

Académie & Société Lorraines des Sciences

Etablissement d'Utilité Publique
(Décret ministériel du 26 avril 1968)

**ANCIENNE
SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY**

fondée en 1828

**BULLETIN
TRIMESTRIEL**

**TOME 15 - NUMERO 3
1976**

AVIS AUX MEMBRES

COTISATIONS. — Les cotisations (30 F) peuvent être réglées à M. le Trésorier Académie et Société Lorraines des Sciences, Biologie Animale 1^{er} Cycle, Faculté des Sciences, boulevard des Aiguillettes, Nancy. Chèque bancaire ou C.C.P. Nancy 45-24.

SEANCES. — Les réunions ont lieu le deuxième jeudi de chaque mois, sauf vacances ou fêtes tombant ce jour, à 17 heures, Salle d'Honneur de l'Université, 13, place Carnot, Nancy.

BULLETIN. — Afin d'assurer une parution régulière du Bulletin, les Membres ayant fait une communication sont invités à remettre leur manuscrit en fin de séance au Secrétariat du Bulletin. A défaut, ces manuscrits devront être envoyés à son adresse (8, rue des Magnolias, parc Jolimont-Trinité 54220 Malzéville) dans les quinze jours suivant la séance. Passé ce délai, la publication sera ajournée à une date indéterminée.

Les corrections d'auteurs sur les épreuves du Bulletin devront obligatoirement être faites dans les huit jours suivant la réception des épreuves, faute de quoi ces corrections seront faites d'office par le Secrétaire, sans qu'il soit admis de réclamations. Les demandes de tirés à part non formulées en tête des manuscrits ne pourront être satisfaites ultérieurement.

Les clichés sont à la charge des auteurs.

TARIF DES TIRES A PART

25 exemplaires gratuits.

Par 50 exemplaires supplémentaires, 1 page : 20,00 F (soit 40,00 F le feuillet recto-verso) .

Il n'y a pas de limitation de longueur ni du nombre des communications. Toutefois, les publications des travaux originaux restent subordonnées aux possibilités financières de la Société. En cas d'abondance de communications, le Conseil déciderait des modalités d'impression.

Il est précisé une nouvelle fois, en outre, que les observations, théories, opinions, émises par les Auteurs dans les publications de l'Académie et Société Lorraines des Sciences, n'impliquent pas l'approbation de notre Groupement. La responsabilité des écrits incombe à leurs Auteurs seuls.

AVIS AUX SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES

Les sociétés et Institutions, faisant avec l'Académie et Société Lorraines des Sciences l'échange de leurs publications, sont priées de faire connaître dès que possible éventuellement, si elles ne reçoivent plus ses bulletins. La publication ultérieure de la liste révisée des Sociétés faisant l'échange permettra aux Membres de connaître les revues à la Bibliothèque et aux Correspondants de vérifier s'ils sont bien portés sur les listes d'échanges.

L'envoi des échanges doit se faire à l'adresse :

Bibliothèque de l'Académie et Société Lorraines des Sciences

8, rue des Magnolias, parc Jolimont-Trinité, 54220 Malzéville

REGLEMENT INTERIEUR

1 — La dualité consistant en l'existence de fait de deux entités réunies, la Société Lorraine des Sciences et l'Académie, (les membres de cette dernière étant obligatoirement membres de la première), impose un complément aux statuts.

Le Président des Académie et Société Lorraines des Sciences n'est pas obligatoirement membre de l'Académie. Les sections de celles-ci ont leur Président propre.

Un des deux vice-présidents est obligatoirement membre de la Société, si le Président, ou celui-ci et un des deux Vice-Présidents, sont membres de l'Académie.

2 — L'élection dans une section de l'Académie se fait par acte de candidature devant le Bureau, le Conseil d'Administration transmettant à la section pour vote. La section a trois mois pour se prononcer ; l'absence de réponse à une transmission appuyée par le Conseil équivaut à une acceptation du candidat au siège à pourvoir.

Le Conseil pourvoit alors à l'élection éventuelle.

3 — Tout Conseiller élu ou de droit, n'ayant pas participé à 3 réunions successives du Conseil, ou n'ayant pas exprimé des excuses avec son « pouvoir » exprimé, sera considéré comme démissionnaire du Conseil et ne sera plus convoqué.

4 — Les publications restent évidemment soumises aux possibilités financières. Le Conseil est souverain pour les décisions ultimes en cas de problèmes pratiques ou conflictuels. Une priorité est assurée aux Auteurs apportant une contribution financière totale, ou partielle, par rapport à la date de dépôt des travaux prenant rang chronologiquement.

Sur les cas spéciaux, le Conseil peut être amené à désigner un groupe de rapporteurs de 3 membres.

En règle usuelle courante, il n'y a pas de comité de lecture dont les inconvénients comme les avantages éventuels sont bien connus dans les différents groupements scientifiques. La présentation d'un travail doit être faite par un membre titulaire, donc membre de l'Académie lorraine des Sciences, servant de caution scientifique ; son nom est porté sur la note, comme présentateur.

Il n'y a habituellement pas de limitation de nombre, ni de longueur des travaux, cette mesure risquant à certaines époques de bloquer la parution des publications, faute d'auteur, au profit de travaux variés escomptés à tort.

Cependant, en cas de difficultés de trésorerie, le Conseil peut décider une limitation du nombre de pages mises annuellement à la disposition de chaque Auteur.

La notion de mémoire reste à l'appréciation du Conseil ; dans tous les cas, celui-ci a à se prononcer, sur la demande du responsable des publications, pour estimation des moyens financiers et participations nécessaires.

BULLETIN**de l'ACADEMIE et de la
SOCIETE LORRAINES DES SCIENCES**

(Ancienne Société des Sciences de Nancy)
(Fondée en 1828)

SIEGE SOCIAL
Laboratoire de Biologie animale, 1^{er} cycle
Faculté des Sciences, boulevard des Aiguillettes, Nancy

SOMMAIRE

R. G. WERNER. — Lichénoflore autour d'un lac marocain d'altitude	105
F. STEPHAN-DUBOIS et J.M. KELLER. — Les triclades paludicoles épigés des environs de Nancy	117
A. UBRIZSY. — Les mycorrhizes ectotrophes. Valeur physiologique de l'association et évolution du concept. Revision bibliographique	137

LICHENOFLORE AUTOUR D'UN LAC MAROCAIN D'ALTITUDE*

par R.G. WERNER

EXPOSE GEOGRAPHIQUE, GEOLOGIQUE ET FLORISTIQUE

Le lac, dont il sera question, dit Aguelmane Sidi-Ali-ou-Mohand, se situe dans le Moyen-Atlas, à 2.000 m d'altitude, proche de la route Meknès-Azrou-Midelt, à l'extrémité sud-ouest d'un vaste plateau volcanique, et à environ 10 km avant la descente sur la vallée de la Moulouya et Midelt. Il est d'origine volcanique et sa profondeur inconnue.

Le substratum rocheux consiste en basalte surmonté par place et jusqu'au sommet des pentes à 2.200 m de calcaire.

La végétation arbustive se compose de Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) accompagné de quelques érables de Montpellier (*Acer monspessulanum* L.). La présence de ce genévrier nous indique, selon EMBERGER [12] ** « sa dépendance du climat méditerranéen semi-aride continental qui est un milieu sec, lumineux et froid ». Il remplace, dans cette région, une ancienne Cédraie disparue. La sécheresse relative provient du fait, que les nuages venant de l'Océan Atlantique ont, depuis Azrou et le début du plateau volcanique, déchargé la plus grande partie de leur eau. La Lichénoflore, comme nous le verrons, s'en ressentira. Elle s'élève, actuellement, compte tenu de nos publications antérieures [1-11] à 67 Lichens et à 4 Champignons parasymbiotes.

I. — ETUDE ECOLOGIQUE DE LA FLORE LICHENIQUE

Assemblons ces récoltes par substrat et par ordre alphabétique en omettant de répéter l'altitude (2.000-2.200 m).

* Présenté à la séance du 14 juin 1973.

** Les chiffres entre crochets se rapportent à la bibliographie.

Espèces corticoles

a) sur écorce et bois de *Juniperus thurifera*

Buellia alboatra (Hoffm.) Brandt et Rostr. var. *athroa* (Ach.) Th. Fr. et var. *corticola* (Ach.) Oliv. [10], *Caloplaca cerina* (Ehrh.) Th. Fr., *Caloplaca Puzenatii* Wern. [10], *Lecanora allophana* (Ach.) Röhl. [4], *Lecanora atra* (Huds.) Ach. [1], *Lecanora chlarotera* Nyl. f. *monstrosa* Wern. [10], *Lecanora coilocarpa* (Ach.) Nyl. [10], *Lecanora Hageni* Ach. f. *caerulescens* (Hag.) Hazsl. [10], *Lecanora uxoris* Wern. [9,11], *Lecanora varia* (Ehrh.) Ach., *Lecidea glomerulosa* (DC.) Steud., *Lecidea* (*Psora*) *scalaris* Ach., *Pertusaria multipuncta* (Turn.) Nyl. var. *tenuescens* Nyl. [5 sub *P. ophthalmiza* Nyl.], *Pertusaria ilicicola* Harm. [10], *Physcia aipolia* (Ach.) Hampe em. Nyl. var. *anthelina* (Ach.) Drtz. [4], *Physcia ascendens* Oliv. em. Bitter [10], *Physcia grisea* (Lam.) Zahlbr. f. *alphiphora* (Ach.) Lynge, *Physcia pulverulenta* (Schreb.) Hampe var. *turgida* (Schaer.) Mong. f. *panniformis* Cromb. [10], *Rinodina exigua* (Ach.) S. Gray [10], *Rinodina pyrrena* (Ach.) Arnold, *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. var. *parietina*, var. *aureola* (Ach.) Th. Fr. [10] et f. *congranulata* (Cromb.) B. de Lesd.

b) sur *Acer monspessulanum*

Anaptychia ciliaris (L.) Koerb. (aussi parmi les Mousses) et f. *verrucosa* (Ach.) Boist. [4], *Xanthoria substellaris* (Ach.) Wain. [1], *Physcia venusta* (Ach.) Nyl. [1].

c) sur *Juniperus*, *Acer* et *basalte*

Parmelia Jacquesii Wern. [1,11].

d) sur *Juniperus* et calcaire

Physcia leptalea (Ach.) DC., *Physcia stellaris* (L.) Nyl. [1] et f. *radiata* (Ach.) Nyl et f. *rosulata* (Ach.) Nyl.

ESPECES MUSCICOLES ET TERRICOLES PARMI LES MOUSSES

Bacidia obscurata (Sommerf.) Zahlbr., *Caloplaca muscorum* (Massal.) Choisy et Wern. [8], *Fulgensia schistidii* (Anzi) Poelt, *Physcia leucoleiptes* (Tuck.) Lett. f. *musciicola* And. [8, type normalement corticole],

Cillema polycarpon Hoffm. var. *polycarpon* et var. *corcyrense* (Arnold) Harm. f. *isidiatum* Degel., *Toninia candida* (Web.) Th. Fr. (normalement calcicole), *Toninia squarrosa* (Ach.) Th. Fr., *Teloschistes Hillmannii* Wern. [2 sub *T. cymbalifer*].

ESPECES SAXICOLES

a) sur basalte

Acarospora fuscata (Nyl.) Arnold var. *effigurata* (Sommerf.) H. Magn., *Acarospora veronensis* Massal. f. *areolata* H. Magn., *Caloplaca arenaria* (Pers.) Müll. Arg., *Caloplaca Ioanniculi* Wern. [8], *Caloplaca scotoplaca* (Nyl.) H. Magn., *Candelariella vitellina* (Ehrh.) Müll. Arg. [8], *Lecanora frustulosa* (Dicks.) Ach. var. *thiodes* (Sprengl.) Link [8], *Lecanora gangalea* Ach., *Lecanora rupicola* (L.), Zahlbr., *Lecanora* (*Placodium*) *albomarginata* (Nyl.) Cromb., *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh. var. *muralis*, *Lecanora rubina* Ach. var. *melanophthalma* (Ram.) Zahlbr. [8], *Lecidea atrobrunnea* (Ram.) Schaer., *Ramalina polymorpha* (Liljeb.) Ach. [8], *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC., *Verrucaria amphibola* Nyl. [7].

b) sur calcaire

Acarospora cervina Massal. f. *percaena* (Schaer.) Massal. [6], *Caloplaca lactea* (Massal.) Zahlbr. var. *ecrustacea* (Harm.) Zahlbr., *Caloplaca muro-rum* (Hoffm.) Th. Fr. et f. *pulvinata* (Massal.) Jatta, *Caloplaca vitellinula* (Nyl.) Oliv., *Dermatocarpon miniatum* (L.) Mann var. *miniatum* (parmi les Mousses), *Dermatocarpon rufopallens* (Nyl.) Zahlbr., *Glypholecia scabra* (Pers.) Müll. Arg., *Lecanora crenulata* (Dicks.) Hook., *Lecidea pantherina* (Ach.) Th. Fr. [29], *Physcia caesia* (Hoffm.) Hampe [1], *Sarcogyne urceolata* Anzi [3], *Verrucaria nigrescens* Pers.

c) sur basalte et calcaire

Lecanora dispersa (Pers.) Sommerf. [6], *Lecanora subcircinata* Nyl., *Lecidea carpathica* (Koerb.) Szat., *Polyblastia vulcania* Wern.

Nos 67 espèces se décomposent ainsi, en 27 normalement corticoles, 32 saxicoles, 8 muscicoles, voire terricoles parmi les Mousses. Parmi les premières, ainsi que nous l'avions déjà constaté [11], existent des espèces accommodantes comme *Parmelia Jacquesii* et autres, des espèces spécifiques des Conifères comme *Lecanora uxoris*, des Mousses avec *Fulgensia schistidii*, *Bacidia obscurata* et *Caloplaca muscorum*. Le même fait se constate pour les saxicoles, les listes ci-dessus, indiquant que la nature des roches semble jouer.

Quant aux groupements qui se rencontrent sur les divers substrats nous pouvons signaler les observations suivantes :

CORTICOLES

Lecanora atra avec *Parmelia Jacquesii* et *Physcia venusta* [1] ou avec *Lecidea glomerulosa* sur bois de Thurifère ;

Egalement sur Thurifère se rencontrent associés *Caloplaca cervina*, *Lecanora Hageni*, *Parmelia Jacquesii*, *Rhodina pyrina* et *Xanthoria parietina* var. *aureola* f. *congranulata* : à ce dernier s'ajoutent *Physcia ascendens*, *Physcia stellaris* f. *rosulata* ou encore *Anaptychia ciliaris* et f. *verrucosa* ; *Physcia grisea* f. *alphiphora* existe avec *Lecanora Hageni* ; de même sur écorce et bois de Thurifère s'assemblent *Lecanora coilocarpa*, *Parmelia Jacquesii* et de rares *Lecidea glomerulosa* ; sur *Acer Xanthoria substellaris* se trouve avec *Parmelia Jacquesii*, ce dernier aussi avec *Physcia venusta*.

SAXICOLES

a) sur basalte

Acarospora fuscata croît avec *Lecanora albomarginata* ; en outre, on y rencontre avec *Lecanora albomarginata*, *Caloplaca arena-ria*, *Caloplaca muscorum* sur les Mousses, *Lecanora dispersa*, *Lecanora rupicola*, *Lecanora muralis*, *Lecanora rubina* var. *melanophthalma*, *Rhizocarpon geographicum* ; ailleurs *Lecidea carpathica* est dominant, accompagné de *Acarospora veronensis* f. *areolata*, *Caloplaca scotoplaca*, *Candelariella vitellina*, *Lecidea atrobrunnea* ;

Polyblastia vulcania voisine avec *Candelariella vitellina* et *Lecanora subcircinata*.

b) sur calcaire

Lecanora subcircinata dominant avec *Polyblastia vulcania* sous-dominant est associé avec *Acarospora cervina*, *Caloplaca murorum*, *Lecidea carpathica* ;

Caloplaca vitellinula se rencontre avec *Lecanora crenulata* et *Lecidea pantherina*, ce dernier aussi avec *Physcia caesia*.

MUSICOLES

Parmi les Mousses avec *Fulgensia schistidii* vivent *Anaptychia ciliaris* (normalement corticole), *Collema polycarpon*, *Dermatocarpon miniatum*, *Toninia candida* et *Toninia squarrosa*.

Un autre problème se pose pour l'association appelée parasymbiose. Mentionnons dans le cas de ce travail les 4 champignons parasymbiotes suivants :

Conida clemens (Tul.) Massal. sur le thalle et les apothécies de *Lecanora Hagani* et sur le thalle de *Toninia squarrosa*, nouvel hôte,

Nesolechia vitellinaria (Nyl.) Rehm sur le thalle de *Candelariella vitellina* [8],

Tichothecium pygmaeum Koerb. sur le thalle de *Lecidea pantherina*,

Vouauxiella lichenicola (Linds.) Petr. et Syd. sur le thalle et les apothécies de *Lecanora allophana* [4] et sur les apothécies de *Caloplaca lactea* et *Lecanora collocarpa*.

II. — REMARQUES SYSTEMATIQUES

Polyblastia vulcania Wern. sp. nova

Crescit supra rupes vulcanias et calcario-arenosas prope Atlantis maroccani Medii lacum arabice Aguelmane Sidi-Ali-ou-Mohand dictum ad alt. 2.000-2.200 m.

Thallus crustaceus, fuscus, areolatus areolis 0,3-0,4 mm. longis latisque, 0,2-0,3 mm. altis, quadrangulis et plus minus polygoniis mixtis, hypothallo indistincto. Stratum corticale tenue, 12,5-19 μ altum, superficiem et latera areolarum obducens, intus decolor, superne fuscum, ex cellulis sphaericis, 8,8-10 μ compositum. Gonidia pleuroccoidea, flavo-viridia, 6-12,5 μ crassa, in stratum 37,5 μ altum disposita medullaeque decolori, 275 μ altae hyphis plus minus moniliformiter constrictis, 3,8-5 μ crassis superposita.

Perithecia circiter 0,2 mm. lata thallo immersa et eum vertice nigro vix superantia, singula binave in unaquaque areola. In sectione tenui subsphaerica, circiter 375 μ alta et 250 μ lata. Excipulum subdecolor, paraplectenchymaticum, 25-30 μ latum ex hyphis parallelis cellulis 9 μ longis et 6 μ latis formatum. Involucrellum fuscum excipulum usque ad basin supertegens, inferne abstans et angustato-productum, in parte centrali 19-25 μ , superne 62,5-75 μ crassum et porum circiter 75 μ latum, circumdans celluloso-paraplecthymaticum cellulis subsphaericis 6,3-10 μ latis. Periphyses circa porum ad 25 μ longae, simplices ramosaeve. Subhymenium decolor, circiter 19 μ altum. Asci maturati diffluxi, immaturi ovaes, 50 μ longi et 19 μ lati, 2-sporei. Sporae cylindricae, murales, halone praeditae, primum decolores, dein mox fuscae, 27,5-41,3 μ longae, 12,5-19 μ latae, saeptis transversis 5-7. Paraphyses cito evanescentes. Nucleus Iodo caerulescit.

Sarcogyne urceolata Anzi (det A.H. MAGNUSSON)

Thalle subnul. -Apothécies 0,2-0,5 mm. d., noires, arrondies ou étirées en lirlles, parfois légèrement pruineuses. Hyménium 50-80 μ de haut, au sommet brun, Iode + bleu. Hypothécium subhyalin, haut de 40-60 μ . Spores nombreuses, ovoïdes à ovali-ellipsoïdes, 4-6 x 2-3 μ . Paraphyses peu agglutinées, simples ou rameuses et anastomosées, subarticulées vers le haut.

Lecanora gangalea Ach.

Thalle blanchâtre, subgranuleux, K + faiblement jaune, C —, KC —. Apothécies 0,5-1 mm. d. presque planes, disque brun-noir, marge thalline blanc-gris, entière à finement crénelée, parfois lobulée sur le disque. Cortex de l'amphithécium à la base de l'apothécie 50-62,5 μ , plectenchymateux à hyphes verticales, ramifiées et anastomosées. Médulle fuligineuse, remplie de granules et de cristaux de 7,5-25 μ diam. Hyménium et hypothécium Iode + bleu.

Caloplaca Ioanniculi Wern.

Diffère principalement de *Caloplaca squamulosa* (Wedd.) B. de Lesd. par un thalle nul ou, quand il existe, aréolé, mais non squamuleux-lobulé.

Caloplaca Puzenatii Wern.

Thalle blanc-ocracé plus ou moins foncé, aréolé, aréoles irrégulières, planes ou peu convexes de 0,2-0,3 mm diam., K —, sans hypothalle visible.

Apothécies 0,5-0,8 mm. diam., sessiles, d'abord gyalectiformes, puis planes à marge thalline blanc-floconneux finement crénelée et toujours proéminente. Disque beige-olivâtre, non ou parfois pruineux, K + violacé pâle. Hyménium 55-77 μ de haut, I + bleu. Hypothécium confluent avec l'excipulum, I + bleu. Spores polariloculaires, ovoïdes, 11-13 x 5,5-7,7 μ . Paraphyses subarticulées à articulées vers le haut et renflées ou non.

Trouvé par notre excellent et regretté ami PUZENAT dans le Sous sur Arganier [9].

Caloplaca scotoplaca (Nyl.) A.H. Magn. — Nouveau pour le Maroc.

Sur basalte. Thalle aréolé, blanc à gris foncé, K —, C —, KC — sans hypothalle visible.

Apothécies 0,3-0,5 mm. diam, adnées à sessiles, disque brun-rouille à brun-noir, marge propre saillante, couleur de cire ou brun-rouge, plus ou moins brillante, marge thalline plus ou moins repliée. Spores polocoelées, plus ou moins renflées à l'équateur,

10-15 x 5-9 μ , isthme 1,5-5 μ . Paraphyses non à subarticulées et renflées ou non au sommet.

Teloschistes Hillmannii Wern. sp. nova.

Viget supra Muscos inter rimos rupium calcario-arenosarum prope lacum Atlantis maroccani Medii arabice Aguelmane Sidi-Ali-ou-Mohand dictum ad alt. 2.200 m.

Thallus rosulas adhaerentes, 1,5-3 cm efficiens, laciniatus laciniis intricatis, plus minus granose verrucosis, centro usque 0,7 mm. latis, marginem versus attenuatis et plus minus digitatim divisus, cinereis vel aurantiaco-cinerascentibus, rhizinis marginibus divisus, usque 2 mm longis praeditis insuper passim fasciculis spinarum pellucidarum, ramosarum, 31 μ longarum et 6 μ latarum ornatis, KHO pallide violaceis. Pagina infera albescens, tenuiter nervosa. Soredia maculiformia, granulosa, cinerascentia. In sectione tenui laciniae undique corticatae, cortice non paraplectenchymatico, 25-62,5 (— 100) μ alto, intus decoloe, superne 15-20 μ flavescente, in longum diffiso ex hyphis superficiei parallelis composito, in sectione transversaria hyphoso-celluloso, stratoque amorpho subdecoloe, 10 μ alto superfecto. Stratum gonidiale 40-75 μ altum gonidiis cystococcoideis in glomerulos dispositis, flavescenviridibus, 11-16 μ crassis. Medulla 25-60 μ alta, lacunosa hyphis laxè contextis, 5-7 μ latis membrana incrustata cinctis.

Apothecia ignota.

Pycnidia in verruculis aurantiacis immersa; pycnoconidia endobasidialia, ovali-cylindrica, recta nec constricta in medio utinaliis speciebus, 2,5-3,8 μ longa et 1 μ lata.

Donné sous le nom de *T. cymbalifer* [2] et retrouvé dans le Grand-Atlas, massif du Toubkal [8]. Ayant consulté notre excellent collègue J. HILLMANN, spécialiste du genre, il nous a fait remarquer, que le *T. cymbalifer* est un Lichen sud-américain (Brésil, Argentine, Uruguay) corticole et ne pouvait correspondre à notre plante; si son cortex se composait d'hyphes parallèles et non plectenchymateuses, il s'agissait bien d'un *Teloschistes*, mais d'une espèce nouvelle. L'examen ci-dessus nous paraît probant et nous sommes heureux de dédicacer cette espèce à notre collègue, bien qu'à titre posthume.

III. — ETUDE PHYTOGEOGRAPHIQUE

Examinons, maintenant, l'origine phytogéographique de nos récoltes autour de l'Aguelmane. Les termes spéciaux utilisés ont été expliqués antérieurement [13]. Derrière chaque espèce nous ajouterons entre parenthèse son support permettant de la retrouver dans le texte précédent, soit c = corticole en général, m = muscicole-terricole, s = saxicole. Notre ensemble se compose d'éléments méditerranéens, tempérés, arcto-, voire subarcto-alpins et subcosmopolites.

Les Méditerranéens comprennent :

5 Endémiques : *Caloplaca Ioanniculi* (s), *Caloplaca Puzenatii* (c), *Lecanora uxoris* (c), *Polyblastia vulcania* (s), *Teloschistes Hillmannii* (m),

5 Euméditerranéens : *Caloplaca muscorum* (m), *Dermatocarpon rufopallens* (m), *Parmelia Jacquesii* (c), *Pertusaria ilicicola* (c), *Verrucaria amphibola* (s),

3 Subméditerranéens : *Caloplaca arenaria* (s), *Lecanora subcircinata* (s), *Physcia venusta* (c),

2 Euryméditerranéens : *Acarospora cervina* (s), *Physcia leptalea* (c).

Les Tempérés se décomposent en

1 Eutempéré : *Fulgencia schistidii* (m, alpino-carpathique),

5 Subtempérés : *Anaptychia ciliaris* (c), *Caloplaca lactea* (s), *Lecanora allophana* (c), *Lecanora crenulata* (s), *Physcia aipolia* (c),

17 Eurytempérés : *Buellia alboatra* (c), *Caloplaca murorum* (s), *Dermatocarpon miniatum* (s), *Lecanora coilocarpa* (c), *Lecanora dispersa* (s), *Lecanora Hageni* (c), *Lecanora varia* (c), *Lecanora muralis* (s), *Lecidea glomerulosa* (c), *Physcia ascendens* (c), *Physcia grisea* (c), *Physcia leucoleiptes* (m), *Physcia pulverulenta* (c), *Physcia stellaris* (c), *Rinodina exigua* (c), *Rinodina pyrina* (c), *Verrucaria nigrescens* (s),

3 Présubarctiques (tempéré-subarctiques) : *Acarospora fuscata* (s), *Lecidea pantherina* (s), *Physcia caesia* (s),

6 Trachytempérés : *Acarospora veronensis* (s), *Lecanora rupicola* (s), *Lecidea carpathica* (s), *Lecidea scalaris* (c), *Toninia candida* (m), *Xanthoria substellaris* (c),

2 Eumalacotempérés : *Lecanora chlarotera* (c), probablement *Lecanora gangalea* (s),

3 Submalacotempérés : *Caloplaca scotoplaca* (s), *Collema polycarpon* (m), *Lecanora albomarginata* (s),

2 Eurymalacotempérés : *Caloplaca vitellinula* (s), *Ramalina polymorpha* (s),

Les Arcto-, éventuellement Subarcto-alpins se dénombrent en

4 Arcto-alpins, dont 2 Arcto-eualpins avec *Glypholecia scabra* (s), *Sarcogyne urceolata* (s), et 2 Arcto-pyrénéo-alpino-carpathiques, *Lecanora frustulosa* (s), *Lecidea atrobrunnea* (s),

4 Subarcto-alpins, dont 1 Subarcto-pyrénéo-alpin, *Lecanora rubina*, 3 Subarcto-alpino-carpathiques, *Bacidia obscurata* (m), *Pertusaria multipuncta* var. *tenuescens* (c), *Toninia squarrosa* (m).

Les Subcosmopolites embrassent 5 espèces :

Caloplaca cerina (c), *Candelariella vitellina* (s), *Lecanora atra* (c), *Rhizocarpon geographicum* (s), *Xanthoria parietina* (c).

Le spectre phytogéographique englobe, ainsi, 15 espèces méditerranéennes, 39 tempérées, 8 arcto- ou subarcto-alpines, 5 subcosmopolites. Reliquaires sont l'eutempérée, les arcto- ou subarcto-alpines, une partie des trachytempérées et des présubarctiques. Comme montagnardes nous trouvons, au moins pour le Maroc, parmi les méditerranéennes, *Caloplaca Ioanniculi*, *Lecanora uxoris*, *Polyblastia vulcania*, *Teloschistes Hillmannii*, *Caloplaca muscorum*, *Parmelia Jasquesii*, *Physcia venusta*, parmi les tempérées *Fulgensia schistidii*, *Dermatocarpon miniatum*, *Acarospora veronensis*, *Lecidea scalaris*, *Xanthoria substellaris*, *Ramalina polymorpha*, parmi les arcto- subarcto-alpines *Glypholecia scabra*, *Sarcogyne urceolata*, *Lecanora frustulosa*, *Lecidea atrobrunnea*, *Bacidia obscurata*, *Lecanora rubina*, parmi les subcosmopolites *Rhizocarpon geographicum*.

RESUME ET CONCLUSIONS

L'étude de la Lichénoflore autour de l'Aguelmane Sidi-Ali-ou-Mohand, lac d'origine volcanique dans le Moyen-Atlas, à 2.000 m d'altitude, dans l'étage méditerranéen semi-aride continental, nous révèle actuellement, la présence de 67 espèces lichéniques, dont deux nouvelles pour la Science dans ce travail, et de quatre champignons parasymbiotes. Sur ce nombre, 27 sont normalement corticoles, mais certaines peuvent s'accomoder aux rochers, huit muscicoles-terricoles, trente-deux saxicoles. Divers groupements sont mentionnés sur les différents substrats. Au point de vue phytogéographique, on dénombre quinze espèces méditerranéennes de tous ordres, parmi lesquelles se trouvent cinq endémiques, trente-neuf tempérées de tous ordres, huit arcto., éventuellement subarcto-alpines, cinq sub-cosmopolites. Des montagnardes sont relevées au nombre de vingt.

Comparer cette flore à celle du massif de l'Ayachi, dans le Grand-Atlas oriental [11], qui se distingue également par un climat méditerranéen continental, nous paraît difficile, sinon utopique. Pour le lac, il s'agit d'un espace restreint et d'un seul étage de végétation, pour l'Ayachi, d'un territoire plus vaste et de trois étages de végétation. Cependant, la corrélation se remarque par l'absence des Cladoniacées, des Ramalinacées corticoles, le peu de variété en Parmeliacées et la grande rareté des Collemacées; les Incrustants prédominent. Malgré une différence en surface, la flore lichénique autour du lac est, globalement, relativement plus riche que celle de l'Ayachi, soixante-sept Lichens près du lac contre cinquante pour l'Ayachi. Celle du Thurifère au lac s'avère plus abondante et se rapproche de la flore sur Cèdre étudiée à l'Ayachi. Deux espèces endémiques, *Lecanora uxoris* et *Parmelia Jacquesii*, existent dans les deux cas. Des variations se montrent, également, dans la composition phytogéographique; à l'Ayachi le nombre des espèces méditerranéennes étant de dix-neuf, des tempérées de vingt-trois, des arcto-subarcto-alpines de trois; le chiffre des subcosmopolites reste stable. Tous ces faits s'expliquent par une méditerranéité et une continentalité plus sèches et plus accentuées dans le Grand-Atlas oriental, alors qu'autour du lac jouent, comme dit au début, un apport relatif en humidité amené par les nuages et, surtout, par l'évaporation des eaux stagnantes; il en résulte un accroissement en espèces étrangères masquant fortement la flore autochtone.

ZUSAMMENFASSUNG

Der im marokanischen Mittel-Atlas gelegene See vulkanischen Ursprungs, arabisch genannt Anguelmane Sidi-Ali-ou-Mohand bei 2.000 m Meereshöhe, ergab eine Sammlung von 67 Flechten, 27 allgemein betrachtet als Rindenflechten, die übrigen Moos-, Erd- oder Steinflechten, sowie von 4 parasymbiotischen Pilzen. Angezeigt werden einige Assoziationen. Phytogeographisch zählt diese Flechten-flora 15 mediterrane Arten, darunter 5 endemische, 39 temperierte, 8 arcto-subarkto-alpine, 5 Subkosmopoliten. Die Relikt- und Gebirgsflechten sind unterstrichen.

Ein Vergleich mit der Flechtenflora der im Ost-Hoch-Atlas befindlichen Gebirgskette des Ayachi [11] zeigt sich schwierig, hauptsächlich begründet durch die Raumverhältnisse, obwohl hier wie da ein kontinentalisches Mittelerranklima vorherrscht, charakterisiert durch das *Thuriferetum*. Indessen in beiden Fällen fehlen die Cladonien, die Baum-Ramalinen, die meisten Parmelien und Collemaceen, überwiegend sind die Krustenflechten. Zwei Endemen, *Lecanora uxoris* und *Parmelia Jacquesii* finden sich sowohl am See als im Ayachi. Differenzen sind auch zu ersehen in der geographischen

Verbreitung der Arten, im Ost-Hoch-Atlas 19 mediterrane, 23 temperierte, 3 arкто-subarkto-alpine; nur die Anzahl der Subkosmopoliten bleibt unverändert. Diese Verschiedenheiten erklären sich durch die Tatsache, dass die strengere Mediterraneität und Kontinentalität des Ayachi eine gewisse Linderung am See erfährt, bedingt durch Zufuhr einer relativen Regenfeuchtigkeit und besonders Verdunstung der Seegewässer; es folgt, somit, eine Begünstigung der Anzahlvermehrung von temperierten Elementen, die die eingeborene Flora maskieren.

BIBLIOGRAPHIE

1. — WERNER (R.G.) : Contribution à la flore cryptogamique du Maroc VII. *Rev. bryol. et lichén.* 1932 (210-228).
2. — MAHEU (J.) et WERNER (R.G.) : Etude sur la flore cryptogamique du Maroc I. *Ann. Cryptog. exot.* 1933 (226-257).
3. — WERNER (R.G.) : Contribution à la flore cryptogamique du Maroc X. *Bull. Soc. Sci. nat. Maroc* 1934 (75-83).
4. — WERNER (R.G.) : Contribution à la flore cryptogamique du Maroc XII. *Bull. Soc. Sci. nat. Maroc* 1935 (267-278).
5. — MAHEU (J.) et WERNER (R.G.) : Etude sur la flore cryptogamique du Maroc II. *Ann. Cryptog. exot.* 1935 (173-194).
6. — WERNER (R.G.) : Contribution à la flore cryptogamique du Maroc XIII. *Bull. Soc. Sci. nat. Maroc* 1936 (90-99).
7. — WERNER (R.G.) : Contribution à la flore cryptogamique du Maroc XV. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 1936 (348-407).
8. — WERNER (R.G.) : Contribution à la flore cryptogamique du Maroc XVI. *Bull. Soc. Sci. nat. Maroc* 1936 (256-265).
9. — WERNER (R.G.) : Contribution à la flore cryptogamique du Maroc XVII. *Bull. Soc. Sci. nat. Maroc* 1938 (126-135).
10. — WERNER (R.G.) : Lichens et Champignons de la montagne marocaine. *Bull. Acad. et Soc. lorr. Sci.* 1971 (113-130).
11. — WERNER (R.G.) : Mission scientifique dans le Grand-Atlas marocain oriental. *Bull. Ac. et Soc. lorr. Sci.* 1973.
12. — EMBERGER (L.) : Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Mém. H.S. Soc. Sci. nat. Maroc* 1939.
13. — WERNER (R.G.) : Les origines de la flore cryptogamique du Maroc d'après nos connaissances actuelles. *Vol. jubil. Soc. Sci. nat. Maroc* 1920-45, paru en 1948.

LES TRICLADES PALUDICOLES ÉPIGÉS DES ENVIRONS DE NANCY

par

F. STEPHAN-DUBOIS et J.M. KELLER

RESUME

A. Les Planaires ont été recherchées dans la Moselle, la Meurthe et quelques-uns de leurs ruisseaux affluents. Une étude anatomique et caryologique a permis de confirmer la détermination des espèces suivantes : *Dugesia lugubris s.l.*, *Dugesia tigrina*, *Dugesia gonocephala s.l.*, *Crenobia alpina*, *Polycelis tenuis*, *Dendrocoelum lacteum* et *Bdellocephala punctata*.

Les conséquences de la pollution croissante des eaux sont discutées.

SUMMARY

Epigeous Tricladida Paludicola in the neighbourhood of Nancy (France, Lorraine) : Planarians have been searched for in the rivers Moselle, Meurthe, and several of their affluents. An anatomical and caryological study allowed to confirm the determination of the following species : *Dugesia lugubris s.l.*, *Dugesia tigrina*, *Dugesia gonocephala s.l.*, *Crenobia alpina*, *Polycelis tenuis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Bdellocephala punctata*.

Consequences of the increasing pollution of waters are discussed.

INTRODUCTION

Parmi les Planaires au sens large du terme, seules seront envisagées, dans cette étude, les Triclades paludicoles épigés, c'est-à-dire celles des Planaires qui sont susceptibles d'être pêchées en eau douce de surface.

C'est GODRON qui, le premier, mentionne de telles Planaires en 1862, dans la Meurthe à Nancy et dans la Moselle à Liverdun, sous le terme de *Planaria fusca* qui a longtemps désigné toutes les *Dugesia* brunes.

Depuis lors, moins d'une dizaine d'auteurs ont noté la présence de Planaires épigées en Lorraine, tant en plaine que dans les Vosges. Ceux d'entre eux qui ont fait état d'observations personnelles seront cités avec les espèces qu'ils ont décrites. Mais il n'y a pas eu jusqu'à présent d'étude systématique des Planaires lorraines. De plus, la diagnose des espèces citées n'a jamais été confirmée par des examens anatomiques et caryologiques.

* Note présentée à la séance du 11 décembre 1975, transmise par M. LEGAIT.

TABLEAU 1
Espèces trouvées dans la Moselle ou ruisseaux affluents.

Espèces	Stations											
	Flavigny-sur-Moselle	Richardmémil	Méréville	Pt-St-Vincent	Sezey-aux-Forges	Maron	Pierre-la-Treiche	Gondreville	Fontenoy-sur-Moselle	Alngaray	Livurdun	Frouard
<i>Dugesia lugubris</i>	B —	C 12	C 16	—	—	R 12	C 12-16	R 8-12-16	TC 8-12-16 C 8-12 C 12-16	—	—	—
s.l.	M —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dugesia tigrina</i>	G —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dugesia gonocephala</i>	—	C 16	R 16	R 24	R 16	—	—	C 24	R 24	C 16	—	C 16
<i>Dugesia</i> « <i>subtentaculata</i> »	—	—	—	—	—	—	—	—	R 18 à 21	—	—	—
<i>Crenobia alpina</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Polyceelis tenuis</i>	—	R 21	—	—	C 28-42	—	TC 14-21-26 TC 14	—	R 21 TC 14	—	—	—
<i>Dendrocoelum lacteum</i>	—	—	C 14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Bdellocephala punctata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TC, C et R indiquent si les Planaires sont très communes, communes ou rares, en 1974-1975.

Les nombres correspondent à la totalité des chromosomes comptés dans les cellules de régénération.

B. M. G. : variétés de *D. lugubris* brunes, ou mouchetées de blanc sur fond brun, ou granitées de noir sur fond non pigmenté.

— : animaux non retrouvés en 1974 et 1975.

TABLEAU 2

Espèces	Stations					
	Damelevières	F. de Morteau	St-Nicolas	Nancy	Champigneulles	Bellefontaine
<i>Dugesia lugubris s.l.</i>	B M		C 12			—
<i>Dugesia tigrina</i>					R 12 TC 16	—
<i>Dugesia gonocephala</i>		C 16				C 16
<i>Polycelis tenuis</i>						C 21
<i>Dendrocoelum lacteum</i>		R 14	C 14	TC 14	R 14	R 14

Espèces trouvées dans la Meurthe ou points d'eau voisins.
Même légende que pour tableau 1.

Tout étant à faire, il était plus urgent de connaître correctement chaque espèce dans un territoire limité, plutôt que d'étendre à toute la Lorraine des investigations purement morphologiques, donc susceptibles d'erreur. La Moselle, la Meurthe et certains de leurs affluents ont été systématiquement prospectés, jusqu'à une distance maxima de 20 km à partir de Nancy. Au total, 18 stations ont été retenues (tableaux 1 et 2). Leur situation exacte, avec leurs gisements, est indiquée dans un travail qui peut être consulté au Laboratoire de Zoologie générale de Nancy (KELLER, 1974). Chaque station a été régulièrement visitée pour y dénombrer les Planaires et pour y noter la température et le pH de l'eau.

I. — MATERIEL ET TECHNIQUES

Les Planaires déterminées et dénombrées sur place sont aussitôt rendues à leur milieu naturel. Celles qui font l'objet d'une étude de laboratoire sont élevées dans de grands bacs pourvus d'un déversoir annexe. Chacun de ces aquariums est garni avec des éléments du biotope d'origine, puis rempli d'eau courante de canalisation. La température de cette eau varie de 6° à 19°, elle reste le plus souvent aux environs de 12°. Les Planaires sont

nourries avec du foie de bœuf, 2 fois par semaine. Cette alimentation est, si possible, complétée avec de petits Arthropodes vivants (Gammarès, Aselles, larves de Chironomes).

Pour certaines espèces, la connaissance anatomique de l'appareil copulateur est indispensable à leur détermination. Si l'examen *in toto* suffit, les vers fixés sont dépigmentés puis colorés au bleu de toluidine-éosine. Le plus souvent, l'anatomie microscopique s'impose : les coupes longitudinales, épaisses de 6 μm , sont colorées à l'hémalum-éosine.

Les chromosomes sont recherchés dans des néoblastes (cellules de régénération) en mitose, à partir de blastème âgés de 2 à 6 jours, suivant les espèces. Après écrasement, ces blastèmes sont fixés dans le liquide de Clarke, puis colorés à l'orcéine acétique.

II. — ESPECES TROUVEES DEPUIS 1966

Il est utile de rappeler, après KENK en 1930, DE BEAUCHAMP en 1932 et 1961, GOURBAULT en 1971, que la détermination exacte de certaines espèces de Planaires n'est pas possible à partir de leurs seuls caractères externes ; en particulier, leur couleur et leur taille n'ont aucune signification. Mais en pratique, les schémas de la figure 1, les planches 1 et 2 et les diagnoses qui vont suivre permettront souvent la reconnaissance des espèces lorraines à partir des sujets vivants.

A. FAMILLE DES PLANARIIDAE

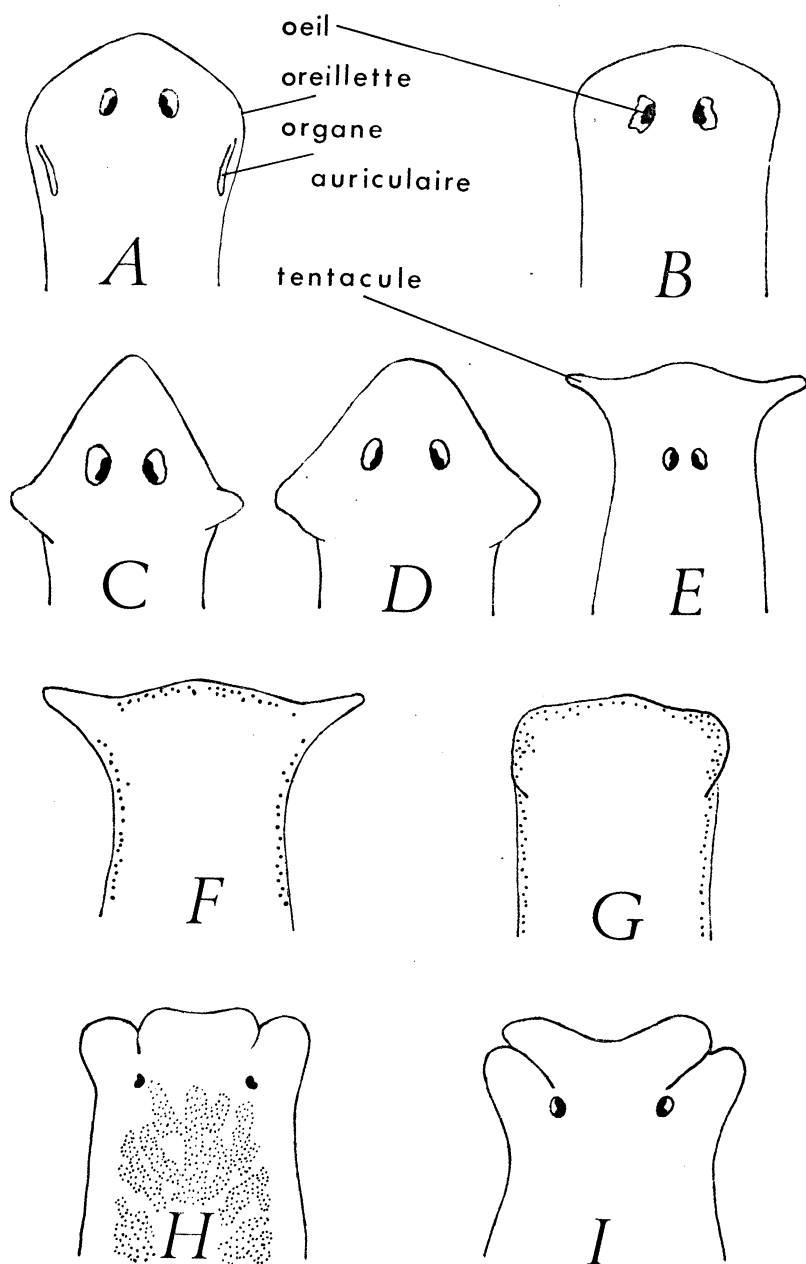
Le seul critère irréfutable pour distinguer cette famille de celle des Dendrocoelidae est le suivant : dans la zone musculaire interne du pharynx, les fibres circulaires sont séparées des fibres longitudinales.

A1. Genre *Dugesia* (GIRARD, 1850)

Leurs deux ovovitelloductes se jettent dans le canal de la bourse. Normalement deux yeux, parfois quelques yeux surnuméraires.

FIGURE 1 :

Schéma des régions antérieures de quelques Tricladés paludicoles épigés.
 A : *Dugesia lugubris* — B : *Planaria torva* — C : *Dugesia tigrina* — D :
Dugesia gonocephala — E : *Crenobia alpina* — F : *Polycelis felina* — G :
Polycelis tenuis — H : *Dendrocoelum lacteum* — I : *Bdellocephala punctata*.



1. *Dugesia lugubris* s.l. (SCHMIDT, 1861)

Syn : *Planaria lugubris* (SCHMIDT, 1861) ; *Euplanaria lugubris* (HESSE, 1897).

Diagnose : Planaires fort diversement pigmentées, du brun clair au noir. Tête triangulaire à sommets arrondis. Organes auriculaires nets. Reproduction sexuée. Longueur en extension : 10 à 25 mm. Nombre haploïde de chromosomes : 4. Nombres somatiques de chromosomes : 8, 16 et, le plus souvent, 12. Eaux peu ou pas courantes (fig. 1, A ; pl. 1, A et A' ; pl. 3, A).

Dugesia lugubris est une espèce commune en France. En 1927, HUBAULT la signale dans toute la Lorraine, sauf dans les eaux froides. En 1966, elle peuplait 12 des 18 stations visitées. Depuis lors, elle a disparu de 4 de ces stations et n'est réellement abondante qu'à Fontenoy-sur-Moselle, près du barrage. C'est un gisement situé dans une propriété privée, à l'abri des dragages et des pollutions diverses.

Les *D. lugubris* inventoriées appartiennent à 3 types bien distincts : le plus souvent, elles sont uniformément brunes (pl. 1, A), parfois ce fond brun est moucheté de blanc ; plus rarement elles sont finement granitées de points noirs sur fond non pigmenté (pl. 1, A'). Ces trois types ne cohabitent pas, sauf à Fontenoy-sur-Moselle.

A chacune de ces trois formes morphologiques, aurait pu correspondre un caryotype différent. Il n'en est rien, comme le montre le tableau 1 : les Planaires brunes ou mouchetées ont indifféremment soit 8, soit 12, soit 16 chromosomes dans leurs néoblastes ; les Planaires granitées, 12 ou 16 chromosomes. Dans une même station, ces *D. lugubris* diversement polyplôïdes peuvent cohabiter. Au total, celles à 12 chromosomes sont les plus nombreuses (39 sur 66 sujets examinés), celles à 16 les plus rares (12 sujets).

Une étude ultérieure des ovocytes permettra de comparer ces formes lorraines aux biotypes décrits par BENAZZI (1955). Celui-ci

PLANCHE 1 :

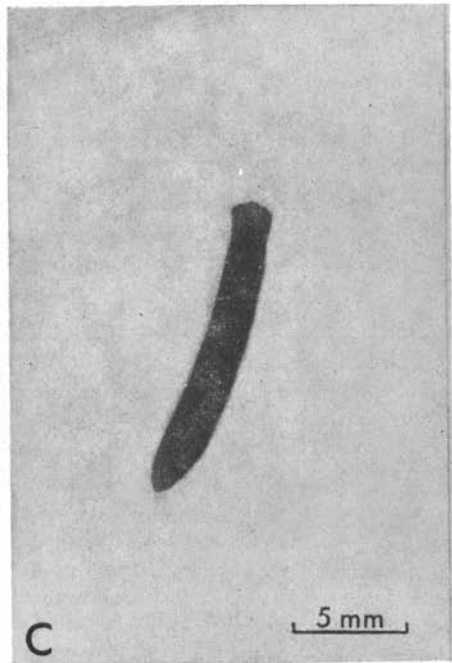
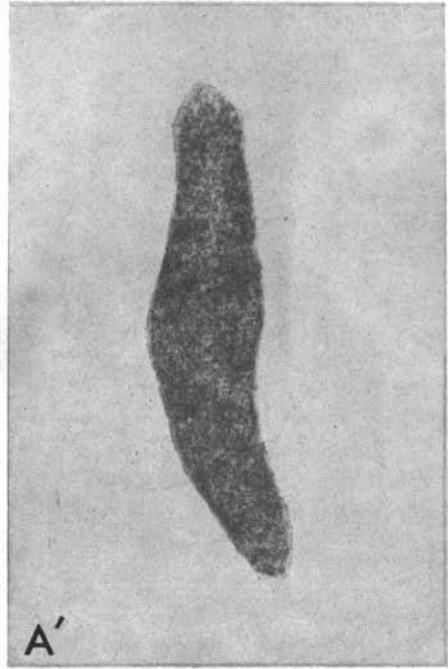
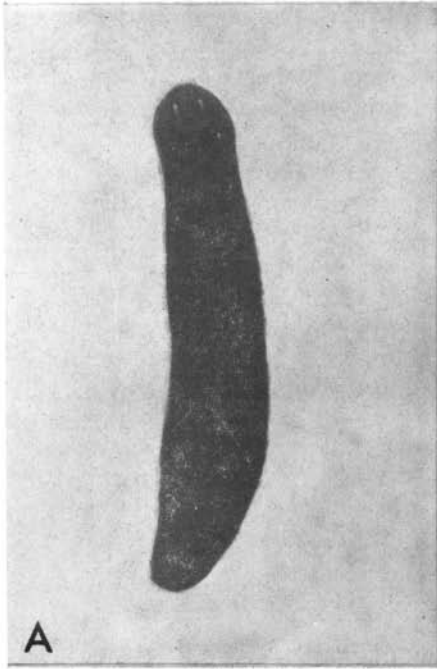
Planaires présentes aux environs de Nancy.

A : *Dugesia lugubris*, uniformément brune

A' : *Dugesia lugubris*, forme granitée

B : *Dendrocoelum lacteum*

C : *Polycelis tenuis*



décrit, entre autres *D. lugubris*, un biotype diploïde, peu fréquent, trouvé en Alsace, un biotype triploïde très commun en Europe et un biotype tétraploïde, uniquement signalé jusqu'à présent en Italie et à Nice. A ce titre, la forme lorraine à 16 chromosomes est donc intéressante à signaler.

Depuis sa description par SCHMIDT en 1862, cette espèce fut confondue ou non avec *Planaria torva* (MÜLLER, 1773) et avec *Dugesia polychroa* (*Planaria polychroa* n. sp. SCHMIDT 1861). La confusion entre *D. lugubris* et *P. torva*, facile sur le terrain, est impossible au laboratoire : la tête de *P. torva* est arrondie (fig. 1, B), avec des plages oculaires irrégulières, des yeux pauvres en cellules rétiniennes (celles des *Dugesia* sont nombreuses). Les ovovitellos ductes confluent en un court tronc commun ouvert dans l'atrium génital ; et un adénodactyle (organe musculo-glandulaire) est habituellement présent (KENK, 1930). Enfin, *P. torva* est constamment diploïde, avec $n = 9$ chromosomes (BENAZZI et PUCCINELLI, 1963).

Les avis restent partagés quant à *D. polychroa*. Actuellement, REYNOLDSON et BELLAMY (1970) font deux espèces de *D. lugubris* et de *D. polychroa*, alors que FUNAIOLI (1951), BENAZZI et coll. (1970) confondent les deux formes en une seule espèce. Nous partageons le point de vue de ces derniers auteurs. Comme eux, nous n'avons pu trouver aucune valeur spécifique aux divers caractères externes et internes donnés comme critères d'identification par les auteurs partisans des deux espèces. Cette conclusion est valable même quand la population est très homogène. Par exemple, dans le cas des Planaires brunes à 12 chromosomes de Fontenoy-sur-Moselle, la recherche des 5 caractères de l'appareil génital, donnés comme critères d'espèce dans la littérature, conduit aux résultats suivants : il y a des exemplaires présentant 5 caractères « *lugubris* » sur les 5, ils sont très rares. A côté d'eux, il y a de rares « *polychroa* » pures, quelques exemplaires à caractère « *lugubris* » dominants (3 ou 4 sur 5) et un grand nombre à caractère « *polychroa* » dominants.

PLANCHE 2 :

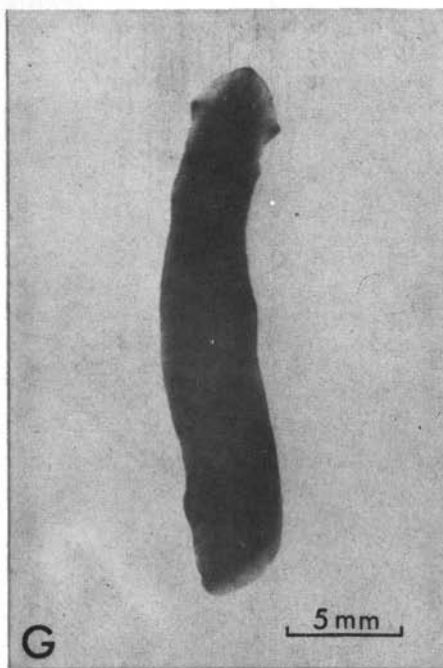
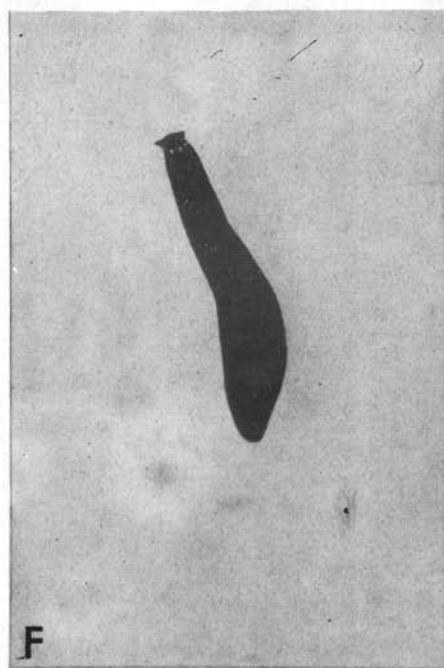
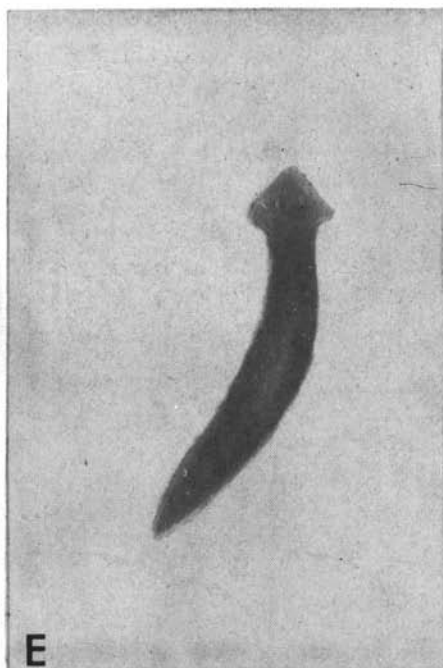
Planaires présentes aux environs de Nancy.

D : *Dugesia tigrina*, uniformément maculée

E : *Dugesia gonocephala-subtentaculata*

F : *Crenobia alpina*

G : *Dugesia gonocephala*



Ces proportions se retrouvent dans les autres stations, quels que soient la pigmentation ou le nombre de chromosomes. Le caractère le moins inconstant, pour cette population lorraine s'entend, est la position du canal de la bourse copulatrice, presque toujours dorsal et médian chez les « *polychroa* », et latéral à la vésicule séminale chez les « *lugubris* ».

La présence de formes intermédiaires entre « *lugubris* » et « *polychroa* » semble indiquer l'interfécondité des deux groupes, déjà remarquée par FUNAIOLI en 1951. En bref, nous nous rangeons à l'avis de BENAZZI et de ses collaborateurs qui réunissent *D. lugubris* et *D. polychroa* dans une superespèce à appeler *D. lugubris* « because this name is the most commonly used to indicate these planarians ».

2. *Dugesia tigrina* (GIRARD, 1850)

Syn : *Planaria maculata* (LEIDY, 1847) ; *Planaria tigrina* (GIRARD, 1850) ; *Euplanaria maculata* (KENK, 1930).

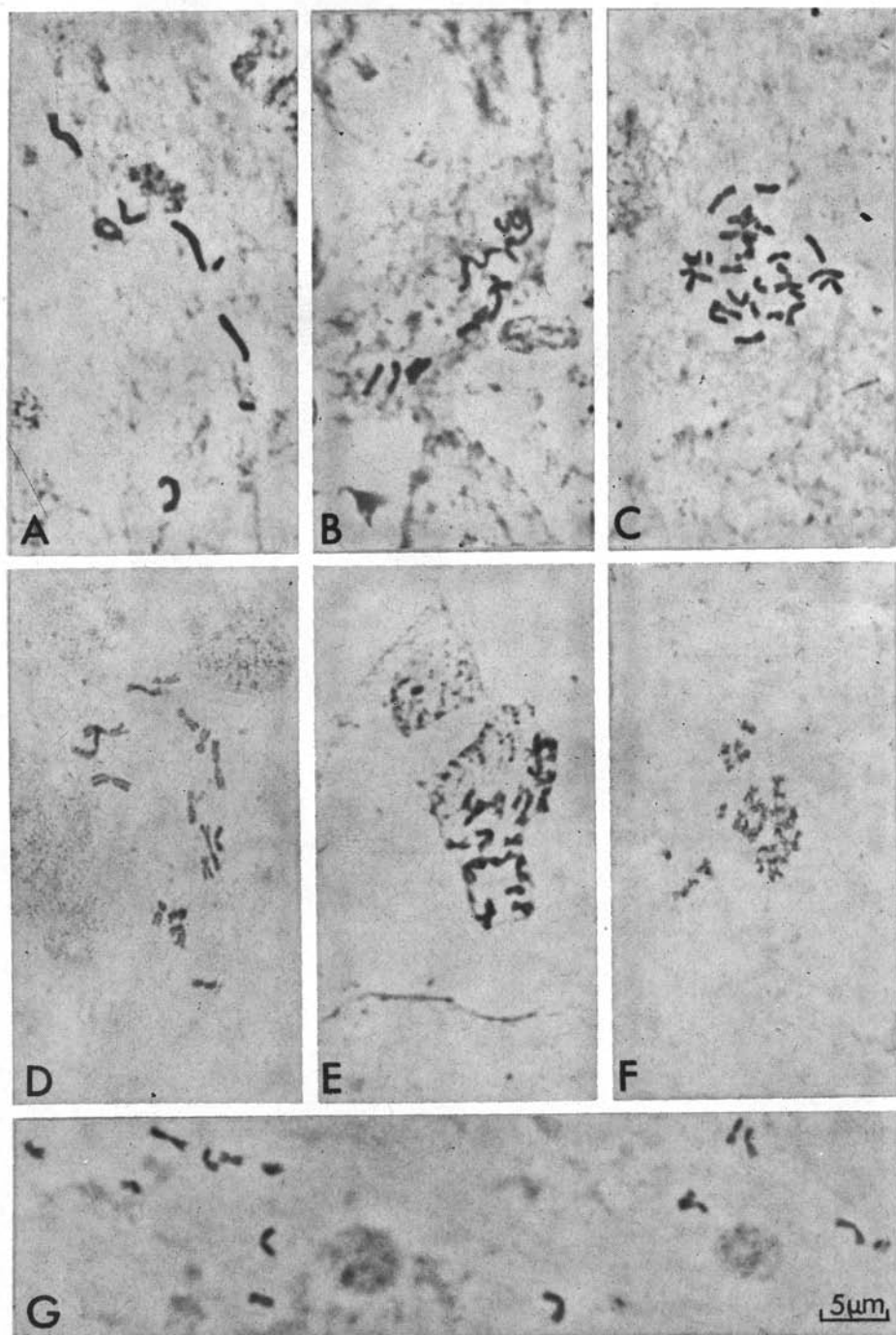
Diagnose : Planaire au dos brun gris à brun rougeâtre, parsemé de macules claires, parfois orné de taches ou de bandes longitudinales noires. Tête en fer de lance, à oreillettes très mobiles. Pharynx (toujours ?) pigmenté. Reproduction asexuée en Europe. Longueur en extension : 8 à 12 mm. Nombre haploïde de chromosomes (des races sexuées américaines) : 8. Nombres somatiques de chromosomes : exceptionnellement 32, souvent 24, le plus souvent 16. Eaux courantes ou non (fig. 1, C ; pl. 2, D ; pl. 3, D).

Cette Planaire d'origine américaine fut signalée en Europe, dès 1925, en aquarium. Mais c'est à partir de 1938 qu'elle fut trouvée pour la première fois dans un cours d'eau, près de Berlin, par TU. Elle fut ensuite pêchée dans la Seine, près de Paris, par DE BEAUCHAMP en 1946. Depuis ce temps, elle a été retrouvée dans au moins 9 autres pays européens. En France, sa présence ailleurs

PLANCHE 3 :

Chromosomes (ch.) dans des néoblastes en régénération, chez :

A : *D. lugubris*, forme brune à 8 ch. — B : *D. lacteum*, toujours 14 ch. — C : *P. tenuis*, forme à 26 ch. — D : *D. tigrina*, forme à 16 ch. — E : *D. gonocephala-subtentaculata*, forme à 20 ch. — F : *C. alpina*, forme à 28 ch. — G : *D. gonocephala*, forme à 16 ch.



que dans le Bassin parisien est successivement signalée en Alsace par LENDER (1951), dans la région méditerranéenne par TUZET et DEL PERRUGIA (1957), BERMOND (1967) et LÉGIER (1969), dans le Bassin aquitain par GOURBAULT (1969), dans la Région lyonnaise par RUSSIER et LASCOMBE (1970).

STÉPHAN et SCHILT ont trouvé des *D. tigrina* dès 1963 dans les étangs de Bellefontaine et de Champigneulles (celles « récoltées dans la nature » de leur note de 1966). Il est possible que l'établissement de l'espèce en Lorraine soit bien antérieur à cette période. Cependant, lors de nos premières prospections en 1966, nous n'en avons retrouvé qu'à Champigneulles et en nombre peu élevé. Puis d'année en année, les *D. tigrina* ont colonisé davantage de stations : en 1974, elles existent dans dix d'entre elles, souvent en abondance.

Toutes les *D. tigrina* des environs de Nancy sont uniformément mouchetées, sans bandes. Toutes se reproduisent par scissiparité. Tous les pharynx examinés sont pigmentés. Sur les 11 blastèmes observés, 7 ont des néoblastes à 16 chromosomes, 4 à 24 chromosomes. Les 2 formes peuvent cohabiter.

3. *Dugesia gonocephala* (DUGÈS, 1830)

Syn : *Planaria gonocephala* (DUGÈS, 1830) ; *Euplanaria gonocephala* (HESSE, 1897).

Diagnose : Planaire à pigmentation brun grisâtre à brun olivâtre. Tête en fer de lance, à oreillettes généralement mobiles. Reproduction sexuée ou asexuée. Longueur en extension : 10 à 25 mm. Nombre haploïde de chromosomes : 8. Nombres somatiques de chromosomes : 16 le plus souvent, parfois 24, rarement 32 (fig. 1, D ; pl. 2, G ; pl. 3, G).

D. gonocephala est une espèce bien connue des eaux pas trop froides courantes. Mais, du fait de sa rhéophilie marquée, elle se plaît davantage dans les cours d'eau des Vosges que dans les rivières de Basse Lorraine. MERCIER (1909) signale cependant sa présence dans les environs immédiats de Nancy (avec *Crenobia alpina*, voir plus loin). HUBAULT (1927) la retrouve en divers points de la Lorraine.

Nous avons repéré *D. gonocephala* dans trois ruisseaux rapides ; le premier se jette dans la Moselle près de Sexey-aux-Forges ;

les deux autres sont affluents de la Meurthe, l'un près de la ferme de Morteau entre Damelevières et Dombasle, l'autre dans le vallon de Bellefontaine. Toutes ces *D. gonocephala* sont uniformément brunes ou brun-noir. Elles se reproduisent par voie sexuée. Les 11 sujets examinés après régénération ont tous 16 chromosomes dans leurs néoblastes.

Les petites formes pourraient être confondues dans la nature avec de grosses *D. tigrina*. Mais il est facile de vérifier la présence de l'orifice génital et l'absence de pigmentation pharyngienne.

Il est beaucoup plus difficile de trancher en ce qui concerne certaines Planaires pêchées près du barrage de Fontenoy-sur-Moselle (pl. 2, E). Elles ressemblent beaucoup à des *D. tigrina* par leur petite taille, leur allure générale effilée, leur façon rapide de se déplacer, leur reproduction asexuée. Les néoblastes de 5 d'entre elles possèdent 20 chromosomes (pl. 3, E). Or, DAHM signale en 1955 des *D. tigrina* sauvages avec 15 à 18 chromosomes et d'autres, en aquarium, avec 16 à 20 chromosomes. Mais d'autres caractères semblent rendre leur identification à *D. tigrina* impossible : leur tête s'inscrit mieux dans un triangle équilatéral que celle de *D. tigrina*, plus allongée ; leurs oreillettes sont très peu mobiles et bien pigmentées (celles de *D. tigrina*, très mobiles, sont claires) ; leur dos n'est jamais maculé de clair ; et leur pharynx ne porte jamais de chromatophores. Il s'agirait plutôt d'une forme étroite, asexuée de *D. gonocephala*. On pense alors à *D. gonocephala subtentaculata*, forme méridionale qui, en principe, n'a jusqu'à présent pas dépassé la région méditerranéenne en France. LÉGIER (1969) insiste, lui aussi, sur la grande ressemblance entre les *D. tigrina* et les *D.g. subtentaculata*. Le caryotype de ces dernières n'a pas encore été recherché, à notre connaissance. Nous avons donc fait l'examen des plaques mitotiques des néoblastes de 4 *D. subtentaculata** avec comme résultats : 18 (1 cas), 20 (2 cas) ou 21 (1 cas) chromosomes. Nous admettons donc, jusqu'à preuve du contraire, que les Planaires de Fontenoy-sur-Moselle sont des *Dugesia gonocephala subtentaculata* (DRAPARNAUD, 1801) dont la taille relativement petite serait explicable par les conditions de température peu favorables auxquelles elles sont soumises en Lorraine.

* Nous sommes heureux de remercier ici très vivement Monsieur LÉGIER qui nous a procuré des *D. g. subtentaculata*, pêchées dans l'étang de Berre.

A2. Genre *Crenobia* (KENK, 1930)

Les deux ovovitelloductes se réunissent en un court tronc commun qui se jette dans l'atrium commun. Normalement deux yeux.

Crenobia alpina (DANA, 1766)

Syn : *Planaria montana* (CHICHKOFF, 1892) ; *Planaria alpina* (KENNEL, 1888).

Diagnose : Planaires le plus souvent très sombres à noires, mais parfois brun rouge à brun vert ou même presque pas pigmentées. Tête tronquée, ornée de deux grands tentacules latéraux. Reproduction sexuée. Longueur en extension : 12 à 20 mm. Nombre haploïde de chromosomes : 7. Nombres somatiques de chromosomes : 28 à 63 (en multiples de 7), le plus souvent 42. Eaux froides courantes (fig. 1, E ; pl. 2, F ; pl. 3, F).

C. alpina est une Planaire sténotherme d'eau froide qui peuple typiquement les cours d'eaux rapides de montagne. En Lorraine (comme en quelques autres régions françaises), elle fait exception en vivant dans des sources ou des ruisseaux à basse altitude. Il s'agit alors d'eaux froides à température constante ou très peu variable. MERCIER l'a signalée pour la première fois en 1909 dans les ruisseaux du plateau de Malzéville et du plateau de Haye. Leurs eaux sont issues de la nappe aquifère formée sur le Toarcien supérieur, bien protégée des variations de la température par la grande épaisseur du calcaire bajocien sus-jacent (CUÉNOT et MERCIER, 1914, parlent d'« espèce relique » de l'époque glaciaire). C'est dans le même site géologique qu'est retrouvée *C. alpina* près de Colombey-les-Belles par LIENHARD en 1921, dans le ruisseau de Bellefontaine par REMY en 1924, à Bouxières-aux-Dames et à Eulmont par HUBAULT en 1927. C'est aussi dans le Bajocien inférieur que nous avons retrouvé cette espèce, dans la source et la partie amont du ruisseau qui se jette dans la Moselle près de Sexey-aux-Forges, entre 320 et 280 m d'altitude.

Toute cette population de *C. alpina* est brun-noir. Sur les 8 blastèmes examinés, 3 ont des néoblastes à 28 chromosomes, les autres des néoblastes à 42 chromosomes.

La détermination de *C. alpina* n'a jamais été remise en question depuis 1766. Dans les Vosges, on trouve *Polycelis felina* qui possède deux tentacules latéraux. Le simple examen des yeux (très nombreux et marginaux chez *P. felina*) suffit à distinguer les deux espèces sur le terrain (fig. 1, F).

A3. Genre *Polycelis* (EHRENBERG, 1831)

Les deux ovovitelloductes se réunissent en un tronc commun qui se jette dans l'atrium mâle. Les yeux sont petits, très nombreux et disposés en marge du tiers antérieur du corps.

Polycelis tenuis (IIJIMA, 1884)

Diagnose : Planaires diversement pigmentées, du gris clair ou brun clair au noir ; parfois verdâtres. Tête tronquée à oreillettes non marquées. Reproduction sexuée. Longueur en extension : 12 à 15 mm. Nombres haploïdes de chromosomes : 6 ou 7 suivant les races (avec chromosomes accessoires possibles). Nombres somatiques de chromosomes : 12 à 36 (les résultats des divers auteurs sont encore difficiles à comparer). Eaux peu ou pas courantes (fig. 1, G ; pl. 1, C ; pl. 3, C).

Depuis 1774, cette espèce est confondue avec *P. nigra* (voir plus loin). C'est sous ce nom qu'elle est signalée comme commune par HUBAULT (1927) en Lorraine. En 1966, elle ne peuplait que 7 des 18 stations visitées. En 1974, elle avait disparu dans 2 de ces stations et devenait rare dans 2 autres. Elle reste abondante dans 2 stations : le petit ruisseau à eau claire et rapide qui rejoint la rive droite de la Moselle à mi-chemin entre Maron et Villers-le-Sec ; le ruisseau qui longe le canal puis se jette dans la Moselle (rive gauche), en aval de Pierre-la-Treiche.

Ces *P. tenuis* sont fort diversement colorées et le nombre somatique de chromosomes peut être de 14, 21 ou 26 (dans ce dernier cas, il peut s'y ajouter 2 petits chromosomes accessoires). Tous les sujets observés après écrasement ont un pénis important et allongé, dont le quart postérieur est couvert d'épines disposées sur environ 25 rangs. Tous les sujets examinés en coupe ont une bourse copulatrice en forme de H et une paire d'organes musculoglandulaires, quel que soit le nombre de chromosomes.

On a lu que l'espèce *P. tenuis* est constamment confondue avec *P. nigra* (MÜLLER, 1773). Depuis l'époque où fut décrite l'anatomie de *P. nigra* (SCHMIDT, 1859) et celle de *P. tenuis* (IIJIMA, 1884) jusqu'à nos jours, on s'est toujours accordé pour en faire 2 espèces différentes mais on ne cesse de discuter des caractères anatomiques, caryologiques et écologiques qui peuvent différencier à coup sûr

les 2 espèces. Il en ressort que le seul critère reconnu comme valable par tous les auteurs est la morphologie du pénis : chez *P. nigra*, il est court, massif et orné de 2 à 4 rangs d'épines ; chez *P. tenuis*, il est plus grand, plus allongé et ses épines sont réparties sur plus de 20 rangs. On peut y ajouter deux caractères de contrôle : si l'appareil copulateur est flanqué de deux organes musculo-glandulaires, il appartient sûrement à *P. tenuis* ; mais l'inverse n'est pas vrai, car il y a des *P. tenuis* sans organes musculo-glandulaires. Si toutes les plaques mitotiques comprennent 16 chromosomes ($n = 8$), il s'agit de *P. nigra* ; si elles ont $x \times 7$ chromosomes, il s'agit de *P. tenuis* ; dans tous les autres cas, il y a doute.

En conclusion, nous n'avons trouvé dans les environs de Nancy que des *Polycelis tenuis* avec un grand pénis riche en épines, des organes musculo-glandulaires et 14, 21 ou 26 chromosomes. Rappelons que LE MOIGNE en 1962 a également trouvé dans la région parisienne des *P. tenuis* à 14 et 21 chromosomes. La forme à 26 chromosomes (plus 0 à 2 chromosomes accessoires) n'a pas encore été signalée en France. Elle pourrait être considérée, comme un hybride.

B. FAMILLE DES DENDROCOELIDAE

Dans la zone musculaire interne du pharynx, les fibres circulaires alternent avec les fibres longitudinales.

B1 Genre *Dendrocoelum* (ÖRSTED, 1844)

Un organe musculo-glandulaire qui saille dans l'atrium commun. Les deux ovovitelloductes se réunissent en un court tronc commun qui débouche dans l'atrium mâle.

Dendrocoelum lacteum (MÜLLER, 1773)

Diagnose : Planaire non pigmentée. Tête tronquée, trilobée en avant, avec 2 yeux et un organe adhésif frontal. Bordure du corps onduleuse. Reproduction sexuée. Longueur en extension : 20 à 30 mm. Nombre haploïde de chromosomes : 7. Nombre diploïde de chromosomes : 14. Eaux peu ou pas courantes (fig. 1, H ; pl. 1, B ; pl. 3, B).

D. lacteum est la Planaire française la plus facile à repérer, tant par sa grande taille que par sa couleur blanc laiteux uniforme

quand elle est à jeun. Après un repas, les ramifications intestinales sont bien visibles, de couleur brun rouge à bleu violacé ou noirâtre suivant leur contenu. HUBAULT (1927) la donne comme commune dans toutes les rivières lorraines.

Elle était encore présente dans 12 des 18 stations en 1966, dans 9 d'entre elles en 1974. Certaines populations sont devenues très petites, par exemple à Nancy.

Les 11 blastèmes examinés ont tous des néoblastes à 14 chromosomes, résultat conforme à ceux de BENAZZI et POCHINI (1959) et de DAHM (1961) pour des populations provenant de 8 autres pays européens.

B2. Genre *Bdellocephala* (DE MAN, 1874)

Pas d'organe musculo-glandulaire. Organe adhésif très développé. Pénis rudimentaire.

Bdellocephala punctata (PALLAS, 1774)

Diagnose : Planaire brune, souvent marquée de points ou de taches noires. Tête tronquée, quadrilobée par deux grandes oreillettes et un organe adhésif volumineux, bilobé. Deux yeux. Bords très onduleux. Reproduction sexuée. Longueur en extension : 30 à 40 mm. Nombre haploïde de chromosomes : 8. Nombre diploïde de chromosomes : 16. Eaux non courantes (fig. 1, I).

Cette grande Planaire pourrait être répandue dans toute la France non méditerranéenne, mais de façon sporadique, si bien qu'elle n'est pratiquement jamais signalée. DE BEAUCHAMP (1932) note sa présence dans les environs de Paris, de Dijon et de Strasbourg où l'un de nous l'a retrouvée entre 1950 et 1960. En Lorraine, il ne semble pas que sa présence ait été notée dans une publication. Nous en avons trouvé au nord-ouest de Gondreville, dans un petit étang dont le déversoir se jette dans la Moselle. Les *B. punctata* y vivaient en petit nombre, mais elles étaient fort grandes. La forme unicolore cohabitait avec la forme ponctuée. Avant que nous ayons pu examiner leurs chromosomes, ces *B. punctata* ont disparu, en septembre 1969, soit moins de trois mois après l'apparition des premières *D. tigrina* dont le nombre dans cet étang a augmenté rapidement au cours des mois suivants.

III. EVOLUTION DES POPULATIONS DE PLANAIRES DEPUIS 1966

Comme l'indiquent le texte et les tableaux 1 et 2, l'ensemble des populations de Planaires ne cesse de baisser aux environs de Nancy. A cela, il y a plusieurs raisons ; les dragages incessants qui dévastent flore et faune ; l'urbanisation qui supprime de nombreux ruisseaux ou points d'eau ; les déchets industriels et urbains qui polluent maintenant presque tous les cours d'eau lorrains ; enfin, la baisse générale du niveau des eaux qui met à sec de plus en plus de ruisseaux. Nous renvoyons pour le détail à l'étude hydrographique de DURAND ; elle date de 1963, la situation n'a fait qu'empirer depuis.

Comment évolue les populations de Planaires dans ces milieux pollués ? L'espèce la plus rare, *Bdellocephala punctata* a disparu brusquement, sans que les derniers survivants aient montré la moindre diminution de taille. Les espèces relativement fragiles *Dendrocoelum lacteum* et surtout *Polycelis tenuis* commencent par diminuer de taille ; leur appareil génital est plus ou moins régressé, même pendant les saisons où il devrait être normalement bien développé. Ainsi les populations s'appauvrissent d'année en année puis finissent par disparaître.

Dugesia lugubris résiste plus longtemps que les espèces précédentes. Mais l'apparition de *Dugesia tigrina*, assez bien supportée dans les milieux propres, la condamne en cas de pollution. Telle est la situation dans la Moselle à Flavigny. Enfin *D. tigrina* elle-même a bien du mal à résister dans les stations les plus sales, par exemple à Pont-Saint-Vincent.

Il faut cependant souligner que pollution ne signifie pas automatiquement disparition des Planaires. Certaines d'entre elles, si fragiles en élevage, sont très résistantes dans la nature. Par exemple, des *Polycelis*, il est vrai de petites tailles, ont vécu dans un ruisseau (actuellement disparu) dont l'eau s'est maintenue au moins un an à un pH de 4,6. D'autres vivent et se reproduisent à proximité de dépotoirs ; certaines y prospèrent même ; c'est le cas à Pierre-la-Treiche. A l'inverse, les eaux calmes et très propres de la Moselle près de Liverdun, au pH favorable (7,4), au biotope idéal pour des Planaires n'ont depuis 1966 abrité que quelques *D. tigrina*, apparues en 1969 et disparues la même année.

Les populations de *Dugesia gonocephala* et de *Crenobia alpina*, du fait même qu'elles vivent dans des eaux de source ou de ruisselets rapides peu ou pas polluées, sont restées telles que nous les avons trouvées en 1966. Tout au plus peut-on constater à Sexey-aux-Forges une extension, sans doute transitoire, des *C. alpina* dans la partie haute du ruisseau, aux dépens des *D. gonocephala* qui restent cependant nombreuses et fort belles.

En conclusion, les environs de Nancy restent riches en Planaires par rapport à d'autres régions de France. On y trouve encore *Dugesia lugubris-polychroa* sous 3 aspects morphologiques et avec 3 formes caryologiques ; *Dugesia tigrina* (race asexuée) qui envahit peu à peu les gisements, avec 2 formes caryologiques ; *Dugesia gonocephala* sous sa forme typique sexuée et sous la forme très probable de *subtentaculata*, asexuée ; *Crenobia alpina* avec 2 formes caryologiques ; *Polycelis tenuis* avec 3 formes caryologiques ; enfin *Dendrocoelum lacteum*, forme typique. La présence récente de *Bdellocephala punctata*, sous 2 aspects morphologiques, laisse espérer qu'elle existe encore ailleurs en Lorraine.

BIBLIOGRAPHIE

- BEAUCHAMP P. de — Turbellariés, Hirudinées, Branchiobdellidés (2^e série). *Biospeologica* n° 58. *Arch. Zool. exp. gén.*, 1932, 73, 113-380.
- BEAUCHAMP P. de — Présence en France d'une Planaire américaine. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1946, 71, 210-212.
- BEAUCHAMP P. de — *Traité de Zoologie* (Paris, Masson), 1961, 4, n° 1, 23-212.
- BENAZZI M. — L'evoluzione cromosomica nella Planaria *Dugesia lugubris*. *La Ric. Scient.*, 1955, 25 Suppl., 75-79.
- BENAZZI M. et POCINI N. — Alcune osservazioni citologiche sulla Planaria *Dendrocoelum lacteum* (O.F. Müller). *Boll. Zool.*, 1959, 26, 435-444.
- BENAZZI M. et PUCCINELLI I. — Cariologia di *Planaria torva* (O.F. Müller). *Caryologia*, 1963, 16, 653-661.
- BENAZZI M., PUCCINELLI I. et DEL PAPA R. — The Planarians of the *Dugesia lugubris-polychroa* group : taxonomic inferences based on cytogenetic and morphologic data. *Rend. Cl. Sc. fis., mat. e nat.*, 1970, 48, 369-376.
- BERMOND N. — Variations de l'activité mitotique de fragments de Planaires maintenus en milieu normal ou en milieu de culture histiotypique. *D.E.S. Sc. Nat. Marseille*, 1967.
- CUENOT L. et MERCIER L. — Sur quelques espèces reliques de la Faune de Lorraine. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1914, 39, 83-97.
- DAHM A.G. — *Dugesia tigrina* (Girard) an American immigrant into European waters. *Proc. Int. Ass. Theor. Appl. Limnol.*, 1955, 12, 554-561.

- DAHM A.G. — Cytotaxonomical analyses of four *Dendrocoelum* species (Turbellaria Tricladida Paludicola). *Lunds Un. Arssk.*, 1961, 57, 3-44.
- DURAND R. — Contribution à l'étude de l'hydrographie et de l'hydrobiologie piscicole du département de Meurthe-et-Moselle. *Imp. Siraudeau*, Angers, 1963, 142 p.
- FUNAIOLI M.L. — Sul problema sistematico di *Dugesia lugubris* e *Dugesia polychroa* (O. Schmidt). *Atti Soc. Tosc. Sc. nat.*, 1951, 58 (Ser. B), 77-84.
- GODRON D.A. — Zoologie de la Lorraine. *Mém. Acad. Stanislas*, 1862, 283 p.
- GOURBAULT N. — Expansion de *Dugesia tigrina* (Girard) Planaire américaine introduite en Europe. *Ann. Limnol. Fr.*, 1969, 5, 3-7.
- GOURBAULT N. — Recherches sur les Triclades paludicoles hypogées. Thèse de Doctorat d'Etat, Paris, 1971.
- HUBAULT E. — Contribution à l'étude des Invertébrés torrenticoles. *Bull. biol. Fr. Belg.*, 1927, suppl. 9, 1-384.
- IJIMA I. — Untersuchungen über den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Süßwasser-Dendrocoelen (Tricladen). *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, 1884, 40, 359-464.
- KELLER J.M. — Contribution à l'étude taxonomique et écologique des Planaires des environs de Nancy. D.E.S. Nat., Nancy, 1974.
- KENK R. — Beiträge zum System der Probursalier (Tricladida paludicola). *Zool. Anz.*, 1930, 89, 145-162 et 289-302.
- LÉGIER P. — Présence dans les Bouches-du-Rhône de la Planaire *Dugesia tigrina* (Girard). *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, 1969, 29, 73-80.
- LE MOIGNE A. — Etude de formules chromosomiques de quelques *Polycelis* (Turbellariés Triclades) de la Région parisienne. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 1962, 87, 259-270.
- LENDER T. — La récolte des Planaires aux environs de Strasbourg : découverte d'une Planaire américaine, *Dugesia (Euplanaria) tigrina* Girard. *Bull. Ass. philom. Als. Lor.*, 1951, 9, 51-52.
- LIENHARD R. — Sur la présence aux environs de Nancy de quelques Coléoptères rares ou prétendus tels. *Ass. fr. p. Avanc. Sc.*, 1921, 45, 695-700.
- MERCIER L. — Sur la présence de *Planaria alpina* Dana aux environs de Nancy. *Arch. Zool. exp. gén.*, 1909, 5 notes et rev., 49-57.
- REMY P. — Les stations françaises du Vorticellien *Ophrydium versatile* (O.F. Müller). *La feuille des Nat.*, 1924, 45, 99-100.
- REYNOLDSON T.B. et BELLAMY L.S. — The status of *Dugesia lugubris* and *D. polychroa* (Turbellaria, Tricladida) in Britain. *Journ. Zool.*, 1970, 162, 157-177.
- RUSSIER R. et LASCOMBE C. — La Planaire américaine *Dugesia tigrina* dans la Région lyonnaise : écologie et tolérance thermique. *Bull. Sté Linn. Lyon*, 1970, 39, 197-206.
- SCHMIDT O. — Die dendrocoelen Strudelwürmer aus den Umgebungen von Gratz. *Zeitsch. wiss. Zool.*, 1859, 10, 24-33.
- SCHMIDT O. — Ueber *Planaria torva* Autorum. *Zeitsch. wiss. Zool.*, 1862, 11, 89-94.
- STÉPHAN F. et SCHILT J. — Etude histologique d'excroissances induites par cautérisation chez la Planaire *Dugesia tigrina* Girard. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 1966, 263, 1732-1734.
- TU T.J. — Ueber das Vorkommen von *Euplanaria tigrina* (Girard) in der Umgebung von Berlin. *Zool. Anz.*, 1938, 124, 81-85.
- TUZET O. et DEL PERRUGIA A.M. — Présence de la Planaire américaine *Dugesia (Euplanaria) tigrina* Girard aux environs de Montpellier. *Vie et Milieu*, 1957, 8, 72-75.

**LES MYCORRHIZES ECTOTROPHES.
VALEUR PHYSIOLOGIQUE DE L'ASSOCIATION
ET EVOLUTION DU CONCEPT.
REVISION BIBLIOGRAPHIQUE***

par

A. UBRIZSY

A. Des données bibliographiques sur les relations physiologiques (parasitisme, symbiotisme ou indifférence) existant au sein de l'association mycorrhizienne sont comparées et analysées.

INTRODUCTION

L'étude des mycorrhizes est une branche relativement récente de la mycologie. Il y a à peine une centaine d'années que ce type d'association entre plantes et champignons a retenu l'attention des chercheurs.

Les premières observations réalisées sur des arbres sont dues à HARTIG (1873, 1888, 1891), mais déjà à la fin du XVIII^e siècle JUSSIEU (*in* UBRIZSY 1970) décrit une formation lâche et cotonneuse partant d'un champignon et donnant naissance à des agglomérats sous l'écorce de la racine.

NAEGELI (*in* UBRIZSY 1970) admet la présence de champignons non pathogènes dans les végétaux, sans utiliser un terme spécial pour désigner ce phénomène. En effet, la notion de symbiose n'est pas encore reconnue chez les plantes supérieures.

GIBELLI (1879, 1882) note la présence de duvet hyphal sur les racines latérales des jeunes Châtaigniers malades. Ayant rencontré les mêmes formations sur des plantes saines, il pense à un phénomène général non caractéristique ni de la maladie (Encre du Châtaignier) ni du Châtaignier.

Au début, HARTIG (1888, 1891) considère la présence de l'enveloppe mycélienne sur les racines latérales des arbres comme l'expres-

* Note présentée à la séance du 11 mars 1976, transmise par M. PIERRE.

sion d'un parasitisme. Ce sont les recherches de KAMIENSZKI (1881) et de FRANK (1885) qui aboutissent à la reconnaissance des relations symbiotiques entre plantes supérieures et champignons. FRANK (1885) définit alors la mycorrhize comme une association symbiotique entre le végétal et le champignon. Il sépare donc nettement la notion de mycorrhize de la notion de parasitisme. Ses observations sur les relations arbres-truffe montrent que la mycorrhize correspond à une interaction physiologique étroite entre le champignon et le végétal aux bénéfices des deux partenaires. Par contre pour Mc DOUGALL (1914) les liens mutuels sont physiologiquement négligeables et le champignon n'est qu'un associé inoffensif.

Dans ses premiers travaux, MELIN (1921, 1925) parle d'un parasitisme mutuel. Il pense que les enzymes des cellules corticales empêchent la pénétration profonde du champignon, et qu'il s'établit ensuite un équilibre. Cet équilibre serait le résultat de la défense continue qu'opposerait la plante à l'agressivité fongique.

Dans la définition de SCHAEDE (1962), la mycotrophie est un « *allel-parasitismus* » : une forme de parasitisme potentiel. La symbiose ne durerait que tant que les facteurs écologiques la permettent.

Dès les débuts des recherches, la question est donc posée : la mycotrophie est-elle une relation symbiotique ou parasitique ? A cette question, en attente depuis une centaine d'années, les chercheurs n'ont pas encore pu donner une réponse définitive et satisfaisante.

En admettant avec SCHAEDE que ce sont réellement les facteurs écologiques tels que : la quantité d'azote assimilable disponible dans le sol, le pH du sol, le développement de la plante, etc... qui déterminent la nature de la relation mycorrhizienne nous pouvons distinguer 3 types de comportement du champignon :

1. Relation symbiotique
2. Relation parasitique
3. Relation d'indifférence.

1. *Relation symbiotique.*

Pour la plupart des chercheurs, la relation mycorrhizienne est de nature symbiotique. Déjà les premières études de FRANK (1885) montrent qu'en face des microorganismes telluriques la présence de champignon est avantageuse dans l'alimentation de la plante. L'association mycorrhizienne est également bénéfique pour le champignon qui obtient du végétal des hydrates de carbone et des fac-

teurs de croissance spéciaux. En effet, d'après la théorie de BJÖRKMAN (1940, 1942, 1944), les hydrates de carbone accumulés dans les racines sont des sources trophiques pour le champignon. Cette théorie a été confirmée plus tard par les études microchimiques de BURGEFF (1960).

Par contre, selon HANDLEY et SANDERS (1962), l'accumulation des hydrates de carbone dans les apex racinaires n'est pas la cause mais l'effet de la mycorrhization. Les études en microscopie électronique de FOSTER et MARKS (1966) sur les grains d'amidon de la plante hôte ont confirmé de nouveau la théorie de BJÖRKMAN (loc. cit.).

D'après BJÖRKMAN (loc. cit.), pour les champignons ectomycorrhiziens, incapables de décomposer la cellulose et la lignine dans les sols, le glucose contenu dans les racines de l'hôte est une source trophique importante. Selon LYR (1960), ces champignons possèdent cependant l'équipement enzymatique nécessaire pour satisfaire leurs besoins en hydrates de carbone. Précisons encore qu'en élaborant sa théorie, BJÖRKMAN a souligné déjà que c'est la présence des hydrates de carbone solubles qui favorise la relation symbiotique. L'absence de ces produits la supprime (1).

Le champignon profiterait encore des produits contenus dans les exsudats racinaires dans la réalisation de son cycle vital complet. On sait, en effet, que de telles substances permettent la germination des basidiospores et le développement des organes fertiles. Selon ROMMEL (1938, 1939), le contact direct du champignon avec les tissus racinaires est indispensable pour le développement des fructifications.

Au début des recherches, on a pensé que l'azote atmosphérique, fixé par le champignon de la mycorrhize, était à l'origine d'une meilleure alimentation de la plante. Cette conception a été remise à jour par RICHARDS et VOIGT (1964), malgré les résultats de MELIN (1924), MOLLER (1947) et BOND (1956), montrant l'inaptitude des champignons à fixer l'azote atmosphérique. Le problème a été de nouveau soulevé par RAMBELLI (1970) qui montre l'aptitude de certaines espèces fongiques, mycorrhiziennes des Conifères, à s'associer avec des bactéries fixatrices d'azote.

Selon HATCH (1936, 1937), MITCHELL et al. (1937), la mycorrhization aboutit à l'augmentation du taux d'azote, phosphore et potassium dans le végétal. Les expériences à l'aide des éléments

marqués démontrent que des produits minéraux absorbés par la plante transitent par le champignon (KRAMER et WILBURG 1949, MELIN et NILSON 1950, 1955, RITTER 1960).

Indépendamment de l'amélioration nutritionnelle, cause évidente d'un meilleur développement de la plante, les champignons mycorrhiziens élaborent d'autres facteurs de croissance (RAYNER et NEILSON 1944). RAYNER (1927), puis LEVISOHN (1956), montrent ainsi l'effet favorable du mycélium sur la croissance du végétal, avant l'établissement des mycorrhizes. L'effet favorable de ces derniers sur le développement de la plante serait dû à l'accélération du métabolisme de l'hôte. LINDQUIST (1939), puis HORAK (1960), démontrent l'existence de substances de croissance élaborées par le champignon. Selon BJÖRKMAN (1961), de telles substances sont déjà disponibles grâce aux microorganismes de la rhizosphère, et celles d'origine fongique sont donc d'importance secondaire. SLANKIS (1948, 1949) retrouve dans le filtrat de culture de certains champignons l'acide indol-acétique, qui est une hormone de croissance bien connue chez les plantes.

Le meilleur développement des individus mycorrhizés sur un sol pauvre peut être expliqué, soit par l'augmentation de la capacité d'absorption du système racinaire, soit par l'accumulation d'aliments due à la présence du champignon (MELIN 1917, LINDQUIST 1939, ECCHER et RAMBELLI 1966, ASAI 1943). Déjà FRANK (1894) montre que les arbres mycorrhizés peuvent se développer sur un sol pauvre en azote minéral, grâce à l'aptitude du champignon à transformer les matières organiques.

Selon STAHL (1900), les mycorrhizes représentent une structure plus absorbante que les racines seules. Ainsi MELIN et NILSSON (1950, 1955) pensent aussi que les hyphes externes du manteau fongique ont une fonction semblable à celle des poils absorbants, dans le prélèvement des sels minéraux. Par contre, selon HACHT et HACHT (1933), les racines possédant ou non un manteau fongique ont exactement la même capacité d'absorption. Pour une surface donnée, les aliments prélevés à travers le manteau fongique sont quantitativement identiques à ceux prélevés par des racines non mycorrhizées.

En conclusion, l'effet favorable de mycorrhization sur la croissance de la plante serait dû essentiellement à l'augmentation des substances nutritives, absorbables par le végétal.

Les mycorrhizes s'observent en premier lieu dans les sols forestiers pauvres en azote (et en phosphates) où les arbres ne trouvent pas

assez d'aliments solubles. Ce manque relatif de sels minéraux serait, selon STAHL (1900), le facteur essentiel du développement des mycorrhizes naturelles des arbres forestiers. L'effet favorable des mycorrhizes est donc beaucoup plus marqué dans des conditions écologiques difficiles.

La symbiose s'établit dans le cas où la réaction de la plante contre la pénétration du champignon est équilibrée. Cette association, dépendant des conditions écologiques, n'est possible que chez les plantes tolérantes à l'infection fongique.

HARLEY (1937) et BJÖRKMAN (1942) expliquent la fréquence élevée des mycorrhizes dans les sols forestiers acides par l'accumulation des hydrates de carbone dans les racines. Cette accumulation serait consécutive à un manque relatif d'azote, de potassium ou de phosphore, et indispensable à l'association mycorrhizienne. Ainsi, dans les forêts fermées et denses où l'activité photosynthétique faible abaisse le taux d'hydrates de carbone dans les racines les mycorrhizes sont moins nombreuses.

Dans les associations mycorrhiziennes établies sur un sol forestier acide, les deux partenaires sont mutuellement favorisés. Il existe, en effet, un équilibre entre l'agressivité du champignon et la réaction de défense de la plante. La rupture de cet équilibre supprime « la mycorrhize vraie ». Dans ce domaine, les expériences de REXHAUSEN (1920) sont très intéressantes. Les conifères cultivés sur un sol de jardin, parfaitement équilibré en aliments, s'opposent à l'invasion fongique, présentent donc peu de mycorrhizes et un développement normal. Ils périssent par contre sur un sol sableux après la formation de pseudomycorrhizes de nature parasitaire. MELIN (1925) montre qu'il est difficile d'établir l'équilibre, par inoculation artificielle, entre une plante physiologiquement faible et le champignon. Ce dernier peut alors se comporter en parasite. Selon BERGEMAN (1953), les arbres jeunes doivent lutter longtemps contre les champignons du sol et établir de vraies mycorrhizes ou bien les déficiences alimentaires et l'affaiblissement les rendent vulnérables.

KIFFER (1974), dans sa révision bibliographique de l'ultrastructure des ecto- et endomycorrhizes, montre l'apparition de nombreuses vacuoles dans les cellules corticales de l'hôte aussi bien chez les mycorrhizes que dans des racines parasitées par des champignons pathogènes. Il en est de même des tannins qui s'accumulent dans les cellules périphériques qui seront tuées à la suite de la pénétration du champignon. L'association mycorrhizienne provoque chez la plante

des changements macroscopiques (diminution de la croissance), morphologiques (SLANKIS 1948), cellulaires (orientation dans le réseau de Hartig), ou ultrastructuraux. Le végétal par la formation du tannin et par la structure du cylindre central limite topographiquement et fonctionnellement l'extension fongique. Selon SCANNERINI (1968, 1972), la mycorrhize ect-endotrophe, très fréquente chez les arbres de 1 à 3 ans (MIKOLA 1965), serait un indice de relation parasitaire. De plus le champignon utiliserait par voie saprophytique, les cellules de l'hôte préalablement tuées. Dans ce type de parasitisme, équilibré par la réaction d'hypersensibilité, beaucoup de cellules racinaires sont lysées. La résistance par hypersensibilité semble également exister chez l'ectomycorrhize. Ces données renforcent l'hypothèse de GARRET (1950) selon laquelle les champignons mycorrhiziens seraient issus, par sélection progressive, de mutants de champignons phytopathogènes.

Le fait que beaucoup de champignons mycorrhiziens puissent être cultivés sur milieux synthétiques montre qu'ils ne sont pas des symbiotes obligatoires. D'ailleurs, selon BURGESS (1936), ils sont capables de décomposer la matière organique du sol comme d'autres champignons telluriques.

HATCH (1937) suppose que l'intensité de l'infection mycorrhizienne est déterminée par l'équilibre nutritionnel de la plante. Quand le rapport N/P/K du sol est convenable, le végétal peut s'opposer à l'association mycorrhizienne qui devient alors inutile. Par contre, selon BJÖRKMAN (1961), le facteur déterminant de la mycorrhization est la quantité d'hydrates de carbone emmagasinés dans les racines, donc il dépend de l'activité photosynthétique. FALKENHAGEN (1966) réunit la théorie de Hacht et de Björkmann. Il considère que l'addition d'engrais azotés à un sol pauvre augmente la synthèse protéinique dans la plante, ce qui, par la diminution des hydrates de carbone racinaires, réduit l'aptitude à la mycorrhization.

2) *Relation parasitaire*

Les études précédentes montrent qu'en présence de sources alimentaires importantes et équilibrées, la mycotrophie n'est pas nécessaire pour la plante, et si elle s'établit quand même, elle est généralement de nature parasitaire. L'absence de mycorrhize dans les bonnes conditions trophiques est donc due à la résistance de la plante, tandis qu'une faible résistance de la part du végétal aboutit à une relation parasitaire. Quand MELIN (1921, 1925) parle de parasitisme mutuel (équilibre entre agressivité fongique et réaction de défense de l'hôte), il souligne que le champignon a besoin des

produits spéciaux élaborés par la plante. L'association est donc favorable pour le champignon même dans le cas où, à cause des conditions favorables, le développement du végétal n'exige plus la présence des mycorrhizes.

Dans les sols riches, les racines mycorrhizées sont plus courtes que dans les sols pauvres, donc l'effet parasitaire s'exprime également par l'inhibition de croissance de ces organes (MILLER 1967, RAMBELLI 1970). SZABO et al. (1970) montrent que l'inhibition de croissance des racines est due aux phytohormones (essentiellement des cytokinines) d'origine fongique.

En 1960, certains participants du symposium de Weimar ont également attiré l'attention sur le fait que la mycotrophie n'est pas toujours une symbiose, donc obligatoirement favorable à la plante. Ainsi selon PEUSS-SCHÖNBECK (1960), l'eusymbiose peut se transformer en disymbiose dans des conditions défavorables pour le végétal. OTTO (1960) souligne que la nature de la relation mycorrhizienne est définie par l'approvisionnement en azote et par l'état physiologique de la plante. FASSI (1960) montre l'absence de mycorrhizes lors d'un approvisionnement convenable en azote, et, selon ACHROMEIKO (1960), l'établissement de l'association dans ces conditions s'effectue toujours aux dépens du végétal. D'après RITTER (1960), ces mycorrhizes augmentent la production de la matière sèche, mais seulement pendant une période au-delà de laquelle cette production diminue probablement par autolyse.

LEVISOHN (1956) montre que les réactions de défense de la plante tendent à maintenir le champignon en position intercellulaire. Selon BAYLISS (1959), *Marasmius oreades* est de caractère fortement parasitaire, les espèces « demi-parasites » sont capables de transformer la symbiose en parasitisme (ex : *Phallus*) tandis que le comportement de *Clitocybe fusipes*, *C. longipes*, *C. radiata* dépend des facteurs nutritionnels du végétal.

Certaines expériences démontrent également le rôle dominant de l'équilibre nutritionnel de la plante dans la nature symbiotique ou parasitique de l'association mycorrhizienne. L'addition d'un mélange sol + litière à une terre stérile portant des cultures de *Pinus radiata* aboutit à une augmentation de croissance de 83 % alors que lors de l'addition d'une suspension de champignons mycorrhiziens, cette augmentation n'est que de 25 % (ECCHER et RAMBELLI 1966).

Les arbres étrangers à la flore de Côte d'Ivoire ne donnaient des résultats satisfaisants à la suite d'inoculation artificielle que

sur un sol relativement pauvre (RAMBELLI 1970, RAMBELLI et BARTOLI 1971). BOKOR (1955) conclut que la mycorrhization des arbres jeunes est facile à réaliser mais la relation établie entre plante et champignon peut évoluer facilement en parasitisme, causant une mortalité élevée. Ce cas arriverait surtout dans des conditions écologiques défavorables où le végétal devient inapte à élaborer suffisamment d'hydrates de carbone pour le champignon, dont l'extension n'est plus limitée aux assises périphériques. Selon BOKOR (1955), la mortalité est surtout élevée dans les sols contenant beaucoup d'humus ou d'azote. Il a même observé des cas de graines non germées malgré l'optimum des facteurs indispensables. Ce phénomène serait dû à la présence de substances inhibitrices d'origine fongique.

3. *Relation d'indifférence.*

Ce type de relation s'établit surtout en présence de litière où, à cause de la teneur élevée en azote, le champignon ne peut pas influencer la croissance de l'arbre. Dans ce cas, c'est la quantité d'azote, phosphore et potassium etc... qui conditionne la nature des mycorrhizes établies. Une teneur minimale d'azote est indispensable pour le développement du champignon, au-delà d'un seuil, la mycotrophie n'est plus indispensable pour le végétal. MELIN (1946) note la formation de peu de mycorrhizes en présence d'une litière à faible teneur en humus. Ce sont des conditions probablement semblables qui ont amené Mc DOUGALL (1914) à considérer le champignon comme un associé inoffensif et physiologiquement inactif de la plante.

Notons encore que les racines des arbres mycorrhizés, développées dans la litière sont généralement dépourvues de mycorrhizes. BOULLARD (1960) et DOMINIK (1960) ne trouvent que peu de mycorrhizes dans l'humus basique. Selon BOULLARD (1961) l'aptitude des arbres à s'associer aux champignons, après l'élaboration des racines de 3 à 5 ans, diminue fortement avec l'âge.

A cause de l'indifférence que manifeste l'arbre pour le champignon dans la litière ou dans l'humus brut, le nombre de mycorrhizes dans ces substrats est faible. La régénération naturelle des forêts, à la suite des coupes, ne donne généralement de bons résultats qu'après la minéralisation de la matière organique, indiquée par l'apparition d'une couverture végétale. On peut encore admettre que la virulence de la population fongique mycorrhizienne s'abaisse également, à ce moment, à un niveau convenable.

BIBLIOGRAPHIE

- ACHROMEIKO (A.I.) 1960 — Die Bedeutung des Mykorrhiza für die Ernährung der Holzpflanzen. *Proc. Int. Myc. Symp. Weimar.*
- ASAI (T.) 1943. — Bedeutung der Mykorrhiza für das Pflanzenleben. *Jap. J. Bot.*, **12**, 359-436.
- BAYLIS (G.T.S.) 1959 — Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on growth of *Griselinia littoralis* (Cornaceae). *New Phytol.*, **58**, 274-280.
- BJÖRKMÄN (E.) 1940 — Mycorrhiza in pine and spruce seedlings grown under varied radiation intensities in rich soils with or without nitrates added. *Medd. Skogsfors.*, **32**, 23-74.
- BJÖRKMÄN (E.) 1942 — Über die Bedingungen der Mykorrhizabildung bei Kiefer und Fichte. *Symp. Bot. Upsal.*, **6**, 1-190.
- BJÖRKMÄN (E.) 1944 — The effect of strangulation on the formation of mycorrhiza in pine. *Svensks. Bot. Tidskrift.*, **38**, 1-14.
- BJÖRKMÄN (E.) 1962 — The influence of ectotrophic mycorrhiza on the development of forest tree plants planting. *Proc. XIII. IUFRO Congress*, Wien, **24**, 1-8.
- BOKOR (R.) 1955 — A mykorrhiza-gombákakal történeti talajoltások új agrotechnikai eljárása. *Kert Kut.*, 27-45.
- BOND (G.) 1956 — An isotopic study of the fixation of nitrogen associated with nodulated plants of *Alnus*, *Myrica* and *Hippophae*. *J. exp. Bot.* **6**, 303.
- BOULLARD (B.) 1960 — Licht und Mykorrhiza. *Proc. I. Int. Myc. Symp. Weimar.*
- BOULLARD (B.) 1961 — Influence du photopériodisme sur la mycorrhization de jeunes conifères. *Bull. Soc. Linn. Normandie.* **10**, 30-46.
- BURGEFF (H.) 1960 — Histologie und Einteilung des Mykorrhiza. *Proc. I. Int. Myc. Symp. Weimar.*
- BURGESS (A.) 1936 — On the significance of mycorrhiza. *New Phytol.* **35**, 117-131.
- DOMINIK (T.) 1960 — Morphologie, Systematik und die Abhängigkeit des Auftretens der Mykorrhizen von verschiedenen Pflanzenassoziationen und Böden. *Proc. I. Int. Myc. Symp. Weimar.*
- DOMINIK (T.) 1959 — Entwicklungsdynamik der Mykorrhizen von *Pinus sylvestris* und *Boletus luteus* in Agrarböden. *Soc. Sc. Stet.* **1**, 1-17.
- ECCHER (A.), RAMBELLI (A) 1966 — Influenza dell'inoculazione micorrizica sullo sviluppo del *Pinus radiata* D. Don. *Publi. Centro Sper. Agric. Forest.* **9**, 11-22.
- FALKENHAGEN (E.R.) 1966 — Quelques données récentes sur les mycorrhizes du Hêtre (*Fagus sylvatica* L.). *Bull. Roy. Forest. Belg.* 1-12.
- FASSI (B.) 1960 — Die Verbeitung der ektotrophen Mykorrhiza im Streu. *Proc. I. Int. Myc. Symp. Weimar.*
- FOSTER (R.C.), MARKS (G.C.) 1966 — The fine structure of the mycorrhizas of *Pinus radiata* D. Don. *Austr. J. Biol. Sc.* **19**, 1027-1038.
- FRANK (A.) 1885) — Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. *Dtsch. Bot. Ges.* **3**, 128-145.
- FRANK (A.) 1894 — Die bedeutung der Mykorrhizapilze für die gemeine Kiefer. *Firstwiss. Zbl.* **38**, 185-190.

- GARRETT (E.) 1950 — Ecology of the root-inhabiting fungi. *Biol. Rev.* **25**, 220-254.
- GIBELLI (C.) 1879 — La malattia del Castagno. Osservazioni ed esperienze. Modeno.
- GIBELLI (C.) 1882 — Nuovi studi sulla malattia del Castagno detta dell'inchiostro. *Acad. Sci. Istit. Bologna.* 33-47.
- HANDLEY (W.R.C.), SANDERS (C.J.) 1962 — The concentration of easily soluble reducing substances in roots and the formation of ectotrophic mycorrhizal association. A re-examination of Björkman's hypothesis. *Plant and Soil.* **16**, 42-61.
- HARLEY (J.L.) 1937 — Ecological observations on the mycorrhiza of beech. *F. Ecol.* **25**, 421-423.
- HARTIG (R.) 1873 — Vorläufige Mitteilung Über den Parasitismus von *Agaricus melleus* und dessen Rhizomorphen. *Bot. Ztg.* **31**, 295-297.
- HARTIG (R.) 1888 — Die Pflanzenlichen Wurzelparasiten. *Allg. Forst-Jagdzt.* **64**, 118-123.
- HARTIG (R.) 1891 — Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Forstgewächse. *Springer Verlag. Berlin.* 220 p.
- HATCH (A.B.) 1936 — The role of mycorrhizae in afforestation. *J. For.* **34**, 22-29.
- HATCH (A.B.) 1937 — The physical basis of mycotrophy in *Pinus*. *Black Rock Forest Bull.* **6**, 1-168.
- HATCH (A.B.), HATCH (C.T.) 1933 — Some Hymenomycetes forming mycorrhizae with *Pinus strobus* L. *J. Arnold Arb.* **14**, 324-334.
- HORAK (E.) 1960 — Untersuchungen zur Wuchsstoffsynthese der Mykorrhizapilze. *Proc. I. Inter. Myc. Symp. Weimar.*
- KAMIENSZKI (F.M.) 1881 — Die Vegetationsorgans der *Monotropa hypopitys* L. *Bot. Zeit.* **29**, 458-461.
- KESSEL (S.L.) 1927 — Soil organisms ; the dependence of certain pine species on a biological soil factor. *Emp. For. J.* **6**, 70-74.
- KIFFER (E.) 1974 — Etude des champignons mycorrhiziens et de quelques autres souches associées à l'Épicea en Lorraine. Thèse Univ. Nancy 1. 109 p.
- KRAMER (P.J.), WILBURG (K.M.) 1949 — Absorption of radioactive phosphorus by mycorrhizal roots of pine. *Science*, **110**, 8-9.
- LEVISOHN (I.) 1956 — Growth stimulation of forest tree seedlings by the activity of free-living mycorrhizal mycelia. *Forest*, **29**, 53-59.
- LINDQUIST (B.) 1939 — Die Fichtenmykorrhiza im Lichte der modernen Wuchsstoffforschung. *Bot. Not.* **12**, 315-356.
- LYR (H.) 1960 — Zur Frage des Streuebbaues durch Mykorrhizapilze. *Proc. I. Inter. Myc. Symp. Weimar.*
- MCDUGALL (W.B.) 1914 — On the mycorrhizas of forest trees. *Amer. J. Bot.* **1**, 51-74.
- MELIN (E.) 1917 — Studier öfver der norrländska myrmarkernas vegetation med särskildhansyn till deras skogsvegetation efter torrläggings. *Akad. Avh. Uppsala*, **7**, 426 p.
- MELIN (E.) 1921 — Über die Mykorrhizapilze von *Pinus silvestris* L. und *Picea abies* (L.) Karst. *Svensk. Bot. Tidskr.* **15**, 192-203.

- MELIN (E.) 1924 — Zur Kenntnis der Mykorrhizapilze von *Pinus montana* Mill. *Bot. Notiser.* 69-92.
- MELIN (E.) 1925 — Untersuchungen über die Bedeutung der Baummykorrhiza. Eine ökologische physiologische Studie. *Fischer Verlag. Jena.* 152 p.
- MELIN (E.) 1946 — Der Einfluss von Waldstreuextrakten auf das Wachstum von Bodenpilzen mit besonderer Berücksichtigung der Wurzelpilze von Bäumen. *Symb. Bot. Upsalensis.* 8, 1-116.
- MELIN (E.), NILSSON (H.) 1950 — Transfer of radioactive phosphorus to pine seedlings by means of mycorrhizal hyphae. *Physiol. Plant.* 3, 88-92.
- MELIN (E.), NILSSON (H.) 1955 — Ca⁴⁵ used as an indicator of transport. *Bot. Tidskr.* 49, 119-122.
- MELIN (E.), NILSSON (H.) 1957 — Transport of C¹⁴ labelled photosynthate to fungal associate of pine mycorrhiza. *Svensk Bot. Tidskr.* 51, 166-186.
- MIKOLA (P.) 1965 — Studies on the ectendotrophic mycorrhiza of pine. *Acta For Fenn.* 79, 1-56.
- MILLER (C.O.) 1967 — Zeatin and zeatin riboside from a mycorrhizal fungus. *Science*, 157, 1055-1057.
- MITCHELL (H.L.), FINN (R.F.), ROSENDAHL (R.O.) 1967 — The relation between mycorrhizae and the growth and nutrient absorption of coniferous seedlings in nursery beds. *Black Rock Forest Bull.* 1, 58-73.
- MÖLLER (C.A.) 1947 — Mycorrhiza and nitrogen assimilation with special reference to mountain pine (*Pinus mugo* Turra) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst). *Forstl. Fors. Danmark*, 19, 105-208.
- MORANDI (L.), BALDACCI (E.) 1954 — I funghi. Ed. Garzanti Milano, 220 p.
- OTTO (G.) 1960 — Über die endotrophe Mykorrhiza an Obstgehölzen und ihre Wechselbeziehung zum Standort und zur Wirtspflanze. *Proc. I. Inter. Myc. Symp. Weimar.*
- PEUSS-SCHÖNBECK (H.), WINTER (A.G.) 1960 — Zur Bedeutung der endotrophen Mykorrhiza für die Entwicklung von Nutzpflanzen. *Proc. I. Inter. Myc. Symp. Weimar.*
- RAMBELLI (A.) 1970 — Secondo atlante di alcune forme micorriziche rinvenute sul *Pinus radiata* in Italia. *Centro Sper. Agr. For. suppl.* 10, 1-84.
- RAMBELLI (A.), BARTOLI (A.) 1971 — Micologia. Ecologia dei funghi. Ed. Ateneo, Roma, 166 p.
- RAYNER (M.C.) 1927 — Mycorrhiza. *Cambridge Univ. Press.* 250 p.
- RAYNER (M.C.), NEILSON (J.W.) 1944 — Problems in Tree nutrition. *Faber et Faber, London*, 184 p.
- REXHAUSEN (L.) 1920 — Über die Bedeutung der ektotrophen Mykorrhiza für die höheren Pflanzen. *Beitr. Biol. Pfl.* 14, 19-58
- RICHARDS (B.N.), VOIGT (G.K.) 1964 — Role of mycorrhiza in nitrogen fixation. *Nature*, 201, 310-311.
- RITTER (G.) 1960 — Zur Frage des synthetischen Wirkungsgrades von Mykorrhizapilzen auf kunstlichen Substrat. *Proc. I. Inter. Myc. Symp. Weimar.*
- ROMMEL (L.G.) 1938 — A trenching experiment in spruce forest and its bearing on problems of mycotrophy. *Svensk. Bot. Tidskr.* 32, 89-99.

- ROMMEL (L.G.) 1939 — The ecological problem of mycotrophy. *Ecology*, **20**, 163-167.
- SCANNERINI (S.) 1968 — Sull'ultrastruttura delle ectomicorrize. II. *Allionia*, **14**, 77-96.
- SCANNERINI (S.) 1972 — Ultrastruttura di micorrize ectendotrofiche in *Pinus strobus* L. *Allionia*, **18**, 151-161.
- SCHAEDE (R.) 1962 — Die pflanzlichen Symbiosen. Fischer Verl. Stuttgart, 238 p.
- SLANKIS (V.) 1948 — Einfluss von Exudaten von *Boletus variegatus* auf die dichotomische Verzweigung isolierter Kieferwurzeln. *Physiol. Plant.* **1**, 390-400.
- SLANKIS (V.) 1949 — Wirkung von B-Indolylessigsäuer auf die dichotomischen Verzweigung isolierter Wurzeln von *Pinus silvestris* L. *Svensk Bot. Tidskr.* **14**, 603-607.
- STAHL (E.) 1900 — Der sinn der Mykorrhizenbildung. *Jahrb. wiss. Bot.* **34**, 539-668.
- SZABO (L.GY.), POZSAR (B.I.), KOTA (M.) 1970 — Cytokinin activity of the fruiting body of *Coprinus micaceus* Fr. *Acta Agr. Acad. Sc. Hung.* **19**, 402-403.
- UBRIZSY (A.) 1970 — Le micorrize. Thèse Univ. Roma. 44 p.
- UBRIZSY (A.) 1975 — The role of ultrastructure experiment in ecto- and ectendotroph mycorrhiza research. *Mikol Köz.* **3**, 137-145.

Istituto Botanico delle Università de Roma
Città Universitaria
00100 ROMA (Italia)
