

Les naturalistes belges



51-6
juin-juillet
1970

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

LES NATURALISTES BELGES

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

Conseil d'administration :

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

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

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

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

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

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

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

Section des Jeunes : M. A. QUINTART, Institut royal des Sciences naturelles, rue Vautier, 31. — 1040 Bruxelles. Les membres de la Section sont des élèves des enseignements moyen, technique ou normal ou sont des jeunes gens âgés de 15 à 18 ans. Les Juniors (cotisation : 50 F) reçoivent un ou deux numéros de la Revue. Les Étudiants (cotisation : 50 F) reçoivent la série complète. Tous participent aux activités de la Section.

Secrétariat et adresse pour la correspondance : M. Pierre VAN GANSEN, av. De Roovere 20. — 1080 Bruxelles. Tél. 23.23.40.

Local et bibliothèque, 31, rue Vautier, Bruxelles 4. — La bibliothèque est ouverte les deuxième et quatrième mercredis du mois, de 14 à 16 h ; les membres sont priés d'être porteurs de leur carte de membre. — Bibliothécaire : M^{lle} M. DE RIDDER.

Cotisations des membres de l'Association pour 1970 (C.C.P. 2822.28 des Naturalistes Belges, 20, avenue De Roovere, Bruxelles 8) :

Avec le service de la Revue :

Belgique :

Adultes	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	200 F
Étudiants (ens. supérieur, moyen et normal), non rétribués ni subvention-														
nés, âgés au max. de 26 ans	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	150 F
Allemagne fédérale, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	200 F
Autres pays	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	225 F
Avec le service de 1 ou 2 numéros de la Revue : Juniors (enseignements moyen														
et normal)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	50 F
Sans le service de la Revue : tous pays : personnes appartenant à la famille d'un														
membre adulte recevant la Revue et domiciliées sous son toit	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	25 F

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

Tout membre peut s'inscrire à notre section de mycologie ; il suffit de le mentionner sur le coupon de versement. S'il s'inscrit *pour la première fois*, il doit en aviser le secrétaire de la section, afin d'être informé des activités du *Cercle de mycologie*. Écrire à M^{me} Y. GIRARD, rue du Berceau, 34. — 1040 Bruxelles.

Pour les versements : C.C.P. n° 2822.28 Les Naturalistes belges
av. De Roovere, 20. — 1080 Bruxelles

LES NATURALISTES BELGES

SOMMAIRE

QUINET (G. E.). Les Mosasauriens de la Belgique (1 ^e partie) . . .	257
MICHEL (M.), GRAS (M.) et HOMÈS (J.). Le Crown-gall . . .	271
MICHA (J. Cl.) et RUWET (J. Cl.). La pêche électrique en rivière et ses utilisations dans la région liégeoise . . .	291
Bibliothèque . . .	307



**1970: Année européenne
de la conservation de la nature**

Les Mosasauriens de la Belgique

par G. E. QUINET

(I.R.Sc.N.B.)

I. — Généralités. Première Partie.

*Sous son ventre sont des pointes aiguës ;
On dirait une herse qu'il étend sur le limon.
Il fait bouillir le fond de la mer comme une chaudière,
Il l'agite comme un vase rempli de parfums...
Sur la « mer » nul n'est son maître ;
Il a été créé pour ne rien craindre.*

I. — INTRODUCTION

Ces versets du Livre de Job, légèrement modifiés pour la circonstance, et consacrés à la splendeur de la création divine, correspondent dans leur substance à ces reptiles fabuleux, à ces monstres de légende, à ces énormes serpents de mer que sont les Mosasaures.

Mosa = la Meuse — *Sauros* = le Saurien : Saurien de la Meuse.

A première vue quelle étrange association ! La Meuse bucolique avec ses rives enchanteresses, la Meuse du pêcheur qui laisse paresseusement traîner sa ligne, en somnolant dans sa barque, la vallée de la Meuse chère aux amoureux, tout ce décor pittoresque et paisible bien à la mesure humaine et puis le Saurien, frère de l'ennemi originel, le Reptile maudit, artisan de la chute de l'Homme !

Et pourtant, il y a 85 millions d'années, aux mêmes endroits, mais cette fois en pleine mer, les puissants Mosasaures, fendaient les flots, cruels, sanguinaires, perpétuellement en chasse.

La réalité implacable de la lutte pour la Vie ne laisse aucune place à la rêverie.

II. — HISTORIQUE

L'histoire du premier crâne de Mosasaure trouvé à Maestricht, sur les bords de la Meuse, mérite qu'on s'y attarde quelques instants.

Alors que pour les Iguanodons de Bernissart, on pouvait évoquer Aladin et sa lampe merveilleuse, avec le Mosasaure, ou « grand animal de Maestricht », tous les acteurs du roman larmoyant du XVIII^e siècle anglais semblent réunis : un père noble dépouillé de son bien, un vil pillard que la postérité jugera sévèrement, un fils vengeur qui fera rendre justice par un homme intègre.

La pure héroïne, traquée par des persécuteurs tenaces, est malheureusement absente, la paléontologie ne faisant pas bon ménage avec le sexe féminin au siècle des lumières.

Donc, le crâne découvert à la Montagne Saint-Pierre vers 1770 donna lieu très rapidement à de multiples controverses, aussi bien juridiques que scientifiques.

Juridiques, parce que la propriété de la pièce était réclamée à la fois par le Docteur HOFFMANN, collectionneur célèbre de tous les fossiles de la montagne, et par un des chanoines de la ville, qui se fondant sur la loi féodale, réclamait la propriété de l'objet.

Scientifiques, puisque Pierre CAMPER crut avoir à faire à un cétacé, ce qui était une simple erreur de classe.

Là dessus intervint le traître de l'histoire, FAUJAS DE SAINT-FOND, commissaire de la République française pour les Sciences en Belgique, déjà occupée ; car tout le monde sait que les armées de la République une et indivisible, animées d'un esprit messianique

et quelque peu mercantile, nous avaient envahis une fois de plus, de sorte qu'en 1795, KLEBER mettait le siège devant Maestricht.

Après une série de péripéties, trop longues à raconter, le malencontreux FAUJAS DE SAINT-FOND entra en possession du précieux crâne, l'expédia à Paris et entreprit son étude.

Mais, comme le dit si bien un auteur, dans le style du temps : « le ravisseur, puni apparemment d'avoir voulu transporter les us de la guerre sur le terrain de la Science, commit erreur sur erreur dans l'examen de sa conquête ».

Il attribua en effet les ossements à un crocodile.

Il fut contredit sur chaque point, par Adrien CAMPER, fils du précédent, qui considéra le mosasaurien comme représentant un genre particulier affilié aux monitors et aux iguanes actuels.

La justice immanente se manifesta sous les traits nobles de G. CUVIER qui se ralliait à cette opinion et montrait que ce reptile était un intermédiaire entre les lézards sans dents au palais et les lézards pourvus de dents palatines.

La morale était sauve, mais le crâne est resté à Paris, où il est toujours possible de l'admirer.

Il paraît que bien mal acquis ne profite jamais !

III. — SYSTÉMATIQUE DES MOSASAURIENS

Les Mosasaures appartiennent à la classe des Reptiles.

On pourrait énumérer un certain nombre de différences fondamentales qui séparent le mammifère du reptile, entre autres, l'unité ostéologique de la mandibule mammalienne constituée d'un seul os, en opposition avec le caractère composite de la mandibule reptilienne formée de plusieurs pièces osseuses.

On se bornera ici à évoquer le problème de la régulation thermique.

Le reptile est poikilotherme tandis que le mammifère est homéotherme ; en d'autres termes, le mammifère possède une température interne constante, indépendante du milieu extérieur entre certaines limites. Par opposition, le reptile présente une température interne fonction directe de la température externe.

Son activité elle-même se situera donc entre certaines limites thermiques, beaucoup plus restreintes que celles du mammifère.

C'est ainsi que les évolutions des lézards marins géants auraient dépendu, théoriquement, de variations thermiques, de l'ordre de quelques degrés, du milieu ambiant.

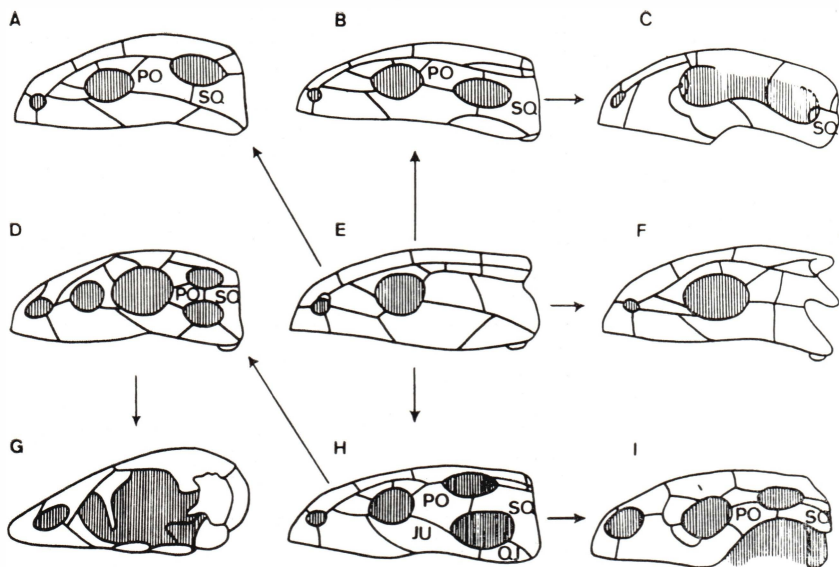


FIG. 1. — Divers types de crânes de Reptiles :

A, crâne euryapside (fenêtre temporale au-dessus de l'arcade squamoso-postorbitaire) ; dans le type parapside la fenêtre est encore plus médiale.

B, crâne synapside (fenêtre temporale au-dessous de l'arcade squamoso-postorbitaire).

C, crâne synapside de Mammifère (la barre postorbitaire en arrière de l'œil disparaît en général).

D, crâne diapside d'Archosaure (deux fenêtres temporales + une fenêtre antéorbitaire).

E, crâne anapside (sans fenêtre temporale).

F, crâne anapside de Tortue.

G, crâne d'Oiseau.

H, crâne diapside (deux fenêtres temporales).

I, crâne de Lézard (crâne diapside modifié par ouverture de l'arcade jugoquadrato-jugale) (d'après J. AUBOIN, R. BROUSSE et J. P. LEHMAN 1967).

En réalité, la physiologie a montré que les animaux de grande taille ont un volant thermique important ; ils se réchauffent et se refroidissent lentement, de sorte qu'ils sont relativement peu sensibles aux variations ambiantes rapides.

Au sein des Reptiles, les Mosasauriens se classent parmi les Diapsidés, possédant théoriquement sur la paroi latérale du crâne, deux fosses temporales séparées par un arc osseux joignant le squamosal et le postorbitaire (*Fig. 1*).

Avec les Squamates de type moderne, on constate la disparition de l'arc temporal inférieur et l'ouverture vers le bas de la fenêtre infra-temporale.

Les Varanoïdes enfin, groupent, à la fois, des formes terrestres, comme les Varans actuels, et des formes aquatiques dont les Mosasauriens font partie.

Avant d'entamer la description des particularités anatomiques et écologiques des Mosasauriens, il nous paraît indispensable de résumer à grands traits la systématique générale de ces Mosasauriens. Rattachés à l'infra-ordre des Platynotes et au super-ordre des Squamates, les Mosasauriens appartiennent aux Diapsidés et ainsi à la classe des Reptiles.

La famille elle-même est divisée en 3 sous-familles :

- 1) les Mosasaurinés à petit rostre et à plancher du basioccipital ou du basisphénoïde dépourvu de canal ou fosse basiliaire ;
- 2) les Plioplatecarpinés à petit rostre et à canal basiliaire ;
- 3) les Tylosaurinés à grand rostre et sans canal basiliaire.

IV. — OSTÉOLOGIE

1. *Le crâne (Fig. 2).*

La forme du crâne rappelle typiquement l'allure varanoïde. Triangulaire, aplati et allongé, il porte parfois un petit rostre qui peut jouer un certain rôle dans la classification.

L'orbite de grande taille, fermée en arrière, contient un anneau de plaques sclérotiques protectrices de la cornée. Le pariétal montre un orifice pinéal.

À côté de dents maxillaires, de puissance et de forme variables, les Mosasauriens possèdent des dents implantées dans le palais lui-même.

Ces éléments dentaires sont portés par les ptérygoïdes.

La mandibule est divisée en deux parties : une postérieure composée de l'angulaire, du supraangulaire, du coronoïde et de l'articulaire ; une antérieure formée du splénial et du dentaire.

Le dispositif d'articulation est en quelque sorte triple, puisque :

- 1) l'os carré unit la mandibule au squamosal ;
- 2) la mandibule est dépourvue d'une symphyse médiane remplacée par une liaison ligamenteuse ;
- 3) une véritable articulation mobile existe entre le splénial et l'angulaire, permettant une laxité latérale des mandibules.

Le résultat des deux dernières particularités est la possibilité

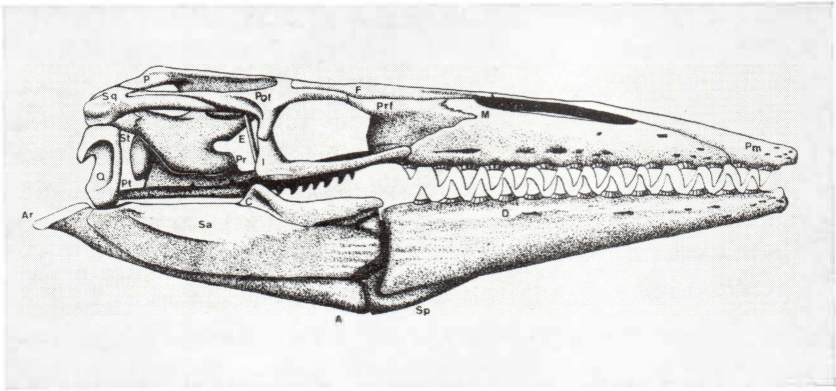


FIG. 2. — Vue latérale d'un crâne de *Tylosaurus neopaeolicus*, d'après D. E. RUSSELL, (1967).

P. : pariétal ; Sq. : squamosal ; Pof. : postfrontal ; F. : frontal, Prf. : préfrontal ; M. : maxillaire ; Pm. : prémaxillaire ; J. : jugal, Q. : carré ; Pt. : ptérygoïde ; Ar. : articulaire ; Sa. : supraangulaire ; C. : coronoïde ; A. : angulaire ; Sp. : splénial ; D. : dentaire ; St. : supratemporal ; Pr. : prootique ; E. : épiptérygoïde.

d'ingestion de proies de grande taille, déjà retenues par les dents ptérygoïdiennes.

Les couronnes dentaires elles-mêmes sont variables (coniques, lisses, cannelées, hémisphériques etc.).

2. La colonne vertébrale et les côtes.

Par suite de l'absence de sacrum différencié, on distingue quatre régions dans la colonne vertébrale.

Les vertèbres sont fort nombreuses ; leur nombre varie pratiquement de genre à genre (126 à 134 éléments).

Le tronc est plus ou moins allongé, les côtes sont unicéphales.

Au thorax, elles se rattachent à un sternum cartilagineux.

La queue est puissante dans certains cas, plus faible dans d'autres.

Le rapport avec la dynamique générale de la natation est évident. Une nageoire caudale soutenue par des apophyses épineuses allongées se rencontre chez les puissants nageurs.

Des os chevrons s'articulent avec les vertèbres caudales.

Les proportions relatives de la tête, du cou, du tronc, et de la queue varient d'après les genres.

Le genre *Plioplatecarpus*, pour une taille globale de 5 mètres, présente les proportions suivantes :

Tête : $< 1/10$ — Cou : $\leq 1/10$ — Tronc : $\geq 3/10$ — Queue : $5/10$.

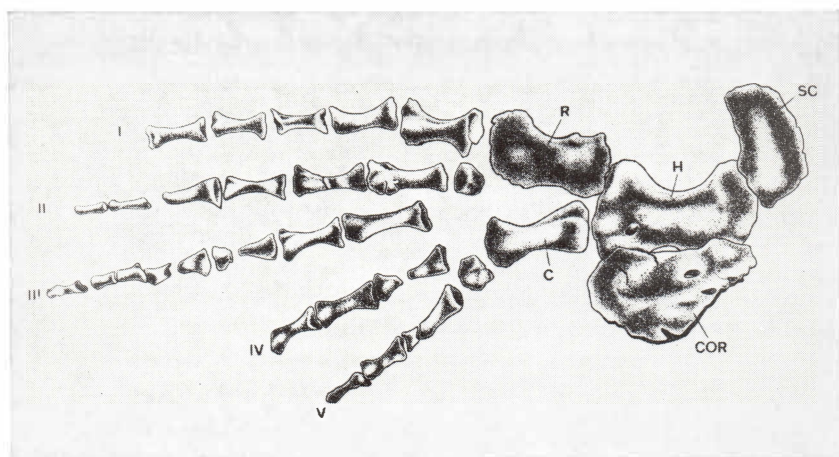


FIG. 3. — Ceinture scapulaire et membre antérieur de *Hainosarus bernardi*. I.R.Sc.N.B.

Sc. : scapula ; Cor. : coracoïde ; H. : humérus ; R. : radius ; C. : cubitus, I à V : numéro des doigts.

Si l'on rapproche ces données du genre *Mosasaurus conodon*, on obtient :

Tête : $< 1/11$ — Cou : $< 1/11$ — Tronc : $\leq 5/11$ — Queue : $\leq 4/11$.

Ainsi *Plioplatecarpus* possédait une queue de taille relativement grande, associée à un tronc court.

La queue, dans ce genre, dépourvue de constriction à la base, ne semblait pas constituer une puissante palette comprimée bilatéralement comme chez *Mosasaurus*.

3. Ceintures scapulaire et pelvienne ; les membres.

a) La ceinture scapulaire et le membre antérieur.

Les membres, d'une façon générale, sont adaptés à la locomotion aquatique et ont, de ce fait, subi un certain nombre de modifications.

Sustentatrice des membres antérieurs, la ceinture scapulaire quitte la région dorsale pour glisser latéralement.

La scapula et le coracoïde présentent des variations de taille d'une grande amplitude.

Ainsi le gigantesque *Hainosaurus* a des omoplates minuscules, tandis que le petit *Plioplatecarpus* en possède d'énormes.

L'interclavicule et la clavicule sont absents ou négligeables.

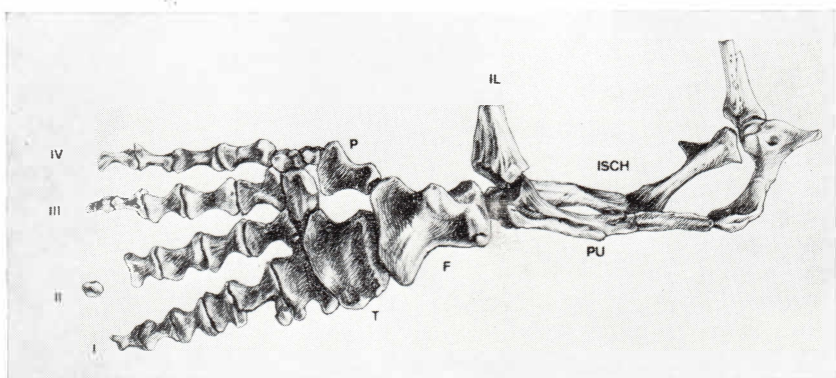


FIG. 4. — Ceinture pelvienne et membre postérieur de *Mosasaurus conodon*. I.R.Sc.N.B.
 IL : ilion ; Isch. : ischion ; Pu. : pubis ; Fe : fémur ; T. : tibia ; P. : péroné ; I à IV : doigts.

Les membres antérieurs, comme les postérieurs d'ailleurs, se sont spécialisés (Fig. 3).

Les griffes ont disparu ; les doigts se sont métamorphosés en une sorte de palette natatoire. Le nombre de phalanges a augmenté, mais jamais le nombre de doigts.

Cette spécialisation a subi divers degrés pour aboutir finalement à la forme idéale.

Ainsi, chez les formes primitives comme *Clidastes*, les doigts écartés sont unis par une palmure épaisse. L'animal se traînait péniblement sur la terre ferme.

Chez *Mosasaurus*, l'humérus s'est élargi et raccourci ; les doigts se rapprochent l'un de l'autre. Le membre tend à se transformer en une véritable palette.

L'animal n'allait vraisemblablement pas à terre.

Le maximum de spécialisation sera atteint chez *Plotosaurus* où les doigts sont pratiquement accolés.

Une dernière remarque doit être faite concernant les rapports respectifs du corps et des membres antérieurs de certains Mosasauriens.

Chez *Mosasaurus conodon*, le rapport membres-corps vaut 1/13.
 Chez *Plioplatecarpus* le même rapport vaut 1/8.

b) La ceinture pelvienne et le membre postérieur.

Plus faible que la ceinture scapulaire, elle est composée d'un ilion, d'un pubis et d'un ischion (Fig. 4).

L'ilion, mince, est attaché par des ligaments à l'apophyse transverse de la première vertèbre sacrée.

Le fémur, le tibia et le péroné sont semblables à leurs homologues antérieurs, mais plus fins et plus étroits.

Les métatarses et les phalanges correspondent aux éléments du membre antérieur.

V. — NATATION ET PLONGÉE

Jamais le terme si galvaudé de « Serpents de Mer » ne s'est mieux appliqué qu'aux Mosasaures.

Par la systématique, ils sont proches des Ophidiens ; par les mœurs, ils s'en séparent, encore que les Hydrophiidés soient marins ; morphologiquement plus épais, moins souples, pourvus de palettes équilibratrices plus ou moins développées, les Mosasaures hantaient les mers de la fin du Crétacique.

Soit redoutables chasseurs, soit assagis, paisibles mangeurs de mollusques, ils n'en avaient pas moins pratiquement éliminé les Ichtyosaures et les Plésiosaures, leurs prédécesseurs, cependant parfaitement adaptés à la vie marine.

On peut, dès lors, se poser deux problèmes essentiels :

- 1) Comment nageait le Mosasaurien ?
- 2) Comment plongeait-il ?

En rapport avec la morphologie générale du corps, les masses musculaires, les volumes osseux, la natation s'exerçait par des ondulations rappelant les mouvements du serpent dans le plan horizontal.

L'aspect anguilliforme du corps allait de pair avec des vitesses relativement peu importantes.

Les palettes natatoires ne jouaient pas de rôle dans la locomotion mais bien dans l'équilibration et la mobilité latérale.

De même, le cou allongé facilitait les mouvements de rotation.

Les proportions relatives des divers segments corporels des Mosasauriens, variant d'après les genres, entraînaient certainement des différences dans la dynamique et dans le régime alimentaire.

L'importance de la nageoire caudale indiquait la rapidité relative de la natation.

Mosasaurus était l'exemple type d'une telle locomotion.

Plioplatecarpus possédait de grandes palettes et une queue longue, puisqu'elle correspond à la moitié de la taille globale de l'indi-

vidu, mais sans rapport avec la puissante nageoire caudale de *Mosasaurus*.

Ces dispositions indiquaient une plus grande agilité.

L'animal se nourrissait sans doute de poissons de petite taille par opposition au *Hainosaurus*, qui, moins souple, s'attaquait à des proies imposantes et probablement, dans certains cas, à ses congénères de format plus réduit.

Les plus calmes parmi les Mosasauriens se contentaient de mollusques et de crustacés qu'ils broyaient grâce à des dents sphériques.

Il reste une dernière aptitude particulière à examiner : l'adaptation de certains genres à des plongées relativement profondes, de l'ordre de plusieurs centaines de mètres.

A la lumière des observations actuelles, il semble bien que cette prétention doive être abandonnée.

Il n'existe aucun argument formel permettant de défendre de telles performances.

VI. — ÉCOLOGIE ET REPRODUCTION

Les Mosasauriens fréquentaient probablement des mers subtropicales peu profondes.

Certains, cependant, ont vécu à des distances de plusieurs centaines de kilomètres des côtes.

En fonction de leur habitat, on peut leur attribuer une coloration verdâtre à grise.

Les jeunes, s'ébattant près des côtes, auraient présenté une pigmentation différente.

L'évolution des membres a montré que l'animal se rendait à terre avec les plus grandes difficultés. Toutefois, le grave problème de la reproduction se posait avec une acuité capitale.

Le cannibalisme des Mosasauriens est une évidence reconnue, mais aucune trace de jeunes embryons n'a jamais été retrouvée dans la cavité abdominale d'un adulte. L'animal n'était pas ovovipare.

Après avoir remonté les rivières, les femelles rampaient probablement sur les bancs de sable et y déposaient leurs œufs au voisinage d'eaux peu profondes, protégées et poissonneuses.

Une hypothèse séduisante envisage également la possibilité de véritables « rookeries », analogues à celles des phoques actuels, où les jeunes étaient à l'abri des grands prédateurs terrestres.

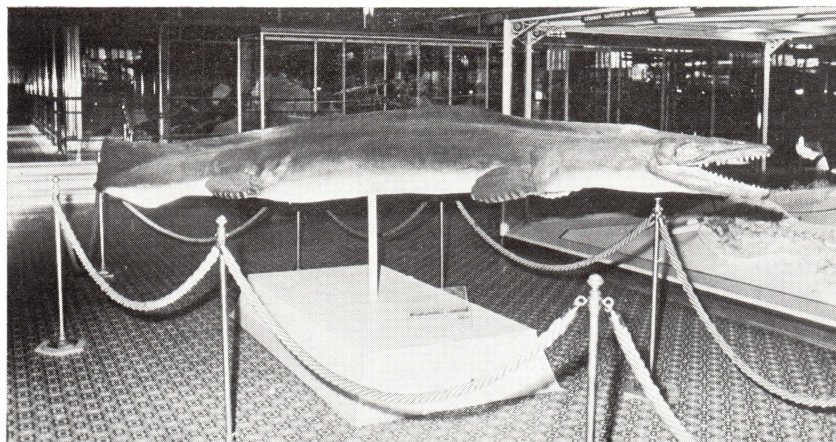


FIG. 5. — *Mosasaurus conodon* (reconstitution en grandeur nature) d'après J. LAENEN.
Exposition de l'I.R.Sc.N.B. sous la direction de G. E. QUINET.

VII. — ANIMAUX CONTEMPORAINS. CONDITIONS DE VIE. MŒURS DES MOSASAURIENS

La fraction terminale de l'ère secondaire ou Crétacique supérieur marque un véritable carrefour vital.

On sait que le Mésozoïque a connu l'apogée du règne des Reptiles ; en fin de cette époque, sans que l'on puisse en déceler les causes profondes d'une manière précise, l'hégémonie reptilienne va brutalement s'effondrer, pour céder la prédominance, au début du Tertiaire, à un mode de vie mieux adapté aux conditions ambiantes. Les Mammifères, homéothermes et vivipares, vont à leur tour dominer le monde vivant.

Toutefois, avant que cette involution reptilienne ne s'accomplisse entièrement, la nature va engendrer dans un suprême effort une série de créatures qui marqueront l'apothéose d'une époque.

Sur terre, sur mer, et dans les airs surgiront des formes baroques, excessives, derniers sursauts d'un empire agonisant.

Les énormes mastodontes (*Diplodocus*, *Brontosaurus*, *Brachiosaurus*) ont terminé leur carrière ; les célèbres *Iguanodons*, eux-mêmes, ont quitté la scène d'un monde inhospitalier.

Les Ichtyosaures et les Plésiosaures, rois déchus de la mer, se raréfient progressivement. Le gigantisme triomphe maintenant dans le monde aérien.

Le dynamisme reptilien va s'éteindre dans son baroquisme ;

le pragmatisme mammalien s'installera bientôt avec équilibre et mesure.

L'aube de temps nouveaux pointe.

En attendant, par une subtile ironie, les plus grands prédateurs que la Terre ait jamais connus traquent les herbivores cuirassés, blindés, aptes à une défense parfois victorieuse.

Le terrifiant *Tyranosaurus rex* se heurte au *Triceratops* corné, parfaitement capable, grâce à son bouclier cornu, de lui infliger de profondes blessures.

Les Hadrosauridés, hôtes des marais et bons nageurs, échappent plus facilement à leurs ennemis.

Les mammifères de grande taille n'ont pas encore eu l'occasion de se manifester.

Toutefois, les insectivores, chétifs, rapides, inquiets, ont déjà commencé leur travail de sape.

Saccageant les œufs des reptiles, diminuant ainsi la reproduction effective de ces derniers, ils se préparent un avènement triomphal au Tertiaire.

L'air est envahi par d'atroces harpies, dépourvues de dents, d'une envergure proche de celle d'un avion de chasse (± 8 mètres).

Rasant les flots, ces énormes Ptérosauriens saisissent au passage les poissons indolents affleurant la surface.

Des oiseaux primitifs, munis de dents et incapables de voler (*Hesperornis*), groupés en bandes, ravagent les bancs de poissons grâce à leur adaptation parfaite à la natation.

A la même époque et dans les mêmes lieux vit l'*Ichthyornis*, de la taille d'un pigeon, qui, bon voilier, se nourrit également de poissons.

Dans le monde végétal, le passage de la flore secondaire à la flore tertiaire est amorcé ; les plantes gymnospermes, prédominantes, sont représentées par des conifères (pins, sapins, araucarias).

Les premières Angiospermes (palmiers) et les premières Dicotylédonées apparaissent.

En Belgique, le modeste *Megalosaurus*, précédemment chasseur d'*Iguanodons*, continue ses activités sanguinaires en s'attaquant au paisible *Orthomerus* dont l'allure approximative rappelle l'*Iguanodon*, mais dont la taille est plus faible (5 mètres de long sur 3 mètres de haut).

La mer, recouvrant notre territoire, forme, à la fin du Crétacique, un golfe dont les eaux viennent d'Allemagne.

Les poissons, en quantité innombrable, sont représentés par des requins (cartilagineux) et par des Téléostéens (proches des pois-

sons osseux actuels), dont certains atteignent de très grandes tailles.

Des Mollusques, Gastéropodes, Lamellibranches et Céphalopodes, les accompagnent. La décadence reptilienne au sein des océans s'est installée, avec l'extinction progressive des Ichtyosaures et des Plésiosaures.

Dans la région de Mons, les premiers ont entièrement disparu. Les Plésiosaures se maintiennent encore en nombre restreint.

Près de Maestricht, par contre, à une époque quelque peu plus récente, aucune trace des uns ou des autres ne subsiste. La place est libre pour l'entrée en scène des plus épouvantables monstres aquatiques ayant jamais existé : les lézards marins de la Meuse ou Mosasauriens, qui avec les grandes tortues marines seront les derniers représentants du monde reptilien au sein des océans du Secondaire.

Alliant à la fois la force du crocodile à la souplesse du serpent, les Mosasauriens traquaient, avec une égale férocité, poissons, tortues et même leurs semblables de plus petite taille (*Fig. 5*).

Véritables pirates des mers, ils se livraient entre eux à de farouches règlements de compte, dont plusieurs de leurs squelettes portent les traces indélébiles.

Nageant par mouvements ondulatoires d'une remarquable souplesse, leur allure devait rappeler l'aisance du serpent. Certains types, grâce à une violente contraction des muscles thoraciques jaillissaient partiellement hors de l'eau pour happer les *Ptéranodons* (reptiles volants) rasant les vagues à la recherche d'une proie.

D'autres enfin, affrontaient en de terribles combats les derniers Plésiosauriens.

Répartis en de nombreux genres, les Mosasauriens arrivés à des étapes différentes d'évolution, étaient le couronnement d'une nature en délire.

Quelques paléontologistes ont voulu distinguer des formes dont l'aire d'action se limitait à la surface, tandis que d'autres auraient possédé les particularités indispensables à des plongées profondes. Cette hypothèse ne peut être soutenue à la lumière des travaux récents, qui montrent que, tout comme l'Ichtyosaure, le Mosasaurien était dépourvu des capacités anatomiques permettant d'effectuer des plongées profondes.

Parallèlement à cette série de carnassiers redoutables, certains groupes menaient une vie plus paisible. Désavantagés par la taille et la musculature, ils se cantonnaient près des rives et se contentaient de mollusques et de crustacés, ainsi que l'aspect globuleux et arrondi de leurs dents en fait foi.

VIII. — RÉPARTITION MONDIALE DES MOSASAURIENS

Les Mosasauriens, à la fin du Crétacique supérieur, se retrouvent en Amérique du Nord et du Sud, en Europe occidentale, en Russie, dans le Proche-Orient, en Afrique, à Timor et en Nouvelle Zélande.

Au point de vue écologique, ils ont remplacé dans les mers, les Plésiosaures et les Ichtyosaures.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBOIN, J., BROUSSE, R. et LEHMAN, J. P., 1967. Précis de Géologie. Dunod Université, 2, 480 p.
- DOLLO, L., 1904 a. Les Mosasauriens de la Belgique. *Bull. Soc. Belge de Géol.*, 18, pp. 207-216.
- ID., 1904 b. L'origine des Mosasauriens. *Bull. Soc. Belge de Géol.*, 18, pp. 217-222.
- HOFFSTETTER, R., 1955. Squamates de type moderne. In *Traité de Paléont.* par J. PIVETEAU, 5, pp. 606-662.
- QUINET, G. E., 1964. Plioplatecarpus DOLLO, 1882, animal plongeur des grandes profondeurs. *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg.*, 40, 7, 29 p.
- ID., 1968. Le mécanisme de l'audition chez Plioplatecarpus DOLLO, 1882. *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg.*, 44, 3, 9 p.
- RUSSELL, D. A., 1967. Systematics and Morphology of American Mosasaurs. *Peab. Mus. Nat. Hist.*, Yale Univ., 23, 240 p.
-

Le Crown-gall

par M. MICHEL (*), M. GRAS (**) et J. HOMÈS

Le crown-gall est un des cancers végétaux qui a été le plus étudié. C'est une grosse tumeur qui résulte de la réaction tissulaire d'une plante (Angiosperme ou Gymnosperme) vis-à-vis d'un agent infectieux : *Agrobacterium tumefaciens* (SMITH et TOWNSEND, 1907) CONN. 1942. En 1907, SMITH et TOWNSEND réussirent pour la première fois à isoler ce bacille d'un crown-gall qui s'était développé sur *Chrysanthemum frutescens* L.

Le nom de crown-gall fut donné à cette formation globuleuse et plus ou moins anarchique parce qu'elle se développe le plus souvent dans la région du collet. Elle se manifeste aussi au niveau des racines, des tiges et des nervures des feuilles. Les plantes les plus diverses et appartenant aux familles les plus variées des dicotylédones peuvent être touchées par cette maladie. Dans notre laboratoire, nous utilisons principalement comme sujet d'expérience la tomate, le tabac, le chrysanthème, Kalanchoe et Datura.

Chez les monocotylédones, à l'exclusion des travaux de Jakowska sur *Allium cepa* L., aucun crown-gall n'a été mis en évidence.

Les dégâts causés par cette maladie peuvent être considérables, notamment sur les poiriers et les vignes dans les régions où ces plantes sont exposées aux gelées printanières. Dans les pépinières et les vergers, le crown-gall se développe de préférence au point d'insertion du greffon.

Des recherches récentes effectuées sur la vigne ont montré que la maladie attaque de plus en plus les cépages de hautes productivités.

La dissémination de l'agent pathogène se fait par le bouturage, le marcottage ou la greffe d'organes contaminés. De plus, on a constaté que des sarments sains en apparence mais provenant d'une souche attaquée pouvaient être le siège de perturbations tissulaires et pour cette raison certains auteurs recommandent de faire une analyse anatomique du matériel avant de le récolter pour la greffe afin d'éviter cette contagion.

(*) Assistant.

(**) Boursier IRSIA.



FIG. 1. — L'agent pathogène du crown-gall, *Agrobacterium tumefaciens* (SMITH et TOWNSEND) CONN. 1942. Microscope électronique Philips EM 300.

Au laboratoire, les bactéries sont inoculées soit après une piqûre soit après une blessure au scalpel.

Depuis le début de ce siècle, les chercheurs ont eu tendance à rapprocher ce néoplasme (*) du cancer animal, d'où son appellation de cancer végétal. L'étude des analogies éventuelles et des différences qui se manifestent chez ces deux types de cancers fera l'objet d'une autre publication. Sans vouloir anticiper, nous signalons déjà que les travaux effectués sur le matériel végétal, en vue de résoudre le difficile problème du cancer, ont établi sans équivoque le rôle important d'un traumatisme dans la transformation tumorale.

La bactérie

L'agent inducteur, *Agrobacterium tumefaciens* (SMITH et TOWNSEND, 1907) CONN. 1942, est un bacille du sol. Il mesure de 1 à 3 μm de long sur 0,4 à 0,8 μm de diamètre (fig. 1). Ces bacilles sont isolés ou en paires. Un à quatre cils surtout polaires, le rendent mobile.

(*) Néoplasme : complexe tissulaire néoformé par prolifération anarchique des cellules.

Il est gram négatif et ne sporule pas. Il vit dans le sol ainsi que dans les organes infectés. Il se cultive aisément en tubes de cultures sur milieu gélosé contenant de l'extrait de levure et un mélange de sels minéraux divers. Les colonies sont blanches, visqueuses, brillantes, translucides et d'aspect humide. La température optimum de multiplication est comprise entre 25° et 28° C. L'organisme présente une diminution de son pouvoir oncogène, sans perte décelable de sa vitalité, s'il est placé à 42° C pendant 30 minutes.

Les étapes de la transformation tumorale

Le schéma inspiré de Klein et Link (fig. 2) a pour but d'expliquer les différentes étapes de la transformation d'une cellule saine en une cellule tumorale. La transformation tumorale se scinde en quatre périodes bien distinctes :

- I. La période de prédisposition.
- II. La période de transformation.
- III. La période de multiplication.
- IV. La période de différenciation.

La deuxième période comprend trois phases et aboutit à la formation d'une première cellule tumorale.

I. PÉRIODE DE PRÉDISPOSITION.

Cette phase commence au moment de la blessure qui peut être produite par une piqûre, une incision, une décapitation de la plante expérimentale ou par le bouturage, le greffage, les gélivures ou tout traumatisme accidentel de la plante cultivée ou poussant dans la nature.

Quel est le rôle de la blessure ?

KLEIN et KNUPP ont montré qu'elle était indispensable, par l'expérience suivante : ils décapitent des plantes de tomate et sur la section ils appliquent des bactéries à 12 heures d'intervalle après le traumatisme. Ils obtiennent des tumeurs si les bactéries sont inoculées 12 ou 24 heures après la blessure. Si elles sont placées 48 heures après le traumatisme, aucune tumeur ne se développe car la cicatrisation s'est déjà opérée.

La blessure n'intervient pas uniquement pour mettre la bactérie en contact avec la cellule. En effet, lors du traumatisme, des substances de blessure sont émises et suscitent le conditionnement nécessaire aux cellules en transformation. Klein l'a montré en

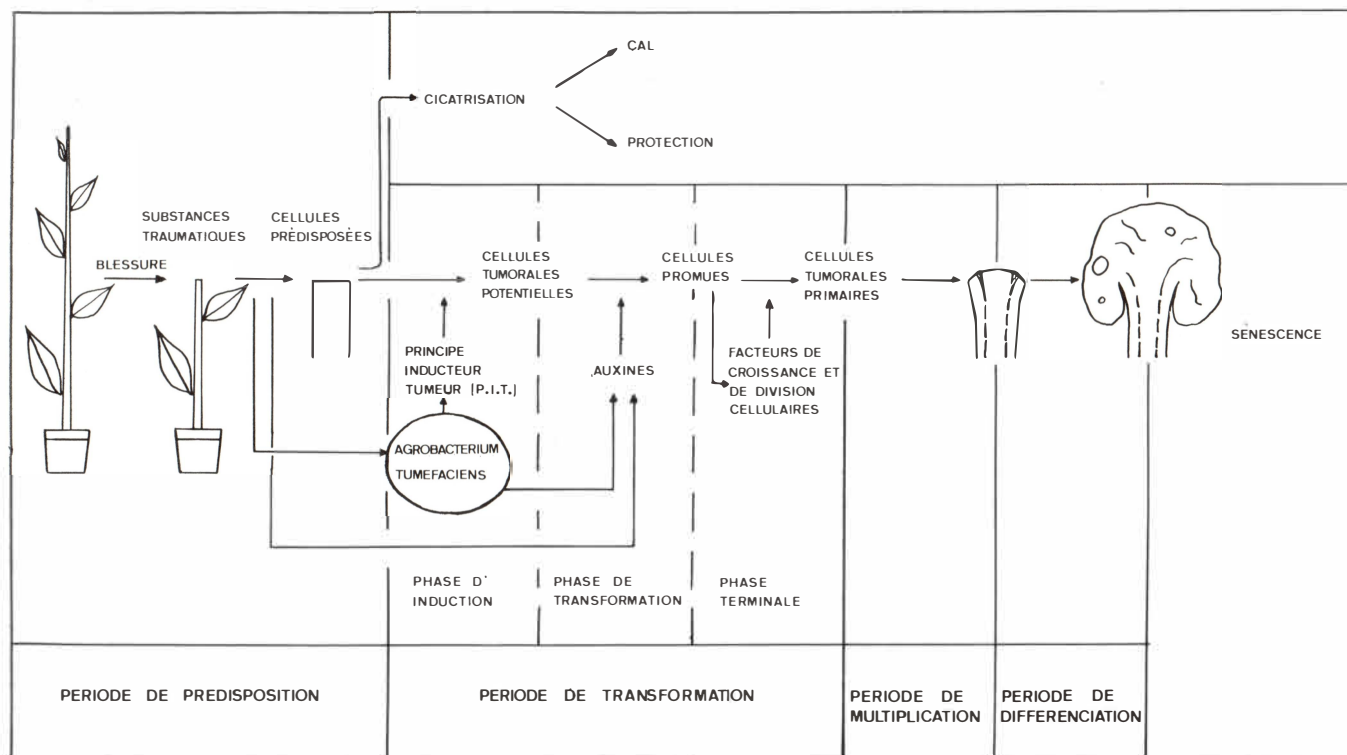


FIG. 2. — Schéma de la transformation tumorale inspiré de KLEIN et LINK.

1953. En soumettant des disques de betterave à des lavages afin d'éliminer les substances de blessure, il a constaté que les disques lavés pendant 10 heures et inoculés ensuite, ne produisaient aucune tumeur.

Ces différentes recherches montrent donc que la blessure a pour première conséquence importante la perte par les cellules blessées de substances de blessure qui sont indispensables au conditionnement des cellules, soit qu'elles se transforment en cellules tumorales si elles sont traitées par *Agrobacterium*, soit qu'elles donnent naissance à un cal ou à un phénomène de cicatrisation pure et simple.

La cellule normale conditionnée par les substances traumatiques, perd donc sa prédisposition à devenir tumorale si elle n'est pas traitée par *Agrobacterium*.

En conclusion, cette phase de prédisposition se rencontre lors de tout traumatisme.

Les tissus concernés sont aptes à participer, selon les circonstances, à la formation d'un périderme cicatriciel, à une prolifération anarchique lors de leur ensemencement en culture *in vitro* ou à la production d'un néoplasme en présence d'*Agrobacterium tumefaciens*.

II. PÉRIODE DE TRANSFORMATION.

a) La phase d'induction :

C'est dans cette phase que le principe inducteur de la tumeur ou P.I.T. transforme la cellule prédisposée en une cellule tumorale potentielle. Cette substance a fait l'objet de nombreuses recherches quant à sa nature chimique. On suppose aujourd'hui que le P.I.T. est un polymère d'ADN ; il est en effet thermolabile et est dénaturé à 30° C (BRAUN et MANDLE, 1948). Cette substance n'a pas encore été testée ou isolée. Mais d'après les opinions exprimées jusqu'à présent, ce principe inducteur pourrait être :

- Un agent stimulant (auxine).
- Un facteur carcinogène.
- Un agent mutagène induisant une transformation irréversible d'une cellule saine en une cellule tumorale.
- Une information génétique : ADN bactérien ou fragment d'ADN bactérien éventuellement viral.

Les premiers essais réalisés en vue d'induire la tumorigénèse au moyen d'extraits de bactéries ou d'extraits de milieu où se sont multipliées les bactéries ont généralement échoués. En 1955, Manil P.L., Delcambe et Fourneau, après avoir extrait diverses fractions nu-

cléiques de cultures massives d'*Agrobacterium tumefaciens* et après les avoir inoculées à des espèces de *Datura*, *Lycopersicon* et *Helianthus*, avaient constaté une prolifération cellulaire exagérée mais limitée. Les rares excroissances produites n'étaient pas de véritables tumeurs car elles ne satisfaisaient pas à l'un des principaux critères de tumorigénèse à savoir le pouvoir de prolifération illimité *in vitro* sur un milieu exempt d'auxine. Plus récemment et contrairement aux résultats précédents, Kovoov (1967) semble avoir apporté la preuve que l'ADN bactérien provoque une transformation des cellules végétales puisque les cals, obtenus en introduisant de l'ADN bactérien dans un tissu de *Scorsonère* cultivé *in vitro*, conservent d'une manière indéfinie leur prototrophie à l'auxine. Le succès de cette expérience est dû au progrès réalisé dans les techniques d'extraction des acides nucléiques.

Des expériences d'hybridation semblent confirmer ces résultats car on a montré que l'ADN bactérien s'hybride davantage avec l'ADN du tissu tumoral qu'avec l'ADN du tissu sain. Il y aurait donc de l'ADN bactérien intégré dans le génome du tissu tumoral.

Un autre point important qui a été mis en évidence lors de la tumorigénèse des cellules végétales, est la nécessité de substances de blessure pour la synthèse du P.I.T. Klein et Knupp nous le démontrent dans l'expérience suivante : des bactéries virulentes sont cultivées pendant trois jours sur des extraits de tiges de tomate blessées deux jours avant l'extraction. D'autres bactéries sont mises en culture sur des extraits de tissus « non blessés ». Trois jours après, les deux types de milieux de culture stérilisés par filtration sont inoculés à des plantes de tomate saines. Dans le premier cas il se forme des tumeurs, dans le deuxième cas il ne s'en développe pas. La présence des substances de blessure doit donc précéder la synthèse du principe inducteur.

D'autre part, au cours de l'induction tumorale, il apparaît un ADN de densité différente de celui des noyaux de la plante. Cet ADN pourrait faire partie des substances de blessure dont il est question plus haut. En effet, si on ajoute à des extraits de blessure du sulfate de plomb, substance qui précipite les acides nucléiques, les tumeurs ne se forment plus.

En conclusion, le P.I.T. pourrait être l'ADN bactérien ou une partie de cet ADN bactérien, éventuellement un ADN viral (bactériophage) qui, sous l'effet des substances de blessure (ou autre ADN), serait libéré de l'ADN bactérien et viendrait s'intégrer dans l'ADN de la cellule végétale en la rendant tumorale. Une

induction de ce type aurait lieu pendant la prophase qui précède les premières mitoses.

b) La phase de transformation :

La cellule tumorale potentielle qui a été induite par l'action du principe inducteur dans la phase précédente va se transformer en cellule « promue » sous l'action des auxines. Ces substances de croissance sont sécrétées par la bactérie en quantité restreinte ou par la plante.

Plusieurs chercheurs ont montré que l'auxine à elle seule pouvait provoquer la cancérisation, mais ce traitement à l'auxine devait être effectué pendant plusieurs mois pour devenir effectif. Gautheret avait déjà obtenu ce phénomène appelé anergie en culture *in vitro*. Au contraire, avec les bactéries la cancérisation s'effectue en quelques heures. Dans le cas de cette cancérisation, l'auxine joue certainement un rôle car si on inocule des bactéries non tumorigènes avec de l'auxine, il se développe un crown-gall. L'auxine agirait alors comme un cocancérogène. En effet, les tumeurs secondaires sont toujours obtenues avec plus de facilité si après une blessure stérile on ajoute de l'auxine. Cette hormone agirait soit uniquement par sa présence, soit par le déséquilibre hormonal qu'elle établit. Cette dernière hypothèse semble confirmée puisque les végétaux peuvent être protégés de l'action cancérogène de l'auxine en associant à celle-ci de la kinétine. Ce phénomène se produit aussi dans le cas de cellules animales. En effet, les hormones capables d'exercer une action cancérigène telles que la folliculine et l'hormone thyroïdienne hypophysaire n'agissent pas d'une manière spécifique mais elles conduisent au processus de cancérisation si elles sont en excès par rapport à une autre hormone. D'après THOMAS et RIKER (1948), l'auxine agirait à un moment précis de la période de transformation et pendant un temps relativement long (36 à 72 heures après l'inoculation).

c) La phase terminale :

Cette phase conduit à l'apparition de la cellule tumorale proprement dite au départ de la cellule « promue ». Nous avons peu d'informations sur les agents étiologiques qui agissent sur la cellule promue. Ces substances sont formées soit par la cellule transformée, soit par les cellules de la plante infectée puisque nous obtenons des tumeurs différentes sur des plantes d'espèces différentes avec la même souche de bactéries.

III et IV. PÉRIODES DE MULTIPLICATION ET DE DIFFÉRENCIATION.

Klein, pour terminer le schéma qui explique la fin de la genèse d'un crown-gall, envisage deux périodes : la période de multiplication pendant laquelle les cellules tumorales se multiplient et forment une masse tumorale indifférenciée, et ensuite la période de différenciation pendant laquelle des éléments libéro-ligneux se différencient au sein de la tumeur dont les cellules continuent à se multiplier activement.

Ces deux dernières périodes seraient donc intimement associées. Sur les plantes herbacées, le crown-gall cesse de croître après quelques semaines et entre alors en sénescence. Peu à peu il se nécrose et finalement il se dessèche.

Conclusion :

Si nous nous sommes quelque peu étendu sur les recherches qui ont permis d'établir et de dégager les étapes du phénomène avec une très grande précision, c'est parce qu'en affirmant la nécessité des substances traumatiques et des auxines et en commençant à élucider la nature possible du principe inducteur de la tumeur, ces recherches ont permis de progresser dans la résolution du difficile problème de l'étiologie du crown-gall et par le fait même du cancer en général.

La morphologie, l'histologie et la cytologie du crown-gall

Les phénomènes cytologiques et histologiques apparaissent surtout au début du développement de la tumeur. Les noyaux des cellules voisines de la blessure gonflent, le cytoplasme devient plus dense, les cellules s'accroissent : il y a hypertrophie cellulaire. A ces transformations nucléaires il faut ajouter qu'un nombre croissant de cellules contiennent des cristaux d'oxalate de calcium et des inclusions huileuses, ce qui est la preuve d'un métabolisme perturbé. Ensuite, il y a hyperplasie cellulaire et des divisions s'observent aussi au sein des cellules constituant des régions hypertrophiées. Certaines cellules deviennent polyploïdes. Des expériences réalisées dans notre laboratoire ont montré que le type de tumorigénéisation dépendait et du niveau de la section et de l'âge du tissu traité et du pincage des bourgeons axillaires. Les tumeurs sont plus volumineuses chez les plantes dépourvues de bourgeons axillaires et sur les sections des plantes anatomiquement plus âgées. Le cam-



FIG. 3. — Crown-gall âgé de 22 jours, développé sur une section transversale de tige de tomate. On constate que la moelle réagit très peu à l'agent pathogène (échelle : 1,9 cm).

bium, le liber et le parenchyme cortical et médullaire sont parmi les tissus qui réagissent très rapidement à l'agent infectueux (fig. 3). C'est en effet face au système libéro-ligneux que la réaction tumorale s'amorce (ROBINSON W. et WALKDEN (1923), KUPILA (1963), MICHEL M. et HOMÈS J. (1967). Elle se communique ensuite aux autres tissus.

L'examen histologique d'un crown-gall âgé montre une masse désorganisée de tissus hyperplasiés et hypertrophiés plus ou moins entremêlés d'amas d'éléments vasculaires mal organisés, ressemblant

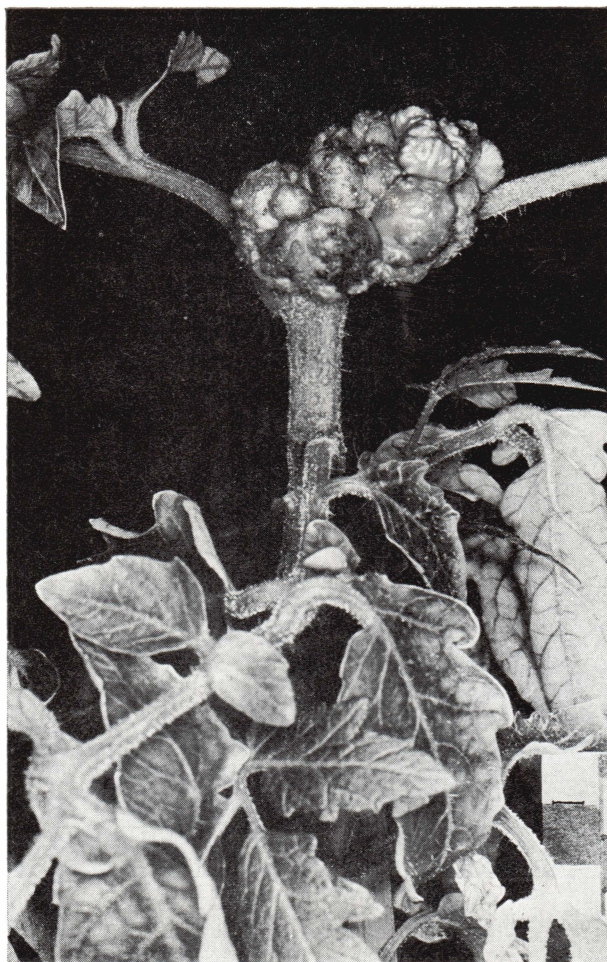


FIG. 4. — Crown-gall induit par *Agrobacterium tumefaciens*. La tige de tomate a été sectionnée transversalement au niveau du nœud. De gros nodules cribro-vasculaires ont été formés (échelle = 0,5 cm).

à des trachéïdes groupées parfois en nodules (fig. 4). Ces trachéïdes d'origine métaplasique s'entourent alors d'une assise génératrice donnant naissance à du phloème extérieurement et à des trachéïdes internes. Au plus l'équilibre hormonal quantitatif de la tumeur sera différent de la plante normale au plus la galle manifestera une structure désorganisée. Le crown-gall a le plus souvent une forme irrégulière car la croissance et la division des cellules ne sont pas uniformes dans toutes les parties de la tumeur, ce qui lui donne un

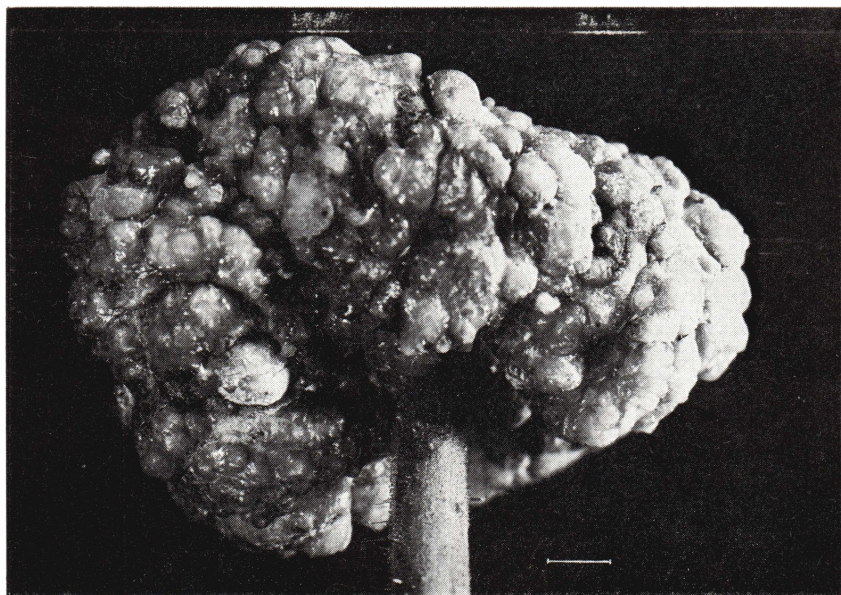
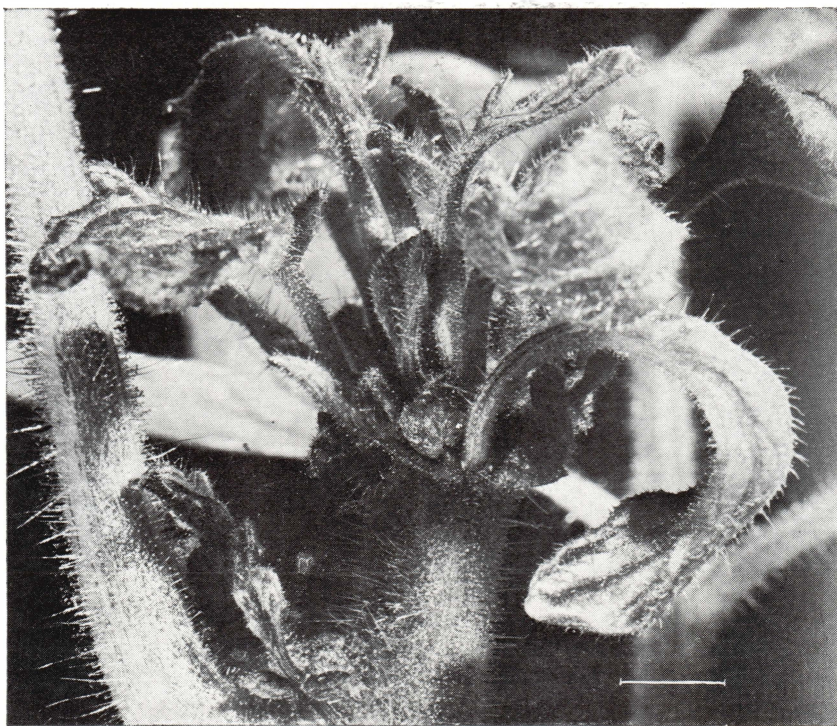


FIG. 5. — Volumineuse tumeur développée sur une section transversale de tige de tomate inoculée avec *Agrobacterium tumefaciens*. L'aspect en chou-fleur est particulièrement représentatif de ce type de tumeur. Age de la tumeur : 2 mois et demi (échelle = 1,15 cm).

aspect en chou-fleur si caractéristique (fig. 5). Cet aspect n'est cependant pas général car le crown-gall de *Datura* par exemple est beaucoup plus homogène et sa surface est de ce fait presque lisse. Avec l'âge, le tissu tumoral semble s'accroître de plus en plus, de façon indépendante. Cependant Gras, confirmant les résultats de Noël, a mis en évidence des liens vasculaires entre le crown-gall et la plante-hôte.

Propriétés physiologiques des tissus tumoraux

Si on compare la croissance des tissus normaux et tumoraux, on constate que les premiers sont les seuls à avoir leur croissance fortement stimulée par l'apport d'auxine au milieu de culture. Les tissus de crown-gall sont aussi caractérisés par leur teneur élevée en eau. LIORET a isolé un acide aminé particulier, la lysopine, de colonies de tissus de crown-gall de Scorsonère. Cet acide aminé se rencontre aussi dans des tissus de tige de tabac et de tomate, mais à une



● FIG. 6. — Très forte régénération de bourgeons et de pousses feuillées sur une section transversale de tige de tomate témoin 22 jours après décapitation (échelle = 1,6 cm).

concentration 25 à 30 fois moins élevée que dans les tissus tumoraux de tige de ces deux mêmes espèces.

Plus récemment l'octopine, acide aminé qui n'était connu que dans les tissus de mollusques, a été identifié dans les tissus de certains crown-galls. D'autres contiennent de la nopaline. La présence, dans le tissu tumoral, de substances nouvelles à des concentrations très différentes de celles que l'on trouve dans les tissus sains, semble prouver que l'information génétique du tissu tumoral n'est plus celle du tissu sain. Et puisque la nature de ces substances nouvelles varie avec la souche bactérienne utilisée, l'information génétique nouvelle proviendrait donc bien de la bactérie.

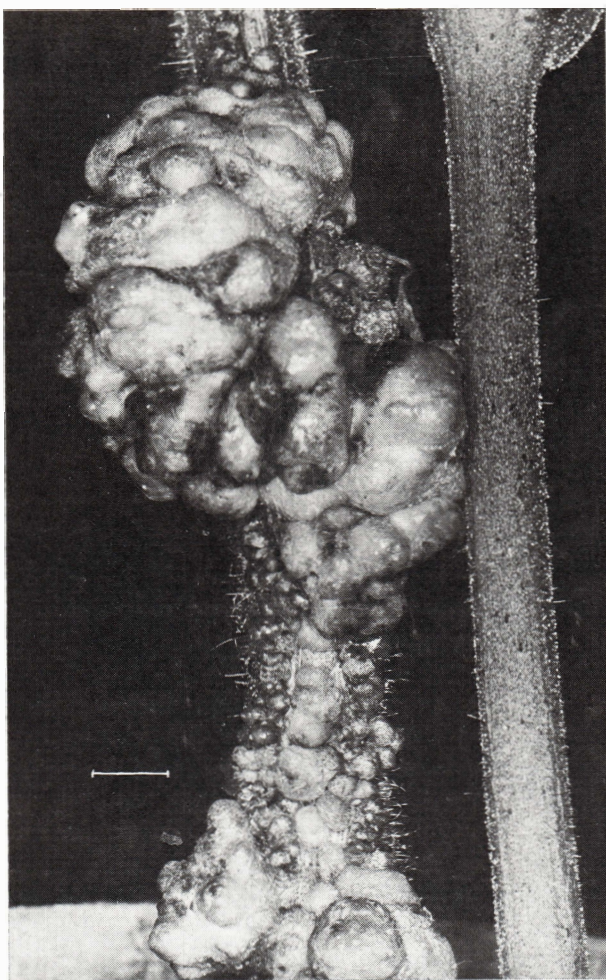


FIG. 7. — En plus de deux grosses tumeurs développées sur une tige de tomate on observe la formation de nombreuses petites tumeurs sur les lèvres de la blessure (échelle = 1,25 cm).

Les tumeurs secondaires

Les tumeurs secondaires sont des excroissances qui se développent à quelque distance de la tumeur primaire, soit sur la tige, soit sur des nervures de feuilles dont le pétiole a été endommagé. Elles seraient exemptes de bactéries (SMITH, BROWN et MAC CULLOCH,

1912). Elles ont été observées principalement sur *Helianthus* et *Chrysanthemum* (WHITE et BRAUN, 1942).

Cette formation serait due à la diffusion d'une auxine (BERTHELOT et AMOUREUX, 1938) ou d'un principe inducteur synthétisé par la bactérie en présence de substances traumatiques (KLEIN et KNUPP, 1957). Les deux types de tumeurs seraient d'ailleurs reliées par un cordon tumoral dont la structure serait celle d'une tige. Des tumeurs secondaires peuvent également apparaître sur des feuilles si des bactéries sont inoculées par exemple dans le méristème dont elles sont issues. Ces excroissances secondaires seraient dues à la migration bactérienne au sein des tissus. Les bactéries induiraient l'apparition d'une tumeur en des points de moindre résistance de la plante. Cette hypothèse reste encore à vérifier mais fut déjà mentionnée par KLEIN et LINK en 1955 pour les tumeurs situées au niveau d'entre-nœuds proches de l'endroit où s'était développé une tumeur primaire.

Au laboratoire, sur *Datura stramonium* L. décapité puis inoculé, il se développe des tumeurs primaires apicales. GRAS a observé sous ces dernières des excroissances de la tige sous le crown-gall initial. Ces petites formations secondaires peuvent se développer tout le long de l'axe. Leur apparition serait favorisée lorsque la plante est soumise à de très hautes températures. Ces tumeurs, qui sont toujours plus réduites que les tumeurs primaires, sont soit isolées et ont une forme hémisphérique, soit groupées juste sous la tumeur primaire.

La régénération d'organes sur le crown-gall

La plante infectée ne réagit pas toujours en formant une tumeur classique. Des tératomes peuvent prendre naissance. Ils ressemblent aux balais de sorcières et produisent parfois des organes tels que des tiges, des feuilles ou des racines (LEVINE, 1919 et 1923, BRAUN, 1948). Ceux-ci prennent naissance à partir d'ébauches méristématiques qui se développent au dépend des cellules tumorales (BUVAT, 1944). Ces formations apparaissent de préférence lorsque la souche bactérienne employée est peu virulente. Le phénomène peut être favorisé lorsque l'inoculation est effectuée à l'aisselle des feuilles ou dans un nœud. En 1967, nous avons montré que cette régénération était favorisée par le pincage des bourgeons axillaires (fig. 6). Notons encore que les racines apparaissent principalement dans les entre-nœuds, immédiatement sous la galle (fig. 8). Toutefois



FIG. 8. — Un crown-gall développé sur une section de tige de tomate induit la formation d'un très grand nombre de racines adventives bien visibles au niveau du décollement de l'écorce (échelle : 1,25 cm).

il semble que l'apparition de tératomes ne puisse être interprétée comme un retour de l'état tumoral à l'état sain : l'apparition de ces organes correspondrait uniquement à l'extériorisation des potentialités de certaines cellulaires tumorales.

Conclusion

Dans cet article traitant du crown-gall nous avons fait une rétrospective de ses principales caractéristiques et de son mode de développement. La tumeur se développe lorsque des bactéries (*Agrobacterium tumefaciens* (SMITH and TOWNSEND, 1907) CONN. 1942) sont déposées sur une blessure.

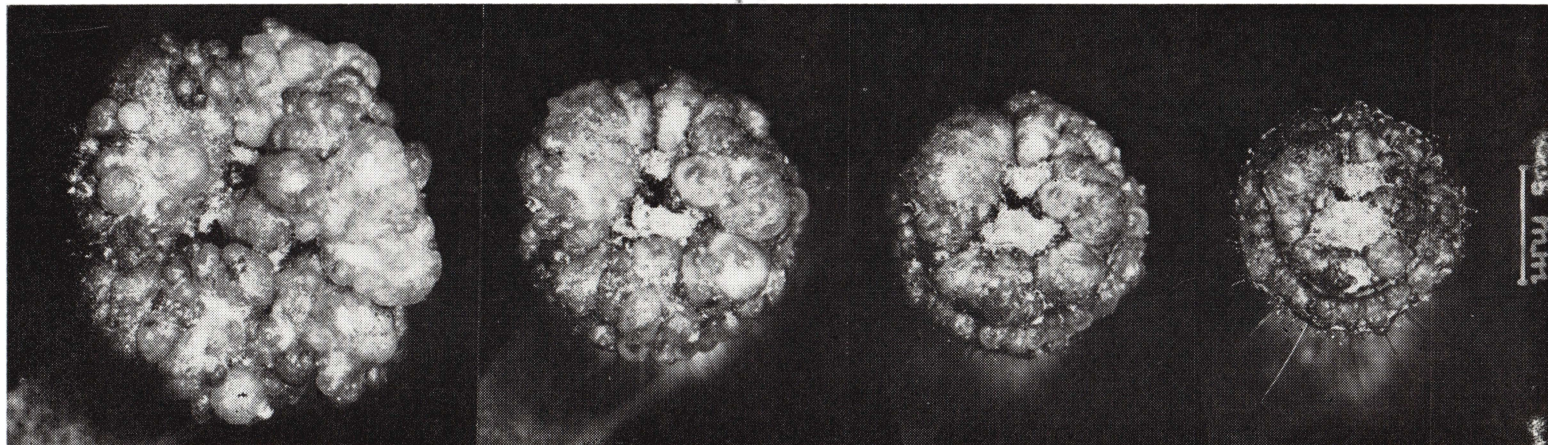
C'est à ce moment que les substances traumatiques jouent un grand rôle. Les cellules sont alors prédisposées à devenir tumorales. Elles le deviendront si l'organisme pathogène est inoculé, sinon le phénomène de cicatrisation a lieu. Pendant la phase d'induction, le principe inducteur de tumeur (P.I.T.) exerce son action sur la cellule prédisposée. Ce P.I.T. pourrait être, comme l'ont montré des recherches récentes, une partie ou la totalité de l'ADN bactérien. La cellule tumorale potentielle ainsi formée subit alors une transformation sous l'action des auxines secrétées par la bactérie ou par la plante et passe à l'état de cellule « promue ». Durant la phase terminale, sous l'effet des facteurs de croissance et de division cellulaire, les cellules promues deviennent des cellules tumorales primaires. Celles-ci se multiplient, se différencient et donnent naissance au crown-gall adulte.

L'histologie et la morphologie du crown-gall adulte est très complexe. Il est composé essentiellement de cellules hyperplasiées ou hypertrophiées et de zones de vascularisation localisées ou nodules cribro-vasculaires.

Le crown-gall est par son système vasculaire en liaison directe avec l'hôte. Sur la plante infectée, des tumeurs secondaires et des tératomes peuvent prendre naissance.

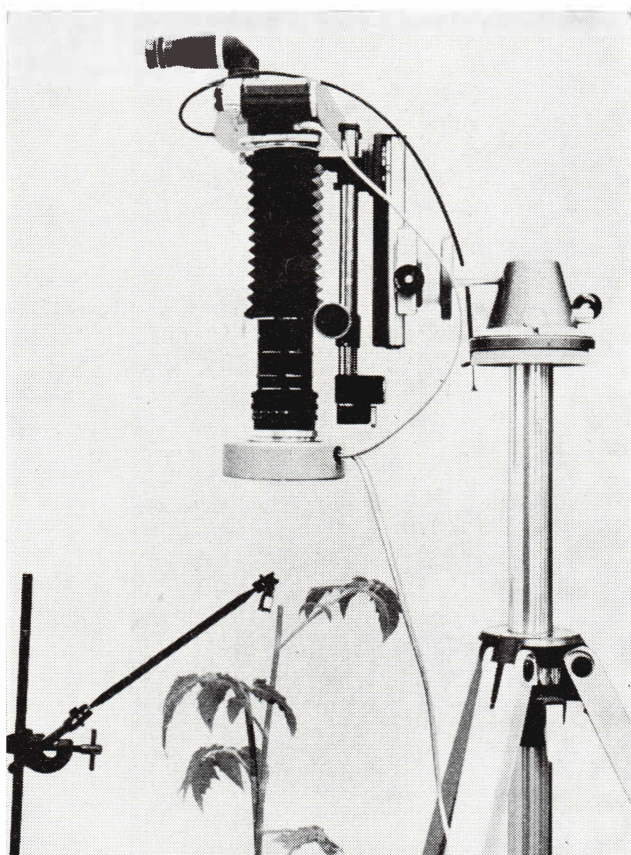
Université Libre de Bruxelles
Laboratoire de Morphologie végétale
Chaussée de Wavre, 1850
1160 — Bruxelles

Les photos ont été réalisées au Laboratoire de Morphologie végétale de l'U.L.B. soit avec une caméra Linhof 9 × 12, objectif symmar 1:5,6/100, soit avec une caméra Asahi Pentax spotmatic munie d'un soufflet et de l'objectif Bellows Takumar 1:4/100.



Les quatre photos illustrent le développement successif d'une tumeur qui s'est formée sur une section transversale de tige de tomate (16, 18, 20 et 28 jours après inoculation).

Communiqué par l'éditeur Asahi Pentax Family.



Vue latérale de l'installation qui a permis d'étudier le développement d'une tumeur. Appareil Spotmatic muni du viseur angulaire. Bellows II et rail de mise au point. 3 bagues Europco. Ring flash Minicam. Pied et rotule Schiansky. Le montage situé dans le coin inférieur gauche du cliché représente un pied de chimie portant un bras articulé muni d'une échelle ; celle-ci est photographiée en même temps que l'objet, ce qui permet de connaître avec précision le rapport d'agrandissement.

Communiqué par l'éditeur Asahi Pentax Family.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTHELOT, A. et AMOUREUX, G., 1938. Sur la formation d'acide indol-3-acétique dans l'action de *Bacterium tumefaciens* sur le tryptophane. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **206** : 537-540.
- BRAUN, A. C., 1941. Development of secondary tumors and tumor strands in the crown-gall of Sunflower. *Phytopathology*, **31** : 135-149.
- BRAUN, A. C., 1948. Studies on the origin and development of plant teratomas incited by the crown-gall bacterium. *Amer. J. Bot.*, **35** : 511-519.
- BRAUN, A. C. et MANDLE, R. J., 1948. Studies on the inactivation of the tumor inducing principle in crown-gall. *Growth*, **12** : 255-269.
- BUVAT, R., 1944-45. Recherches sur la dédifférenciation des cellules végétales. *Annales des Sciences Naturelles*, tome 5 et 6.
- GRAS, M., 1970. Aspects histologiques et vascularisation du crown-gall de *Datura stramonium* L. var. *chalybaea* KOCH. *Bull. Soc. Royale Bot. Belg.*, **103** (1) : 19-29.
- HOURSANGOU-NEUBRUN, D. et PUISEUX-DAO, S., 1969. Premières observations mettant en évidence la possibilité pour des phages de l'*Agrobacterium tumefaciens* d'être responsables du crown-gall. *C. R. Sc. Nat.*, **268** (2).
- JAKOWSKA, S., 1949. Effects of *Bacterium tumefaciens* on *Allium cepa*. *Phytopathology*, **39** : 683-705.
- KLEIN, R. M. et LINK, G. K. K., 1952. Auxin as a promoting agent in the transformation of normal to tumor cells. *Proc. Nat. Acad. Sc. (US)*, **38** : 1066-1072.
- KLEIN, R. M., 1953. The probable chemical nature of crown-gall tumor-inducing principle. *Amer. J. Bot.*, **40** : 597-599.
- KLEIN, R. M. et KNUPP, J. L., 1953. Wounding in relation to the formation of crown-gall tumor cells.
- KLEIN, R. M., 1954. Mechanisms of crown-gall induction. *Brookhaven Symp. in Biol.*, **6** : 97-114.
- KLEIN, R. M. et LINK, G. K. K., 1955. The etiology of crown-gall. *Quart. Rev. Biol.*, **30** : 207-277.
- KLEIN, R. M. et KNUPP, J. L., 1957. Sterile induction of crown-gall tumors on carrot tissues *in vitro*. *Proc. Nat. Acad. Sc.*, **43** : 199-203.
- KOVOOR, A., 1967. Sur la transformation de tissus normaux de Scorsonère provoquée *in vitro* par l'acide désoxyribonucléique d'*Agrobacterium tumefaciens*. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **265** : 1623-1626.
- KUPILA, S., 1956. Anatomical and histological development of crown-gall. *Amer. Bot. Soc. « Vanamo »*, **10** : 38-50.
- KUPILA, S., 1958. Anatomical and cytological comparison of the development of crown-gall in the host species. *Amer. Bot. Soc. « Vanamo »*, **30** : 1-83.
- KUPILA, S., 1963. Crown-gall as an anatomical and cytological problem : A review. *Cancer Research*, **23** (4) : 497-507.
- LEVINE, M., 1919. Studies on plant cancer : I. The mechanism of the formation of the leafy crown-gall. *Bull. Torrey Bot. Club*, **46** : 447-452.
- LEVINE, M., 1923. Studies on plant cancer : V. Leafy crown-galls on tobacco plants resulting from *Bacterium tumefaciens* inoculations. *Phytopathology*, **13** : 107-116.

- LIORET, C., 1966. Existence d'une période d'induction de l'accumulation de la lysopine dans les tissus de crown-gall de Scorsonère au cours d'un cycle de culture *in vitro*. *C. R. Soc. Biol. Paris*, **160** : 49-52.
- MANIGAULT, P. et BEAUD, G., 1964. Aspects quantitatifs du rôle de la bactérie (Smith and Town.) Conn. dans l'induction tumorale. *Inst. Pasteur de Paris et Inst. de Bot. spéciale de l'École Polytechnique de Zürich*.
- MANIGAULT, P., 1967. La transformation tumorale chez les végétaux. *Bull. Cancer Fr.*, **54** (2) : 137-148.
- MANIL, B., DELCAMBE, L. et FOURNEAU, J., 1955. A propos de l'étiologie du crown-gall : action sur le végétal des acides nucléiques extraits d'*Agrobacterium tumefaciens* (Smith and Town.) Conn. *Bull. Acad. Roy. Belg.*, **41** : 259-274.
- MICHEL, M. et HOMÈS, J., 1967. Quelques aspects morphologiques du développement du crown-gall chez la tomate (*Lycopersicum esculentum* L.). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **100** : 293-308.
- NOEL, C., 1946. Recherches anatomiques sur le crown-gall. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, série 11, **7** : 87-146.
- RIKER, A. J., 1923. Some morphological responses of the host tissue to the crown-gall organism. *J. Agric. Res.*, **26** : 425-436.
- RIKER, A. J., 1927. Cytological studies of the crown-gall tissues. *Amer. J. Bot.*, **14** : 25-37.
- ROBINSON, W. et WALKDEN, H., 1923. Critical study of crown-gall. *Annals of Botany*, **37** : 299-324.
- SMITH, E. F. et TOWNSEND C. O., 1907. A plant tumor of bacterial origin. *Science*, **25** : 671-673.
- SMITH, E. F., BROWN, N. A. et McCULLOCH, L., 1912. The structure and development of crown-gall. A plant cancer. *U.S. Department Agric. Plant industry*, Bull. n° 255.
- THOMAS, J. E. et RIKER, A. J., 1948. The effect of representative plant growth substances upon attenuated bacterial crown-galls. *Phytopathology*, **38** : 25.
- WHITE, P. R. et BRAUN, A. C., 1942. A cancerous neoplasm of plants. Autonomous bacteria-free crown-gall tissue. *Cancer Research*, **2** (9) : 597-617.
-

La pêche électrique en rivière et ses utilisations dans la région liégeoise

par J. Cl. MICHA et J. Cl. RUWET
Aquarium de l'Université de Liège (*)

SOMMAIRE

1. Historique
 2. Principe
 3. Comportement du poisson
 - 3.0. La nage inhibée
 - 3.1. La nage forcée
 - 3.2. La galvanonarcose
 4. Dangers du courant électrique
 5. Utilisations dans la région liégeoise
 - 5.0. Approvisionnement des collections de l'Aquarium
 - 5.1. Prospection piscicole
 - 5.10. Inventaires qualitatifs
 - 5.11. Contrôle des repeuplements
 - 5.12. Sauvetage de poissons
 - 5.2. Démonstrations et initiation à la recherche
 6. Perspectives
- Bibliographie

1. Historique

A la fin du siècle dernier, des chercheurs avaient déjà observé les effets du courant électrique sur les poissons. Plus récemment, des braconniers pratiquaient une pêche électrique au pied de barrages, mais le procédé restait soigneusement secret. Ce n'est qu'à partir de 1920 que des chercheurs allemands ont utilisé systématiquement l'électricité pour la capture des poissons (SCHIEMENZ et SCHÖNFELDER, 1927, in RICKER, 1968), mais il faut encore attendre le récent après-guerre pour que la pêche électrique se développe en tant que technique de récolte et de recherche en Allemagne d'abord, dans les autres pays européens ensuite. En Europe, on

(*) Institut de Zoologie, quai Van Beneden, 22, 4000 Liège, Belgique.



FIG. 1-3. — L'équipe de pêche de l'Aquarium au travail; le technicien porteur de l'anode est à gauche (voir texte page 298).



FIG. 4. — Résultat d'une pêche électrique dans l'Ourthe : une partie des prises, stockées dans des casiers immergés.

utilise le plus souvent le courant continu qui ne cause aucun dommage aux poissons capturés. En Amérique, par contre, le courant alternatif, qui nécessite un matériel très simple et peu encombrant, est beaucoup plus employé. En tout cas, cette technique, une des moins sélectives de toutes les méthodes de pêche, est actuellement d'utilisation courante en Amérique, en Allemagne, en Angleterre, en France, etc...

En Belgique, la pêche électrique fut mise à l'honneur grâce à l'initiative de Messieurs M. Huet et J. A. Timmermans de la Station de Recherches des Eaux et Forêts à Groenendaal. Ils ont été les premiers à comprendre que ce nouveau moyen d'investigation leur permettrait d'effectuer l'inventaire des populations piscicoles des eaux douces courantes de Belgique. Un premier article de Timmermans, sur la pêche électrique en eau douce, a paru en 1954. Depuis lors, la Station de Recherches des Eaux et Forêts a publié de nombreux travaux concernant les techniques et méthodes expérimentées ainsi que les innombrables données recueillies. Les services de l'Aquarium de Liège se sont intéressés à ces travaux et dès 1964, ses délégués ont pu s'initier à la pratique de cette pêche grâce à l'amabilité et à la collaboration de MM. Huet et Timmermans qui les avaient invités à participer à leurs opérations sur l'Ourthe luxembourgeoise. En 1965, l'Aquarium a fait l'acquisition du matériel nécessaire et a constitué sa propre équipe de techniciens chargée notamment d'assurer le renouvellement de ses collections (photos 1-3). Devant le succès des récoltes (photo 4), la mission de l'équipe de pêche a été progressivement étendue à l'étude de populations piscicoles, sur l'Ourthe liégeoise notamment. Ces recherches sont réalisées avec le soutien financier de la Commission Provinciale de Liège du Fonds piscicole.

2. Principe

Le principe de la pêche électrique est basé sur une propriété particulière du courant électrique qui peut pénétrer dans l'organisme à travers la peau et exciter les cellules nerveuses sensibles ou motrices. Son application est simple : il suffit de créer un champ électrique dans la rivière à prospector. Ce champ électrique est limité d'un côté par l'anode (anneau de cuivre muni d'un manche) et de l'autre par la cathode (treillis de cuivre placé à la masse en amont, au fond de l'eau). Ces deux électrodes sont reliées à un générateur portatif, de 1 kilowatt environ de puissance, par des cables dont la longueur peut atteindre 300 m.

Dans les conditions les plus courantes, le poisson, pris dans le champ électrique, est attiré par l'anode (pôle positif) puis il s'immobilise et peut alors être facilement capturé à l'aide d'une épui-sette. Avec un courant continu de 1 ampère sous 220 volts, dans nos eaux de résistivité moyenne (Ourthe : 3.500-4.000 ohm.cm), le champ électrique efficace se limite à une sphère d'un diamètre de 2 mètres environ entourant les électrodes. Si au-delà de cette sphère d'action le poisson est totalement indifférent, à moins de 2 m, par contre, on peut observer différents types de réaction.

3. Comportement du poisson

Les hypothèses les plus diverses ont été avancées pour expliquer les réactions du poisson dans un champ électrique : action directe sur la musculature, excitation de centres nerveux supérieurs par l'oreille interne, et même explication « psychologique » : le poisson adoptant la position qui l'incommode le moins.

En fait, les réactions du poisson dans un champ électrique continu dépendent essentiellement de l'orientation des éléments nerveux dans le champ, c'est-à-dire de l'orientation du poisson par rapport à l'électrode (tête lui faisant face ou non) et de la longueur de ces éléments nerveux. On sait que la chaîne sensitive (sens : queue - tête) est formée d'éléments nerveux courts, tandis que la chaîne motrice (sens : tête - queue) est formée d'éléments longs plus facilement excitable que les courts. Lorsque le poisson fait face à l'anode (électrode de pêche), on peut observer, en gros, trois types de comportement quand s'élève progressivement le potentiel entre sa tête et sa queue, en pratique, au fur et à mesure qu'on approche l'anode du poisson.

3.0. LA NAGE INHIBÉE.

Elle se manifeste en deçà de la zone d'indifférence, lorsque la distance entre l'anode et le poisson est inférieure à 2 mètres, ce qui correspond à une faible différence de potentiel entre la tête et la queue, de l'ordre de quelques volts. Dans ce cas, la chaîne sensitive, formée d'éléments courts, n'est pas encore excitée. Par contre, la chaîne motrice, à fibres longues, est inhibée et cela se traduit par une nage ralentie.

3.1. LA NAGE FORCÉE.

Elle s'observe lorsque le poisson est plus proche de l'anode, à environ un mètre. A cette distance, la différence de potentiel entre la tête et la queue du poisson est de l'ordre d'une dizaine de volts. Dès lors, le seuil d'excitation de la chaîne sensitive (éléments courts) est atteint et il y a activation des structures encéphaliques qui provoquent, par voie réflexe, l'excitation de la chaîne motrice. C'est alors la nage harmonieuse, rapide et efficace vers l'anode.

3.2. LA GALVANONARCOSE OU ANESTHÉSIE ÉLECTRIQUE.

Lorsque le poisson est plus proche de l'anode, quelques dizaines de centimètres, la valeur du courant est plus grande et la différence de potentiel tête-queue est encore plus élevée. A ce moment, le réflexe encéphalique ne fonctionne plus et aucune excitation cérébrale n'active les voies motrices. Le poisson est alors sans mouvement, c'est l'anesthésie électrique totale. Cette galvanonarcose cesse dès qu'on interrompt le courant. Le poisson recouvre alors sa liberté de mouvement.

Il faut noter que bien d'autres types de comportement se manifestent encore, selon que le poisson fait face ou non soit à l'anode, soit à la cathode : ce sont notamment la pseudo-nage forcée, les tétanies, la galvanotaxie cathodique, le demi-tour vers l'anode, mais il serait vain pour la simple compréhension du phénomène d'entrer dans le détail de ces comportements complexes.

Si les réactions du poisson suivent le processus exposé ci-dessus, il faut signaler cependant certaines variations de comportements selon la taille, l'espèce et l'environnement. On peut en effet observer que les poissons de grande taille sont plus facilement capturés que les petits, car ils réagissent à des seuils d'excitation plus faibles. L'explication la plus évidente est que les grands poissons ont des éléments nerveux plus longs que les petits et que le réflexe encéphalique provoquant la nage forcée s'établit plus facilement.

L'efficacité de la pêche électrique varie également selon le comportement naturel des espèces. Par exemple, le coefficient de capture des salmonidae (truites, ombres) est plus élevé que celui de certains cyprinidae (gardons, hotus, ablettes, etc.). Les premiers, bons nageurs, effectuent une nage forcée plus rapide et de plus longue durée que les seconds, mauvais nageurs, aux possibilités réflexes vite épuisées. Chez ces cyprinidae, la galvanonarcose apparaît plus précocement : ils coulent rapidement et la capture est rendue plus difficile.

Enfin, le comportement de nage forcée varie en fonction de l'environnement où se trouvent les poissons. L'anguille, par exemple, poisson bon nageur, s'enfouit souvent sous les berges. Si elle est en pleine eau, elle manifestera le comportement de nage forcée et sera assez facilement capturée. Si elle est sous la berge, elle tentera de s'ancrer et pourra plus facilement échapper à la capture.

Il faut signaler également que l'efficacité de la pêche électrique est fonction de la présence ou de l'absence de courant d'eau. En présence de celui-ci, le poisson anesthésié électriquement est entraîné vers l'aval et vers le fond, arrive à nouveau dans la zone de nage forcée où il réagit, mais de manière moins violente. Il est donc maintenu par une succession de va-et-vient (montée active, descente passive) et on a ainsi le temps de le capturer. En eau calme, le poisson demeure relativement plus longtemps près de l'électrode et, rapidement fatigué, il coule avant qu'on puisse le capturer. Aussi la pêche est moins efficace, d'autant plus que les poissons d'eau calme sont les moins bons nageurs. C'est une des raisons pour lesquelles les activités de l'équipe de pêche électrique de l'Aquarium de Liège se limitent aux zones typiquement rhéophiles des rivières étudiées.

4. Dangers du courant électrique

Jusqu'à présent, on a signalé assez peu d'accidents mortels lors de pêches électriques, mais il ne faut pas oublier que cette technique est presque exclusivement utilisée par des centres de recherches, par conséquent sur un plan assez restreint et par un personnel qualifié, expérimenté, adroit et conscient du danger.

Bien que le courant électrique continu soit beaucoup moins dangereux que le courant alternatif ou interrompu, il aura des conséquences plus ou moins graves selon son intensité et l'endroit des contacts avec le corps.

Lorsque le courant entre par une main et sort par l'autre ou entre par le pied et sort par le haut du corps, il passe par le cœur, et l'intensité devient très dangereuse, parfois mortelle, au-dessus de 0.05 ampères : il y a arrêt immédiat du cœur. Cette intensité ne sera évidemment atteinte que si la résistance du corps humain est abaissée : par exemple peau mouillée ou lésée.

En conséquence, les dangers sont réels et sérieux et un minimum de compétence et de précautions sont nécessaires : utilisation de vêtements de protection, surveillance de l'équipe au travail, division et coordination des tâches, etc...

5. Utilisation dans la région liégeoise

5.0. APPROVISIONNEMENT DES COLLECTIONS DE L'AQUARIUM.

A l'origine, nous l'avons dit, il s'agissait avant tout de trouver une technique permettant d'assurer le renouvellement régulier des collections de l'Aquarium public de Liège. Celui-ci possède, entre autres, une section de six bassins d'exposition alimentés en eau douce froide. Cette section est régulièrement approvisionnée en poissons à partir de piscicultures. Celles-ci n'élèvent malheureusement qu'un certain nombre d'espèces pour la plupart limnophiles : carpes, brèmes, tanches, gardons, etc. Bien que Liège voisine avec un réseau hydrographique richement développé et diversifié, l'éventail des espèces indigènes présentes à l'Aquarium était fortement restreint. En effet, les poissons rhéophiles, tels que l'ombre et le barbeau — espèces caractéristiques de zones piscicoles en rapport avec une pente marquée des cours d'eau (HUET, 1949) — n'y étaient même pas représentés. Afin de mieux faire connaître la faune de nos rivières, il devenait indispensable de compléter les collections vivantes. C'est la raison pour laquelle des contacts furent établis avec la Station de recherches des Eaux et Forêts afin de s'informer de la technique de pêche électrique et de ses possibilités. Le matériel fut acheté grâce à un crédit d'équipement de l'Université de l'État à Liège.

Enfin, l'équipe de pêche fut constituée autour du noyau de techniciens, préparateurs et ouvriers de l'Aquarium. Elle comprend toujours au minimum (cf. photos 1 à 3, de gauche à droite) : le technicien porteur de l'anode, deux porteurs d'épuisette pour la capture des poissons anesthésiés et qui se tiennent de part et d'autre du premier, un porteur d'une bourriche pour rassembler les prises, un porteur de câbles et, enfin, un surveillant. Cette équipe effectue chaque année, selon les besoins de l'Aquarium, une ou deux pêches de récolte, qui permettent finalement à chacun d'observer, dans le décor reconstitué de leur milieu d'origine, la faune très complète de nos poissons de rivière : barbeaux, chevaines, hotus, vandoises, goujons, ablettes, vairons, loches, chabots, etc.

5.1. PROSPECTION PISCICOLE.

Dès 1965, les pêches se sont révélées d'une telle efficacité (cf. photo 4) qu'indépendamment des opérations de récolte pour les collections de l'Aquarium, l'équipe a réalisé en différents points du parcours liégeois de l'Ourthe et dans d'autres rivières de la province, des opérations de prospection et d'inventaire. Les résultats, commu-

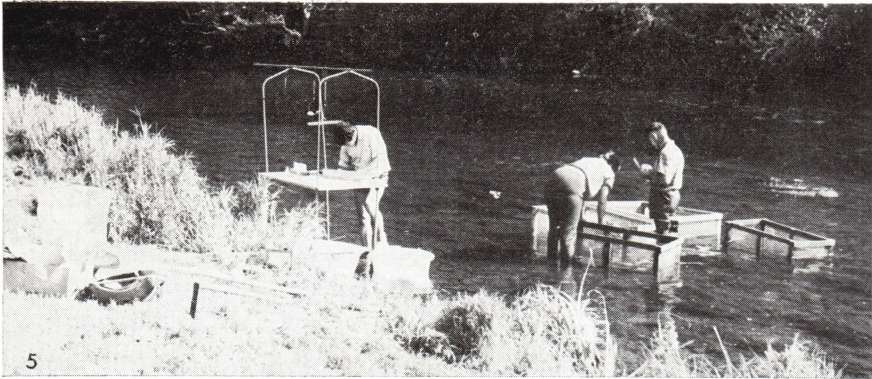


FIG. 5. — Les poissons capturés sont anesthésiés, pesés, mesurés, marqués, et finalement relâchés (voir texte page 304).

niées aux associations de pêcheurs et à la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole, les incitèrent à nous accorder un appui financier pour couvrir les frais de telles opérations de prospection. Celles-ci peuvent être utilisées comme moyen de contrôle des repeuplements naturels et des déversements de poissons dans les rivières accidentellement polluées. Enfin, elles permettent la réalisation de spectaculaires sauvetages de poissons lors de travaux asséchant des tronçons de rivière. Voici, à titre d'exemple, quelques résultats qui servent d'illustration à ces diverses réalisations de l'équipe de l'Aquarium.

5.10. *Inventaires qualitatifs.*

Le tableau 1 rassemble les résultats de 10 pêches échelonnées sur l'Ourthe à Bomal, Hamoir, Comblain-au-Pont, Chauxhe, Poulseur, Esneux, Fêchereux et Colonster au cours de l'année 1967.

Ces 10 pêches sur l'Ourthe liégeoise donnent une bonne idée de la composition qualitative de la faune piscicole dans les zones rhéophiles. Les espèces les mieux représentées dans les captures sont successivement : le Barbeau (dont 19 % pêchables), la Truite, le Goujon, le Chevaie, l'Ombre, le Hotu, le Gardon, la Vandoise, l'Anguille, etc... Les petites espèces, très bien représentées comme les Vairons, Chabots, Loches et Spirlins, mais peu intéressantes pour la pêche, ne sont pas prises en considération dans les pourcentages. Il faut souligner que ces proportions sont valables seulement pour les zones rhéophiles, seules accessibles à des inventaires sérieux sur le parcours liégeois de l'Ourthe.

Pour l'Amblève, les pêches ont été effectuées en 1965-1966 et 1967 à Rivage près du confluent avec l'Ourthe. Le calcul des pourcentages montre successivement l'importance du Barbeau, du Goujon, du Chevaine, de la Truite, etc.

Ces résultats sont fort semblables aux proportions observées dans l'Ourthe où le Barbeau représente environ 50 % du stock piscicole.

TABLEAU I

Inventaire piscicole des zones rhéophiles de l'Ourthe et de l'Amblève

Espèces	OURTHE		AMBLÈVE	
	Nombre	%	Nombre	%
<i>Salmonidés</i>				
Truites (<i>Salmo trutta fario</i> L.)	293	13.81	36	5.79
Ombre (<i>Thymallus thymallus</i> L.)	145	6.82	25	4.02
<i>Cyprins d'eau vive</i>				
Barbeau (<i>Barbus barbus</i> L.)	958	45.15	374	60.13
Chevaine (<i>Leuciscus cephalus</i> L.)	154	7.26	45	7.23
Hotu (<i>Chondrostoma nasus</i> L.)	130	6.13	26	4.18
Vandoise (<i>Leuciscus leuciscus</i> L.)	40	1.89	8	1.29
<i>Cyprins d'accompagnement</i>				
Gardon (<i>Rutilus rutilus</i> L.)	118	5.56	21	3.38
Goujon (<i>Gobio gobio</i> L.)	244	11.49	86	13.82
<i>Voraces</i>				
Brochet (<i>Esox lucius</i> L.)	7	0.33	—	—
Perche (<i>Perca fluviatilis</i> L.)	4	0.79	—	—
Anguille (<i>Anguilla anguilla</i> L.)	27	1.27	1	0.16
<i>Divers</i>				
Tanche (<i>Tinca tinca</i> L.)	1	0.05	—	—
Lamproie (<i>Lampetra planerii</i> Bl)	1	0.05	—	—
Totaux	2.122	100 %	622	100 %

Spirilin : assez commun ;

Vairon : très commun ;

Loche : commune ;

Chabot : commun.

5.11. Contrôle de repeuplements naturels ou artificiels.

Un exemple de choix pour ce type de contrôle est la Berwinne où, en 1967, une pollution avait détruit presque complètement les populations de poissons. Une pêche électrique au 31 août 1967 révélait la présence, sur un tronçon de rivière d'environ 300 m,



FIG. 6. — Un lot de barbeaux vient d'être remis à l'eau après examen.

d'un barbeau, d'un chevine, de quatre vandoises, de quelques autres petits cyprinidés, de quelques jeunes anguilles et de nombreuses loches. Plusieurs questions se posaient à propos du repeuplement naturel. Après quel délai et à quel rythme pourrait-on espérer une recolonisation totale de la rivière ? L'abondance relative des espèces serait-elle respectée ou varierait-elle de façon importante après recolonisation naturelle, une espèce peu abondante avant la pollution devenant par exemple prépondérante ensuite ? La comparaison des résultats de pêches réalisées sur un même tronçon en 1965 (avant la pollution), 1967 (pollution), 1968 et 1969, rassemblés dans le tableau II, permet d'éclairer ces problèmes.

L'examen du tableau révèle, pour l'ensemble des espèces dénombrées, l'existence de 424 individus en 1965, de 25 en 1967 (soit 5,8 % du total de 1965), de 422 en 1968 (soit 100 % du total de 1965) et de 614 en 1969.

Ainsi, un an après la pollution, le milieu est complètement recolonisé. Cependant, en 1965, les espèces les plus abondantes sont, dans l'ordre décroissant, les goujons (35.6 %), les gardons (26.8 %), les chevaines (15.8 %), les hotus (5.9 %) et les barbeaux (4.2 %). En 1967, après la pollution, seules les anguilles, les vandoises et les loches, parmi les petites espèces, ont plus ou moins bien résisté

à la pollution. Une année après, en 1968, les chabots, les spirilins et les barbeaux (0.2 contre 4.2 %) ne recolonisent toujours pas le milieu. La population en chevaines a presque atteint son quorum (13.3 % contre 15.8 %) ; la population en vandoises a très considérablement augmenté (31 % contre 1.2 %), et la population en goujons n'atteint que la moitié de son quorum (15.7 % contre 35.6 %). Les quantités de gardons sont redevenues semblables mais proviennent de réempoissonnements.

TABLEAU II
Inventaire piscicole dans la Berwinne à Mouland

	1965		1967		1968		1969	
	Nom- bre	% nomb.	Nom- bre	% nomb.	Nom- bre	% nomb.	Nom- bre	% nomb.
<i>Salmonidés</i>								
Truite	6	1.4	—	—	3	0.7	—	—
Ombre	—	—	—	—	1	0.2	—	—
<i>Cyprins d'eau vive</i>								
Barbeau	18	4.2	1	4	1	0.2	12	2.0
Chevaine	67	15.8	1	4	56	13.3	59	9.6
Vandoise	5	1.2	4	16	131	31.0	89	14.5
Hotu	25	5.9	—	—	35	8.3	21	3.4
<i>Cyprins d'accompagnement</i>								
Gardon	114	26.8	—	—	106	25.2	266	43.3
Rotengle	2	0.5	—	—	—	—	—	—
Goujon	151	35.6	1	4	67	15.9	133	21.7
Spirlin	12	2.8	—	—	—	—	6	1.0
Vairon	1	0.3	2	8	—	—	—	—
<i>Voraces</i>								
Brochet	1	0.3	—	—	—	—	—	—
Perche	12	2.8	—	—	10	2.4	9	1.5
Anguille	10	2.4	16	64	12	2.8	18	2.8
<i>Divers</i>								
Tanche	—	—	—	—	—	—	1	0.2
Chabot	AC	—	—	—	—	—	—	—
Loche franche	C	—	CC	—	CC	—	CC	—
Total	424	100	25	100	422	100	614	100

En 1969, deux ans après la pollution, les barbeaux et les spirilins recolonisent le milieu et atteignent environ 50 % de leur stock de 1965. La population de chevaines reste égale à elle-même tandis

que le stock de goujons a doublé et atteint le quorum de 1965. Enfin, l'abondance des gardons montre l'efficacité des réempoissonnements artificiels dans un milieu qui leur convient (gouffres calmes).

En conclusion, la pêche électrique a permis de suivre la recolonisation piscicole d'une rivière stérilisée par une pollution accidentelle. Cette pollution a eu non seulement une influence instantanée sur la rivière par la mort spectaculaire des poissons, mais encore un effet à longue échéance par la modification de l'abondance relative des espèces. Dans le cas présent, le Chevaine a récolonisé son milieu après un an, le barbeau et l'ablette après deux ans, tandis que la vandoise y a proliféré après un an (131 individus en 1968 contre 5 individus en 1965), et semble avoir profité des difficultés momentanées des autres espèces.

5.12. *Sauvetages de poissons.*

A la demande des Eaux et Forêts, de la Commission provinciale de Liège du Fonds Piscicole et parfois des associations de pêcheurs, il arrive que l'équipe de l'Aquarium se rende sur la Meuse, l'Ourthe ou une autre rivière afin de sauver les poissons isolés dans des bâtards d'eau à la suite de travaux importants. C'est ainsi qu'au mois d'octobre 1969, l'équipe a été appelée à Froiville où le service des Ponts et Chaussées procédait à la mise sous profil du lit de l'Ourthe, afin de régulariser son débit. A proximité du centre de Froiville, la rivière présentait deux bras de part et d'autre d'une île à supprimer. Au cours de ces travaux, il se forma de vastes poches d'eau destinées à être comblées. Avant cette dernière opération, les dirigeants du secteur des Eaux et Forêts de Marche, de la Commission piscicole de l'Ourthe moyenne, et des Sociétés de pêche locales nous alertèrent afin d'évacuer les poissons prisonniers. Cette intervention permit de capturer par pêche électrique une quinzaine de truites, une vingtaine d'ombres, quelques 270 vandoises, 120 chevaines, une vingtaine de gardons, une dizaine de hotus et des centaines de goujons, spirilins, vairons, loches et chabots. Soit, au total, plus d'un millier de poissons qui ont été immédiatement libérés en dehors du secteur perturbé.

5.2. DÉMONSTRATION ET INITIATION À LA RECHERCHE.

Il faut souligner ici que la réalisation de pêches d'inventaire, contrôle ou sauvetage est chaque fois l'occasion d'organiser à l'intention de nos étudiants une spectaculaire démonstration de zoologie

appliquée. Ils participent à l'opération même, s'initient à la technique de pêche et constatent sur place, au moment même de la capture, la localisation propre à chaque espèce. Sur les parcours prospectés, en effet (rapides de 100 à 200 m de long encadrés à l'amont et à l'aval par des zones plus calmes et plus profondes), la répartition de la faune piscicole n'est pas homogène : les barbeaux, les chevaines, les hotus sont surtout abondants dans les herbiers et dans les gouffres, alors que les truites et les ombres se tiennent en plein courant. De plus, lorsque l'équipe de pêche remontant un rapide arrive aux confins d'une zone plus calme et plus profonde, non seulement la quantité de poissons diminue mais gardons et perches apparaissent de suite plus nombreux. Cette répartition des groupes d'espèces dans les diverses niches écologiques d'un tronçon limité résume la succession de la population piscicole sur l'ensemble de la rivière et illustre à merveille, sur un espace restreint, la règle des pentes de HUET (1949). Les étudiants participent enfin à l'analyse des résultats : ils s'initient à l'identification des espèces et à la manipulation des prises. Les poissons capturés, stockés dans des casiers immergés sont en effet anesthésiés, mesurés, pesés et marqués, et enfin relâchés (cf. photos 4, 5 et 6).

6. Perspectives

On a pu voir que la pêche électrique est une technique sans égale pour compléter les collections de l'Aquarium, et permet, pour les étudiants, l'illustration vivante de cours théoriques, l'organisation de travaux pratiques et de démonstrations de zoologie appliquée.

Les opérations de contrôle de repeuplement, sauvetage de poissons et inventaires qualitatifs ne peuvent manquer d'autre part d'intéresser les responsables des Associations piscicoles. L'obtention de résultats qualitatifs ne constitue toutefois qu'une première et lointaine approche de la dynamique des populations piscicoles, et n'a qu'une valeur indicative et comparative. L'étude de la dynamique de ces populations implique que l'on évalue la Biomasse par unité de surface, par exemple, la quantité de poissons à l'hectare, et ensuite que l'on établisse le taux de natalité et de croissance, que l'on chiffre les mortalités naturelles et celles résultant des captures par les pêcheurs. Ces renseignements peuvent être obtenus par l'analyse des anneaux de croissance sur les écailles, et par le marquage de grandes quantités de poissons dont une partie sera recapturée au cours des années ultérieures. La pêche électrique permet de se pro-

curer le matériel animal indispensable à l'une et l'autre de ces investigations.

Il faut féliciter ici les dirigeants clairvoyants de la Commission provinciale de Liège du Fonds Piscicole qui ont compris l'importance des recherches piscicoles comme base de l'organisation rationnelle des réempoissonnements et des pêches.

Habituellement, en effet, la politique des associations de pêche est de consacrer le plus d'argent possible au réempoissonnement des rivières en espèces à faible capacité de reproduction (truites) ou en espèces à forte capacité de reproduction (gardons), sans souci aucun des caractéristiques de l'habitat, de la quantité de nourriture disponible, ni des populations piscicoles en place. Aujourd'hui, les inventaires avec les appareils de pêche électrique, le marquage, l'étude de classes d'âge, de la natalité, de la croissance et de la mortalité, permettent d'établir les diagnostics démographiques des rivières. Celles-ci permettent de connaître l'état physiologique d'une pêcherie, et les possibilités de l'améliorer. Selon les conceptions modernes de l'Écologie, « une pêcherie est un super-organisme où la pêche peut être rationnelle tout comme une saignée sur un organisme normal. Les pertes sont alors rapidement compensées. Par contre, si les captures de poissons ou autres pertes accidentelles dépassent la capacité de reproduction en réserve, appelée résilience, le super-organisme pêcherie fait une anémie nécessitant un repos (restriction de la pêche) voire une transfusion de sang (repeuplement) » (VIBERT et LAGLER, 1961). Et pour maintenir ce super-organisme pêcherie dans un état physiologique permettant régulièrement des prises de sang (captures de poissons) qui correspondent au maximum de rapport possible, il est nécessaire de le surveiller et d'effectuer annuellement des prélèvements échantillons (inventaires par pêche électrique). C'est ici que la recherche a un rôle essentiel à jouer afin de compléter et de rationaliser les efforts des associations de pêche et que prend tout son sens la collaboration entre l'Aquarium et la Commission provinciale de Liège du Fonds piscicole.

BIBLIOGRAPHIE

- CUINAT, R. et VIBERT, R., 1963. Diagnoses démographiques sur les populations de poissons dans les cours d'eau à truites. *Stud. Rev. gen. Fish. Coun. Médit.* (Fr.), 21, 26 p.
- HUET, M., 1949. Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. *Revue Suisse d'Hydrologie*, vol. XI, fasc. 3/4, pp. 332-351, 7 fig.

- HUET, M., 1962. Influence du courant sur la distribution des poissons dans les eaux courantes. *Revue Suisse d'Hydrologie*, vol. XXIV, fasc. 2, pp. 412-432.
- LAMARQUE, P., 1963. Les réactions du poisson dans la pêche électrique et leur explication neuro-physiologique. *Science Progrès, la Nature*, n° 3336, pp. 137-148.
- LAMARQUE, P., 1965. Applications de l'électricité à l'aménagement des eaux douces. I. — Théorie et pratique de la pêche et des barrières électriques. *Stat. Hydrobiol. Biarritz*, 110 p.
- MICHA, J. C., 1969. Étude des populations piscicoles de l'Ourthe liégeoise. Second rapport annuel. *Aquarium de Liège*.
- MICHA, J. C., 1970. Étude des populations d'Invertébrés de l'Ourthe liégeoise. Étude du milieu. *Tribune du CEBEDEAU*, Vol. 23, n° 315 : pp. 62-75.
- MICHA, J. C., 1970. Étude qualitative des associations d'Invertébrés de l'Ourthe liégeoise. Sous presse. *Annales Soc. roy. Zool. Belg.*
- MICHA, J. C., 1970. Structure biocénotique et biomasse comparée du benthos dans l'Ourthe liégeoise. En préparation.
- RICKER, W. P., 1968. Methods for assessment of fish production in fresh waters. *IBP Handbook n° 3*. Blackwell Scientific publications. Oxford and Edinburgh, 313 p.
- TIMMERMANS, J. A., 1954. La pêche électrique en eau douce. *Stat. Rech. Groenendaal*, 31 p., 6 pl., 12 fig.
- TIMMERMANS, J. A., 1957. Estimations des populations piscicoles. Application aux eaux courantes. *Stat. Rech. Groenendaal*, Trav. Série D, n° 21, 84 p., 8 pl.
- VIBERT, R., 1960. Pêche électrique et diagnoses démographiques des populations de poissons. *Congrès Union Fédérations Pêche*, Garonne, Adour, Charente, Aude, pp. 53-67.
- VIBERT, R. et LAGLER, K., 1961. *Pêches continentales. Biologie et aménagement*. Dunod, Paris, 720 p.
-

Bibliothèque

Nous avons reçu ;

Penn ar Bed, n° 58, sept. 1969.

C. A. FOUGEYROLLAS : Le loup en Bretagne — M. GAUTIER : Projets d'aménagement des sites — R. MAHEO : La réserve ornithologique du Golfe de Morbihan : bilan de dix ans — L. CHAUVIS et F. LE BAIL : Observations minéralogiques en Basse-Bretagne.

Publicaties van het natuurhistorisch gezelschap Limburg, Reeks XIX, afl. 1 en 2, 1969.

R. H. ROBBEN en BR. ARNOUD : Anthocoridae van *Viscum*, *Buxus* en *Pinus* in Nederland (Heteroptera) — D. P. ERDBRINK : A collection of mammalian fossils from S. E. Shansi, China, III — M. VAN DEN BOSCH : Het Mioceen van Delden — J. K. A. VAN BOVEN : The Termite types of the Watman collection in the Museum in Maastricht.

Revue trimestrielle de la ligue des Amis de la Forêt de Soignes, n° 2-3, 1969.

P. COSYN : Le parc de Wolvendael — S. PIERRON : l'Abbaye de Boetendaël — P. COSYN : L'ancien vallon de l'Ukkelbeek — P. COSYN : Le domaine de Bouchout — A. DE PRÉMOREL : La haute Lesse.

Revue verviétoise d'Histoire naturelle, n° 7 à 9, 1969.

L. G. SARLET : Iconographie des œufs de Lépidoptères belges.

Répertoire des Sociétés scientifiques de Belgique, 1969.

Riviera Scientifique, 3^e trimestre 1969.

G. LAPAZ : Les hêtraies-sapinières à mélique et à fêtuque (suite et fin) — J. FÉRARD : Les gîtes d'arsenic hydrothermaux (suite) — L. POIRION e.a. : Aperçu général de la flore de l'Estérel.

Schakel, n° 2-3, 1969.

A. JANSSEN : Lijst van Lepidoptera uit de antwerpse omgeving — R. PINCEEL : Biologie van de harsbuilvlinder — Zon en schaduw over de natuur — V. WESTHOFF : Beschouwingen over behoud en beheer van het ven « onder de berg » te Mechelen aan de Maas.

SCHWEIZER NATURSCHUTZ, n° 4, 1969.

H. DEWES : Naturschutz-botanische Gärten : Bedeutung und gemeinsame Aufgaben — B. MARTI : Ueber das Vorkommen des letzten Braunbären in den Alpen — W. A. PLATTNER : L'année de la protection de la nature 1970, la votation populaire sur l'aménagement du territoire, la vente de l'écu d'or.

Id., n° 5, 1969.

K. ANDEREGG : Die Schwarzkopfmöwe im Kalkbrunnenried-Reservat — W. REIFLER : « Mein ist alles Getier » — W. LEUTHOLD : Naturschutzprobleme und ökologische Forschung in Ostafrika — C. SÉCRETAU : Une nouvelle réserve naturelle est née : Cudrefin — C. VAUCHER : Aperçu sur la faune des vertébrés de la réserve de Cudrefin — J. L. RICHARD : Quelques notes sur la flore et la végétation de la réserve de Cudrefin.

Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde, n° 11, 1969.

E. SCHILD : Ein wenig bekannter Frühlingspilz, *Pholiota abtrusa* (Fr.) SING. — P. NIJDEGGER : Wie steht es um unseren technischen Nachwuchs ?

Terre et la Vie (la), n° 2, 1969.

F. PIERRE : Le désert de Rut (Iran) — F. BOURLIÈRE e.a. : L'écologie de la Mane de Lowe en Côte d'Ivoire — J. P. GAUTHIER : Les associations polyspécifiques chez les Cercopithecidae en Gabon — AL-BIGNAC, L. : Notes éthologiques sur quelques carnivores malgaches : le *Galidia elegans*.

Vie et Milieu, Vol. XIX, Fasc. 2 A, 1968.

A. BURGI : Contribution à l'étude du comportement vis-à-vis d'objets étrangers chez les Majidae — D. REYSS : Présence en Méditerranée du genre Macellicephala, Polychète Aphroditidae — L. LAUTIER : Contribution à la faunistique du coralligène, VIII — R. N. GIBSON : The food and feeding of littoral fish in the Banyuls region.

Id., Vol. XX, Fasc. 1 A, 1969.

A. DASCATOIRE : Les peuplements sessiles de l'infralittoral rocheux de l'Archipel de Glénau, II — A. FOURNIER : Anatomie, histologie et histochimie du tube digestif de *Peltidoris atromaculata* BERGH — R. R. HESSLER : A new species of *Mystacocarida* from Maine — F. VRABEC : Sur la présence d'une fovea dans la rétine du *Lepadogaster*.

Zeepaard (het) 29^e année, n° 2, 1969.

G. R. HEEREBOUT : Centraal Systeem feuilleton — J. DE VRIES en J. DE WIT : Onderzoek van purperslakken op Schouwen — P. BOER : Het voorkomen van de dwergbolke langs de vaderlandse kust — G. VISSER : Nog even iets over *Martesia striata*.

Id., n° 3, 1969.

W. J. WOLFF : Wad- en strandzeven — G. VISSER : Het zout van de Waddenzee.

Id., n° 4, 1969.

G. R. HEEREBOUT : C. S. — feuilleton — C. H. BORGHOUTS BIERSTEKER : Leeft *Xenopoda rufa* in de Oosterschelde ? — B. HUIZER : Iets over vangsten van sportvisserij voor de kust van Bergen-aan-Zee en Egmond-aan-zee. G. VAN DE VELDE en J. HESTERMAN : Waarnemingen uit het Slackestuarium bij Ambleteuse.

Zoo, 34^e année, n° 4, 1969.

W. VAN DEN BERGH : Images du passé, II — ID. : Le delphinarium — A. GIJSEN : Le panneau didactique du delphinarium — R. VAN BOCKSTAELE : Les meilleurs yeux en règne animal — A. P. VAN DEN SANDE : Les gobies sauteurs — Y. MORTELMANS et J. VERCRUYSE : Les affections pulmonaires chez les ruminants en captivité.

Id., n° 1, 1969.

N. STEELE : Opération Rhino — J. OELOFSE : La capture d'animaux sauvages à l'aide de matériel plastique bleu — H. DATHE : La tourterelle indienne un parasite des zoos — A. SCHEYGROND : Galapagos, théâtre de l'évolution.

Acta historica scientiarum naturalium et medicinalium. Vol. 20 :

STENO, geological papers.

Acta Musei macedonici scientiarum naturalium, T. 11, n° 3, 1969 :

R. DRENKOVSKI : Beitrag zur Kenntnis der Flora der westlichen Randgebirge des Kessels von Skopje.

Amoeba, Année 45, n° 4, 1969.

E. VAN NIEUKERKEN en W. KUYPER : Kaap Gris Nez zeebiologisch bekeken — E. KRUSSINK en G. VAN DE VELDE : Kaap Gris Nez geologisch — E. DE GROOT : Vleermuizen in de winter — W. VAN GRONDELLE : Enkele opmerkingen over natuur- en milieubescherming — M. SIEMS : Natuurbescherming en milieuhygiene : verschil en relatie.

Bulletin et Annales de la Société d'entomologie de Belgique, T. 105, fasc. 7-8, 1969.

E. JANSSENS : Asilidae d'Israel (Dipt.) — François, Fr. : Bombyliidae (Dipt.) méconnus — E. BOMANS : Contribution à l'étude des Coléoptères lucanides. Une question de priorité — P. DESSART : Les types de Cynipidae décrits par l'abbé J. J. KIEFFER, conservés dans la collection L. CARPENTIER au Musée d'histoire naturelle d'Amiens — F. WOLF : Sur les ennemis des Hyménoptères siricides.

Id., fasc. 9-10, 1969.

P. L. G. BENOIT : Présence et survie d'Araignées du genre *Latrodectus* WALCK en Europe occidentale — J. DECELLE : Les Bruchides (Col.) des Iles Mascareignes — W. HANSEN : Contribution à la faune du Laos. Carabides troncatipennes recueillis par M. J. A. RONDON à Phontion — S. G. KIRIAKOFF : Un nouveau genre et deux nouvelles espèces de Thamnetopoeidae (Lep. Notodontidae) australiens.

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle du Pays de Montbelliard, 1966-1967.

L. SIMARD : L'églantier, plante officinale — C. NARDIN : Une rencontre avec le Casse-noix moucheté — P. MAILLOT : Les champignons destructeurs du bois — L. STUPINSKI : Notules mycologiques — R. HENRY : Étude de deux cortinaires nouveaux — V. RASTETTER : Les associations à *Molinia coerulea* sur sol calcaire comparées à celles sur sol acide dans le Haut-Rhin — G. BUGLER : Notes sur la flore et la végétation dubisiennes — G. MAILLOT : Une curieuse mouche parasite de *Gano-derma aplanatum* — Cl. NARDIN : Sauvetage d'un Faucon pélerin.

Bulletin des Naturalistes parisiens, T. 25, fasc. 1, 1969.

A. BERTAUX : Petite flore pour l'étude des Cortinaires de la région parisienne (réimpression).

Bulletin du Musée national d'Histoire naturelle, 2^e série, T. 41, n° 2, 1969.

A. DESCARPENTRIES et A. VILLIERS : Sur une collection d'Oiseaux du sahel sénégalais — F. MONNIOT : Sur une collection d'Ascidies de Dakar — J.-M. DEMANGE : Myriapodes récoltés à Madagascar par M. L. BIGOT — M. KEMPF : Mollusques rares des côtes du Brésil — A. GUILLAUMIN et L. M. VEILLON : Plantes des archipels Huon et Chesterfield.

Bulletin des Réserves naturelles et ornithologiques de Belgique, 1968.

E. KESTELOOT : La conservation de la nature à l'échelle mondiale — R. DEPIERREUX et S. TYS : La rage en Belgique — P. GÉROUDET : Une lueur d'espoir pour le Pic à bec d'ivoire — J.-P. VANDE WEGHE : Les forêts marécageuses d'Europe centrale — P. DIDIER : Safari photographique — R. FRANCKX : La Belgique tolérera-t-elle encore, pendant l'année européenne pour la protection de la nature, la capture d'Oiseaux européens ? — B. PETREMENT : Le marais de la Gaume —

- R. VERHOEVEN : Le « Ronde Put » — P. HOUWEN : Hérons et Cormorans, hôtes du Blankaart — M. ORTS : Domaine de Tintange.
- Chronmy Przyrode Ojczyzta*, n° 5, 1969.
- Eesti loodus*, n° 11, 1969.
- Gerfaut (le)*, fasc. 2, 1969.
- L. LIPPENS et H. WILLE : Le Héron bihoreau (*Nycticorax n. nycticorax* L.) en Belgique et en Europe occidentale — G. BULTEEL et H. VAN DER VLOET : Zeevogelwaarnemingen aan de belgische kust — A. A. DHONT e. a. : Some observations on the avifauna of West-Spitsbergen, 1965 — R. F. VERHEYEN : Le choix du nichoir chez l'Étourneau.
- Gloria maris*, janvier 1970.
- F. VAN BULCK : Accessorische schelpstukken — J. VAN MENGSEL : *Planorbis* en *Bulinum* — F. VAN BULCK : Hoe zijn verzameling opbergen? — X : Bezoek van de conchyliologische werkgroep aan het museum « In de schulp » te Den Haag.
- Mémoires de la Société royale de Botanique de Belgique*, n° 4.
- L. DELVOSALLE et J.-M. GÉHU : l'Herborisation générale de la Société en 1967 dans le sud du massif armoricain. Algues récoltées au cours de l'herborisation, par P. COMPÈRE.
- Natural History*, novembre 1969.
- K. N. SOKOLSKI : The annotated octopus — P. A. ERICKSON et J. T. REYNOLDS : The ecology of a reservoir — D. A. CAECIA : Cranberry harvest — E. ABBEY : Escalante Canyon.
- Id.*, décembre 1969.
- I. P. GERASIMOW : A soviet plan for nature — C. F. RICHTER : Earthquakes — D. P. WILLOUGHBY : Animal ages — W. H. MATTHEWS : A Geologist's Guide to the planet Earth.
- Revue roumaine de Biologie — Série de zoologie*. Vol. 14, n° 1, 1969.
- V. IACOBESCU : Considérations sur la présence de l'espèce *Phorosis hippocreptia* WRIGHT dans les eaux roumaines de la Mer Noire — M. COLOIANU-IORDACHEL : L'ovogénèse chez les poissons *Acipenseridae*. La formation et le rôle de la zone radiée — C. MATEI-VLADESCU : The action of insulin and adrenalin on tissue glycogen in *Rana ridibunda*.
- Id.*, n° 2 : Volume offert à L. RUDESCU pour son 60^e anniversaire.
- D. DYKYJOVA : Kontaktdiagramme als Hilfsmethode für vergleichende Biometrie, Allometrie und Produktionsanalyse von *Phragmites* — Oekotypen — H. LIEBMANN : Erfassung und Steuerung der natürlichen Selbstreinigung — R. LIEPOLDT u. E. WEBER : Versuche mit phytophagen Fischen — K. SEIDEL : Höhere Wasserpflanzen in ihrer Umwelt — eine Neuorientierung.
- Id.*, n° 3.
- M. BACESCU : Deux Cumacés nouveaux — C. PRUNESCO : Le système génital mâle de *Sentigera coleoptata* L. — M. T. GOMOINE et I. I. PORNRUB : *Mya arenaria* L., a bivalve recently penetrated into the Black Sea — I. MUSTEA e. a. : Un nouvel aspect de la rhopie ionique dans les processus néoplastiques.
- Id.*, n° 4 : Centenaires I. ATHANASIU et D. CALUGAREANU.
- Al.-G. MARINESCU : Untersuchungen über die metabolische Rate bei vier Seefischarten — C. MATEI-VLADESCU : Influence of temperature on glycemia and energy metabolism in amphibians — C. NERSESIAN-

- VASILIU et N. SANTA : Influence of vagus nerves upon glycemia in *Gallus domesticus* L.
- Id.* Série de botanique. Vol. 14, n° 1, 1969 : Volume consacré à la mémoire du Professeur C. C. GEORGESCU.
- Gh. DIHORU et N. ROMAN : Une nouvelle espèce du genre *Stipa* — P. FUKAREK : Betrachtungen über einige dem Gebiete der Balkanländer und Rumänien gemeinsame Baum- und Straucharten — B. HUBER : Die Mittagsruhe der Pflanzen — H. TITU : DNA-fibrils in the chloroplast of *Lens culinaris* MEDIT.
- Id.*, n° 2 : I. T. TARNAVSCHI e. a. : Recherches palynologiques concernant le famille des Plumbaginaceae de la flore roumaine — M. GIURGIU : Influence of K, Mg and Ca on phosphorus absorption in sunflower plants — S. KISS e. a. : Enzyme activity in vineyard soils.
- Id.*, n° 3.
- E. ELIADE : Observations concernant la biologie de certaines Erysiphacées parasitant les plantes ornementales de Roumanie — L. TIPA : Attempts of laboratory cultivation of some species of blue-green algae — L. ATHANASIU : Photosynthesis and respiration of some lichens during winter — L. GRUIA : On the quantitative distribution of algae in some soils of the Girbova massif.
- Id.*, n° 4.
- F. NAGY : Verkieselte *Sequoia*-Reste aus dem nordsiebenbürgischen oberen Miozän — R. VINTULA : The effect of phosphorylated glucose on the rotational streaming in the root hairs of Barley — C. TUSA : Contribution au désherbage des cultures de porte-graines de lin — K. VANKY : Some rare Ustilagines in Romania.
- Id.*, n° 5.
- K. P. BUTTLER : Chromosomenzahlen und taxonomische Bemerkungen zu einigen rumänischen Angiospermen — A. ROBERT e. a. : Recherches sur les Diatomées de quelques sources des environs de la ville de Cluj — A. FABIAN-GALAN : Photosynthesis and transport of assimilated substances in plants with different types of metabolism — P. G. PLOAIE : Aster yellows agent in Rumania.
- Zoologica polonica*, Vol. 19, fasc. 1, 1969.
- A. ZUCH : The hemolymph coagulation system in the crayfish — B. KOKUREWICZ : The influence of temperature on the embryonic development of the Perches — I. ZURAWSKA : A case of hermaphroditism in crayfish — B. CYMBOROWSKI : The effect of light on the circadian rhythm of locomotion activity of the house cricket — A. DUTKOWSKI : The development of female gonads in pupae of *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera).
- Id.*, fasc. 2.
- A. KOWALSKA-DYRCZOWA : On the male genital tracts of *Sorex alpinus* SCHINZ — N. DOROZYNSKA : The part played by water in the nutrition of the domestic goose *Anser anser* L. fed on green plants — H. GALUSZKA e. a. : Certain reactions in honey bees to the flow of electric current of different parameters — B. N. BAND e. a. : Acute and chronic effects of resorpine on the pituitary gland of *Clarias batrachus* L.

BOSSIER, M., BRONDERS, F., HEINKENS, J., KIRIAKOFF, S., MESSELY, R., VAN AKEN, W. : *Moderne Dierkunde I*. Un volume relié de 388 pages avec de nombreuses illustrations. Éditeur : Van In, à Lierre, 1969. Prix : 480 F.

Le cours de « Zoologie moderne » que nous sommes heureux de présenter à nos membres a été rédigé par une équipe de professeurs des écoles normales moyennes de la partie flamande du pays, avec la collaboration de M. KIRIAKOFF, professeur à l'Université de Gand. Le premier volume, qui vient de paraître, traite des Vertébrés. Un second volume sera consacré aux Invertébrés.

Le niveau de l'ouvrage est original. Il se situe, en effet, à mi-chemin entre celui du livre scolaire destiné aux classes supérieures de l'enseignement secondaire et celui du précis conçu pour les étudiants universitaires. Le livre convient ainsi parfaitement aux futurs régents ; il sera utilisé avantageusement par les professeurs qui enseignent la biologie en 6^e et en 5^e ainsi que par les élèves des athénées et des collèges qui désirent se perfectionner en zoologie.

L'examen du lapin disséqué sert d'introduction. Les auteurs présentent ensuite des notions d'histologie, étudient l'organisation des mammifères et font connaître les données essentielles d'embryologie. L'étude des oiseaux, des reptiles, des amphibiens et des poissons précède une excellente synthèse. Un chapitre consacré à la zoogéographie termine l'ouvrage.

Le livre conçu par le groupe de professeurs flamands est d'excellente qualité. Le texte est clair ; une illustration copieuse en facilite la compréhension. Un index rendra de grands services.

C. VANDEN BERGHEN.

LOISEAU, J. E. : *La phyllotaxie*. Monographie 4 de la « Collection de Monographies de botanique et de biologie végétale ». Un livre de 223 pages illustré de 158 figures. Éditeur : Masson et Cie, Paris, 1969. Prix : 70 FF.

L'ouvrage de M. Loiseau, professeur de botanique à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, vient s'insérer dans une « collection de monographies de botanique » destinée principalement aux jeunes chercheurs et aux étudiants universitaires. Le livre, rédigé avec clarté et illustré d'excellents schémas, fait le point de nos connaissances actuelles se rapportant à un aspect particulier de la botanique : la compréhension des causes responsables de la phyllotaxie, c'est-à-dire la façon dont les feuilles sont disposées sur les tiges. Après les chapitres dans lesquels sont décrites les hélices foliaires, les variations phyllotaxiques et certaines anomalies, l'auteur aborde l'étude expérimentale du phénomène. Celui-ci éventuellement peut être perturbé — et donc parfois être expliqué — par des pratiques d'ordre chirurgical, par l'action de facteurs externes, par les effets de substances chimiques et de radiations ionisantes. Chacune des grandes divisions de l'ouvrage est suivie d'une liste bibliographique copieuse. Un index facilite la consultation de ce petit livre qui rendra certainement de grands services aux personnes intéressées par la matière qu'il traite. La présentation matérielle de l'ouvrage est impeccable.

C. VANDEN BERGHEN.

LES NATURALISTES BELGES A.S.B.L.

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

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

Programme

Du jeudi 3 septembre au dimanche 6 septembre. Excursion dans le Cotentin dirigée par M. le Prof. J. M. GÉHU. Train jusque Caen, via Paris ; ensuite : car. Le cap de la Hague, Barfleur, les landes de Lessay, etc. Trois jours de demi-pension. Prix approximatif : 2 200 F (2500 F avec une chambre occupée par une personne).

S'inscrire entre le 20 juillet et le 15 août, en versant la somme indiquée plus haut au C.C.P. n° 240297 de L. DELVOSALLE, av. des Mûres, 25, 1180 Bruxelles.

Dimanche 13 septembre. Excursion botanique à Doel et dans la région de Terneuzen, guidée par M. J. DUVIGNEAUD, professeur. Départ à **8 h 30** précises devant l'immeuble de la JOC, boulevard Poincaré, Bruxelles, dans le quartier de la gare du Midi. Retour vers 19 h. S'inscrire en versant la somme de 120 F, avant le 8 septembre, au C.C.P. n° 240297 de L. DELVOSALLE, av. des Mûres, 25 — 1180 Bruxelles.

Dimanche 4 octobre. Excursion ornithologique en Flandre zélandaise (Braakman et Zwarte Polder), guidée par M^{lle} M. DE RIDDER. Départ à **8 h 30** précises devant l'immeuble de la JOC, boulevard Poincaré, Bruxelles, dans le quartier de la gare du Midi. Retour vers 19 h. Bottes, imperméable, jumelles, vivres pour le repas de midi.

S'inscrire en versant la somme de 160 F (120 F pour les membres de la section des jeunes en règle de cotisation) au C.C.P. 2402.97 de L. DELVOSALLE, avenue des Mûres, 25 — 1180 Bruxelles, avant le 29 septembre.

Dimanche 11 octobre. Excursion mycologique dans les bois des environs de Mons, dirigée par M. THOEN, assistant à la Faculté agronomique de Gembloux. Départ à **10 h** précises devant l'immeuble de la JOC à Bruxelles. Retour vers 19 h.

S'inscrire en versant la somme de 125 F au C.C.P. n° 2402.97 de L. DELVOSALLE, av. des Mûres, 25 — 1180 Bruxelles, avant le 6 octobre.

Avis

Le Spéléo Club des Fagnes et du Condroz vient d'ouvrir à Couvin un centre de SPÉLÉOLOGIE et d'ESCALADE. Ce centre est ouvert à tous les mouvements sportifs, et de jeunes, et est accessible toute l'année. Il est situé rue de la Station, 20, 6400 Couvin. Si vous désirez des renseignements complémentaires, adressez-vous à la présidence, André MINET, 145 Chemin d'Avret, 6464 Aublain (Belgique). Les frais de logement s'élèvent à 20 F par jour, avec ristourne pour les groupes.