu). Ce type de substrat semble néanmoins être un cas extrême, car sur de nombreux terrils, il subsiste en surface, sur quelques dizaines de centimètres, une couche de schistes

non brûlés, où la pédogénèse s'effectue normalement. De plus, bien qu'affectant toute la masse interne du terril, la combustion est itinérante et elle laisse souvent de longues plages intactes (c'est-à-dire non brûlées). Lors du mouvement des matériaux le long de la pente, ces plages sont enrichies en schistes brûlés grossiers venus du sommet, mais elles enrichissent également les parties inférieures en éléments fins provenant de la désagrégation de leurs schistes non brûlés. Finalement, après quelques dizaines d'années, le sol des versants est généralement constitué d'éléments fins abondants mêlés d'une certaine charge de cailloux schisteux rouges et gris noir (brûlés et non brûlés).

A partir de schistes houillers non brûlés, la pédogénèse est différente ; on aboutit assez facilement et rapidement à un sol à texture et structure valables, c'est-à-dire à charge de particules fines (correspondant aux limons et aux argiles) beaucoup plus abondante et formant avec la matière organique un complexe argilo-humique bien établi⁽⁸⁾.

— Tassement du terril. — La combustion provoque un tassement inévitable du terril ; mais il reste faible car la fraction d'éléments combustibles du terril est très limitée. La cohérence et le tassement des terrils ont pour conséquence directe une augmentation de leur stabilité ce qui est évidemment très important en ce qui concerne la colonisation végétale.

— pH. — Le substrat formé à partir de roches houillères non brûlées et dépourvu d'humus (cas des terrils à sols nus et des groupements pionniers) possède un pH légèrement acide ou neutre : pH 6 à 7,5. Dès que le substrat a brûlé, le pH tombe brusquement à 4,5 et même en dessous sans que nous puissions en donner l'explication pour l'instant.

Fréquemment, des valeurs différant de 2 unités de l'échelle de pH s'observent à quelques centimètres l'une de l'autre.

ex 1 : Mesure en 2 points distants de 15 cm :

le premier : plage à schistes rouges ; pH : 4.

le second : plage à schistes noirs ; pH : 6.

ex 2 : Mesure à différentes profondeurs dans une zone tiède à *Digitaria* :

— 2 cm : schistes noirs : T° 24° C ; pH : 7.

— 10 cm : schistes rouges : T° 30° C ; pH : 5,5.

Il arrive que les deux couches soient inversées ; le substrat brûlé occupant la partie supérieure : on y observe les mêmes différences de pH.

(8) La comparaison de deux plantations de Robiniers effectuées sur des substrats différents sera faite dans un des chapitres suivants.

2. La végétation.

Lorsqu'elle est présente, la combustion des terrils est certainement le facteur du milieu le plus déterminant quant à l'installation des espèces végétales.

a) Les zones de combustion sont caractérisées par une flore spéciale de plantes herbacées, très différente de celle des autres parties du terril. Cette flore typique, liée aux parties chaudes, forme un anneau autour des zones en combustion très actives ; elle suit l'extension ou le recul des parties chaudes du terril.

A partir des plages brûlantes et selon un gradient allant des températures les plus élevées aux températures les plus basses, on assiste à une véritable zonation d'associations végétales différant l'une de l'autre par le nombre d'espèces et par leur «abondance» et leur «socialibilité».

b) Dans les zones de combustion, la chaleur du sol est un facteur important limitant l'installation de la flore courante non adaptée à de telles températures, mise à part la florule spéciale des endroits chauds d'ailleurs très limitée en nombre d'espèces.

— Toute végétation ligneuse tendant à s'installer est rapidement éliminée. La combustion interne des terrils étant itinérante, on assiste en surface à une déformation et un déplacement continuel des plages brûlantes⁽⁹⁾. Si celles-ci progressent dans une zone boisée, on assiste à un dépérissement progressif du peuplement ligneux. Le phénomène le plus spectaculaire fut observé par C. DEBEHAULT vers 1965 sur un terril actuellement disparu à Hautrage ; tout le versant Est, couvert d'un peuplement naturel et dense de bouleaux, fut progressivement détruit par la chaleur interne du terril. En observant le peuplement végétal, on pouvait tracer l'itinéraire suivi par cette combustion interne ; spatialement, quatre zones pouvaient être distinguées :

1. Peuplement vierge.
2. Boisement atteint par la combustion avec mort des premiers arbres.
3. Zone en combustion active et mort de tous les arbres.
4. Zone éteinte avec réinstallation naturelle du bouleau entre les troncs achevant de pourrir.

(9) Il est bien entendu que ce déplacement des plages brûlantes est très progressif et s'échelonne sur plusieurs années, voir sur plusieurs dizaines d'années. De plus, les zones brûlantes n'apparaissent qu'à certains endroits des terrils.

Deuxième partie : La végétation

TERMINOLOGIE

Pour aider à la compréhension du présent chapitre et éviter toute confusion nous donnons une définition sommaire des principaux termes utilisés dans le texte.

1. *Termes exprimant les relations des plantes avec le degré d'humidité du sol.*

- Xérophyte ou espèce xérophile : plante croissant habituellement dans des stations très sèches.
- Mésoxérophyte : plante qui croît dans des stations un peu plus humides.
- Mésophyte : plante préférant les endroits moyennement humides.
- Hygrophyte : plante liée à des stations où l'humidité édaphique et même atmosphérique sont assez élevées.
- Espèce à large amplitude : espèce assez indifférente quant au degré d'humidité du sol.

2. *Termes exprimant les relations des plantes avec la nature ou la réaction du sol.*

- Espèce à tendance acidiphile : préférant les sols à valeur de pH inférieure à 6 (de 3,5 à 6).
- Espèce à tendance basiphile : préférant les sols à valeur de pH supérieure à 7 (de 7 à 7,9).
- Espèce neutrophile : préférant les sols à réaction neutre ; pH 6 à 7.
- Espèce indifférente : plante indifférente quant à la nature du sol.
- Espèce nitrophile : plante des sols riches en azote.
- Espèce halophile : plante liée aux sols salins quelle que soit la nature du sel.

3. *Termes exprimant les relations des plantes avec la chaleur et la lumière du milieu.*

- Thermophyte : plante des milieux chauds.
- Héliophyte : plante des stations très éclairées (éclairage direct).

4. *Termes désignant les endroits où croît habituellement la plante.*

- Espèce messicole : plante croissant dans les moissons.

- Espèce rudérale : plante des ruines, des décombres et autres lieux dégradés par l'homme.
- Espèce adventice : mauvaise herbe des cultures.
- Espèce prairiale : plante de prairies.
- Espèce subsylvatique : plante croissant dans les bois mais non strictement liée à ces derniers et transgressant souvent dans d'autres formations végétales, les pelouses et les coupes forestières par exemple.

5. Termes désignant le mode de dissémination des espèces.

Les plantes étant presque toujours fixes, ce sont généralement certains de leurs organes qui se chargent de la dissémination. La partie de la plante disséminée n'est pas toujours uniquement la graine ; elle peut être le fruit entier ou non, ou même des parties végétatives accompagnant les graines, voire même la plante entière. Le terme général de diaspore désigne l'organe quittant la plante pour disséminer ses graines et étendre son aire.

- Espèces anémochores : espèces dont le vent transporte les diaspores. On distingue entre autres les types «planeur léger» possédant des diaspores de faible poids ou densité, ou munies d'aigrettes, et «planeur lourd» dont le rapport Poids/Surface portante est plus élevé que dans le type précédent.
- Espèces zoochores : espèces dont les diaspores sont disséminées par les animaux. Epizoochores : diaspores fixées au corps d'un animal. Endozoochores : diaspores charnues ou sèches ingérées par l'animal (les graines traversent le tube digestif sans subir d'altération).
- Espèces barochores : les diaspores se détachent de la plante mère et tombent verticalement sur le sol grâce à la force de pesanteur.

6. Les formes de vie.

Les termes classiques de chaméphyte, hémicryptophyte et géophyte seront utilisés.

- Ephémérophytes (remplace le terme classique de thérophyte) : ce sont des plantes à vie très courte, accomplissant l'entièreté de leur cycle vital pendant les périodes humides ; elles passent la saison mauvaise (sèche ou froide) à l'état de graines.

7. Le spectre biologique.

Il donne le pourcentage des différentes formes de vie dans une association ou un groupement végétal.

8. *Le spectre écologique.*

Il indique le pourcentage des différents types de plantes selon leurs affinités avec le milieu.

Lors de l'élaboration de ces deux types de spectres on a tenu compte du degré de recouvrement de chaque espèce dans l'association c'est à dire de leur «abondance-dominance».

9. *Le spectre de dissémination.*

Il renseigne le pourcentage des différents modes de dissémination des diaspores. Il ne tient compte que de la présence de l'espèce dans l'association et pas de son degré de recouvrement.

§ 1 LES GROUPEMENTS PIONNIERS

A) Groupement pionnier herbacé des pentes mobiles

1. LOCALISATION TOPOGRAPHIQUE

Le facteur écologique principal déterminant ce groupement est la mobilité de la pente. Les terrils présentant cette particularité sont les plus récents et les plus grands (St. Antoine, St. Charles, Marcasse, Crachet-Picquery, Grand Trait, Levant du Flénu, Sept et Huit de Hornu-Wasmes, Sautwartan, ...). Plus la pente est accentuée, plus la mobilité superficielle du substrat est forte. Si la combustion est présente en surface, la végétation pionnière disparaît ; par la suite, le feu s'éteint ; les schistes rougis, agglomérés, stabilisent la pente et le passage à la pelouse est fréquent. Ce groupement s'observe donc sur un substrat grossier, mobile et surtout non brûlé, du moins en surface. L'orientation de la pente a relativement peu d'importance sur la composition floristique du groupement mais peut être déterminante pour son évolution ultérieure.

2. SUBSTRAT

Le terril étant récent et la pente continuellement «rajeunie», les gros blocs et les cailloux sont très abondants. Les blocs schisteux éclatent très rapidement sous l'influence des facteurs atmosphériques et donnent des cailloux plus petits et même des éléments fins. Ce substrat est très poreux et, lors des pluies, les éléments fins sont entraînés le long de la pente et en profondeur.



PHOTO 1. — Terril Crachet-Picquery à Frameries. Versant nord ; groupement pionnier herbacé sur pente mobile. *Reseda lutea* est abondant entre les blocs de grés.

Les quelques premiers centimètres sont donc essentiellement caillouteux ; plus profondément, on trouve un mélange de cailloux et d'éléments fins.

Relevé-type.

Terril Héribus à Cuesmes ; versant nord, au 1/3 inférieur ; pente variable : de 0 à 20° ; substrat : schistes finement délités parsemés de blocs de grés ; groupement pionnier herbacé avec de grandes plages de tussilages et en voie d'envahissement par le bouleau ; 17-IX-1973.

Strate arbustive (hauteur 1 à 10 m ; recouvrement 5%) :

Betula pendula 1.2, *Rubus sp.* +, *Salix gr. cinerea* +.

Strate herbacée (10%) :

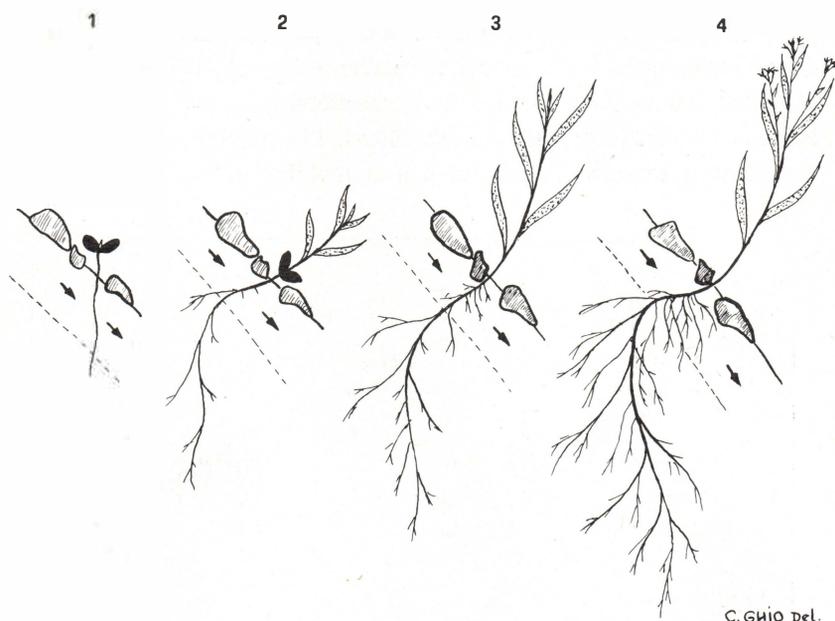
Senecio viscosus 1.1, *Reseda lutea* +, *Picris hieracioides* +.2, *Hieracium pilosella* 1.3, *Arenaria serpyllifolia* 1.2, *Echium vulgare* +.2, *Inula conyza* 1.2, *Carlina vulgaris* +, *Cynoglossum officinale* +, *Linaria minor* +, *Tussilago farfara* 1.4, *Epilobium lanceolatum* +, *E. collinum* +, *Cirsium arvense* +.2, *C. vulgare* +, *Vulpia myuros* +.2, *Hypochoeris radicata* +, *Erigeron canadensis* +.2, *Sonchus asper* +, *Cerastium vulgatum* +.2, *Arrhenatherum elatius* +.2, *Daucus carota* +.2, *Holcus lanatus* +, *Epilobium angustifolium* +, *Fragaria vesca* +, *Betula pendula* 1.1.

Strate muscinale (1%) :

Ceratodon purpureus 1.3, *Camptothecium sp.* +.2, *Cladonia sp.* +.

3. COMPOSITION FLORISTIQUE

Le spectre écologique indique la dominance des xérophytes et mésoxérophytes. Le substrat grossier, sa couleur, les conditions très ensoleillées, l'exposition au vent expliquent la présence de telles plantes. Les conditions plus mésophiles des versants nord permettent l'implantation en plus grand nombre des espèces de prairies et des espèces subsylvatiques.



C. GHIO DEL.

FIG. 3. — Formation du collet coudé chez un éphémérophyte croissant sur pente mobile. Les flèches indiquent les mouvements du substrat.

Les xérophytes dominants de l'association sont *Reseda lutea* et *Senecio viscosus*, deux espèces indifférentes, accompagnées d'autres xérophytes indifférents (*Picris hieracioides*, *Hieracium pilosella*) et d'une série de xérophytes à tendance basiphile (*Arenaria serpyllifolia*, *Echium vulgare*, *Verbascum thapsus*, *Inula conyza*, *Carlina vulgaris*, *Cynoglossum officinale*, ...). Ces derniers sont en fait des espèces calcicoles à large amplitude qui se comportent ici comme des xérophytes de substrat filtrant.

Les quelques mésophytes à large amplitude présents dans l'association sont *Erigeron canadensis* et *Epilobium collinum*.

On rencontre souvent en vastes plages une espèce rudérale mésophile de sols remués : *Fussilago farfara*.

Quelles sont les adaptations des plantes leur permettant de résister aux conditions xérophiles et à la mobilité de la pente ?

La mobilité de la partie supérieure du substrat déforme continuellement les plantes qui y croissent par la pression exercée au niveau du collet.

Dès leur germination, les jeunes plantules sont soumises à cette déformation et le géotropisme de la tige «redresse la situation». Ensuite, le collet et la base de la tige se lignifient rendant toute déformation impossible ; la plante est alors entraînée, déracinée ou recouverte. Ceci est la règle générale pour les plantes annuelles et bisannuelles à port scapeux (Fig. 3). Il arrive quand même que l'axe principal se couche sur le substrat (et soit recouvert en partie par celui-ci) favorisant le développement des axes secondaires latéraux (cas fréquent chez *Reseda lutea*). Les plantes à racines et collets coudés sont caractéristiques des pentes mobiles.

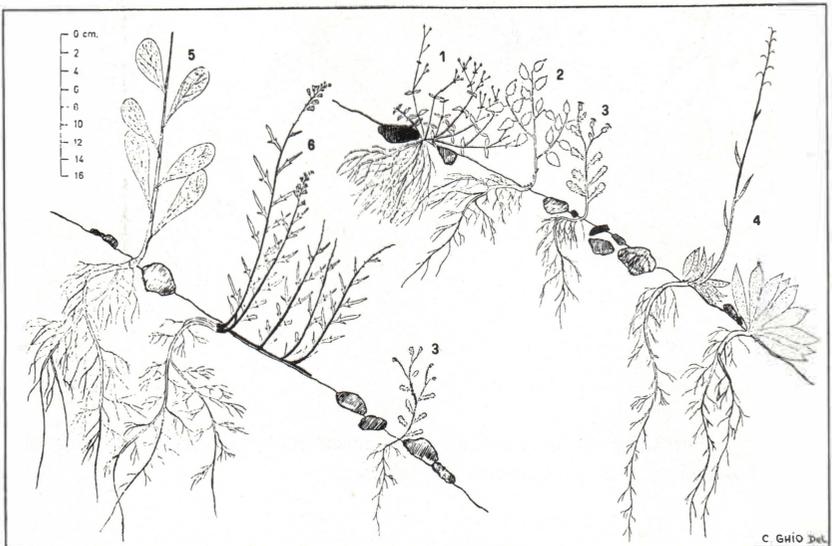


FIG. 4. — Groupement pionnier herbacé des pentes mobiles. — Tous les éphémérophytes et hémicryptophytes bisannuels ont le collet nettement coudé. — 1. *Cerastium vulgatum*. — 2. *Betula pendula*. — 3. *Senecio viscosus*. — 4. *Echium vulgare*. — 5. *Inula conyza*. — 6. *Reseda lutea*.

Les éphémérophytes et les plantes bisannuelles présentes dans le groupement sont adaptées à la mobilité de la pente en accomplissant leur cycle vital en un temps relativement court et en développant pour la plupart une racine pivotante importante.

La racine pivotante est également une adaptation au milieu sec. L'im-

plantation, la survie et la reproduction de ces plantes dans des conditions particulières semblent plus ou moins normales. Et pourtant, si elles donnent au groupement sa physionomie typique, elles contribuent très peu ou pas du tout à son évolution. Qui dit évolution du groupement, pense stabilisation de la pente ! Cette stabilisation peut être obtenue de plusieurs façons différentes :

1. Stabilisation avec le temps : le terril se tasse et la pente devient moins forte.
2. Stabilisation grâce à la combustion qui agglomère les schistes.
3. Stabilisation par la végétation.



C. GIOIO del.

FIG. 5. — Développement d'une touffe de piloselle (*Hieracium pilosella*) sur pente mobile et apparition d'un profil en escalier. Les flèches indiquent les mouvements du substrat.

Ces différents modes de stabilisation peuvent intervenir ensemble ou séparément.

Moins abondants que les éphémérophytes et que les hémicryptophytes bisannuels, les hémicryptophytes vivaces et les géophytes peuvent jouer un rôle déterminant dans la stabilisation du substrat.

Ils peuvent dans une certaine mesure stopper le mouvement de la pente grâce à leurs organes souterrains ou aériens. Ces végétaux stabilisent des plages qui deviennent des endroits privilégiés où peuvent s'installer des plantes plus mésophiles non adaptées à la sécheresse et à la mobilité du substrat. La rétention du substrat en un point donné (surtout par les végétaux recouvrants) a pour conséquence l'apparition d'une micromorphologie de la pente en escalier (Fig. 5).

Cette stabilisation par la végétation s'effectue selon divers processus :

1. Stabilisation par les plantes recouvrant le sol.

a) Hémicryptophytes vivaces rampants.

- Cas de la piloselle, *Hieracium pilosella*. Cette espèce détermine typiquement des profils en escaliers. Ses rosettes et son enchevêtrement de stolons et racines maintiennent fermement en place une petite surface qui s'oppose au mouvement général du substrat ; pourtant en amont et en aval de cette petite surface stable, le substrat continue de bouger ayant pour conséquence le tassement de la touffe et l'apparition d'une rupture de pente (Fig. 5). Bien qu'étant une espèce mésoxérophile, la piloselle est plus fréquente aux expositions nord dans les groupements pionniers herbacés. Elle ne forme jamais des colonies très étendues ; son implantation semble difficile. C'est surtout une *plante de substrat stable, filtrant et même relativement grossier*.
- Le cas du fraisier, *Fragaria vesca*, est semblable à celui de la piloselle mais cette plante est beaucoup moins abondante.

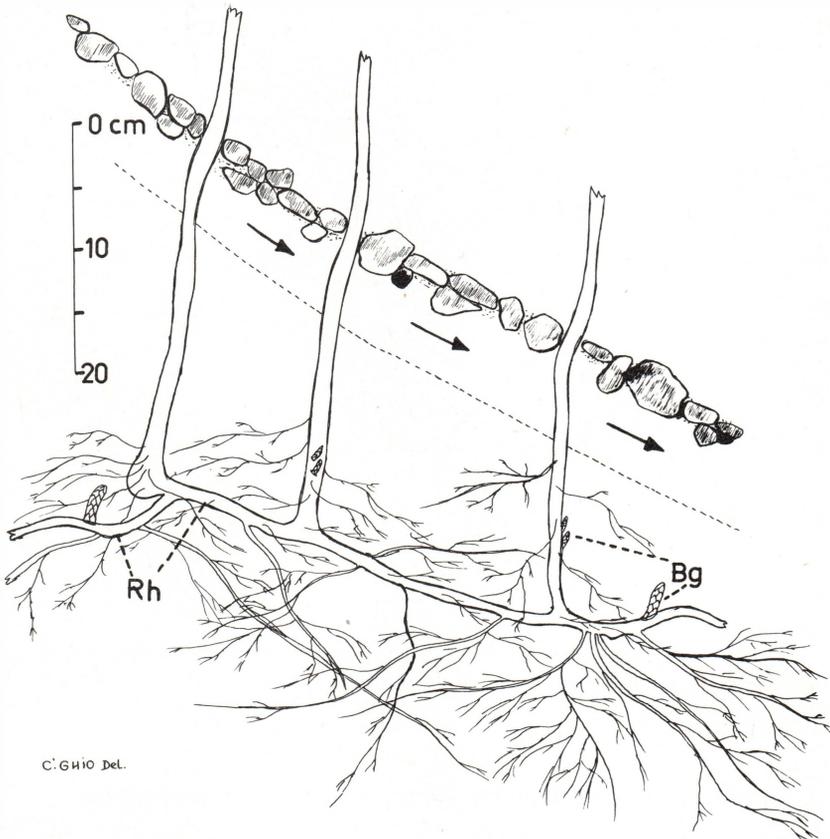
b) Phanérophytes lianeux.

- Cas de la clématite, *Clematis vitalba*. Ne trouvant pas de support pour grimper, la plante s'étale sur le sol en donnant de longs rejets qui peuvent s'enraciner ; ceci permet au végétal de traverser les zones où le calibre des blocs est important et l'installation de la vie difficile.

2. Stabilisation par les espèces vivaces à organes souterrains propagateurs.

Cas du tussilage, *Tussilago farfara* et de l'épilobe, *Epilobium angustifolium*. La première espèce est un géophyte radicigemme et à rhizomes alors que la seconde, bien que très proche de la première, est par-

fois classée dans les hémicryptophytes à bourgeons au ras du sol. Les deux espèces possèdent des organes souterrains vivaces, permanents, localisés en profondeur dans la partie non mobile du substrat. Ces organes souterrains sont constitués de rhizomes solides, épais et de racines ; il apparaît sur ces rhizomes des bourgeons qui se développent en tiges souterraines parcourant l'éboulis parallèlement à la surface. Ces tiges s'enracinent, se redressent et percent la surface pour développer leurs organes aériens (Fig. 6).



C. GHIO Del.

FIG. 6. — Organes souterrains d'*Epilobium angustifolium*. Groupement pionnier sur pente mobile. — Bg. Bourgeon. — Rh. Rhizome. Les flèches indiquent les mouvements du substrat.

La grande épilobe en épi et surtout le tussilage forment de vastes plages sur les pentes mobiles et maintiennent en place, eux aussi, une certaine surface. La stabilité de ces plages peut être mise en évidence par l'observation du collet des éphémérophytes et des hémicryptophytes bisannuels poussant entre le tussilage, qui est peu ou pas coudé.

Tussilago farfara et *Epilobium angustifolium* sont deux espèces mésophiles, la première rudérale et la seconde subsylvatique de coupes. Bien que les rencontrant à toutes les expositions, c'est surtout sur les versants nord ou dans les ravines qu'elles sont les plus fréquentes et les plus abondantes ; cela s'explique par leur tendance écologique.

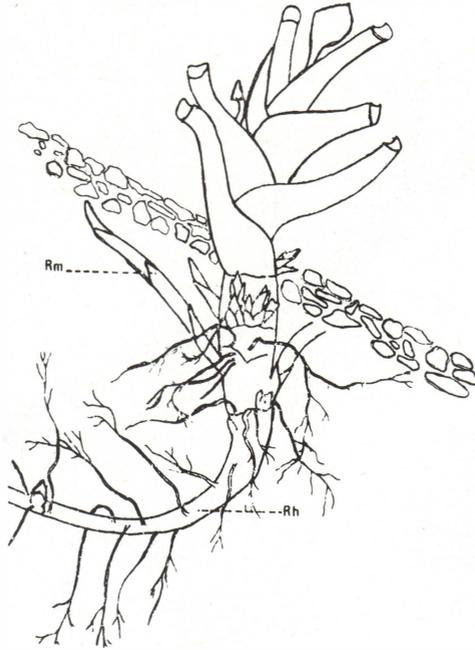


FIG. 7. — Organes souterrains du tussilage (*Tussilago farfara*) ; d'après D. PETIT, 1971 — végétation pionnière des terrils de la région de Carvin.

3. Stabilisation par les plantes émettant des rejets ascendants.

Ce sont des espèces telles que *Cirsium arvense*, *Hypericum perforatum*, *Epilobium collinum*, *E. lanceolatum*, *Hieracium lachenalii*, *H. laevigatum*. Ces espèces sont toutes des mésophytes ; elles sont peu abondantes dans l'association et leur subsistance au sein de celle-ci est parfois très aléatoire. Néanmoins, certaines d'entre elles (*Hypericum perforatum*, *Epilobium collinum*, *E. lanceolatum*) résistent assez bien aux glissements de cailloux et supportent même le recouvrement ; elles émettent alors des rejets jusqu'en surface. Ces derniers, ainsi que les organes souterrains, peuvent dans une certaine mesure maintenir le substrat.

4. Stabilisation par les plantes vivaces cespitueuses.

Dans le groupement, ce sont uniquement des Graminées. La survie de ces espèces sur les pentes mobiles est également aléatoire. Leurs racines fasciculées, nombreuses dans la partie mobile du substrat, résistent peu au déchaussement ; profitant d'une stabilité provisoire, elles s'installent sur de petites plateformes maintenues par quelques blocs pierreux et plus stables que le reste de la pente. Elles peuvent finalement former de petits peuplements cespitueux suffisamment vigoureux qui s'opposent au mouvement de la pente et provoquent un «profil en escalier».

4. VARIABILITÉ DU GROUPEMENT

Dans deux relevés où le pH est particulièrement élevé (pH 7,5 — Saint Antoine Nord, versant SW) et le substrat non brûlé en surface, on note la présence d'une plante considérée comme halophile : *Salsola kali*. Cette espèce, indigène dans le district maritime, se rencontre occasionnellement à l'intérieur du pays dans quelques stations adventices. Elle n'a jamais été signalée dans le Borinage. Il y a peut être un rapprochement à faire entre la présence de cette espèce dans deux relevés effectués sur le même versant et la présence d'une source riche en sulfate de soude au pied du versant.

Salsola kali est une espèce anémochore du type planeur lourd ; le calice entourant le fruit devient dur et cartilagineux à maturité, une partie se rabat sur le fruit et l'autre forme des ailes contribuant à la dissémination de l'espèce. La plante est peut-être également un «rouleur».

5. SPECTRE DE DISSÉMINATION

La forte proportion d'espèces anémochores explique l'implantation rapide des plantes sur les pentes mobiles. Si on inclut aux anémochores proprement dites, les anémochores à tiges projetantes possédant des graines fines pouvant être emportées par le vent, on arrive à 7/10 des espèces dont les graines peuvent être disséminées par le vent.

Les espèces zoochores (15 %) jouent également un rôle important dans cette colonisation. L'apparition des espèces endozoochores est à mettre en rapport avec la présence de nombreux ramiers et pigeons et celle des espèces épizoochores avec la présence de lièvres et lapins qui circulent constamment sur les terrils, même dépourvus de végétation.

Les deux modes de dissémination des diaspores à longue distance englobent ensemble plus de 85 % des espèces présentes sur les pentes mobiles.

Dissémination et germination des graines.

— Les *éphémérophytes*. Certains, capables d'émettre des semences très rapidement, peuvent avoir plusieurs générations par an si les conditions climatiques le permettent (ex. *Senecio viscosus*). Les germinations s'étalent sur toute l'année pour autant que la température et l'humidité superficielle soient suffisamment élevées. D'autres n'ont généralement qu'une seule génération par an, les germinations ayant lieu au printemps (ex. *Arenaria serpyllifolia*, *Crepis capillaris*).

— Les *Arenaria serpyllifolia* observés en septembre en pleine vitalité dans les moissons sur craie du Borinage, alors que sur les terrils la plante est déjà desséchée, proviennent peut-être d'une seconde génération qui n'est jamais observée sur les terrils.

— Les *hémicryptophytes bisannuels et vivaces*. Les disséminations commencent en août-septembre (*Daucus carota*, *Oenothera parviflora*, *O. erythrosepala*) et se poursuivent jusqu'en octobre et même plus tard avec les Composées, les Résédacées et les Boraginacées. Les premières germinations ont lieu en septembre à l'occasion des pluies d'été et d'automne (*Oenothera parviflora*, ...). Les petites plantules passent un premier hiver. Au premier printemps a lieu le développement des rosettes et la germination des autres espèces. Simultanément, commence l'apparition des organes floraux sur les rosettes de l'année précédente. En fin de saison, les rosettes de certaines espèces (celles germées un an auparavant) passeront leur second hiver et celles germées l'année même leur premier hiver. Au printemps suivant, toutes les floraisons se prépareront. La plupart des germinations ont lieu dans les endroits les mieux protégés, c'est-à-dire au pied des plus gros blocs, à l'abri du soleil et du vent.

B) Groupement pionnier arbustif des pentes mobiles ou plus ou moins stabilisées

Relevé-type.

Terril Avaleresse (19) à Cuesmes-Jemappe ; versant E.N.E. ; pente 30° ; substrat : schistes houillers riches en éléments fins, stabilisés ; bois clairié à base de bouleaux ; 11-IX-1973.

Strate arborescente (hauteur 12 m ; recouvrement 50%) :

Betula pendula 3.2, *Sorbus aucuparia* +, *Robinia pseudacacia* +.

Strate arbustive (5 m ; 40%).

Betula pendula 3.3, *B. pubescens* 1.2, *Rosa canina* +.2, *Crataegus monogyna* +.2, *Salix caprea* +.

Strate herbacée (40 %) :

Teucrium scorodonia 3.3, *Deschampsia flexuosa* 3.3, *Arrhenatherum elatius* 1.2, *Inula conyza* 1.2, *Hypericum perforatum* 1.2, *Epilobium lanceolatum* 1.2, *Arenaria serpyllifolia* 1.2, *Hieracium pilosella* 1.2, *Fragaria vesca* 1.2, *Cerastium vulgatum* +, *Poa nemoralis* +, *Senecio jacobaea* +, *Satureia vulgaris* +.2, *Epilobium angustifolium* +, *Hieracium laevigatum* +, *Myosotis ramosissima* +, *Rosa canina* +, *Crataegus monogyna* +, *Sorbus aucuparia* +, *Prunus serotina* +.

Strate muscinale (50 %) :

Brachythecium rutabulum 3.3, *Camptothecium sp.* 2.2, *Hypnum cupressiforme* 2.2, *H. purum* 1.2, *Ceratodon purpureus* 1.2, *Eurhynchium sp.* +, *Cladonia sp.* +.

1. LOCALISATION

Ce groupement occupe les versants nord avec le groupement pionnier herbacé. C'est un groupement pionnier naturel de pentes légèrement mobiles à stables, qui se rencontre souvent sur les terrils les plus récents, mais toujours sur les versants les plus frais.

2. SUBSTRAT

Il est identique à celui du groupement précédent.

3. COMPOSITION FLORISTIQUE

Les versants nord et proches de celui-ci possèdent des conditions micro-climatiques différentes de celles des versants sud. L'ensoleillement y est moins accentué ; l'humidité et la fraîcheur y sont donc plus élevées. Ceci permet à une flore très différente de celle des versants sud de coloniser les éboulis mobiles ou déjà stabilisés naturellement en partie.

La couverture végétale est composée de trois strates : une strate ligneuse, une strate herbacée, de plus ou moins même importance, et une strate muscinale de moindre importance.

La strate ligneuse est composée en grande partie de jeunes bouleaux de 1 à 8 m de hauteur. Ceux-ci couvrent plus du tiers de la surface totale. La dissémination des bouleaux par le vent est extrêmement facile. L'arbre est accompagné, mais en nombre plus restreint, par deux espèces endozoochores, le sorbier des oiseaux *Sorbus aucuparia* et l'aubépine *Crataegus monogyna*, dont les graines sont amenées par les oiseaux.

La strate arbustive étant bien représentée, les espèces herbacées subsylvatiques n'ont aucune difficulté à s'implanter. Elles occupent plus ou moins la moitié de la strate herbacée et sont essentiellement des espèces à tendance

acidiphile (*Fragaria vesca*, *Poa nemoralis*, *Teucrium scorodonia*, *Deschampsia flexuosa*, *Pteridium aquilinum*, ...). Les espèces de prairies s'installent également assez facilement. Ce sont des prairiales à large amplitude (*Hypericum perforatum*, *Chrysanthemum leucanthemum*), des prairiales mésophiles (*Arrhenatherum elatius*, ...) et même des prairiales hygrophiles (*Holcus lanatus*, *Calamagrostis epigeos*). Pourtant les mésoxérophytes occupent encore plus ou moins un quart de la strate herbacée : ce sont sans doute des espèces accidentelles qui se maintiennent dans les endroits les plus éclairés et qui disparaîtront lorsque la strate ligneuse se fermera. Ces espèces sont néanmoins les témoins d'un substrat très filtrant.

Les bouleaux, grâce à leur enracinement très traçant et superficiel, peuvent, s'ils sont suffisamment nombreux, stabiliser la pente. Sur pente assez forte, ils présentent souvent, sinon toujours, un pied tortueux, déchaussé et souvent deux axes principaux, signe d'un déchaussement dans le jeune âge (fig. 2).

En versant nord, le bouleau contribue manifestement à la stabilisation du substrat. C'est donc non seulement une espèce pionnière de grande importance mais également une espèce stabilisatrice efficace.

Les champignons sont largement représentés dans ce groupement ainsi que dans les bois de bouleaux qui en dérivent. Nous avons répertorié plus de 40 espèces différentes de champignons supérieurs (Basidiomycètes et Ascomycètes) sur un seul terril (Levant du Flénu).

§ 2 LA VEGETATION DES ZONES DE COMBUSTION

A) Généralités

«A partir des plages brûlantes, et selon un gradient allant des températures les plus élevées aux températures les plus basses, on assiste à une véritable zonation d'associations végétales différant les unes des autres par le nombre d'espèces et par leur abondance et leur sociabilité». Les associations mises en évidence sont les suivantes (classées en fonction de la température décroissante du substrat) :

- association à pourpier ;
- association à *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli* et *Setaria viridis* ;
- association à *Vulpia myuros* et *Digitaria sanguinalis* ;
- association à *Vulpia myuros*, *Echium vulgare* et *Daucus carota*.

Ces associations étant strictement liées à la combustion des terrils, on les rencontre surtout sur les plus récents, c'est-à-dire les plus volumineux, qui

sont en combustion active. La combustion du terril se manifestant surtout à son sommet, les zonations se retrouveront donc à cet endroit ou sur les pentes les plus proches du sommet, l'orientation n'ayant aucune importance.

Il existe sur les terrils des zones de combustion de différents types :

- Les zones de combustion «humides», proches des trous de vapeur, où en plus du rayonnement calorifique interne, il y a constamment des mouvements de convection amenant de la vapeur d'eau qui se dépose sur les plantes environnantes (l'humidité relative y est proche de 100 %) et humidifie le sol.
- Les zones de combustion «sèches» où il n'y a aucun dégagement de vapeur, du moins visible à l'œil nu. La chaleur remonte du terril par rayonnement infra-rouge uniquement. L'absence de «trous de vapeur» ne signifie pas un substrat particulièrement sec ; au contraire, il est normalement à fortement humide.

Les deux variables, température et degré d'humidité, qui sont liées au substrat évoluent spatialement selon un même gradient, c'est-à-dire que dans les zones les plus chaudes, le degré d'humidité du substrat est très élevé (souvent près de 100 % d'humidité relative) et lorsque la température baisse, il en est de même pour le degré d'humidité. Ce phénomène assez paradoxal peut être expliqué de la façon suivante : la combustion est itinérante à l'intérieur du terril et délaisse souvent de vastes masses qui ne brûlent pas. La combustion ne s'extériorise donc pas en surface par d'immenses zones chaudes spatialement continues, mais bien par des plages (parfois assez vastes) particulièrement chaudes limitées par des zones plus froides. Un terril étant très poreux, donc très humide, une partie de cette eau liquide est transformée en vapeur qui, comme la chaleur et les autres gaz, va s'élever dans l'atmosphère au niveau des zones préférentielles choisies par la combustion. Dans les zones plus froides cernant les endroits à combustion active, l'eau a tendance à percoler et, n'étant pas chauffée à l'état de vapeur, elle ne remonte pas en surface ; néanmoins, si elles sont situées assez près des zones très chaudes, elles seront incontestablement influencées par ces dernières d'où apparition de deux gradients parallèles.

TABLEAU : Gradient de température dans les zones de combustion

									Moyen- ne			
T° à — 2 cm	32	37	47	37	32					37	Groupement à pourpier	
T° à —10 cm	45	47	57	57	35					48,5		
T° à — 2 cm	37	37	37	37							37	Groupement à Digitaria, Echino- chloa et Setaria
T° à —10 cm	42	37	45	50							42	
T° à — 2 cm	26	29	32	32	27	33	26	27	29	Groupement à Vulpia et Digitaria		
T° à —10 cm	33	30	35	45	30	30	30	35	33,5			
T° à — 2 cm	32	24	26	29	26	22				26,5	Groupement à Vul- pia, Echium, Daucus	
T° à —10 cm	31	30	29	30	33	24				29,5		
T° à — 2 cm	20	18							19	Pelouse à fromental		
T° à —10 cm	24	21							22,5			

Ces résultats sont assez bien en accord avec ceux obtenus par C. DEBEHAULT (1969) d'après des mesures effectuées sur les terrils du Borinage.

B) Les associations végétales

1. ASSOCIATION A POURPIER

Relevé-type.

Terril Crachet-Picquery à Frameries ; versant sud-ouest, replat près du sommet ; pente 3° ; substrat : schistes houillers finement divisés ; groupement de colonisation ras et assez ouvert sur zone de combustion ; 17-IX-1973.

Strate herbacée (recouvrement 90 %) :

Portulaca oleracea subsp. *oleracea* 4.3, *Digitaria sanguinalis* 2.3, *Oenothera parviflora* 1.2, *Epilobium collinum* 1.2, *Vulpia myuros* 1.2, *Erigeron canadensis* +, *Anagallis arvensis* +, *Polygonum mite* +, *Verbascum thapsus* +, *Rubus sp.* +, *Spergularia rubra* [+].

Strate muscinale (5%) :

Ceratodon purpureus 1.3, *Campylopus introflexus* +, *Polytrichum juniperinum* +, *P. piliferum* +.

1. LOCALISATION

L'association à pourpier est un des groupements supportant les températures les plus élevées. Il est localisé dans les zones de combustion «sèches» à pente faible ou nulle ou dans de petites cuvettes.

2. SUBSTRAT

Généralement, les zones à pourpier se rencontrent sur un substrat très chaud constitué de cailloux rougis et non brûlés et d'une certaine quantité d'éléments fins. La combustion se fait en profondeur et n'atteint pas la surface. Le pH est très variable d'une station à l'autre (pH : 4 à 7). Ces variations sont en partie en rapport avec la combustion du substrat ; nous savons que celle-ci fait baisser le pH.

3. COMPOSITION FLORISTIQUE

Les plantes dominantes et constantes du groupement sont *Portulaca oleracea* subsp. *oleracea* et *Digitaria sanguinalis*, souvent accompagnées d'*Oenothera parviflora* et d'*Erigeron canadensis*. Si la température du substrat s'élève, le groupement devient monospécifique, à base de pourpier.

La température limite rencontrée dans une plage à pourpier malingre est de 47° à —2 cm et 57° à —10 cm. Dans les zones de combustion «sèche», les températures supérieures à 47° en surface ne sont plus compatibles avec la vie des végétaux supérieurs (C. DEBEHAULT observe néanmoins quelques *Digitaria* rabougris jusque 57° !).

Des plantes saines et vigoureuses sont fréquemment rencontrées aux températures suivantes : 37° à —2 cm et 47° à 57° à —10 cm. Bien que souvent présent dans l'association, *Digitaria sanguinalis* n'y présente pas son développement optimum ; il est bien souvent chétif et rabougri. Les autres plantes compagnes montrent également une vitalité réduite dans ces zones particulièrement chaudes ; elles parviennent certainement à germer mais leur développement ultérieur est perturbé par la température. C'est certainement le cas d'*Oenothera parviflora*, toujours observé à l'état de rosette dans ces conditions ; les feuilles sont plus petites que dans les zones moins chaudes et leurs extrémités sont d'un rouge prononcé. Les conditions thermiques et peut-être une déficience dans l'alimentation minérale seraient responsables de ce coloris dû probablement à la présence de grandes quantités d'anthocyanes. Parmi les plantes non strictement liées aux zones de combustion, mais capables d'accomplir leur cycle vital complet dans ces conditions, il faut noter principalement des mésophytes nitrophiles annuels

(*Anagallis arvensis*, *Chenopodium album*, *Polygonum mite*) et des mésophytes indifférents (*Erigeron canadensis*).

Les conditions de température interne du substrat limitent fortement la végétation. Ce sont essentiellement des éphémérophytes qui pourront accomplir complètement leur cycle vital.

Le spectre écologique met en évidence une majorité de mésophytes et plus particulièrement de mésophytes nitrophiles ; les conditions de température interne sont effectivement particulières mais les conditions externes, c'est-à-

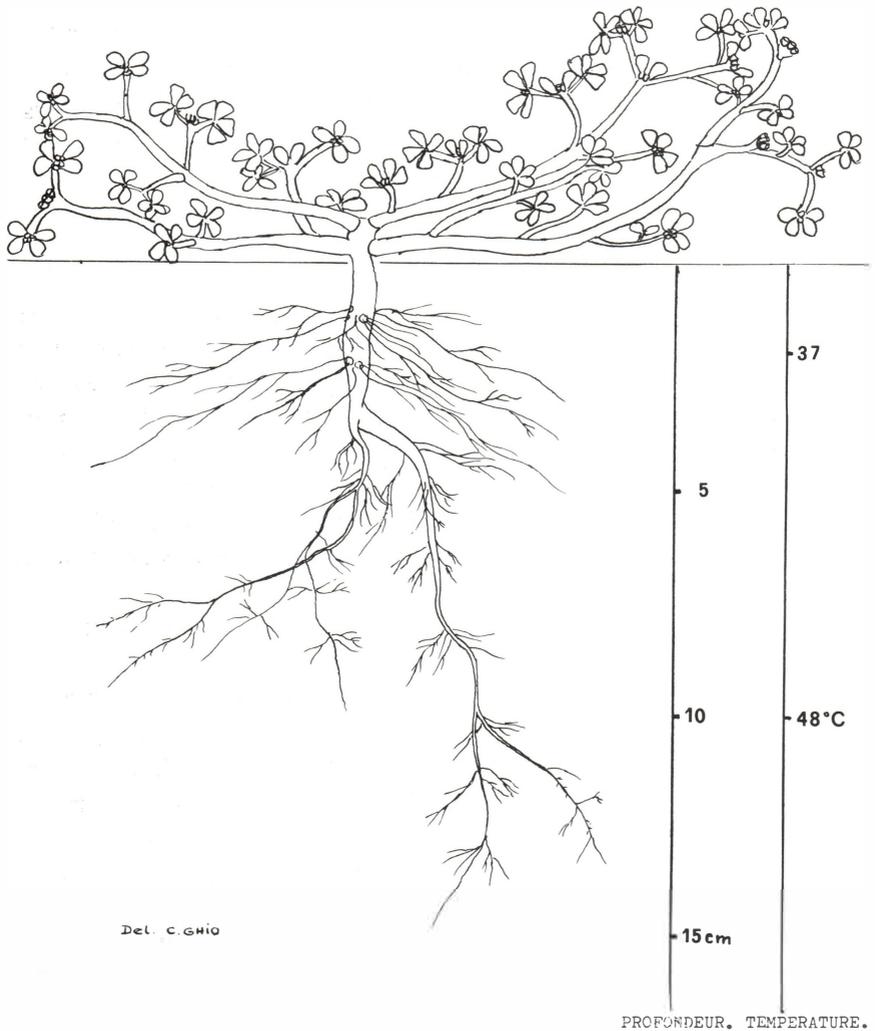


FIG. 8. — Le pourpier (*Portulaca oleracea* subsp. *oleracea*) dans une zone de combustion superficielle.

dire au niveau du feuillage sont plus ou moins normales. Il y a très peu de problèmes d'orientation étant donné que la plupart des stations sont horizontales. Le substrat étant suffisamment humide, il y a peu de xérophytes par rapport aux mésophytes. Mises à part les espèces nitrophiles, la plupart des mésophytes de la flore des terrils sont des plantes vivaces ou bisannuelles à racines pivotantes ou fasciculées profondes se trouvant dans l'impossibilité de survivre dans le groupement.

La plante strictement liée à ces stations particulières (température élevée du substrat sur zones de combustion sèche, terre fine relativement abondante, schistes non entièrement rougis) est le pourpier qui accomplit son cycle vital normalement (fig. 8). La vigueur de certaines plantes de pourpier est sans doute à mettre en rapport avec la teneur élevée en CO² du substrat, gaz qui s'échappe progressivement à la surface.

Le pourpier peut être considéré comme une espèce caractéristique exclusive de l'association. Le pourpier est une plante devenue cosmopolite, qui en Europe est surtout localisée dans les régions méridionales où elle se comporte comme une plante de cultures sarclées sur sol riche plus ou moins neutre. En Belgique et dans le Nord de la France, la plante est rare et ses stations considérées comme adventices. C'est une espèce peu compétitive qui peut croître sur les terrils à des températures inférieures à celles de l'association si elle n'est pas éliminée par les autres espèces et si les conditions de texture du substrat sont respectées (pas de pente mobile ni de substrat trop grossier). Le pourpier est une plante ombrohydrochore, c'est-à-dire dont les graines sont mises en liberté par les gouttes de pluie ; ce mode de dissémination à courte distance est certainement complété par un mode de dissémination à longue distance : dans ce cas-ci, probablement le vent, les graines étant très fines et très légères.

Dans certaines stations, le groupement à pourpier est dominé par des Bryophytes. La mousse dominante est *Campylopus introflexus* (syn : *C. polytrichoides*). C'est une espèce néotropicale et australe introduite en Europe il y a plus ou moins 25 ans. C'est un hélioxérophyte saxicole lié aux landes et rochers siliceux et sols acides dénudés. Cette espèce était signalée comme probablement nouvelle pour le département du Nord de la France par R. LERICQ (1968). Elle était localisée sur plusieurs terrils en combustion de la région de Condé-sur-Escaut. En Belgique, il en existe très peu de stations ; une station dans le district campinien (SCHILDE, 1967) et une dans le district ardennais (FRAHAN, 1966). L'espèce n'était pas signalée dans le Borinage. Elle est susceptible de se répandre comme elle l'a fait en Grande-Bretagne et aux Pays-Bas.

Les autres espèces (*Cirsium vulgare*, *Epilobium collinum*, *Verbascum thapsus*, ...) sont à considérer comme des espèces occasionnelles ou accidentelles qui sont de vitalité réduite dans l'association.

2. ASSOCIATION A *DIGITARIA SANGUINALIS*, *ECHINOCHLOA CRUS-GALLI* ET *SETARIA VIRIDIS*

Relevé-type.

Terril Levant du Flénu à Flénu ; sommet plat ; zone de combustion ; 11-IX-1973.

Strate herbacée (recouvrement 30%) :

Digitaria sanguinalis 2.3, *Echinochloa crus-galli* 1.3, *Setaria viridis* +, *Oenothera parviflora* 2.1, *Hypericum perforatum* 1.2, *Vulpia myuros* +.2, *Hypochoeris radicata* +, *Daucus carota* +, *Lepidium ruderales* +, *Echium vulgare* +, *Verbascum thapsus* +, *Polygonum mite* +, *Erigeron canadensis* +.2, *Portulaca oleracea* subsp. *oleracea* +.2.

Strate muscinale (40%) :

Campylopus introflexus 3.3, *Polytrichum juniperinum* 2.3, *Barbula hornschi* +.

1. LOCALISATION

Les facteurs écologiques qui paraissent déterminer le groupement à *Digitaria sanguinalis* sont une humidité élevée (atmosphérique et/ou souterraine) et la température. Le groupement est typique des zones de combustion «humides» (trous ou fissures d'où s'échappe de la vapeur). On peut le rencontrer également sur les replats où l'humidité du substrat est suffisante. L'association se rencontre donc souvent au sommet des terrils ou sur des petites terrasses dans les pentes proches du sommet, en toutes orientations. Le groupement est indépendant du groupement précédent (c'est-à-dire qu'il ne forme pas de zonation avec celui-ci).

2. SUBSTRAT

Le substrat est assez variable ; souvent les schistes sont rougis jusqu'en surface et agglomérés par la combustion, formant un substrat assez grossier. Il est toujours nettement stabilisé. Le pH est variable, avec néanmoins une très nette tendance vers les valeurs «acides» : pH 4 et 5.

3. COMPOSITION FLORISTIQUE

C'est dans cette association que *Digitaria sanguinalis* possède son développement optimum bien que l'on atteigne des températures extrêmes (moyenne de 37° à —2 cm et 42° à —10 cm avec des maxima de 50° à —10 cm).

La graminée semble préférer les abords immédiats des trous de vapeur où l'atmosphère est continuellement saturée d'eau. Les plantes y sont particulièrement vigoureuses ; cette vigueur est, comme pour le pourpier, à mettre en rapport avec les dégagements de CO². Le degré d'humidité élève le seuil de température (l'air étant saturé d'eau, la transpiration des végétaux est faible).

L'espèce est souvent accompagnée de *Setaria viridis* et d'*Echinochloa crus-galli*, toutes deux à recouvrement faible. Accompagnant ces Graminées, apparaissent des hémicryptophytes bisannuels mésophiles (*Oenothera parviflora*, *Echium vulgare*, *Verbascum thapsus*, *Daucus carota*, *Picris hieracioides*) et des hémicryptophytes vivaces (*Hypochoeris radicata*, *Hypericum perforatum*).

Les éphémérophytes et les bryo-chaméphytes sont les mieux représentés au sein de l'association.

Au sujet des éphémérophytes, les mêmes remarques concernant l'association à pourpier sont applicables dans ce cas-ci, c'est-à-dire conditions favorables au développement des petites plantes à cycle court. Les plantes vivaces sont très peu abondantes.

Les bryophytes ont un recouvrement assez important dans l'association : plus ou moins 1/4 de la surface totale. Le développement de ces mousses est évidemment favorisé par le taux d'humidité relative élevé. Les espèces importantes sont : *Campylopus introflexus*, *Polytrichum juniperinum* et *Barbula hornschuchiana*. *Barbula hornschuchiana* SCHULTZ. est un hélioxérophyte saxicole des terres incultes, des steppes et même des rochers calcaires. Son aire géographique englobe l'Afrique du Nord et du Sud, les Canaries, les Açores et l'Asie Mineure.

Le groupe écologique des mésophytes subnitrophiles à tendance acidiphile (*Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Setaria viridis*) est le mieux représenté dans l'association. Il englobe trois espèces qui, en dehors des terrils, se comportent comme des plantes des cultures sarclées ou comme des messicoles sur sol sablonneux plus ou moins acide. Les conditions de pH et d'humidité des terrils correspondent plus ou moins aux exigences de ces plantes.

- *Digitaria sanguinalis* est une plante des cultures sarclées, essentiellement dans les stations plus méridionales. En Belgique, la plante se comporte surtout comme une rudérale liée aux ballasts des voies ferrées, c'est-à-dire un thermophyte de substrat filtrant (nous l'avons d'ailleurs observé dans les gares proches du Borinage : Ath).
- *Echinochloa crus-galli* est avant tout une espèce très héliophile et elle viendrait en abondance sur les sols acides où les cultures sont moins denses (GOEDEWAGEN, 1941).

3. ASSOCIATION A *VULPIA MYUROS* ET *DIGITARIA SANGUINALIS*

Relevé-type.

Terril Levant du Flénu à Flénu ; versant sud ; pente 30° ; zone de combustion ; 11-IX-1973.

Strate herbacée (recouvrement 60%) :

Vulpia myuros 3.3, *Digitaria sanguinalis* 1.2, *Oenothera parviflora* 2.2, *Daucus carota* 2.2, *Reseda lutea* 1.2, *Picris hieracioides* 1.2, *Hieracium pilosella* 1.3, *Arenaria serpyllifolia* 1.2, *Echium vulgare* 1.3, *Verbascum thapsus* 1.2, *Petrorhagia prolifera* 1.2, *Hypericum perforatum* 1.2, *Erigeron canadensis* +.2, *Polygonum mite* +, *Sonchus asper* +, *Bromus tectorum* +.3, *Poa compressa* +.3, *Lactuca virosa* +, *Crepis capillaris* +, *Rumex crispus* +.2, *Arrhenatherum elatius* +.2, *Senecio jacobaea* +, *Senecio viscosus* +, *Rubus sp.* +, *Rosa canina* +, *Prunus serotina* +, *Rumex acetosella subsp. tenuifolius* +, *Aira caryophyllea* +.

Strate muscinale (1%) :

Ceratodon purpureus +.3, *Bryum argenteum* +.3.

1. LOCALISATION

L'association à *Vulpia myuros* occupe les zones de combustion «sèches», le plus souvent sur des versants très ensoleillés (sud), dont la pente peut atteindre 30-40°, ou dans des stations horizontales.

2. SUBSTRAT

La température moyenne y est encore relativement élevée (29° à —2 cm, 33,5° —10 cm). Il est plus sec que dans l'association à pourpier. L'orientation des stations au sud ne fait qu'accentuer cette sécheresse.

3. COMPOSITION FLORISTIQUE

Ce groupement est intermédiaire entre le groupement à pourpier et le groupement à *Vulpia*, *Echium* et *Daucus*. Il cerne véritablement l'association à pourpier et *Digitaria*, là où les températures et l'humidité du substrat sont moins élevées. Le pourcentage plus élevé de xérophytes, surtout représenté par *Vulpia myuros* qui couvre plus d'un cinquième de la surface, met bien en évidence le xérisme assez prononcé de l'association. *Digitaria sanguinalis* se maintient néanmoins assez bien dans l'association, montrant un degré d'humidité encore suffisamment élevé et démontrant certainement, associé à *Vulpia*, le caractère mixte et intermédiaire de l'association.

Les bryophytes sont déjà moins bien représentées que dans l'association à pourpier (en relation avec le degré d'humidité moindre) et cela au profit des éphémérophytes surtout xérophiles qui sont nettement dominants (*Vulpia myuros*, *Arenaria serpyllifolia*, *Senecio viscosus*).

Les hémicryptophytes bisannuels couvrent plus ou moins un quart de la surface, les températures étant déjà plus favorables à leur implantation ; il s'agit à nouveau d'un mélange de xérophytes (*Oenothera parviflora*, *Picris hieracioides*, *Echium vulgare*), et de mésophytes (*Daucus carota*).

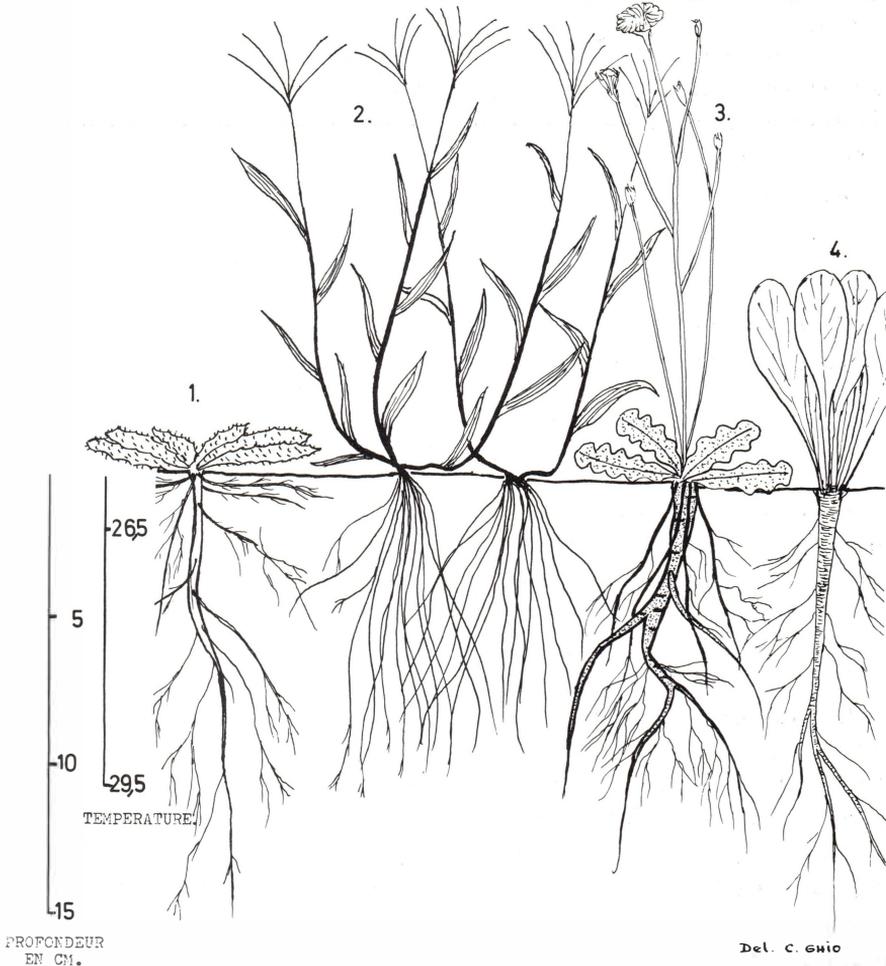


FIG. 9. — Association à *Vulpia* et *Digitaria* ; *Digitaria sanguinalis* et quelques hémicryptophytes à racine pivotante. — 1. *Picris hieracioides*. — 2. *Digitaria sanguinalis*. — 3. *Hypochoeris radicata*. — 4. *Oenothera parviflora*.

4. ASSOCIATION A *VULPIA MYUROS*, *ECHIUM VULGARE* ET *DAUCUS CAROTA*

Relevé-type.

Terril Crachet-Picquery à Frameries ; sommet plat ; zone de combustion ; 15-IX-1973.

Strate herbacée (recouvrement 80 %) :

Vulpia myuros 3.3, *Echium vulgare* 2.2, *Daucus carota* 1.2, *Polygonum mite* 2.2, *Hieracium pilosella* 2.2, *Hypochoeris radicata* 1.2, *Reseda lutea* 1.2, *Oenothera parviflora* 1.2, *Arenaria serpyllifolia* 1.2, *Crepis capillaris* 1.2, *Hypericum perforatum* 1.2, *Erigeron canadensis* +, *Senecio viscosus* +, *Picris hieracioides* +, *Verbascum thapsus* +, *Petrorhagia prolifera* +.2, *Festuca duriuscula* +.2, *Carduus nutans* +.2, *Diplotaxis tenuifolia* +.2, *Carlina vulgaris* +, *Bromus mollis* +.3, *Arrhenatherum elatius* +.2, *Senecio jacobaea* +.2, *Plantago lanceolata* +, *Fragaria vesca* +, *Teucrium scorodonia* +, *Bromus tectorum* +, *Rubus sp.* +, *Prunus serotina* +.

Strate muscinale :

Ceratodon purpureus +.

1. LOCALISATION

Comme la précédente, cette association occupe les zones de combustion «sèches», également sur versant bien ensoleillé (sud) ou en station horizontale.

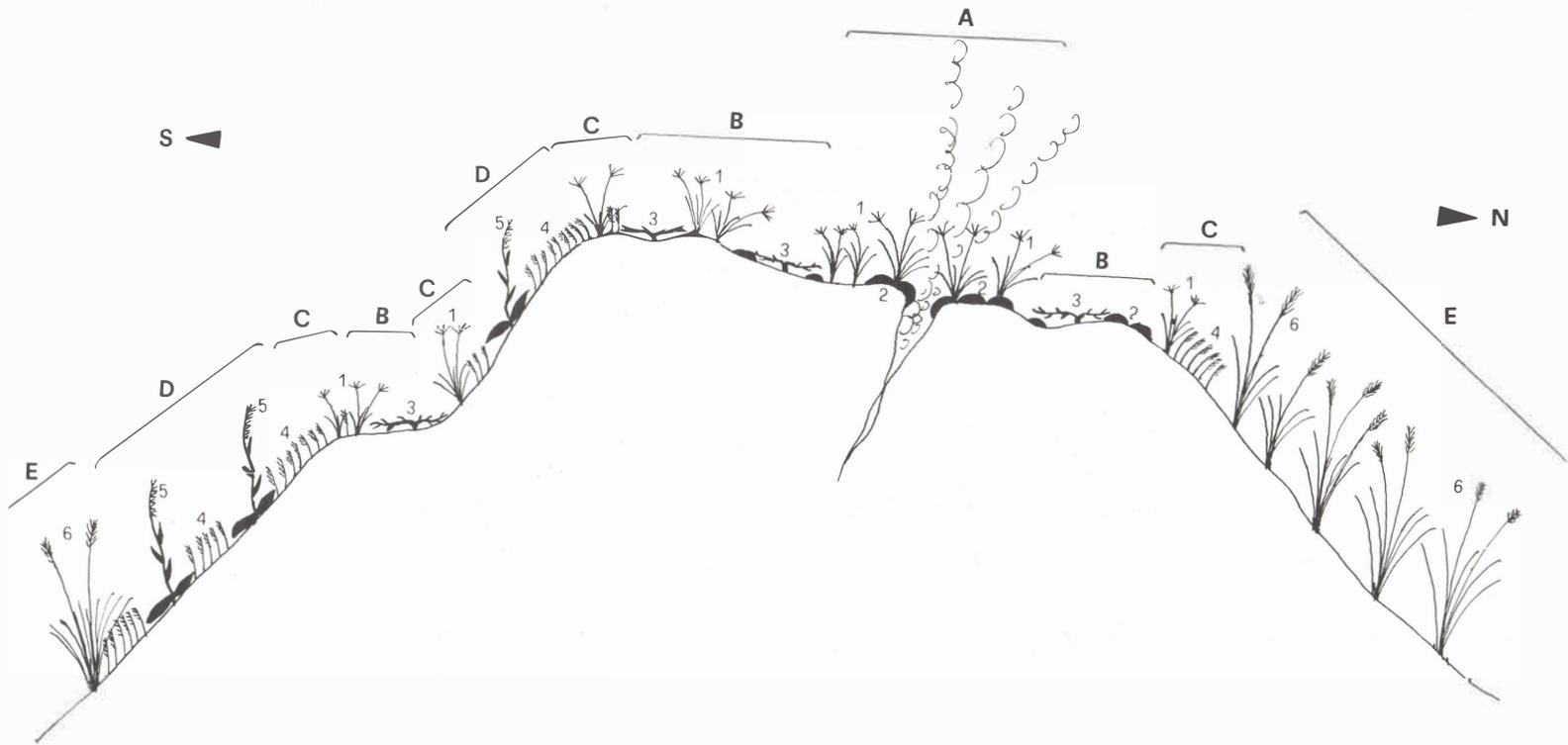
2. SUBSTRAT

Le substrat est de texture variable (mélange de cailloux et d'éléments fins). Il est très sec et chaud (température moyenne 26,5° à —2 cm et 29,5° à —10 cm). Le pH varie de 4 à 6.

3. COMPOSITION FLORISTIQUE

Ce groupement fait suite aux précédents sur les substrats plus secs et moins chauds. Il est largement dominé par *Vulpia*. Les xérophytes occupent à eux seuls 82% de la surface couverte par la végétation (à mettre en rapport avec la sécheresse du substrat et l'orientation).

Malgré les conditions prononcées de xérisme, les températures moins élevées permettent une bonne implantation des hémicryptophytes xérophiles vivaces (*Hieracium pilosella*, *Festuca duriuscula*, *Inula conyza*, *Hypochoeris radicata*) et bisannuels (*Echium vulgare*, *Carlina vulgaris*, *Verbascum thapsus*) qui couvrent plus de 20% de la surface totale. Les espèces mésophiles prairiales et subsylvatiques sont déjà plus abondantes et plus fréquentes que dans le groupement précédent ; il en est de même pour la strate arbustive.



C.GHIO Del.

FIG. 9bis. — Sommet d'un terril en combustion.

- | | | | |
|----|---|----|--------------------------------|
| A. | Association à <i>Digitaria</i> , <i>Echinochloa</i> et <i>Setaria</i> . | 1. | <i>Digitaria sanguinalis</i> . |
| B. | » » pourpier. | 2. | Bryophytes. |
| C. | » » <i>Vulpia</i> et <i>Digitaria</i> . | 3. | <i>Portulaca oleracea</i> . |
| D. | » » <i>Vulpia</i> , <i>Echium</i> et <i>Daucus</i> . | 4. | <i>Vulpia myuros</i> . |
| E. | Pelouse à fromental. | 5. | <i>Echium vulgare</i> . |
| | | 6. | <i>Arrhenatherum elatius</i> . |

C) Considérations sur les plantes et les associations végétales des zones de combustion

De l'analyse de nos relevés, il ressort que certaines plantes sont typiquement liées aux zones de combustion, alors que d'autres, à large amplitude, supportent plus ou moins bien des températures parfois assez élevées.

Parmi les plantes typiques des zones de combustion, il convient de distinguer deux groupes :

1. Les plantes qui sont effectivement de véritables thermophytes et qui, pour cette raison, se localisent dans les zones chaudes. Ce sont des plantes surtout cantonnées dans les régions plus méridionales (*Portulaca oleracea*, *Campylopus introflexus*, *Barbula hornschuchiana*) ou des rudérales thermophiles de substrat filtrant (*Digitaria sanguinalis*, *Setaria viridis*).
2. Les plantes qui, ne préférant pas particulièrement des températures aussi élevées, sont peu compétitives et trouvent dans les zones de combustion des conditions où elles peuvent se développer plus ou moins normalement, sans subir la concurrence des autres espèces, ces dernières ne résistant pas aux températures très élevées. Dans les groupements herbacés à température normale, elles sont rapidement éliminées par les autres espèces. C'est le cas de :

- *Oenothera parviflora* qui est nettement représentée dans toutes les associations liées aux zones de combustion et qui l'est beaucoup moins dans les pelouses à température normale. Cette espèce introduite d'Amérique du Nord est considérée comme une rudérale héliophile pionnière.
- *Erigeron canadensis* est également mieux représentée dans les zones de combustion que dans les pelouses. L'espèce est également assez bien représentée dans les groupements pionniers herbacés des pentes mobiles. C'est aussi une espèce introduite d'Amérique du Nord et considérée comme une plante héliophile de culture sarclée ou comme une rudérale pionnière.

Ces deux espèces ont leur recouvrement maximum dans l'association à *Digitaria*, *Echinochloa* et *Setaria* et dans l'association à *Vulpia* et *Digitaria*.

À côté de ces espèces presque uniquement représentées dans les zones de combustion, il existe un certain nombre d'espèces à large amplitude qui supportent plus ou moins bien les températures élevées. Ces espèces, bien représentées dans les pelouses à température normale, transgressent facilement dans les zones les plus chaudes et s'y maintiennent tant bien que

	Zone de combustion "humide"	Zones de combustion "sèche"			
	Assoc. à Digitaria Echinochloa Setaria	Association à pourpier	Association à Vulpia Digitaria	Association à Vulpia, Echium Daucus	Pelouse à fromental
Echinochloa crus-galli	█				
Setaria viridis	█				
Digitaria sanguinalis	█				
Polytrichum juniperinum	█				
Campilopus introflexus	█				
Barbula hornschuchiana	█				
Polytrichum piliferum	---				
Portulaca oleracea		█			
Vulpia myuros				█	
Oenothera parviflora			█		
Erigeron canadensis			█		
Echium vulgare					█
Daucus carota					█
Hypericum perforatum					---
Verbascum thapsus					---
Hieracium pilosella					█
Crepis capillaris					---
Arenaria serpyllifolia					---
Hypochoeris radicata					---

Tableau d'amplitude écologique de quelques plantes des zones de combustion et leur répartition au sein des différentes associations liées aux plages chaudes.

- █ Plante dominante ou bien représentée, normalement développée (et parfois vigoureuse)
- ▬ Plante normalement développée à recouvrement assez faible
- Plante chétive ou ± normalement développée à degré de recouvrement faible.

mal. Ce sont essentiellement des hémicryptophytes bisannuels (*Echium vulgare*, *Daucus carota*), quelques hémicryptophytes vivaces (*Hypericum perforatum*, *Hieracium pilosella*) ainsi que des éphémérophytes (*Arenaria serpyllifolia*, *Crepis capillaris*).

Parmi les associations mises en évidence sur les zones chaudes, deux sont principalement localisées sur les versants sud proches du sommet (association à *Vulpia* et *Digitaria* et association à *Vulpia*, *Echium* et *Daucus*).

Il n'existe pas d'équivalent de ces associations en versant nord ou plutôt les associations que l'on retrouve en versant nord dans les mêmes conditions de température et de substrat, sont nécessairement plus mésophiles et se confondent avec les associations de pelouses et de taillis non liées aux zones de combustion (principalement association à *Arrhenatherum elatius* et *Daucus carota*).

§ 3 LES GROUPEMENTS DES PELOUSES

Les pelouses représentent avec les forêts (naturelles ou non) les deux types principaux de formations végétales des terrils.

Si les pelouses occupent une place importante sur les terrils, cette importance n'est pas sans rapport avec l'activité humaine locale. Depuis de nombreuses années, les formations herbeuses sont maintenues sur de nombreux terrils par le feu (ce sont surtout des terrils assez anciens, peu élevés, plats ou bombés dont l'accès est facile). Ces incendies volontaires s'opposant à l'installation de la forêt ont pour but de conserver sur les terrils une sorte de pâturage où l'on peut mener paître les moutons. Le feu répété dans certaines stations amène une véritable dégradation de la formation et, une pelouse, fermée à l'origine, laisse voir à présent de vastes zones couvertes d'une poussière pulvérulente très sèche et riche en cendres et matières organiques. Le feu a entraîné la mort des végétaux à certains endroits et le substrat s'est rapidement desséché rendant difficile sinon impossible la réinstallation de la végétation (Sentinelle Nord, Sentinelle Sud).

L'orientation du versant, la texture du substrat, son degré de combustion et la pente ont une influence parfois très marquée sur l'installation du type de pelouse, lesquelles se rencontrent toujours sur un substrat stable.

Deux types de formations herbeuses ont pu être mis en évidence : une pelouse rase à base de piloselles et fétuques et une pelouse plus haute, plus mésophile, à base de fromental, carotte et picris.

A) Pelouse sèche à *Hieracium pilosella* et *Festuca*

Relevé-type.

Terril Saint-Antoine Nord à Boussu-Bois ; versant S.S.W. ; pente 5° ; 7-VII-1974.

Strate arbustive (recouvrement 2%) :

— Groupe des xéro- et mésoxérophytes indifférents et basiphiles :

Hieracium pilosella 2.3, *Echium vulgare* 2.2, *Festuca duriuscula* 1.3, *Carlina vulgaris* 1.1, *Reseda lutea* 1.2, *Inula conyza* 1.2, *Satureia vulgaris* 1.2, *Arenaria serpyllifolia* 1.2, *Oenothera parviflora* 1.2, *Picris hieracioides* + .2, *Verbascum thapsus* + .1, *Poa compressa* +, *Senecio viscosus* +, *Carduus nutans* +, *Sisymbrium altissimum* +, *Cynoglossum officinale* + .3, *Sedum acre* +, *Petrorhagia proliifera* +.

— Groupe des xérophytes à tendance acidiphile :

Vulpia myuros 2.3, *Cerastium semidecandrum* 1.2, *Hypochoeris radicata* + .2, *Aira caryophyllea* +, *A. praecox* +, *Trifolium arvense* +, *Rumex acetosella* subsp. *tenuifolius* +, *Papaver dubium* +, *Erophila verna* +, *Polytrichum piliferum* +, *Ceratodon purpureus* +.

— Groupe des mésophytes neutrophiles ou indifférents :

Cirsium vulgare 1.1, *C. arvense* +, *Tussilago farfara* + .3, *Epilobium collinum* + .3, *E. lanceolatum* +, *Crepis capillaris* +.

— Groupe des mésophytes halophiles :

Salsola kali +.

— Groupe des mésophytes nitrophiles :

Erigeron canadensis 1.2, *Sonchus asper* +, *Solanum dulcamara* +.

— Groupe des mésophytes-prairiales :

Daucus carota 1.1, *Chrysanthemum leucanthemum* 1.2, *Arrhenatherum elatius* +, *Achillea millefolium* +, *Hypericum perforatum* +, *Plantago lanceolata* +, *Agrostis tenuis* +, *A. stolonifera* +, *Cerastium vulgatum* +, *Luzula campestris* +, *Centaurea pratensis* +.

— Groupe des espèces subsylvatiques :

Fragaria vesca 1.2, *Epilobium angustifolium* +, *Solidago virgaurea* +.

1. LOCALISATION

Le pelouse à piloselle et fétuque occupe surtout les versants bien ensoleillés et se rencontre relativement peu en versant plein nord. Elle n'est jamais localisée dans les colluvions du bas des pentes mais apparaît à partir d'une certaine hauteur, souvent jusqu'au sommet.

2. SUBSTRAT

Le substrat est stable, généralement très superficiel et grossier ; fréquemment, les schistes sont rougis et agglomérés. Les éléments fins ne sont pas très abondants. Le pH est assez variable : de 4 à 7 avec une nette tendance vers les valeurs basses (car le substrat a souvent brûlé).

3. COMPOSITION FLORISTIQUE

On peut distinguer dans le tapis herbacé deux strates : une strate herbacée basse représentée par des plantes vivaces rampantes et de petits éphémérophytes ; surplombant en partie celle-ci, une strate herbacée plus élevée, représentée par tous les hémicryptophytes vivaces et bisannuels à port cespiteux et scapeux.

Le recouvrement total moyen des deux strates herbacées est de 88 % et le recouvrement moyen de chacune d'elles de plus ou moins 53 % ; mais ceci n'est pas contradictoire car, bien qu'étant en présence de deux strates herbacées, elles occupent spatialement des endroits différents.

Physionomiquement, cette association a l'aspect d'une pelouse rase dominée par la piloselle (*Hieracium pilosella*) d'où émergent des touffes de graminées (*Festuca*, *Arrhenatherum*) et des hampes de plantes bisannuelles et vivaces (carotte, vipérine, picris, carline, achillée).

Le spectre écologique met bien en évidence le caractère xérophile de l'association ; en effet, plus de 75 % de la surface végétale est occupée par des xérophytes, le reste étant des mésophytes surtout prairiaux.

Les xérophytes présents sont d'origines les plus diverses. C'est un mélange de plantes rudérales des friches, généralement indifférentes, ou de pelouses (*Picris hieracioides*, *Reseda lutea*, *Tanacetum vulgare*, *Oenothera parviflora*, *Hieracium pilosella*), de xérophytes à tendance acidiphile qui sont des plantes de sols squelettiques et des messicoles rudérales (*Hypochoeris radicata*, *Vulpia myuros*, *Cerastium semidecandrum*, *Polytrichum piliferum*, *Erophila verna*, *Aira caryophyllea*) et de xérophytes à tendance basiphile qui sont des plantes de friches, des messicoles ou des plantes de pelouses calcaires (*Festuca duriuscula*, *Poa compressa*, *Echium vulgare*, *Carlina vulgaris*, *Arenaria serpyllifolia*, *Sedum acre* ...). Ces dernières espèces sont en fait des calcicoles à large amplitude qui se comportent ici avant tout comme des xérophytes de substrat très filtrant.

Une espèce néanmoins se comporte comme un xérophyte à tendance basiphile stricte ; c'est *Sanguisorba minor*. Cette espèce est localisée sur les pentes non brûlées, à schistes noirs, dont le pH se situe aux environs de 7.

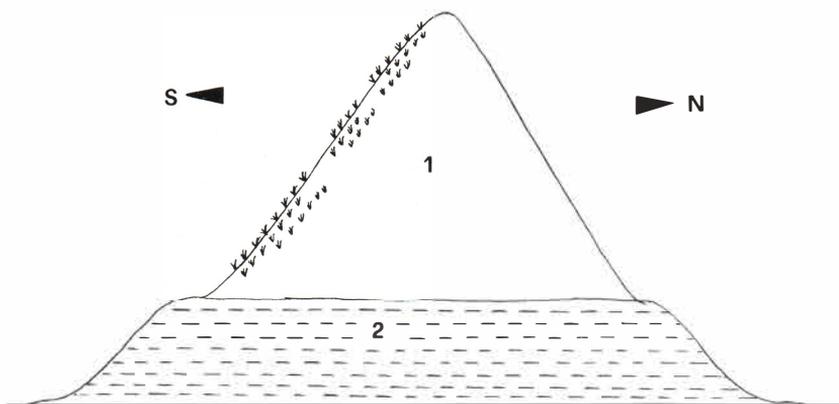


FIG. 10. — Localisation de *Sanguisorba minor* sur un teruil composite (3 du Grand Buisson). — 1. Terril récent, non brûlé ; *Sanguisorba minor* est présent et même abondant en versant sud ; pH 7. — 2. Vieux teruil entièrement brûlé et encore chaud par endroit ; *Sanguisorba minor* est totalement absent ; pH 4,5.

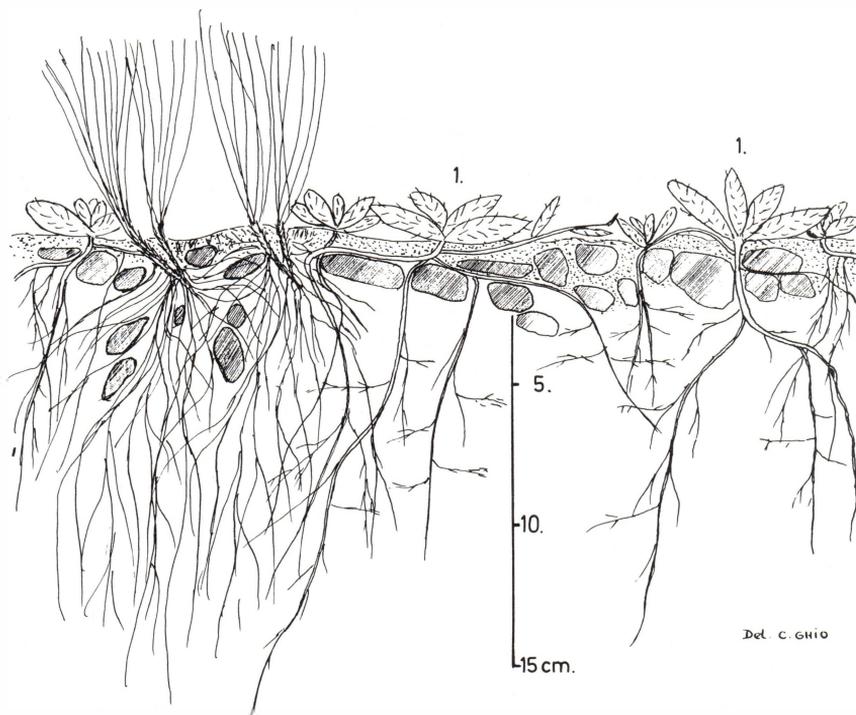


FIG. 11. — Pelouse sèche à piloselle et fétuque. — 1. *Hieracium pilosella*. — 2. *Festuca duriuscula*.

On peut donc la considérer comme une espèce différentielle des pentes non brûlées (bien qu'elle ne soit pas présente sur toutes les pentes non brûlées).

Le cas de *Sanguisorba minor* est assez typique. Sa présence dans l'association est déterminée par le pH. C'est ainsi que l'on observe sur plusieurs terrils composites (formés d'un vieux terril surmonté d'un cône plus récent) et sur un même versant, des plages à *Sanguisorba* sur substrat non brûlé (pH 7) et des plages qui en sont dépourvues sur substrat rougi (pH 4-5), (3 du Grand Buisson, 9 du Grand Hornu, 5 de Sans Calotte).

Parmi les xérophytes, les types biologiques les mieux représentés sont : les hémicryptophytes vivaces rampants (31%) (*Hieracium pilosella*) et cespiteux (18%) (*Festuca duriuscula*, *Poa compressa*), les hémicryptophytes bisannuels à rosette (17%) (*Echium*, *Picris*, *Verbascum*, *Carlina* ...) et les éphémérophytes (*Vulpia*, *Arenaria*, *Cerastium semidecandrum*, *Erophila verna*, *Aira caryophyllea*, *A. praecox*).

Lors des journées ensoleillées, la température peut atteindre des valeurs assez élevées. Nous avons mesuré dans l'association fin août 1974 à 12 h, en plein soleil, des températures de 40° au niveau des feuilles de piloselle et de 48° sur le substrat nu à quelques centimètres de là. Il est à supposer que des températures supérieures sont atteintes durant les mois de juin et juillet. Devant de telles conditions, on comprend facilement l'importance prise par les xérophytes dans le groupement. La plupart de ceux-ci possèdent des adaptations aux températures élevées et à la sécheresse, capables de limiter la transpiration. Chez les hémicryptophytes xérophiles bisannuels et vivaces, on rencontre les adaptations suivantes :

- Feuilles poilues, duveteuses : *Hieracium pilosella*, *Picris hieracioides*, *Hypochoeris radicata*, *Verbascum thapsus*, *Satureia vulgaris*, *Reseda luteola*.
- Feuilles découpées, plus ou moins duveteuses : *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare*, *Sanguisorba minor*.
- Feuilles munies d'épines : *Carlina vulgaris*, *Carduus nutans*, *Lactuca virosa*.
- Feuilles épaisses, gaufrées : *Inula conyza*, *Oenothera parviflora*, *Cynoglossum officinale*.
- Feuilles réduites : *Reseda lutea*.
- Feuilles succulentes : *Sedum acre*.
- Graminées à feuilles enroulées ou linéaires : *Festuca duriuscula*, *Poa compressa*.

Une autre adaptation possible : les éphémérophytes, accomplissant leur cycle rapidement au printemps, se dessèchent dès les fortes chaleurs (*Cerastium semidecandrum*, *C. glomeratum*, *C. brachypetalum*, *Myosotis*



PHOTO 2. — Terril 3 du Grand Buisson à Hornu. Versant sud ; pelouse xérophile à base de piloselle (rosettes), fétuque (chaumes desséchés) et *Polytrichum piliferum* (Bryophyte de couleur sombre).

ramosissima, *M. versicolor*, *Erophila verna*, *Aira caryophyllea*, *A. praecox*, *Senecio viscosus*, *Vulpia myuros*, *Sisymbrium altissimum*). Certaines plantes annuelles subsistent néanmoins en été ; dans ce cas, elles présentent les mêmes adaptations que les plantes vivaces et bisannuelles, c'est-à-dire :

- Feuilles réduites (*Tunica prolifera*).
- Feuilles poilues, duveteuses (*Berteroa incana*).
- Feuilles découpées (*Diplotaxis tenuifolia*).
- Feuilles réduites, épaisses et glandulifères (*Senecio viscosus*).

Hieracium pilosella forme de vastes plages au sein du groupement ; la plante est parfois associée à *Polytrichum piliferum*. C'est alors une véritable mosaïque qui couvre le sol. La piloselle est tout à fait adaptée au substrat ; grâce à ses fortes racines, elle pénètre facilement entre les cailloux et contribue certainement à la dégradation de ceux-ci et à l'apparition d'éléments plus fins. Petit à petit, il se forme en surface, entre le substrat minéral et les rosettes, une véritable litière qui, mélangée aux éléments fins, peut former un sol superficiel favorable à l'implantation d'autres espèces. Sur substrat stable, la piloselle possède une réelle valeur pionnière ; grâce à ses stolons, elle couvre assez rapidement certaines surfaces. Les stolons s'enracinent, donnent de petites rosettes qui, en se développant, forment un tapis dense, fermé. On peut observer *Hieracium pilosella* et *Polytrichum piliferum* coloniser de véritables blocs rocheux constitués de schistes agglomérés par la combustion.

A côté des xérophytes dominants du groupement, s'installent quelques mésophytes des prairies dont les principaux représentants sont : *Daucus carota* (8 %) et *Arrhenatherum elatius* (4 %) accompagnés, mais en nombre plus restreint, de *Chrysanthemum leucanthemum*, *Linaria vulgaris*, *Agrostis tenuis* et *A. stolonifera*. La carotte, la grande marguerite et la linaires sont des espèces prairiales à large amplitude, colonisant fréquemment des talus secs bien exposés sur substrat léger et filtrant.

Comme pour tous les groupements des pelouses, la richesse floristique de l'association est élevée ; nous l'avons évaluée à une centaine d'espèces.

4. SPECTRE DE DISSÉMINATION

Comme c'est généralement le cas pour toutes les pelouses, les espèces anémochores sont dominantes (72 %), surtout le type planeur léger lié dans ce cas-ci aux nombreuses Composées ; ensuite viennent les espèces zoochores (15 %).

B) Pelouse à *Arrhenatherum elatius*, *Daucus carota*, *Picris hieracioides*

Relevé-type.

Terril 6 Hornu-Wasmes à Wasmes ; versant nord-ouest ; pente 25° ; 11-V-1974.

Strate arbustive (recouvrement 1 %) :

Rubus sp. 1.2, *Acer pseudoplatanus* +, *Fraxinus excelsior* +.

Strate herbacée (recouvrement 100 %) :

— Groupe des mésophytes-prairiales :

Arrhenatherum elatius 3.3, *Daucus carota* 2.2, *Hypericum perforatum* 1.1,

Achillea millefolium +, *Dactylis glomerata* +, *Chrysanthemum leucanthemum* +, *Centaurea pratensis* +, *Plantago lanceolata* +, *Linaria vulgaris* +, *Agrostis tenuis* +, *A. stolonifera* +, *Cerastium vulgatum* +, *Senecio jacobaea* +, *Rumex acetosa* +, *Trifolium pratense* +.

— Groupe des xéro- et mésoxérophytes indifférents et basiphiles :

Picris hieracioides 2.2, *Hieracium pilosella* 2.3, *Satureia vulgaris* 2.2, *Festuca duriuscula* 1.3, *Echium vulgare* 1.2, *Carlina vulgaris* 1.1, *Artemisia vulgaris* 1.2, *Arenaria serpyllifolia* 1.2, *Petrorhagia prolifera* +.2, *Oenothera parviflora* +, *Melandrium album* +, *Reseda luteola* +, *R. lutea* +, *Satureia vulgaris* +, *Tanacetum vulgare* +, *Senecio viscosus* +.

— Groupe des xérophytes à tendance acidiphile :

Aira caryophyllea 1.2, *Rumex acetosella* subsp. *tenuifolius* 1.2, *Hypochoeris radicata* +, *Vulpia myuros* +, *Cerastium semidecandrum* +.

— Groupe des mésophytes neutrophiles ou indifférents :

Tussilago farfara 1.2, *Melilotus alba* +.3, *Epilobium collinum* +, *Convolvulus arvensis* +.

— Groupe des espèces subsylvatiques :

Pteridium aquilinum 1.2, *Hieracium lachenalii* 1.1, *H. sabaudum* 1.1, *H. laevigatum* +, *H. maculatum* +, *Fragaria vesca* +.3, *Epilobium angustifolium* +, *E. montanum* +.

1. LOCALISATION

L'association à fromental, comme la pelouse à piloselle et fétuque, est très fréquente sur les terrils. On peut l'observer en toutes orientations. En versant bien exposé, bien ensoleillé, elle se localise principalement en bas de pente sur les colluvions et dans les petites dépressions à pente plus faible. En versant nord, elle peut être présente de la base au sommet du terril.

2. SUBSTRAT

Contrairement à l'association précédente, la pelouse à fromental occupe les substrats plus profonds, à meilleure rétention d'humidité, c'est-à-dire où la terre fine est plus abondante. Alors que la pelouse à piloselle et fétuque occupe le plus souvent des substrats fortement brûlés jusqu'en surface et grossiers, ce groupement-ci se localise principalement sur les substrats non brûlés qui donnent des sols meilleurs ou sur les substrats à cailloux brûlés et non brûlés en mélange. Le pH est très variable.

3. COMPOSITION FLORISTIQUE

A nouveau, le tapis herbacé est composé de deux strates : la strate supérieure (79 % de recouvrement) est nettement mieux représentée que la strate inférieure (26 % de recouvrement). Le recouvrement moyen des deux strates herbacées est de 90 %.

Physionomiquement, cette association se présente comme une formation herbeuse haute, dominée par des plantes des prairies (*Arrhenatherum elatius*, *Daucus carota*, *Achillea millefolium*, ...) et par des mésoxérophytes des friches qui sont surtout des grandes Composées (*Picris hieracioides*, *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare*, ...).

Le spectre écologique montre un pourcentage plus ou moins égal pour les xérophytes et les mésophytes avec pourtant un léger avantage pour les mésophytes.

Le pourcentage de mésophytes, nettement plus élevé que dans l'association précédente, signifie que ce groupement s'installe dans des conditions plus fraîches (soit versant nord, soit bas de pente ou dépression ou encore tout endroit où le substrat comporte assez bien de terre fine sur une profondeur suffisante). Mais le nombre encore élevé de xérophytes prouve que malgré les conditions édaphiques favorables, le substrat reste suffisamment filtrant. Les xérophytes se répartissent aussi bien en versant nord qu'en versant sud ; ils se comportent donc comme des plantes adaptées à la sécheresse du substrat et pas nécessairement comme des thermophytes.

Bien que floristiquement très proche de l'association précédente, le groupement à *Arrhenatherum* s'en distingue physionomiquement par une répartition et une «abondance-dominance» différentes des espèces. Les mésophytes, peu abondants dans la pelouse à piloselle, sont maintenant dominants et surpassent les mésoxérophytes. Cette pelouse est plus haute et plus fermée que la précédente. En versant nord, les espèces subsylvatiques sont un peu plus abondantes (*Hieracium lachenalii*, *H. sabaudum*, *Epilobium angustifolium* ...), les conditions d'éclairement et de fraîcheur étant plus favorables à l'implantation de ces espèces. En versant nord, on constate également dans l'association une fréquence et une abondance de piloselles et fétuques supérieures à celle des versants sud. On peut supposer qu'il s'agit d'une pelouse à piloselle et fétuque qui, dans des conditions microclimatiques favorables à l'implantation des mésophytes (c'est-à-dire versant nord) est en voie d'être supplantée complètement par la pelouse à fromental ; partout ailleurs, c'est-à-dire aux expositions plus chaudes, la pelouse à piloselle se maintient très bien et le passage à la pelouse mésophile est beaucoup plus lent.

§ 4 LES BOISEMENTS ARTIFICIELS SUR LES TERRILS DU BORINAGE

Les boisements artificiels sont pour la plupart très anciens et il est, dans la majorité des cas, impossible d'en déterminer l'âge exact. On peut estimer que certains datent de la fin du siècle dernier ou du début de ce siècle. Ensuite, pour les diverses raisons énumérées ci-dessous, on a continué à boiser les terrils :

- maintien des terres ;
- production de bois ;
- obligation juridique de boiser les terrils (loi du 11 août 1911 sur la conservation des paysages) ;
- création pendant la dernière guerre d'équipes de travail dont le rôle était de boiser les terrils ; ceci afin d'éviter la déportation vers l'Allemagne de nombreux ouvriers belges ;
- rôle esthétique et hygiénique.

Deux types de boisement ont été effectués sur les terrils :

1. boisements mixtes à base de bouleaux, frênes, érables, ornes, mérisiers, ... ;
2. boisements de robiniers (parfois accompagnés des espèces précédentes).

Actuellement, la plupart de ces boisements sont âgés de quelques dizaines d'années. Ils ont évolué différemment selon l'orientation et un tapis herbacé naturel caractéristique s'est installé selon le type de boisement.

A) Bois de robinier nitrophile à *Geum urbanum* et *Galium aparine*

Relevé-type.

Terril Sainte Henriette à Flénu ; versant sud-est ; pente 20° ; substrat évolué, riche en humus et éléments fins ; vieux peuplement artificiel de robiniers ; 6-II-1974.

Strate arborescente (hauteur 20 m ; recouvrement 80%) :

Robinia pseudacacia 4.4, *Ulmus campestris* 1.1, *Fraxinus excelsior* 1.1, *Quercus rubra* 1.1.

Strate arbustive (3 m ; 80%).

Sambucus nigra 4.4, *Rubus* sp. 2.3, *Ulmus campestris* +, *Rosa canina* +.

Strate herbacée (60%) :

Espèces subsylvatiques :

- nitrophiles : *Geum urbanum* 2.3, *Stellaria media* 2.3, *Anthriscus sylvestris* 2.4,

Galium aparine 1.2, *Mercurialis annua* +, *Senecio vulgaris* +, *Taraxacum* sp. +.

— à tendance acidiphile : *Poa nemoralis* 1.2.

— du mull forestier : *Brachythecium rutabulum* 1.2, *Hedera helix* +.

Sur branches mortes de sureau : *Auricularia auricula-judae*.

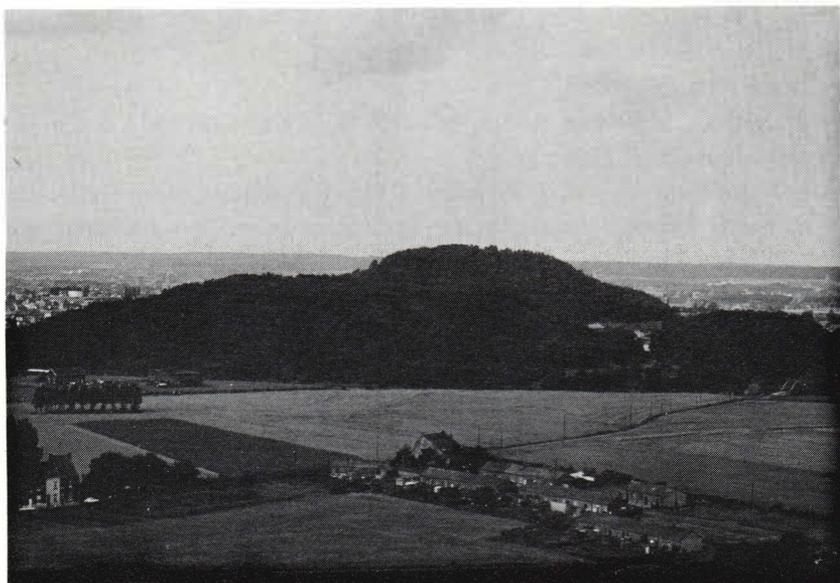


PHOTO 3. — Ensemble de terrils boisés principalement en robiniers à Flénu (St. Joseph, Ste Félicité, Ste Henriette). A l'horizon, limite nord du Grand Borinage avec frange boisée sur terrain crétacique.

1. LOCALISATION

Les bois de robinier occupent principalement les versants les plus secs et les plus ensoleillés, ainsi que le sommet des terrils. En versant sud, on ne trouve souvent qu'une strate arborescente monospécifique de robiniers. Bien qu'à l'origine certains terrils aient été complètement boisés en robiniers, en versant plus frais, on y trouve actuellement un peuplement surtout mixte où le robinier peut être progressivement dominé par d'autres essences probablement introduites en même temps que lui (orme, érable sycomore, ...).

2. SUBSTRAT

Le robinier a été introduit sur tous les types de substrats ; on le rencontre même sur les terrils dont les schistes ont brûlé jusqu'en surface et où la terre fine est presque totalement absente. Il s'y maintient plus ou moins bien selon les cas.

3. COMPOSITION FLORISTIQUE

Les affinités du robinier semblent correspondre aux conditions édaphiques et microclimatiques des versants sud, c'est-à-dire un substrat sec et bien drainé, des températures plus élevées qu'en versant nord. Sous le robinier est apparu naturellement un tapis herbacé composé essentiellement d'espèces subsylvatiques nitrophiles ; elles occupent plus de la moitié de la strate herbacée. C'est un mélange d'espèces annuelles (*Galium aparine*, *Stellaria media*, *Geranium robertianum*, *Senecio vulgaris*, *Mercurialis annua*, ...) et vivaces (*Geum urbanum*, *Urtica dioica*, *Anthriscus sylvestris*, ...). Le robinier est une Légumineuse qui possède sur ses racines des nodosités contenant des bactéries capables de fixer l'azote atmosphérique. Ceci n'est pas sans rapport avec l'implantation des nombreux nitrophytes.

La seule espèce sylvatique acidiphile du groupement, *Poa nemoralis*, est bien représentée au sein de l'association à la fois par sa constance et par son degré de recouvrement. Il en est de même pour la seule espèce mésophile prairiale : *Arrhenatherum elatius*. Le feuillage peu dense des robiniers permet à cette plante héliophile de se maintenir relativement bien dans le sous-bois.

Les deux espèces de la strate arbustive les mieux représentées sont

- le sureau (*Sambucus nigra*) : également une espèce nitrophile qui est largement dominante et occupe plus des 3/4 de la strate ou le 1/3 de la surface totale ;
- les ronces (*Rubus sp.*) : plantes plus ou moins nitrophiles.

Le robinier se régénère assez peu dans le groupement. Par contre, d'autres espèces commencent à s'implanter (*Quercus robur*, *Crataegus monogyna*, *Sorbus aucuparia*, ...) où se régénèrent naturellement beaucoup mieux que le robinier (*Acer pseudoplatanus*). C'est sans doute là le signe d'une évolution possible du groupement vers une chênaie ou une érablière qui en serait le stade ultime. La nature du substrat peut être déterminante quant à l'avenir du peuplement. Dans le cas de plantations effectuées sur un substrat non brûlé, la croissance et le développement des arbres ne posent aucun problème. Par contre, si les schistes ont brûlé jusqu'en surface, il semble

qu'après quelques dizaines d'années, le problème doit être revu entièrement, le peuplement ligneux présentant des signes de mauvaise santé et même de dépérissement précoce (bois mort très abondant, arbres tortueux).

B) Bois de bouleau, érable sycomore et frêne, à *Poa nemoralis*

Relevé-type.

Terril Trou à Dièves à Dour ; versant nord-ouest ; pente 35° ; substrat : litière discontinue — sur une profondeur d'au moins 50 cm, mélange de terre fine noire, humifère et de fragments de schiste houiller de toutes dimensions — teneur en charbon assez élevée ; très beau boisement mélangé (vieilles et grosses perches sur cépées) ; 19-II-1974.

Strate arborescente (hauteur 20 m ; recouvrement 85%) :

Fraxinus excelsior 3.3, *Acer pseudoplatanus* 3.3, *Prunus avium* 1.2, *Quercus robur* 1.2, *Carpinus betulus* 1.2, *Betula pendula* +, *Robinia pseudacacia* +.

Strate arbustive (5-10 m ; 20%) :

Sambucus nigra 1.2 ; *Acer pseudoplatanus* 1.2, *Fraxinus excelsior* 1.2, *Rubus* sp. 2.3, *Clematis vitalba* 1.2, *Prunus avium* +.2, *Cornus sanguinea* +.2, *Rosa arvensis* +.

Strate herbacée (60%) :

Espèces subsylvatiques et sylvatiques :

— nitrophiles : *Moehringia trinervia* 1.2, *Geranium robertianum* 1.2, *Galium aparine* +, *Geum urbanum* +, *Stellaria media* +, *Urtica dioica* +.2, *Taraxacum* sp. +, *Sambucus nigra* +.

— à tendance acidiphile : *Poa nemoralis* +.2 ; *Fragaria vesca* +.2 ; *Hieracium* sp. +, *Myosotis sylvatica* +.

— du mull forestier et du mull actif : *Mercurialis perennis* 3.3, *Dryopteris filix-mas* 2.2, *Hedera helix* 1.2, *Milium effusum* +.2, *Arum maculatum* +, *Endymion nutans* +.2, *Polygonatum multiflorum* +.2, *Adoxa moschatellina* +.

Strate muscinale (5%) :

Brachythecium rutabulum 1.2, *Eurhynchium* sp. 1.2, *Atrichum undulatum* +.3, *Mnium hornum* +, *Hypnum cupressiforme* +, *Plagiothecium* sp.

1. LOCALISATION

Le bois de bouleau, d'érable et de frêne se retrouve sur les terrils à toutes les expositions mais c'est sur les versants les plus frais (versants nord et ouest) qu'il présente sa vitalité optimale.

2. SUBSTRAT

Le groupement préfère nettement les substrats profonds, non brûlés ou brûlés en partie seulement, où les éléments fins sont abondants. Il ne persiste pas sur les schistes abondamment brûlés jusqu'en surface.

3. COMPOSITION FLORISTIQUE

Toutes les strates du groupement sont plus riches en espèces que celles du bois de robinier. Le bouleau verruqueux, l'érable sycomore et le frêne commun sont les espèces dominantes de la strate arborescente ; ils sont accompagnés d'autres essences parfois abondantes (merisier, chênes indigènes et américains, charme, robinier, ...). Les espèces arbustives sont très bien représentées et il semble y avoir une bonne régénération naturelle de certaines espèces dominantes (*Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*) et autres (*Prunus avium*). La régénération de *Betula pendula* est insignifiante ou nulle ; cette espèce est avant tout une pionnière dont la germination des graines réclame une luminosité suffisante. Le sureau est largement représenté ainsi que l'aubépine, le noisetier et la clématite. Les strates ligneuses étant composées d'essences à feuillage plus ou moins dense, le tapis herbacé est essentiellement composé d'espèces subsylvatiques ou nettement sylvatiques. Les espèces strictement héliophiles ont été presque totalement éliminées.

Les espèces herbacées sylvatiques à tendance acidiphile telles que *Poa nemoralis* et *Fragaria vesca* sont des espèces plus ou moins constantes dans l'association.

La florule forestière du tapis herbacé des bois de Colfontaine et de Saint Ghislain, constituée de plantes du mull actif et du mull forestier (*Mercurialis perennis*, *Milium effusum*, *Arum maculatum*, *Endymion nutans*, *Polygonatum multiflorum*, *Ranunculus ficaria*, ...), influencent nettement la strate herbacée des terrils proches de ces bois (Trou à Dièves, Avaleresse n° 5).

Les plantes nitrophiles (*Geum urbanum*, *Galium aparine*, *Urtica dioica*, *Geranium robertianum*, ...) accompagnent toujours les plantes du mull dans leurs stations sur les terrils.

Lorsque les schistes n'ont pas subi l'action de la combustion jusqu'en surface, ils se délitent rapidement en donnant beaucoup de terre fine ; celle-ci mélangée à la litière forme un complexe argilo-humique de bonne qualité où les lombrics abondent. Sur les terrils Trou à Dièves et Avaleresse n° 5, situés dans le bois de Colfontaine, on trouve en versant nord de véritables « érablières de ravin », sur colluvions et éboulis schisteux, assez semblables

physionomiquement et floristiquement, bien que plus pauvres en espèces, à celles des vallées ardennaises.

Le substrat d'un tel groupement est évidemment très évolué et on peut à présent certainement parler d'un sol.

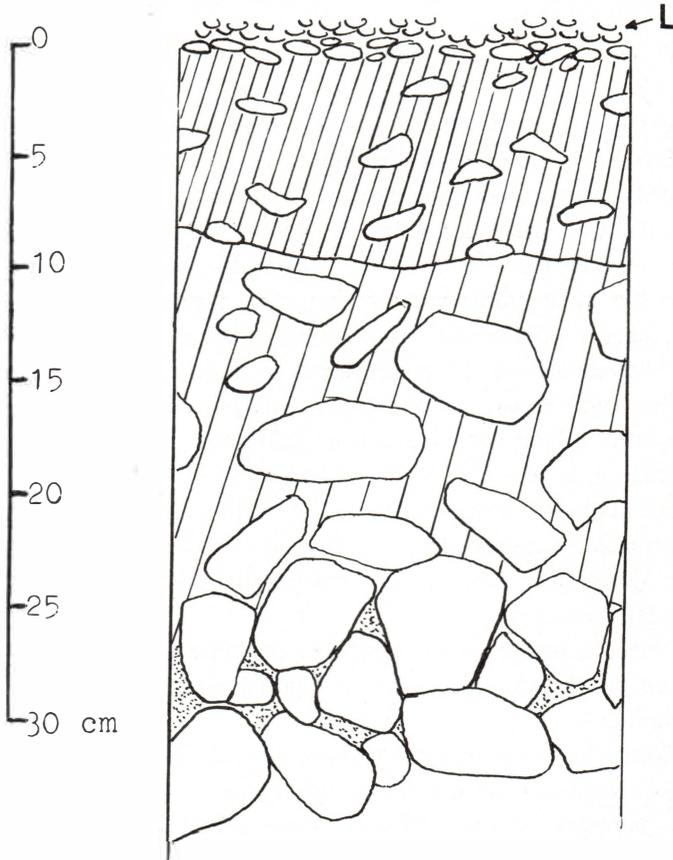


FIG. 12. — Profil dans une érablière de versant nord.

Description d'un profil-type (Fig. 12). Terril Avaleresse n° 5 à Dour ; versant nord, partie inférieure du terril.

— L : Litière discontinue.

— Charge de petits cailloux en surface (les éléments fins ont été entraînés le long de la pente et en profondeur).

— de 0 à 10 cm : Horizon humifère brun noir. Terre fine très abondante formant des agrégats assez fins mêlés de fragments schisteux de toutes dimensions. Lombrics, racines et rhizomes de mercuriales abondants.

— à partir de 10 cm : Charges caillouteuses plus élevées, mais éléments fins encore très abondants et très humifères.

§ 5 LA VEGETATION DES SUINTEMENTS ET MARES ALCALINS DE LA BASE DES TERRILS

Il existe à la base de plusieurs terrils du Borinage de petites surfaces humides de quelques mètres à quelques dizaines de mètres carrés dont la végétation particulière mérite une étude plus approfondie. Ces zones mouillées sont alimentées par des suintements et même des sources jaillissant des terrils. Si le débit est plus ou moins important (tout est relatif), elles peuvent s'étendre en un petit marais d'une cinquantaine de m², qui se perd ensuite dans les prés et les cultures avoisinantes.

Ces endroits seraient probablement passés inaperçus si la végétation n'était composée en grande partie d'*halophytes* (10).

Deux points demandent d'être précisés :

L'origine des suintements et sources de base de terril.

La présence d'espèces halophiles dans ces suintements.

1) ORIGINE DES SUINTEMENTS ET SOURCES DE BASE DE TERRIL (inspiré de R. MARLIÈRE, 1950)

Si le terril est établi sur une assise plus ou moins imperméable, c'est-à-dire une assise limoneuse, argilo-sableuse ou argileuse couvrant les formations géologiques du sous-sol (cas très fréquent dans le Borinage), on observe presque toujours autour du terril un bourrelet périphérique marginal dont la hauteur atteint communément trois à quatre mètres au dessus du sol en place.

Au milieu du terril, la charge croissant très rapidement, il y a tassement de l'assise soutenant le terril avec éjection d'un bourrelet périphérique et formation d'une cuvette retenant une nappe artificielle au niveau du sommet du bourrelet (fig. 13).

La formation de cette nappe ne pose aucun problème, étant donné que sur les terrils, toute l'eau provenant des précipitations percole à travers la masse schisteuse pour autant que le terril ne soit pas encore couvert de végétation.

2) LA PRÉSENCE D'ESPÈCES HALOPHILES

La présence de plantes halophiles dans ces marécages est liée aux quantités assez élevées de sels divers dissous dans l'eau et mis en évidence par

(10) Le terme halophyte est ici pris au sens large, c'est-à-dire désignant des plantes poussant sur un sol salin, quelle que soit la nature du sel.

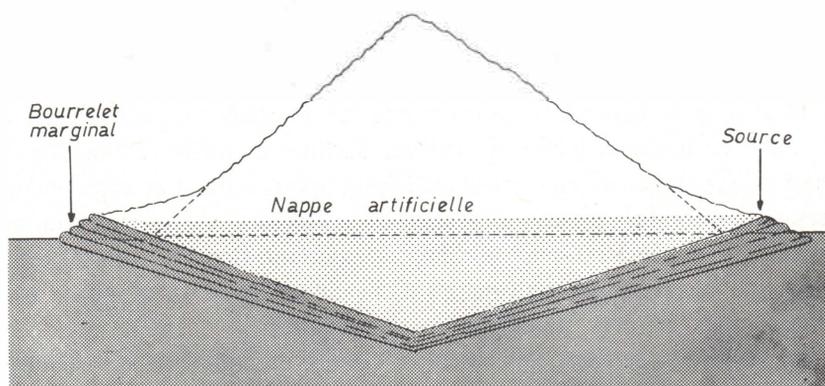


FIG. 13. — Coupe longitudinale d'un terril montrant la formation du bourrelet marginal et de la nappe d'eau interne (d'après R. MARLIÈRE, 1951).

l'analyse de divers échantillons prélevés entre les touffes de *Puccinellia*. Ces analyses ont révélé la présence d'une grande quantité de sulfate de soude. Les résultats obtenus ont été regroupés dans le tableau ci-dessous. Nous y avons ajouté d'autres résultats d'analyses effectuées à partir de plages à *Puccinellia* au pied de terrils de la région du Centre et du Pays de Charleroi.

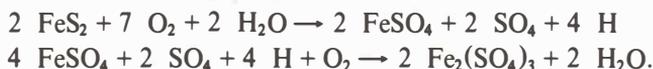
TABLEAU 2

Relevé n°	1	2	4	5	6	7	9	A	B
pH	8,5	8,7	8,4	8	8	8,3	8,1	—	7,6
Na en mg/l	1800	800	820	2000	740	940	1210	1037	1200
K en mg/l	22	6	8	39	7	6	34	—	40
Ca en mg/l	41	16	20	50	28	19	150	45	—
Chlorure en mg/l	—	—	450	—	—	—	—	77	25
Sulfate en mg/l	—	—	2700	—	—	—	—	1353	1000
Carbonate en mg/l	—	—	—	—	—	—	—	429	—
SiO ₂ en mg/l	—	—	17	—	—	—	—	0	5
NH ₄	—	—	traces	—	—	—	—	traces	0

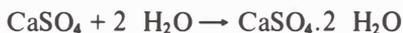
Origine des différents ions présents dans les eaux de suintement.

Les schistes houillers contiennent une certaine quantité de pyrite (FeS₂). Lorsqu'ils sont en place dans les couches géologiques, c'est-à-dire en milieu réducteur, les pyrites sont stables et ne subissent aucune transformation. Remontées à la surface avec le charbon et les schistes et déposées sur les terrils, ces pyrites s'oxydent au contact de l'air. Le premier résultat de cette

oxydation est la transformation de la pyrite en sulfate ferreux et puis en sulfate ferrique :



On peut trouver sur les terrils des roches carbonatées. L'excès d'acide sulfurique dissocié en milieu calcaire donne du sulfate de chaux qui s'hydrate en gypse :



Le milieu devenant de ce fait plus alcalin, les sulfates ferreux et ferriques sont hydrolysés et donnent des hydroxydes ferreux $\text{Fe}(\text{OH})_2$ et ferriques $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Ces réactions exothermiques dégagent de grandes quantités de chaleur qui peuvent enflammer les matières charbonneuses présentes dans le terril qui entre alors en combustion.

En Europe occidentale, les dernières couches carbonifères sont recouvertes de roches détritiques d'origine laguno-désertique, dépourvues de fossiles et contenant entre autre du gypse et du sel gemme. On trouve également dans le Carbonifère des assises franchement marines et des nappes d'eau fossiles très riches en sel. Ces assises géologiques sont en partie remontées vers la surface et déposées sur les terrils. Ceci explique la présence de telles quantités de Sodium dans les eaux de suintement de la base de terrils. De grandes quantités de sels de Sodium pourraient également provenir des eaux utilisées pour le lavage des charbons.

LA VÉGÉTATION PROPREMENT DITE

La figure 14 montre l'occupation des mares alcalines par la végétation : *Puccinellia distans* occupe les stations les plus hydrophiles où le sol peut être constamment gorgé d'eau et peut être en partie immergé.

Les vastes plages à *Puccinellia* sont cernées par les deux Graminées *Festuca arundinacea* et *Agropyron repens* et par les Chénopodiacées ; le sol y est fortement humide et occasionnellement ces espèces ont le pied quelque peu immergé.

Faisant suite à cette ceinture de végétation particulière apparaissent, dans des conditions plus ou moins normales, les plantes de la prairie et les rudérales : *Arrhenatherum elatius*, *Urtica dioica*, *Rubus sp.*, *Daucus carota*, *Achillea millefolium*, ...

Les eaux des mares sont généralement riches en algues vertes filamenteuses et algues bleues.

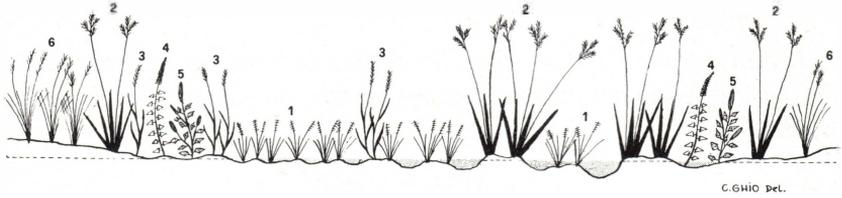


FIG. 14. — Mare alcaline. — 1. *Puccinellia distans*. — 2. *Festuca arundinacea*. — 3. *Agropyron repens*. — 4. *Atriplex hastata* et *A. patula*. — 5. *Chenopodium rubrum* et *C. glaucum*. — 6. *Arrhenatherum elatius*.

Ecologie et distribution des différentes espèces.

a) *Puccinellia distans* (L.) PARL. est l'espèce dominante et constante pour tous les relevés ; elle est généralement considérée comme une espèce halophile colonisant les bas-fonds en bordure d'eau saumâtre des districts poldériens et littoraux de Belgique, Hollande et France.

En Belgique, à l'intérieur du pays et au Grand-Duché de Luxembourg, il existe plusieurs stations considérées toutes comme adventices et liées à des substrats particuliers.

Les différentes stations de *Puccinellia distans* peuvent se répartir en 5 groupes :

- Stations liées aux bassins de décantation des glaciers, sur substrat alcalin à dominance de silicates et carbonates, en Basse Sambre (A. VERHULST, 1911).
- Stations situées à proximité des fours de frittage de la dolomie, sur substrat alcalin avec présence d'hydroxyde de Ca et de Mg, en Entre-Sambre-et-Meuse (J. DUVIGNEAUD, 1955-1957) et Grand-Duché de Luxembourg (F. JUNGBLUT, 1953).
- Stations situées au pied de crassiers d'usines métallurgiques, sur substrat riche en éléments alcalins et alcalino-terreux, au Grand-Duché de Luxembourg (F. JUNGBLUT, 1953).
- Station située sur les résidus alcalins d'une usine de pâte à papier, sur substrat très riche en Na, à Mont-Saint-Guibert (A. FROMENT, 1968).
- Stations marécageuses au pied de terrils de charbonnage dans le Pays de Charleroi et la région du Centre (CULOT, 1931).

Dans le Borinage, la plante n'avait pas encore été signalée.

Le point commun à toutes ces stations, inclus celles du Borinage, est leur alcalinité élevée avec l'anion Cl^- peu ou pas représenté.

En Europe centrale, G. HEGI mentionne la présence de cette graminée sur des sols salés ainsi que dans des habitats riches en azote (proximité des tas de fumier, par exemple). F. JUNGBLUT arrive à la conclusion que cette plante n'est pas une espèce halophile mais serait plutôt une espèce liée à des pH élevés (calcicole); tandis que A. VERHULST la classe parmi les halophiles exclusives en considérant que le NaCl peut être remplacé par un sel de la même base.

Puccinellia distans colonise donc des milieux tout à fait particuliers. Confronté avec le problème de l'écologie de *Puccinellia distans*, A. FROMENT (1968) écrit : «On constate que la plante colonise une gamme de milieux particuliers et que la question de son écologie reste posée; seules des expériences de biosystématique permettraient de dire s'il ne s'agit pas en fait d'écotypes distincts adaptés aux divers substrats qu'ils colonisent». En accord avec A. FROMENT, il nous semble que cette espèce soit peu compétitive et s'installe sur des milieux ouverts fortement minéralisés où la plupart des autres espèces ne résistent pas.

b) Dans ses stations au pied des terrils, *Puccinellia distans* est accompagnée par un certain nombre de plantes pouvant être considérées comme «halophiles à large amplitude»: *Chenopodium rubrum*, *C. glaucum*, *Atriplex hastata*, *A. patula*. La plupart d'entre elles sont des mésohygrophytes colonisant les dépôts vaseux riches en sels ammoniacaux ou des halonitrophytes (*Atriplex hastata*) mais qui transgressent fréquemment dans les groupements de mauvaises herbes annuelles des cultures sarclées et des déplôts d'immondices, se comportant donc comme des mésophytes nitrophiles (*Chenopodium rubrum*, *C. glaucum*, *Atriplex hastata*). Quant à *Atriplex patula* c'est une rudérale mésonitrophile.

c) A côté de ces «halophytes à large amplitude», on trouve des espèces simplement tolérantes ou indifférentes :

Festuca arundinacea est une prairiale mésohygrophile.

Agropyron repens, une espèce mésophile à large amplitude.

Phragmites communis une espèce hygrophile à large amplitude.

Le cortège floristique d'halophytes accompagnant *Puccinellia distans* se retrouve fréquemment dans toutes les stations (autres que les terrils) décrites à l'intérieur du pays. (A. VERHULST, 1911 — A. FROMENT, 1968).

Observations :

- Dans plusieurs suintements et sources, nous avons observé la formation de véritables tufs calcaires (Saint-Antoine à Boussu, Levant du Flénu).
- La station de Saint Antoine N est alimentée par une source dont la température de l'eau oscille entre 25° et 28° C. Le terril en combustion active explique la présence de ces eaux thermales.

Nous savons que l'énorme masse du terril peut former à sa périphérie un bourrelet marginal provenant du fluage de la couche argileuse sur laquelle repose le terril ; on trouve dès lors au centre du terril une dépression où peut apparaître l'assise géologique crayeuse sous-jacente. Les eaux de pluie, en traversant le terril en combustion s'échauffent et se chargent en anhydride carbonique. Ces eaux riches en CO₂ dissolvent la craie ainsi que les roches calcaires mélangées aux schistes houillers.



Le bicarbonate de calcium formé est soluble. Après la source, les eaux se refroidissent et précipitent le Ca sous forme de carbonate de calcium (CaCO₃) insoluble en formant d'importantes concrétions de tuf calcaire (H. HARMEGNIES, 1975).

§ 6 LE DYNAMISME DE LA VEGETATION

Il y a lieu de distinguer deux grands types de végétation sur les terrils :

- Les végétations naturelles qui débutent évidemment par les stades pionniers et ensuite évoluent plus ou moins rapidement, selon les cas, vers la pelouse ou le bois de bouleau. Le dynamisme de la végétation dans ces cas-ci est assez facilement décelable sur le terrain.
- Les végétations artificielles qui sont le résultat de plantations intensives d'espèces ligneuses ; ces plantations, effectuées pour la plupart il y a plusieurs dizaines d'années, sont arrivées au stade de bois généralement sous forme de taillis âgés, et il est parfois difficile d'en prévoir l'évolution.

LES GROUPEMENTS NATURELS

L'évolution des groupements végétaux naturels sur les terrils sera la résultante de plusieurs facteurs écologiques très marqués et parfois très particuliers. Certains de ces facteurs se modifient assez rapidement dans le temps et d'une façon très accentuée, par exemple :

- la température du substrat peut soit s'élever rapidement à cause de la combustion soit diminuer progressivement ;
- les schistes peuvent subir l'action de la combustion et se modifier de manière non négligeable entraînant de fortes modifications de la texture du substrat et de son pH.

D'autres facteurs au contraire peuvent rester plus ou moins constants tant que le groupement n'évolue pas ; par exemple : le bilan énergétique et le bilan d'eau.

Les premiers stades de la colonisation végétale sont appelés «stades pionniers». Sur les terrils, deux stades pionniers nettement différents ont été mis en évidence : d'une part, un groupement pionnier herbacé, d'autre part, un groupement pionnier arbustif. L'apparition de ces deux groupements est déjà déterminée par les facteurs écologiques du milieu. Le groupement herbacé apparaît indifféremment à toutes les expositions, alors que le groupement arbustif apparaît toujours sur les versants les moins ensoleillés et les plus humides (surtout versants ouest et nord). La morphologie d'un versant, très différente d'un endroit à l'autre, est liée à son mode d'édification et permet d'expliquer l'apparition simultanée des deux groupements pionniers en versant nord.

EVOLUTION DES GROUPEMENTS PIONNIERS ARBUSTIFS

Aux endroits où la pente est la plus forte et le substrat très mobile en surface, on ne trouve qu'un groupement herbacé à faible degré de recouvrement, surtout composé de plantes annuelles et bisannuelles.

Là où la pente est plus concave, plus amortie (à la base du terril, par exemple), les bouleaux apparaissent en grande quantité et supportent une certaine mobilité du substrat. Lorsque celle-ci dépasse une certaine valeur, le peuplement est nettement plus clairsemé car les individus sont souvent déracinés. Lorsque le recouvrement de la strate arbustive est de l'ordre de plus ou moins 40 à 50 %, c'est que le substrat est déjà presque complètement stabilisé.

L'implantation du bouleau est suivie d'assez près par celle des espèces subsylvatiques et prairiales. Parmi celles-ci, le pourcentage important de plantes vivaces (plus des 3/4 de la strate herbacée) prouve bien que le substrat est stabilisé.

En résumé, on peut dire que les peuplements de bouleaux les plus denses sont installés aux endroits les moins mobiles ; sur les pentes plus fortes, un plus grand nombre d'arbustes sont déracinés et le groupement est plus clairsemé.

Le groupement évolue assez rapidement vers un bois de bouleau à strate

ligneuse presque monospécifique où s'installe quand même, mais en nombre restreint, des espèces endozoochores telles que le sorbier des oiseleurs, des pruniers, le sureau et quelques espèces anémochores telles que l'érable sycomore et le saule marsault. Sur les terrils, tous les peuplements naturels de ce type sont relativement jeunes. Nous ne possédons donc aucun point de référence dans des peuplements plus âgés du même type et il faut se montrer prudent quant aux prévisions à long terme que l'on pourrait faire concernant leur évolution. Pendant très longtemps, le bois de bouleau restera le stade ultime de l'évolution d'un tel groupement.

Ensuite, peu à peu, avec l'enrichissement en humus et la modification du substrat, certaines nouvelles espèces peuvent apparaître dans le groupement et en remplacer d'autres. Plusieurs hypothèses peuvent être émises :

- Soit que la strate herbacée se modifiera, les espèces subsylvatiques originelles étant progressivement remplacées par des espèces nitrophiles ; le stade ultime de l'évolution est alors un bois de bouleau nitrophile.
- Soit que d'autres espèces arborescentes s'implantent : le chêne, par exemple ; le groupement devient alors une chênaie acidiphile.

C'est ainsi que l'on voit les vieux boisements de terrils proches des forêts naturelles (Trou à Dièves — Avaleresse n° 5) se transformer en véritables chênaies ou érablières avec, dans la strate herbacée, tout le cortège des plantes du mull : *Milium effusum*, *Polygonatum multiflorum*, *Anemone nemorosa*, *Hedera helix*, *Adoxa moschatellina*, *Dryopteris filix-mas*, *Arum maculatum*, *Mercurialis perennis* ... Les terrils boisés situés au cœur du Borinage, à plusieurs kilomètres des forêts du « Haut-Pays », n'ont pas encore subi l'influence de cette florule typiquement sylvatique.

EVOLUTION DES GROUPEMENTS PIONNIERS HERBACÉS NON LIÉS AUX ZONES DE COMBUSTION

Les groupements pionniers herbacés occupent les pentes mobiles à toutes les expositions. En versant nord, ils sont localisés sur les « coulées » les plus mobiles, là où le bouleau ne peut s'installer. De tels groupements peuvent subsister très longtemps (parfois plusieurs dizaines d'années) ; il suffit que la pente, particulièrement accentuée, ne parvienne pas à se stabiliser.

Ce groupement pionnier herbacé peut évoluer différemment selon les circonstances. Dès que la pente se stabilise (par la combustion ou la végétation), le groupement évolue fréquemment en une pelouse et parfois en un bois de bouleau en versant nord (mais ceci n'est pas une règle générale).

Deux types de pelouses peuvent succéder au groupement pionnier herbacé :

a) La pelouse sèche à piloselle et fétuque, dans les conditions les plus sèches. Plusieurs facteurs peuvent être responsables de cette situation :

- Lorsque le substrat a brûlé jusqu'en surface, les schistes sont agglomérés et les éléments fins peu abondants ; le substrat est grossier et très superficiel.
- L'exposition sud accentue le caractère xérique et thermophile de la station.
- Le substrat du sommet et du milieu des pentes peut être plus grossier qu'à la base à la suite du ruissellement qui entraîne les éléments fins vers le bas.

La pelouse à piloselle est donc liée à un substrat superficiel et assez grossier. Elle ne maintient bien en versant sud.

b) La pelouse plus mésophile à fromental, carotte et picris, lorsque les conditions édaphiques sont plus favorables. Ces conditions sont réunies dans les cas suivants :

- Substrat non brûlé jusqu'en surface ; les schistes noirs intacts se délitent rapidement et donnent beaucoup d'éléments fins susceptibles de retenir beaucoup d'eau.
- Le versant nord, où l'ensoleillement est moins prononcé, est nécessairement plus frais que le versant sud.
- Les colluvions de bas de pente et les dépressions sont des endroits où les éléments fins et l'eau peuvent s'accumuler.
- Les ravines, moins exposées au soleil et au vent que le reste de la pente, sont plus fraîches.

— *Versant sud* : Le versant sud ressemble à une mosaïque formée de deux associations. En bas de pente, dans les dépressions et aux endroits où le substrat est le plus profond (c'est-à-dire le plus frais), la pelouse à fromental est présente ; le reste est occupé par la pelouse à piloselle.

Aux endroits où les blocs rocheux de schistes rougis et agglomérés affleurent, on observe une évolution plus classique de la végétation. Les premières espèces à s'installer sont des Bryophytes de la pelouse à piloselle (*Polytrichum piliferum*, *Ceratodon purpureus*) et quelques phanérogames (*Hieracium pilosella*).

— *Versant nord* : Sur le versant nord, la pelouse à piloselle s'installe également sur les substrats grossiers et la pelouse à fromental sur les substrats plus profonds. Les conditions microclimatiques étant très différentes de celles des versants sud (stations plus fraîches), la pelouse à piloselle ne

subsiste pas longtemps ; elle est plus ou moins rapidement remplacée par une pelouse plus mésophile à fromental dès que la végétation a un peu amélioré le substrat (présence d'un peu d'humus et de racines).

En versant nord, le groupement pionnier herbacé n'évolue pas nécessairement en bois de bouleau, dès que la pente se stabilise un peu. Au contraire, si cette stabilisation est le résultat de l'action de la végétation, on voit très peu de bouleaux s'installer dans le groupement. Le groupement pionnier herbacé des pentes très mobiles fait souvent place à une pelouse mésophile à fromental.

Finalement, un versant nord stabilisé a l'aspect d'un bois de bouleaux entrecoupé de vastes clairières où domine la pelouse à fromental.

Sur les terrils, les pelouses sont des groupements assez stables qui semblent se maintenir de nombreuses années avant qu'une évolution vers la forêt ne se manifeste. Même en versant nord, les pelouses de clairière issues d'un groupement pionnier herbacé ne sont pas facilement colonisées par les bouleaux. Autant la colonisation par les bouleaux est facile sur sol nu, autant elle semble ne pas se réaliser lorsque la végétation herbacée est déjà présente et commence à se fermer.

On peut tenter une explication de ce phénomène : le bouleau, étant une espèce anémochore du type planeur assez léger, possède des graines légères qui glissent facilement entre les pierres et les morceaux du schiste des pentes nues du terril. En versant nord, les conditions de fraîcheur et d'humidité étant favorables et persistant suffisamment longtemps, ces graines ne tardent pas à germer. Si elles trouvent un peu de terre fine, elles se développent facilement en donnant de petits arbustes qui sont le point de départ d'un groupement pionnier arbustif. Nous savons que si la pente est trop mobile, ces petits arbustes sont déracinés et que seules persistent les plantes herbacées plus ou moins adaptées à la mobilité du substrat. Si, sur ces pentes mobiles où le bouleau ne parvient pas à s'installer, la végétation herbacée prend le dessus et couvre totalement de petites plages, le substrat se stabilise par endroits. Malgré tout, les bouleaux ne parviennent pas ou très peu à s'installer dans ce tapis herbacé. Leurs graines très fines ne trouvent plus le support favorable à leur germination ou à leur développement. En effet, la végétation herbacée recouvre le substrat, les fissures humides ont disparu et les conditions d'humidité ne restent peut-être pas optimales pendant suffisamment de temps à la surface de ce tapis herbacé pour permettre la fixation et le développement des jeunes plantules. Ce sont surtout des espèces endozoochores à graines plus grosses et plus lourdes (*Sorbus aucuparia*, *Rosa canina*, *Sambucus nigra*) qui apparaissent dans ces pelouses.

L'action humaine, la dent des animaux et le feu contribuent largement à



PHOTO 4. — Terril Marcasse à Wasmes. Versant nord ; colonisation des ravines et dépressions par les bouleaux.

maintenir ces formations herbeuses, empêchant leur évolution vers les stades arbustif et arborescent.

Sur les grands terrils non ou partiellement couverts de végétation, on peut trouver des ravines parfois assez importantes. Le rôle de ces ravines dans la colonisation végétale du terril n'est pas à négliger. Par leur microclimat différent de celui du reste de la pente, plus humide et plus frais, ce sont souvent des endroits privilégiés au sein d'une pente nue, où s'installent plus facilement les végétaux herbacés et ligneux. Les bouleaux choisissent souvent les ravines pour s'introduire sur les versants sud et les pentes mobiles. Surtout en versant sud, les ravines sont des endroits où peuvent s'installer des plantes moins xérophiles et moins thermophiles que celles de la pelouse du même versant. Avec les bouleaux, elles peuvent être le point de départ d'une évolution vers le bois de bouleau avec tapis herbacé d'espèces mésophiles prairiales et subsylvatiques.

EVOLUTION DES GROUPEMENTS LIÉS AUX ZONES DE COMBUSTION

L'apparition et la subsistance de certains groupements sont directement liées à la combustion interne du terril. La combustion d'un terril étant itinérante, les groupements suivent évidemment la combustion dans tous les

endroits du terril. Lorsqu'une zone très chaude se refroidit progressivement, son ou ses groupements, installés sur un substrat à température élevée, se modifient et sont remplacés par un autre groupement lié à des températures moins élevées.

La combustion ayant pour conséquence une stabilisation du terril avec agglomération des blocs schisteux, lorsque le substrat se refroidit, la pelouse apparaît très rapidement. Il s'agit de la pelouse à piloselle et fétuque aux endroits où le substrat est le plus grossier ainsi que sur les blocs schisteux agglomérés, de la pelouse à fromental lorsque le substrat n'a pas complètement brûlé jusqu'en surface et qu'il reste suffisamment d'éléments fins.

Les groupements des zones chaudes disparaîtront à jamais lorsque la combustion des terrils cessera.

§ 7 ORIGINE DE LA FLORE DES TERRILS

Dans la plupart des cas, sinon tous, la flore locale détermine celle des terrils. Les plantes qui forment l'ensemble de la flore des terrils proviennent des endroits les plus divers : friches, ballasts et talus des voies ferrées, moissons, prairies, cultures sarclées, dépotoirs, marais, forêts, pelouses calcaires, ...

Nous avons relevé dans une friche située sur la commune de Flénu, au sud du «Levant du Flénu», plus de 80 espèces différentes dont 55 au moins appartenaient à la flore des terrils. Toutes les espèces rudérales et de nombreuses nitrophiles y étaient représentées.

Les moissons et cultures sur terrain crétacique abritent également une partie de la flore des terrils (*Arenaria serpyllifolia*, *Euphorbia exigua*, *Melandrium album*, *Carduus nutans*, ...).

Les ballasts des voies ferrées sont parfois des endroits choisis par certaines espèces pour étendre leur aire et servir de relais avant la colonisation des terrils (*Digitaria sanguinalis*, *Tunica prolifera*).

Les plantes des pelouses calcaires (*Carlina vulgaris*, ...) proviennent peut-être des stations de l'Entre-Sambre-et-Meuse ; elles ont pu arriver jusqu'aux terrils par l'intermédiaire des talus et friches des terrains crétaciques du Borinage.

La majorité des espèces des terrils sont des plantes anémochores. Elles sont suivies par les espèces zoochores, c'est-à-dire 2 modes de dissémination à longue distance.

Les espèces purement sylvatiques du mull forestier ne s'installent que sur les terrils boisés situés à l'orée des forêts du Haut Pays. La dissémination de ces espèces s'effectue en effet sur de courtes distances ; ce sont des espèces barochores ou à multiplication végétative.

Troisième partie : Schémas types de terrils

Des observations et données précédentes, on peut essayer de dresser quelques schémas types de terrils.

1. CAS DES TERRILS DONT LA PENTE EST MOBILE (Fig. 15)

Les endroits où la végétation s'installe complètement sont évidemment ceux où le substrat est stable c'est-à-dire la base du terril et le sommet (pour autant qu'il n'y ait pas de combustion).

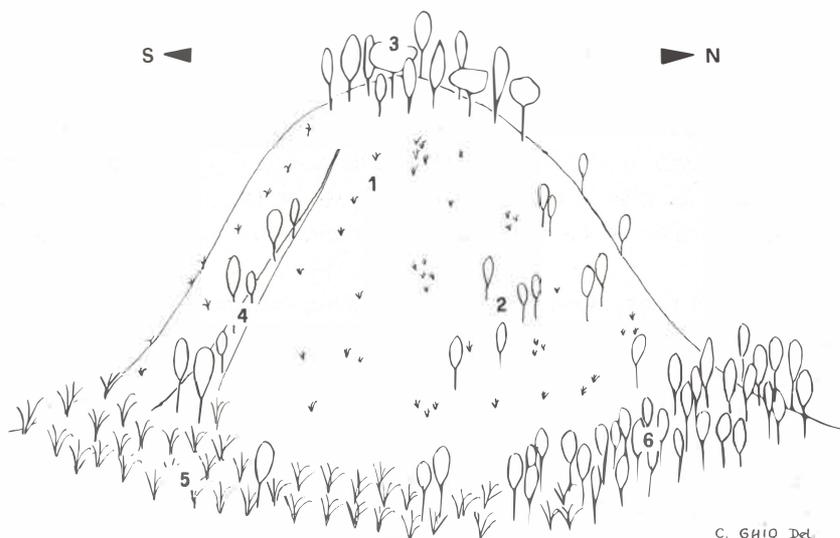


FIG. 15. — Installation de la végétation sur un terril non brûlé à pente mobile. — 1. Groupement pionnier herbacé. — 2. Groupement pionnier ligneux. — 3. Sommet arboré (substrat stable). — 4. Ravine. — 5. Pelouse à fromental (base du terril stabilisée). — 6. Bois de bouleau (base du terril stabilisée).

Sur les pentes encore mobiles, se maintiennent uniquement des groupements pionniers peu denses :

- en versant nord, un groupement pionnier ligneux à base de bouleaux ;
- en versant sud, un groupement pionnier herbacé (sauf dans les ravines).

Ce modèle à sommet arboré serait plus fréquent si les terrils ne brûlaient pas.

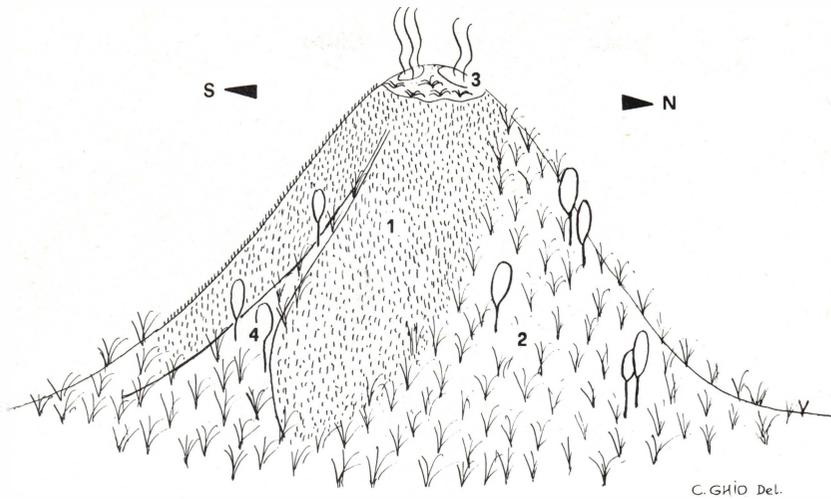


FIG. 16. — Terril en combustion, à pente stabilisée et végétation essentiellement herbeuse. — 1. Pelouse à piloselle et fétuque. — 2. Pelouse à fromental. — 3. Végétation des zones de combustion superficielles. — 4. Ravine.

2. CAS DES TERRILS DONT LA PENTE EST STABILISÉE

a) *Terril surtout herbeux* (les pelouses sont souvent maintenues par l'homme) (Fig. 16).

Versant nord : Pelouse à fromental.

Versant sud : Pelouse à piloselle sauf dans les ravines et les dépressions.

Sommet : Si le terril brûle : plages chaudes avec zonation des associations des zones de combustion. Si le terril est froid : végétation herbeuse.

b) *Terril boisé naturellement, en partie* (Fig. 17).

Opposition de versant très marquée :

Versant nord : Bois de bouleau entrecoupé de clairières avec des pelouses à fromental.

Versant sud : Pelouse à piloselle sur les substrats les plus grossiers et pelouse à fromental dans les dépressions, les ravines et les colluvions où les conditions édaphiques sont meilleures.

c) *Vieux boisement sur ancien terril bombé* (Fig. 18).

Versant sud et sommet : Strate arborescente monospécifique à base de robiniers.

Versant nord : Peuplement mixte à base de robiniers, érables et ormes.

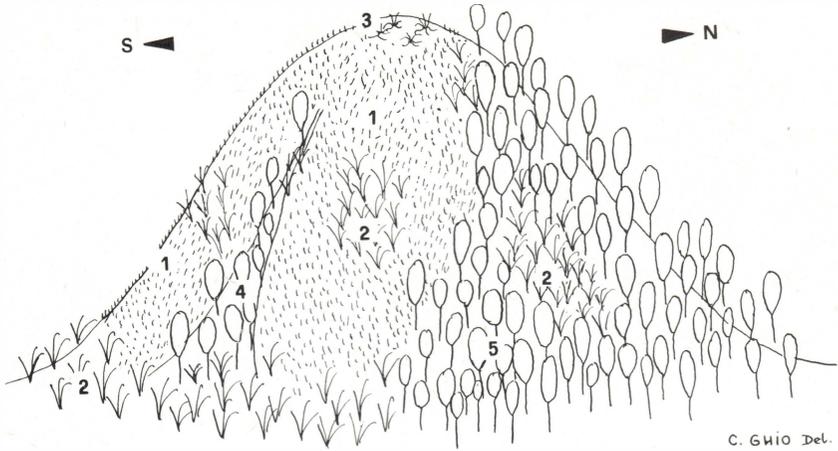


FIG. 17. — Terril en combustion, à pente stabilisée et végétation en partie ligneuse. — 1. Pelouse à piloselle et fétuque. — 2. Pelouse à fromental. — 3. Végétation des zones de combustion superficielles. — 4. Ravine. — 5. Bois de bouleau.

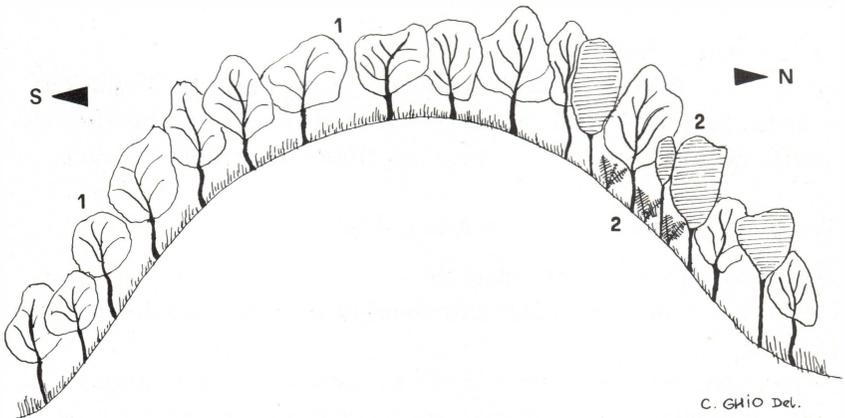


FIG. 18. — Ancien terril bombé avec vieux boisement à base de robiniers. — 1. Versant sud et sommet : strate arborescente monospécifique de robiniers. — 2. Versant nord (plus frais et plus humide que le précédent) : strate arborescente mixte (robiniers, érables sycomores, ormes et merisiers) et présence de fougères mâles dans la strate herbacée.

Conclusions

Après la fermeture des derniers charbonnages du vieux Borinage, il fallait penser à la reconversion de la région. Un des aspects de cette reconversion fut l'aménagement des terrils. Une partie de ceux-ci furent déblayés, soit pour la construction du tronçon de l'autoroute Bruxelles-Paris dans le Borinage, soit pour l'exploitation des graviers rouges. Malgré les déblaiements, les terrils restent nombreux dans le Borinage et continuent à marquer typiquement le paysage.

Une intercommunale (I.I.D.E.A) racheta à bon prix une partie des terrils après la fermeture des mines, dans le but de les aménager et de les intégrer judicieusement dans le paysage. Dans de nombreux cas, un des objectifs à atteindre est la verdurisation complète des terrils restés intacts.

Cette étude de la colonisation végétale des terrils n'est qu'un premier pas ; elle nous aura permis de tester quelques uns des principaux facteurs écologiques du milieu et leur influence plus ou moins marquée sur la végétation. Les premiers résultats de l'étude de la végétation naturelle des terrils nous permettent déjà de juger des potentialités écologiques de nombreuses espèces et de la richesse floristique des terrils ; de plus, ils permettent dans une certaine mesure d'entreprendre des boisements efficaces afin d'accélérer la verdurisation.

Le Borinage n'est plus ce « Pays Noir » d'autrefois et les terrils ne sont pas des « terres mortes ». Avec le temps (de 10 à 80 ans), ils se verdurisent spontanément.

S'ils sont repris dans un plan d'aménagement global du territoire, afin d'éviter une utilisation anarchique et non contrôlée de leur matériau ou de leur surface, les terrils auront certainement leur rôle à jouer lors de la création d'espaces verts et de zones récréatives dans le Borinage.

Université Libre de Bruxelles.

Laboratoire de Botanique systématique et d'Écologie.

Directeur : Prof. P. DUUVIGNEAUD.

BIBLIOGRAPHIE

- BOURNERIAS, M., 1968. — *Guide des groupements végétaux de la région parisienne.* Sedes, Paris.
- , 1959. — *Le peuplement végétal des espaces nus. Mémoire Soc. Bot. France,* t. 106.
- CULOT, A., 1931. — Une station nouvelle d'*Atropis distans* (L.) Gris. (*Glyceria distans* Wahl.). *Bull. Soc. r. Bot. Belg.*, **64**, pp. 10-13.

- DEBEHAULT, C., 1968. — La combustion des terrils de charbonnage. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de licencié en sciences géographiques (U.L.B., non publié).
- , 1968. — Les terrils de charbonnage du Borinage. Etude de géographie régionale. *Rev. Belge de Géogr.*
- , 1969a. — La végétation particulière des zones en combustion des terrils de charbonnage. *Natur. Belges*, **50** (4), 177-193.
- , 1969b. — La colonisation végétale des terrils de charbonnage du Borinage. *Natur. Belges*, **50** (9), 501-515.
- DE LANGHE, J.-E. et alii, 1973. — *Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines*. Jard. Bot. National de Belgique.
- DENAEYER-DE SMET, S. et DUVIGNEAUD, P. — Premier aperçu phytogéochimique du terril n° 7 de Chapelle-lez-Herlaimont. *Bull. Soc. Bot. Belg.*, tome 104, pp. 323-331.
- DUVIGNEAUD, P., 1946. — La variabilité des associations végétales. *Bull. Soc. Bot. Belg.*, **78**, 107-134.
- DUVIGNEAUD, P., TANGHE, M., DENAEYER-DE SMET, S., DUBOIS, F., 1971. — Le terril n° 7 de Chapelle-lez-Herlaimont. Site, végétation et principaux biotopes. *Bull. Soc. Bot. Belg.*, tome 104, pp. 301-321.
- ELLENBERG, H., 1963. — *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Eugen Ulmer Stuttgart.
- FROMENT, A., 1968. — La colonisation végétale des boues alcalines résiduelles d'une usine de pâte à papier (Mont-Saint-Guibert).
- GHIO, C., 1974. — Contribution à l'étude de la végétation sur les terrils de charbonnages (région du Borinage). Mémoire présenté pour l'obtention du grade de licencié en sciences botaniques (U.L.B., non publié).
- GOUNOD, M., 1969. — *Méthodes d'Etude quantitative de la végétation*. Masson. Paris.
- GUINOCHET, M., 1970. — Clé des classes, ordres et alliances phytosociologiques de la France. *Naturalia monspeliensis*, sér. Bot., fasc. 21, pp. 79-119.
- HALL, I. G., 1956. — The ecology of disused pit heaps in England. *Journal of Ecology*, **45**, 689-720.
- HEINEMANN, P., 1962. — La répartition des Champignons supérieurs en Europe. *Les Nat. Belges*, **43**, n° 7.
- KESTEMONT, P., 1974. — Production ligneuse de la strate arbustive du terril n° 7 de Chapelle-lez-Herlaimont. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, tome 107, pp. 245-257.
- LERICQ, R., 1968. — Les terrils de la région de Condé-sur-Escaut: Aperçus floristique, écologique et phytosociologique. *Bull. Soc. Bot. du Nord de la France*, tome XXI, n° 1.
- MARLIÈRE, R., 1951. — *Terrils « en marche »*. Publications de l'Ass. des Ingénieurs de la Fac. Polytechn. de Mons.

- MASSON, J., 1950. — *Le boisement des terrils houillers et autres et des déblais de carrières*. Public. de la «Commission pour la Protection de la Nature».
- MOLINIER, R. et MÜLLER, P., 1938. — La dissémination des espèces végétales. *Revue Gén de Bot.*, tome 50, p. 53.
- MOSTADE, C., 1959. — Boisement des terrils de charbonnage. Mémoire présenté en vue de l'obtention du titre d'Ingénieur Agronome (U.C.L.) — Non publié.
- PETIT, D., 1971. — La végétation des terrils du Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, tome XXIV, N^{os} 3-4.
- PIÉRART, P., 1975. — Premières observations sur les mycocénoses des terrils du Borinage et du Centre. Congrès de l'AFAS à l'U.L.B.
- SCHMITZ, A., 1946. — La répartition et la fréquence des plantes commensales des cultures en fonction du pH du sol en Belgique. Centre de rech. écol. et phytosociolog. de Gembloux. Com. 4. *Bull. Inst. Agron. Gembloux*, tome XV, n^{os} 1-4.
- TANGHE, M., 1968. — Recherches sur l'écosystème forêt. Série E : Forêts de Haute Belgique. Contribution n^o 3 : La végétation forestière de la vallée de la Semois ardennaise. Première partie : les groupes écologiques. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, 44 (8), 55 pp.

Nos conférences publiques

Les développements prodigieux des sciences biologiques fondamentales et appliquées font entrevoir une transformation importante de l'avenir biologique de l'espèce humaine. D'ores et déjà, ils posent des problèmes éthiques dont l'acuité révèle l'étendue de l'impact qu'ils exercent sur l'homme et la société d'aujourd'hui.

Aussi les Naturalistes Belges ont-ils décidé de consacrer un cycle de trois conférences publiques au thème de l'Avenir biologique de l'Homme :

Le lundi 23 février 1976, à 20 h : *Les progrès de la chirurgie : espoirs et contraintes*, par le Dr A. BREMER, professeur à l'U.L.B.

Le lundi 15 mars 1976, à 20 h : *Les techniques nouvelles en psychologie et l'avenir de l'homme*, par le Dr J. DIERKENS, professeur à l'U.L.B. et à l'Université de Mons.

Le lundi 5 avril 1976, à 20 h : *Avenir génétique et adaptabilité de l'espèce humaine*, par le Dr C. SUSANNE, professeur à la V.U.B.

Ces conférences seront données dans l'auditoire Lippens de la Bibliothèque royale Albert I^{er}, boulevard de l'Empereur, à Bruxelles.



A propos de l'Étourneau.

On sait quels massacres d'étourneaux ont été perpétrés en vue de protéger les fruits, principalement les cerises douces, contre ces oiseaux. Nous avons déjà, dans notre bulletin de janvier 1975, publié de larges extraits d'un rapport du C.C.P.O. à ce sujet. A l'initiative de diverses associations œuvrant pour la protection des oiseaux et de la vie sauvage, un Colloque scientifique sur la biologie et l'écologie de l'étourneau a été organisé au Centre universitaire du Limbourg, à Diepenbeek. Les conclusions des divers exposés présentés ont été tirées par le Prof. R. F. VERHEYEN : il s'en dégage que la pression accrue des étourneaux sur les cultures fruitières résulte d'un bouleversement de leurs biotopes et de l'abus des herbicides ; pour écarter les oiseaux, les méthodes d'effarouchement doivent être préférées aux procédés de destruction massive.

J. J. S.

Journées d'études sur les problèmes de la Réserve naturelle des Hautes-Fagnes et de la Haute-Ardenne.

L'Université de Liège a inauguré en 1975 une nouvelle station scientifique dans les Hautes-Fagnes. A cette occasion, plusieurs journées d'études, organisées, du 29 septembre au 18 octobre 1975, ont permis de rassembler les connaissances acquises sur la région et d'examiner les recherches conduites dans des territoires analogues, en vue de définir un programme de recherches fondamentales et de recherches orientées vers la gestion de la Station et de la Réserve naturelle des Hautes-Fagnes et de la Haute-Ardenne.

Les principaux thèmes des communications et des discussions de ces journées ont été : la géomorphologie périglaciaire et les traces de «pingos» ; le boisement naturel des tourbières et l'influence, sur la qualité du sol des plantations d'épicéas, de l'introduction d'autres essences forestières ; les qualités biologiques et la gestion des ruisseaux de Haute-Ardenne ; les problèmes de géographie, écologie et éthologie animales liés à la gestion de la réserve naturelle des Hautes-Fagnes.

Une participation internationale importante a contribué au succès et à la résonance de ces journées.

J. J. S.

A propos du bois des Rêves.

Le bois des Rêves constitue un massif boisé de quelque 42 hectares situé aux confins des communes d'Ottignies et de Cérroux-Mousty. Sa végétation a été décrite dans le bulletin des *Naturalistes belges* de septembre 1974 par M. P. De Zuttere qui en a souligné tout l'intérêt.

Dès octobre 1973, nous avons signalé les menaces pesant sur ce site et nous avons fait nôtres les préoccupations des défenseurs de la Nature pour qui l'altération de ce bois constituerait une atteinte irréparable au patrimoine vert du Brabant wallon.

Le bulletin n° 9 de l'Association régionale du Bois des Rêves et Environs (A.R.B.R.E.) rapporte l'importante réunion sur l'aménagement de ce site qui a rassemblé à Cérroux-Mousty le 12 août 1975 diverses personnalités de la Province de Brabant et des représentants de l'A.R.B.R.E. et du Comité de défense des expropriés de la région. Il semble que certains différends relatifs à l'aménagement du bois des Rêves soient en voie d'aplanissement, de sorte que l'on s'acheminerait vers une solution qui assurerait la sauvegarde de ce site.

Les Naturalistes Belges s'associent aux vœux en ce sens formulés par diverses associations de protection de la Nature et de l'Environnement.

J. J. S.

Bibliothèque

Nous avons reçu :

Ami de la nature (I'), septembre-octobre 1975 :

J. E. : Le Col de la Forclas — L. CAILLOUX : Dans l'ancien Comté de la Logne — W. ROCHER : Ile de Groix.

Bulletin du Jardin botanique national de Belgique, T. 45, 1/2, 1975 :

G. TROUPIN et N. GIRARDIN : Plantes ligneuses du Parc national de l'Akagera et des savanes orientales du Rwanda. Clés de détermination scientifique — J. L. DE SLOOVER : Note de bryologie africaine, II et III — P. HEINEMANN : Observations sur le genre *Volvariella* SPEG.

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, T. 108, fasc. 1, 1975 :

T. GASPAS e.a. : Cytokinin interaction with abscisic acid and coumarin in relation to growth and isoperoxidases of lentil — R. D'HOSE en J. E. DE LANGHE : Nieuwe groeiplaatsen van zeldzame planten in België, III — P. DUVIGNEAUD : Structure, biomasses, minéralomasses, productivité et captation du plomb dans quelques associations rudérales.

Bulletin Aves, vol. 11, n° 4, 1974 :

J. WATTEL : La mortalité massive des oiseaux aux Pays-Bas — Ch. KEMPF : Le Grand Tétrás dans les Vosges — Ch. MOIS : Contribution à l'étude de l'avifaune nidificatrice de Lorraine belge.

Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, octobre 1975 :

R. HUGUENEY : Morphologie, ultrastructure et développement de l'apicule des spores de quelques coprinacées — H. CHEVIN : Notes sur les Hyménoptères Tentrédoïdes — B. LAPORTE : Diagnoses de 17 nouvelles espèces de Noc-tuidae d'Ethiopie et du Kénya.

Bulletin du Centre d'Etudes de Recherches scientifiques de Biarritz, T. 10, fasc. 2, 1974 :

E. D'ELBÉE : Observations ornithologiques sur un étang du Pays Basque — I. MARKGRAF-DANNENBERG : Identification de quelques fêtuques du Sud-Ouest de la France — G. PUEYO : Conditions climatiques d'une station lichénique de la Côte Basque.

Bulletin de la Société entomologique du Nord de la France, n° 197, 1975 :

M. GOULLIART : Sur *Osmia rufa* L. et son parasite commensal — B. PINSON : des vacances fructueuses — M. GOULLIART : Le fourmilion de la forêt d'Har-delot.

Bulletin UICN, NS, Vol. 6, n° 7, 1975 :

La conservation dans le nouvel ordre économique — Recommandations de la conférence internationale sur les parcs et réserves marins — Exploitation des tortues marines : principes révisés et recommandations.

Country-side, autumn 1975 :

R. PALMER : Lamp of the night — D. MACKIE : Some aspects of spider ecology — R. G. CHAWNER : A Naturalist's paradise in Venezuela.

Courrier de la Nature (le), n° 38, 1975 :

C. ERARD et M. TRANIER : Sahara et migrations des Oiseaux — Table ronde sur la forêt — H. MONLOUIS : Les salines de la Martinique menacées.

Eesti Loodus, n° 9, 1975 :

Forêt, Chasse, Pêche, Environnement, automne 1975 :

R. PREUMONT : Le cerf d'Europe — R. DEWORME : Le bois dans l'art contemporain — J. GUILBOT : La pêche et le droit.

Gloria maris, oktober 1975 :

G. POPPE : Verslag van vierdaagse uitstap naar het eiland Wight — F. KERCKHOF : schelpenovervloed aan de Belgische kust — M. VELDEMANS : De geslachten *Nautilus* en *Argonauta*.

Hautes Fagnes, n° 2, 1975 :

J. DE WALQUE : Les Trois Clous de la Genagelte Stein — ID. : Les passages d'eau de la Haute Schwalm — A.-P. MATHAR : Le camp des prisonniers russes à Bosfagne.

Lacerta, oktober 1975 :

W. G. VAN OYEN : In memoriam R. MERTENS — B. LANGERWERF : Reptielen en amfibieën in Finland — A. J. ZWINENBERG : Een tweekoppige tijgerslang.

Levende Natuur (de), juni-juli 1975 :

A. J. DIJKSEN : Waarnemingen aan een IJslandse Brilduiker — D. M. DE VRIES en G. DE VRIES-SMEENK : Vogelstand in mei van een graslandgebied gedurende de laatste kwart eeuw — G. L. OUWENEEL : La Albufera, een bedreigd moeras op Majorca.

Natur und Museum, August 1975 :

G. H. R. VON KOENIGSWALD : Skelettkult und Vorgeschichte — H. PORADA e.a. : Geologische Wirkung von Blitzeinschlägen — K. VON DER DUNK : Der Hautfarn *Hymenophyllum*, ein Tertiärrelikt.

Natura mosana, vol. 28, n° 2, avril-juin 1975 :

J. DUVIGNEAUD : Les Spiréoidées en Belgique et dans les régions voisines. Premier essai de traitement — A. HAVRENNE et R. FÉRIR : Champignons intéressants récoltés en 1974 lors des excursions mycologiques des naturalistes de Charleroi — Comptes rendus d'activités. En supplément : bibliographie botanique et zoologique et liste des membres.

Natural History, august-september 1975 :

S. J. GOULD : This view of life — J. W. MILLER : Much ado about starlings — R. SOKOLOV : A matter of taste.

Naturopé, n° 22, 1975 :

J. MALATO-BELIZ : Il faut sauvegarder la flore méditerranéenne — H. RIEDL : La conservation des espèces végétales dans les Alpes, possibilités et problèmes — J. MENNEMA : Les plantes protégées et menacées aux Pays-Bas.

Natuurhistorisch Maandblad, n° 9, 1975 :

V. LEFEBER : De aculeaten van de Schiepersberg — J. H. WILLEMS : *Rhodobryum roseum* in Zuid-Limburg ; enkele ecologische aspecten.

Atlas provisoire des Insectes de France : M. LECLERCQ et O. PERNOT-VISENTIN :
Diptera Tabanidae. — K. WARNCKE, R. DESMIER DE CHENON et J.
LECLERCQ : Hymenoptera apoidea ; Andrenidae : *Andrena* F.

Les cartes de répartition englobent non seulement la France, mais aussi la Belgique, une partie des Pays-Bas, de l'Espagne et de la Suisse.

Edition et distribution : Faculté des sciences agronomiques de l'Etat, zoologie et faunistique, Gembloux, et Office pour l'information entomologique (O.P.I.E.), Versailles, France.

AELLEN, V. et STRINATI, P. : *Guide des grottes d'Europe*, dans *Les Guides du Naturaliste*. Un volume relié de 316 pages avec 48 planches en couleurs, 16 planches en noir et blanc, de nombreux dessins et cartes. Editeur : Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 1975.

La série des Guides du Naturaliste, bien connue de nos membres, vient de s'enrichir d'un nouveau volume, de présentation aussi impeccable que les précédents, consacré aux grottes de l'Europe occidentale et centrale. Les auteurs, spéléologues chevronnés, nous présentent un inventaire, pratiquement complet, des grottes d'accès aisé, pour la plupart aménagées pour une visite fructueuse, classées par pays et par régions administratives. C'est ainsi que dans le chapitre consacré à la Belgique (9 pages), 13 grottes sont répertoriées pour la seule province de Namur. Pour les trois principales d'entre elles, ont été précisés : la situation et les voies d'accès, l'intérêt scientifique, les aménagements touristiques ; une notice historique retrace les étapes de l'exploration du site et des indications bibliographiques permettent au visiteur intéressé de se documenter davantage. Inutile de dire les immenses services qu'un guide conçu de cette façon peut rendre au naturaliste belge qui voyage, par exemple, en Espagne septentrionale (12 pages de texte) ... Soulignons le grand intérêt de l'introduction au guide proprement dit ; le lecteur y trouvera de précieux renseignements sur la faune et la flore cavernicoles ainsi que sur la spéléologie préhistorique. Un lexique des termes techniques et scientifiques a été inséré à la fin de l'ouvrage. Un index en facilite la consultation. Précisons que le livre — remarquable à tous points de vue — s'adresse plus aux naturalistes épris de voyages qu'aux spéléologues 'sportifs'.

C. VANDEN BERGHEN.

PROBST, K. et LANGE, J. : *Das grosse Buch der Meeresaquaristik*. Un volume relié, grand format, de 219 pages, avec 155 photographies en couleurs et 60 dessins. Editeur : Eug. Ulmer, Stuttgart, 1975. Prix : 98 DM.

Le très beau livre que nous présente l'éditeur scientifique Ulmer s'adresse à l'amateur d'aquariums marins. Il comprend deux parties. Dans la première, sont d'abord décrites les conditions de vie subies, dans la nature, par les organismes marins ; ensuite sont précisées les techniques qui permettent de reconstituer ce milieu — et de le maintenir ! — dans un aquarium de faible volume. La seconde partie de l'ouvrage est un inventaire, dans l'ordre systématique, des animaux que

l'amateur peut tenter d'élever dans son aquarium ; les exigences alimentaires et autres de chaque espèce ou de chaque groupe d'espèces sont indiquées. La présentation matérielle de l'ouvrage est remarquable par la clarté de la typographie et par la beauté de l'illustration. Le niveau scientifique du texte est élevé mais reste à la portée de l'amateur cultivé. Une bibliographie soignée, une liste des aquariums marins publics — avec notamment ceux d'Anvers et de Liège — ainsi qu'un index sont insérés à la fin de l'ouvrage. Un très beau cadeau à offrir à un passionné de l'aquariophilie désireux d'aménager, sans risques d'échec, un aquarium marin !

C. VANDEN BERGHEN.

HEWITT E. J. et SMITH T. A. : *Plant mineral nutrition*. Un volume broché de 298 pages, avec 90 photographies, édité par 'The English Universities Press', Londres, 1975. Prix : £ 4,50.

MM. HEWITT et SMITH présentent un tableau de nos connaissances se rapportant à la nutrition minérale des végétaux dans un remarquable petit volume, écrit avec talent, bien présenté, parfaitement documenté et richement illustré, maniable et d'un prix modéré. Les auteurs abordent les différents aspects d'un chapitre de la physiologie végétale particulièrement important par ses implications pratiques. Ils initient aux techniques des cultures sur des milieux artificiels, liquides ou solides, examinent les hypothèses relatives aux mécanismes de l'introduction des ions dans la cellule végétale, décrivent les désordres, au niveau des organes et des cellules, provoqués par des carences ou des déséquilibres alimentaires, étudient la fixation de l'azote par les plantes et la réduction des nitrates ... Chacun des paragraphes est suivi d'une courte liste bibliographique permettant au lecteur intéressé d'approfondir le sujet. Un index facilite l'utilisation de l'ouvrage. Celui-ci, que nous recommandons vivement, est destiné aux étudiants en botanique et en agronomie, au niveau de la licence, aux professeurs de biologie et aux professionnels de l'agriculture désireux de mettre à jour leurs connaissances.

C. VANDEN BERGHEN.

FITZPATRICK, E. A. : *An introduction to soil science*. Un petit volume broché de 176 pages, avec 73 figures dans le texte et 8 photographies en couleurs, édité par Oliver et Boyd, Edimbourg, 1974.

L'introduction à la pédologie que nous présente M. FITZPATRICK, professeur à l'université d'Aberdeen, est rédigée en suivant un plan classique : concepts fondamentaux, formation des sols, propriétés des différents types de sols, utilisation des sols, cartographie des sols ... L'ouvrage, pour un lecteur habitué aux traités en langue française, se signale pourtant par une grande originalité de pensée et par une façon de présenter les faits et les théories qui est particulièrement intéressante. L'exposé est clair et est illustré de schémas très suggestifs. En appendice, ont été insérées des suggestions et des indications pratiques pour l'organisation de travaux pratiques sur le terrain et au laboratoire. Un glossaire des termes techniques rendra des services. L'auteur s'adresse plus particulièrement aux étudiants en biologie et en

agronomie, en géographie et en géologie. L'ouvrage sera également lu avec profit par tous les naturalistes, qu'ils soient botanistes ou zoologistes.

C. VANDEN BERGHEN.

COUSENS, J. : *An Introduction to Woodland Ecology*. Un volume broché de 151 pages avec des schémas et des dessins. Editeur : Oliver et Boyd, Edimbourg, 1975.

L'excellente 'Introduction à l'écologie des forêts' rédigée par M. J. COUSENS se présente sous l'aspect d'un livre de poche d'un maniement commode. L'auteur, professeur d'écologie forestière à l'université d'Edimbourg, a conçu son manuel d'initiation de façon originale, les exposés théoriques étant suivis de propositions de travaux pratiques sur le terrain. Les différents chapitres se rapportent aux techniques de la description de l'écosystème forestier, à l'évolution de la végétation, aux méthodes d'estimation de la biomasse végétale, au rôle des populations bactériennes et animales ... Des références bibliographiques — pas uniquement en langue anglaise — permettront d'approfondir certains des sujets abordés par l'auteur. Un glossaire et un index facilitent l'emploi du manuel. Celui-ci s'adresse en premier lieu aux étudiants en écologie forestière et en sciences naturelles. Nous le recommandons également aux professionnels de la forêt, aux professeurs de biologie de l'enseignement secondaire, aux naturalistes amateurs. Ils y trouveront non seulement des idées clairement exprimées et des schémas ingénieux mais aussi des propositions d'activités concrètes qui peuvent être fructueuses.

C. VANDEN BERGHEN.

TRIBE, M., ERAUT, M. et SNOOK, R. : *Ecological Principles*. Un volume relié de 160 pages, avec des schémas et quelques photographies, édité par Cambridge University Press, 1975. Prix : £ 8.00.

Le volume que nous avons le plaisir de présenter aux Naturalistes belges fait partie d'un 'Basic Biology Course', d'un cours de base en biologie, conçu de façon particulièrement originale, à la manière de l'enseignement programmé, la matière étant présentée sous forme de questions et de réponses, tandis que sa bonne compréhension est testée par des applications. Les auteurs, professeurs à l'université du Sussex, montrent l'importance d'une connaissance approfondie des relations entre le monde vivant et l'environnement non-vivant, des interactions entre organismes différents, du rôle de l'homme dans la nature. Plutôt que de donner un aperçu d'allure encyclopédique, ils insistent, de façon très didactique, sur les méthodes d'acquisition de la science et sur l'esprit de l'écologie. Leur livre s'adresse aux étudiants en sciences naturelles et en géographie, du niveau de la candidature. Son originalité sera certainement aussi appréciée par les personnes qui ont la mission d'enseigner l'écologie, tant dans l'enseignement secondaire que dans l'enseignement supérieur.

C. VANDEN BERGHEN.

OGILVIE, M. A. : *Ducks of Britain and Europe*. Editeur : T. et A. D. Poyser, Berkhamsted. 206 pp., nombr. ill. dans le texte, 15 pl. en couleur et 24 cartes. Prix : £ 5.

Voici un ouvrage particulièrement attrayant ; le sujet est limité à une seule famille, celle des canards, ce qui permet un traitement plus détaillé que de coutume des 41 espèces considérées. Il y a un chapitre introductif, comprenant la classification adoptée dans le livre, et, chose très intéressante, une explication des noms anglais et latins des espèces. Dans les chapitres suivants, nous trouvons le comportement général et l'écologie, la description des espèces, le comportement en rapport avec la reproduction, la répartition géographique et le statut (abondance ou rareté relatives). La question des migrations est présentée de la manière la plus *up to date* et mérite une lecture particulièrement attentive. Enfin nous trouvons dans le 7^e et dernier chapitre un tableau d'un caractère économique, celui de l'exploitation (chasse en premier lieu) et de la conservation devenue nécessaire pour certaines espèces.

Une liste de titres sur le sujet (dans lequel on aimerait voir figurer le monumental ouvrage de Ch. VAURIE : *The Birds of the palearctic Fauna*) et un index complètent le livre. Les illustrations, dues à la plume de Carol OGILVIE, sont exactes et suggestives, témoignant d'une grande familiarité avec le sujet. Aussi recommandons-nous le petit livre des OGILVIE très chaleureusement.

D. R.

MORIARTY, F. : *Polluants and animals, a factual perspective*. Editeur : G. Allen and Unwin, London. 140 pp., 15 figs, 12 tables. Prix : £ 5.65.

Encore un livre sur la pollution et ses effets sur la nature vivante, dira-t-on. Mais si on regarde dans le fond des choses, et si on se rend compte de l'immensité du fléau qu'est la pollution, on arrivera à la conclusion qu'il n'y aura jamais trop de livres sur ce sujet. L'excellent petit volume de F. MORIARTY nous explique en détail certains problèmes : l'influence des insecticides sur les Oiseaux, en particulier le Faucon pèlerin ; les coquilles des œufs, p. ex. de la Crécerelle d'Amérique, devenues plus minces ces dernières années ; les résidus des pesticides, trouvés dans les organismes ; la raréfaction des Papillons de jour en Grande Bretagne ; l'effet des métaux lourds et des radioisotopes (et la grande épizootie des Guillemots en 1969). Les deux derniers chapitres traitent du milieu physique (pollution de l'air, de l'eau et du sol) et de la lutte contre la pollution.

Le brillant biologiste F. MORIARTY a su synthétiser dans un nombre limité de pages les principaux aspects de la pollution. L'homme, le « grand transformateur de la nature » n'a pas lieu d'être particulièrement fier de cette transformation. Encore un ouvrage méritant tous les éloges !

D. R.

DARIMONT, F. : *Recherches mycosociologiques dans les forêts de Haute Belgique*.
Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Mémoire n° 170, 1973.
Deux tomes, 220 pages avec, en hors texte, une carte, 26 photos, 34 planches
en couleur et 30 tableaux. Prix : 4000 FB.

La première édition de la thèse de doctorat de F. DARIMONT est un ouvrage prestigieux, tant par la richesse de sa présentation, que par la valeur de son contenu. Cet «Essai sur les fondements de la sociologie des champignons supérieurs» peut être divisé en deux grandes parties. Dans la première, l'auteur pose les bases théoriques et pratiques de la Mycosociologie. Les définitions de base y sont données et une méthode chiffrée d'investigation, tenant compte de nombreux facteurs, est proposée et discutée. La seconde partie de l'ouvrage est consacrée à une étude mycosociologique des forêts de la Haute Belgique. Les résultats obtenus prouvent à suffisance l'efficacité de la méthode de DARIMONT. Celui-ci, sur la base de nombreux relevés, décrit plus de vingt associations fongiques et élabore un système sociologique comparable à celui utilisé pour les plantes supérieures. L'ensemble du travail témoigne de la patience, du soin et de la clairvoyance avec lesquels l'auteur les entreprit. A notre sens, une seule chose est regrettable, encore que relativement peu importante, c'est que, pris sans doute par ses nombreuses activités, l'auteur n'aie pu suffisamment visiter les territoires extérieurs à sa dition ; certaines de ses conclusions (l'attribution des qualificatifs de «différentielle montagnarde») étant dès lors parfois sujettes à caution.

Les pages consacrées au travail de F. DARIMONT sont suivies de quelques mises au point taxonomiques effectuées par J. LAMBINON, sur lequel a entièrement reposé, par ailleurs, la responsabilité de la publication ainsi que de la correction des épreuves. Le premier tome nous offre enfin, et ce n'est pas là son moindre intérêt, les reproductions de 34 excellentes aquarelles réalisées par J. DAMBLON, qui fut l'ami et le collaborateur de DARIMONT. Le second tome est composé exclusivement de 30 grands tableaux non reliés.

Publiée 23 ans après son achèvement et près de dix ans après le décès de son auteur, la monumentale thèse de Fredi DARIMONT est toujours d'actualité. Les mycosociologues en feront une de leurs principales références et les mycologues la liront avec beaucoup de profit.

A. FRAITURE.

Table des matières

(tome 56 : 1975)

ASPERGES (M.). La petite pyrole, <i>Pyrola minor</i> L., dans la réserve naturelle domaniale des Hautes Fagnes	189
<i>Assemblée générale statutaire et Assemblée générale extraordinaire du 26 février 1975</i>	159
BERTRAND (C.). La toponymie du nord du Pas-de-Calais	238
<i>Bibliothèque</i>	42, 54, 93, 126, 162, 201, 308, 345, 428
<i>Conservation de la Nature</i>	38, 90, 120, 348, 426
DE LANGHE (J. E.) et D'HOSE (R.). Excursion des Naturalistes belges à Keerbergen et en Campine anversoise (8 septembre 1974)	51
DELVOSALLE (L.). Le voyage des Naturalistes belges dans les Alpes françaises en juillet 1974	297
DEMOULIN (V.). Les Gastéromycètes. Introduction à l'étude des Gastéromycètes de Belgique. Additions et corrections	192
DE ZUTTERE (Ph.), ANDRIANNE (Ph.) et SCHUMACKER (R.). Le Thier des Carrières. Un site à sauvegarder d'urgence à Vielsalm	313
D'HOSE (R.). Découverte d'une station de <i>Carex dioica</i> L. en Campine	36
DUVIGNEAUD (J.). Des barbecues ... ou des réserves naturelles ?	115
<i>Notre 38^e exposition de Champignons</i> (6-9 octobre 1974)	53
FLAMION (B.). Une excursion ornithologique en Flandre zélandaise (29 septembre 1974)	30
GHIO (C.). Observations sur la végétation des terrils de charbonnages dans la région du Borinage	350
HEINEMANN (P.). Les Bolétinées (2 ^e édition)	129
HEYMANS (J. C.). Contribution à la détermination des primates de la région du Haut-Zaïre (République du Zaïre)	73
———. Contribution à la détermination des Céphalophinés (Bovidés) de la région du Haut-Zaïre. Tableaux synoptiques	329
HUBART (J.-M.). Trois grottes remarquables en péril	83
JACQUES (J.-M.). Aperçu sur une biocénose tropicale : la mangrove ..	45
LENGLET (G.). Clef de détermination des crânes de Chiroptères de Belgique	277
LIBOIS (R.). La détermination des petits mammifères belges (Chiroptères exceptés) en main et d'après les restes crâniens présents dans les pelotes de réjection des rapaces	165
MARLIER (G.). Les étangs de la forêt de Soignes. Une rectification	258
MICHA (J.-Cl.). Pourquoi des poissons dans nos rivières ?	61
SERUSIAUX (E.) et LIBOIS (R.). La réserve de Seilles. Esquisse de son intérêt botanique	97

SUSANNE (C.) et HENS (L.). Effets génétiques des radiations ionisantes sur les populations humaines	261
THOEN (D.) et KNOPS (R.). <i>Heyderia abietis</i> (FR.) WEINMANN, un ascomycète rare et méconnu en Belgique	253
THOEN (D.). <i>Pycnoporus cinnabarinus</i> , espèce méconnue des anciens ou polypore en voie d'extension en Belgique et au Grand-Duché de Luxembourg ?	337
VANDEN BERGHEM (C.). La végétation des environs de Gavarnie (Hautes-Pyrénées, France)	3
———. La végétation du Boulonnais	205
WOILLARD (G.). Les 'Pingos' du plateau des Hautes Fagnes	109

Assemblée générale

Le mercredi 25 février : *Assemblée générale statutaire des Naturalistes belges*, a.s.b.l.

A **19 h 30** dans l'auditoire de l'ancien Jardin botanique de Bruxelles, rue Royale, 236.

Ordre du jour :

1. Rapport du secrétaire.
2. Présentation des comptes et projet de budget pour 1977 par le trésorier.
3. Rapport des vérificateurs des comptes.
4. Elections statutaires : cinq postes d'administrateurs sont à pourvoir. Les administrateurs sortants, M^{lle} A.-M. LEROY, MM. L. DELVOSALLE, P. PIÉRART, A. QUINTART et J.-J. SYMOENS, sont rééligibles. Les candidats éventuels sont priés de se faire connaître au secrétariat avant le 10 février.
5. Désignation de deux vérificateurs aux comptes.
6. Divers.

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. L'association a également pour but la défense de la nature et prendra les mesures utiles en la matière.

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

Programme

Le mercredi 7 janvier : Septième leçon du Cours de Botanique, M. J. J. SYMOENS, professeur à la V. U. B. : Division cellulaire et reproduction. A **18 h 30**, dans l'auditoire de l'ancien Jardin botanique de Bruxelles, 236, rue Royale.

Le samedi 10 janvier : Visite guidée des cultures d'orchidées dans le domaine du Long Fond, à La Hulpe. Rendez-vous sur place à 14 h 30. Par le train omnibus vers Wavre : Bruxelles-Midi à 13 h 21, Central : 13 h 25, Nord : 13 h 29, Schuman : 13 h 36, Q.-L. : 13 h 39 ; descendre à Hoeilaart, puis 25 minutes à pied. Retour : 17 h 11 (ou 18 h 11). Par le bus Ixelles-Rixensart : Place Sainte-Croix : 14 h 10, Watermael-Boitsfort (étang) : 14 h 23, arrivée : Ferme Rouge à 14 h 35. Retour : 16 h 30 (17 h 10 ou 17 h 40).

Le mercredi 14 janvier, à 18 h 30 : Causerie par M. J. DUVIGNEAUD, professeur : Un botaniste à Madère. Projection de diapositives.

A **18 h 30** (attention à l'heure !), dans l'auditoire de l'ancien Jardin botanique de Bruxelles, rue Royale 236 — 1030 Bruxelles.

Le samedi 17 janvier : Excursion biologique : Les invertébrés en hiver. Direction : M. G. MARLIER. Rendez-vous devant la gare de Groenendaël à 9 h ; retour à 12 h. Parking pour autos. Par le train omnibus vers Wavre : Bruxelles-Midi : 8 h 18, Central : 8 h 22, Nord : 8 h 30, Schuman : 8 h 37, Q.-L. : 8 h 40. Arrivée : 8 h 52. Retour : 12 h 13. Par le bus Ixelles-Rixensart : Place Sainte-Croix : 8 h 25, Watermael-Boitsfort (étang) : 8 h 38 ; arrivée à Groenendaël-Laiterie : 8 h 45. Retour : 12 h 36.

Le mercredi 4 février : Cours de Botanique. M. A. LAWALRÉE, chef de division au Jardin botanique national et professeur à l'université de Louvain : *Histoire de la botanique*.

A **18 h 30** dans l'auditoire de l'ancien Jardin botanique de Bruxelles, 236, rue Royale — 1030 Bruxelles.

Le samedi 7 février. Excursion d'initiation à la reconnaissance des végétaux inférieurs (algues, lichens, mousses, hépatiques) dirigée par M. Ph. DE ZUTTERE, professeur.

Rendez-vous à la gare de Groenendael à 14 h. Retour à 17 h. Parking pour autos. Par le train omnibus en direction de Wavre : Bruxelles-Midi : 13 h 21, Central : 13 h 25, Nord : 13 h 29, Schuman : 13 h 36, Q.-L. : 13 h 39. Retour par le train de 17 h 13. Par le bus, ligne Ixelles-Rixensart. Place Ste Croix : 13 h 35 ; Watermael-Boitsfort (étang) : 13 h 48. Arrivée à Groenendael à 13 h 55. Retour à 17 h 16.

Le mercredi 11 février, à 18 h 30 : Causerie par MM. A. BRACKE et D. THOEN : *Deux naturalistes aux Azores*. Projection de diapositives.

A 18 h 30 (attention à l'heure !) dans l'auditoire de l'ancien Jardin botanique, à Bruxelles, rue Royale 236.

Le mercredi 18 février : Cours de Botanique. M^{me} DARTEVELLE, assistante à l'I.R.Sc.N.B. : *Les cellules bactériennes*.

A 18 h 30 dans l'auditoire de l'ancien Jardin botanique, à Bruxelles, 236, rue Royale.

Le dimanche 22 février : Excursion d'initiation à la reconnaissance des arbres en hiver (feuillus et conifères) dirigée par M. DEKEYSER. Rendez-vous à la gare de Groenendael à 9 h. Retour à 12 h. Parking pour autos. Par le train omnibus en direction de Wavre : Bruxelles-Midi : 8 h 18 ; Central : 8 h 22 ; Nord : 8 h 30 ; Schuman : 8 h 37 ; Q.-L. : 8 h 40. Retour : 12 h 13. Les horaires du bus ne conviennent pas le dimanche matin.

Le lundi 23 février : Conférence par le Dr A. BREMER, professeur à l'U.L.B. : *Les progrès de la chirurgie : espoirs et contraintes*.

A 20 h, dans l'auditoire Lippens de la Bibliothèque Royale Albert 1^{er}, boulevard de l'Empereur, à Bruxelles.

Le mercredi 25 février : Assemblée générale statutaire des Naturalistes Belges a.s.b.l. A 19 h 30 dans l'auditoire de l'ancien Jardin botanique de Bruxelles, rue Royale, 236.

Notre bibliothèque

Nous rappelons que notre bibliothèque est installée dans les bâtiments de l'ancien Jardin botanique, 236, rue Royale, à Bruxelles. Elle est accessible à nos membres le premier mercredi de chaque mois, de 16 h à 18 h.