

**ACADÉMIE ROYALE
DES SCIENCES
D'OUTRE-MER**

Sous la Haute Protection du Roi

Nouvelle Série
Nieuwe Reeks

39 (4)

Année 1993
Jaargang

BULLETIN DES SÉANCES

Publication trimestrielle

**KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR OVERZEESSE
WETENSCHAPPEN**

Onder de Hoge Bescherming van de Koning



**MEDEDELINGEN
DER ZITTINGEN**

Driemaandelijksse publikatie

AVIS AUX AUTEURS

L'Académie publie les études dont la valeur scientifique a été reconnue par la Classe intéressée sur rapport d'un ou plusieurs de ses membres.

Les travaux de moins de 32 pages sont publiés dans le *Bulletin des Séances*, tandis que les travaux plus importants peuvent prendre place dans la collection des *Mémoires*.

Les manuscrits doivent être adressés au Secrétariat, rue Defacqz 1, boîte 3, 1050 Bruxelles. Ils seront conformes aux instructions aux auteurs pour la présentation des manuscrits (voir *Bull. Séanc.*, N.S., 28-1, pp. 111-117) dont le tirage à part peut être obtenu au Secrétariat sur simple demande.

Les textes publiés par l'Académie n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

BERICHT AAN DE AUTEURS

De Academie geeft de studies uit waarvan de wetenschappelijke waarde door de betrokken Klasse erkend werd, op verslag van één of meerdere harer leden.

De werken die minder dan 32 bladzijden beslaan worden in de *Mededelingen der Zittingen* gepubliceerd, terwijl omvangrijkere werken in de verzameling der *Verhandelingen* kunnen opgenomen worden.

De handschriften dienen gestuurd te worden naar het Secretariaat, Defacqzstraat 1, bus 3, 1050 Brussel. Ze moeten conform zijn aan de aanwijzingen aan de auteurs voor het voorstellen van de handschriften (zie *Meded. Zitt.*, N.R., 28-1, pp. 103-109). Overdrukken kunnen op eenvoudige aanvraag bij het Secretariaat bekomen worden.

De teksten door de Academie gepubliceerd verbinden slechts de verantwoordelijkheid van hun auteurs.

Abonnement 1993 (4 num. + Suppl.): 2650 BEF

Rue Defacqz 1 boîte 3
B-1050 Bruxelles (Belgique)
Compte bancaire 603-1415389-09
de l'Académie

Defacqzstraat 1 bus 3
B-1050 Brussel (België)
Bankrekening 603-1415389-09
van de Academie

**ACADÉMIE ROYALE
DES SCIENCES
D'OUTRE-MER**

Sous la Haute Protection du Roi

Nouvelle Série
Nieuwe Reeks

39 (4)

Année 1993
Jaargang

BULLETIN DES SÉANCES

Publication trimestrielle

**KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR OVERZEESSE
WETENSCHAPPEN**

Onder de Hoge Bescherming van de Koning



MEDEDELINGEN DER ZITTINGEN

Driemaandelijks publiekatie

SÉANCE PLÉNIÈRE DU 20 OCTOBRE 1993

PLENAIRE ZITTING VAN 20 OKTOBER 1993

Séance plénière du 20 octobre 1993

La séance plénière de rentrée de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer a lieu au Palais des Académies à Bruxelles. Elle est présidée par M. P. Van der Veken, président de l'Académie, entouré de M. M. De Dapper, membre de l'Académie, de M. R. Leenaerts, vice-directeur de la Classe des Sciences techniques, et de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

Le Président prononce l'allocution d'ouverture.

Le Secrétaire perpétuel rend hommage à la mémoire des Confrères de qui l'Académie a appris le décès au cours de l'année académique 1992-1993, à savoir MM. R. Tavernier, I. de Magnée, G. Marinelli, J. Van Leeuw, E. Coppieters de ter Zaele, W. Ganshof van der Meersch et L. Vanden Berghe, et présente le Rapport sur les activités de l'Académie 1992-1993 (pp. 497-505).

M. M. De Dapper fait une lecture intitulée : «Diepe verwerking en tropische geomorfologie» (pp. 507-539).

M. R. Leenaerts fait ensuite un exposé intitulé : «Le post-investissement, une stratégie d'action indispensable au devenir des pays en voie de développement» (pp. 541-549).

Le Président lève la séance à 16 h 30.

Plenaire zitting van 20 oktober 1993

De plenaire zitting van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen wordt gehouden in het Paleis der Academiën te Brussel. Zij wordt voorgezeten door de H. P. Van der Veken, voorzitter van de Academie, omringd door de H. M. De Dapper, lid van de Academie, de H. R. Leenaerts, vice-directeur van de Klasse voor Technische Wetenschappen, en de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

De Voorzitter spreekt de openingsrede uit.

De Vaste Secretaris brengt hulde aan de nagedachtenis van de Confraters van wie de Academie het overlijden tijdens het academiejaar 1992-1993 heeft vernomen, met name de HH. R. Tavernier, I. de Magnée, G. Marinelli, J. Van Leeuw, E. Coppieters de ter Zaele, W. Ganshof van der Meersch en L. Vanden Berghe, en geeft lezing van het Verslag over de werkzaamheden van de Academie 1992-1993 (pp. 497-505).

De H. M. De Dapper houdt een lezing met als titel : «Diepe verwerking en tropische geomorfologie» (pp. 507-539).

Daarna geeft de H. R. Leenaerts een uiteenzetting met als titel : «Le post-investissement, une stratégie d'action indispensable au devenir des pays en voie de développement» (pp. 541-549).

De Voorzitter heft de zitting om 16 h 30.

Liste de présence des membres de l'Académie

Classe des Sciences morales et politiques : Mme P. Boelens-Bouvier, M. J. Comhaire, le R.P. J. Denis, Mme A. Dorsinfang-Smets, MM. V. Drachoussoff, E. Lamy, P. Raymaekers, J. Ryckmans, P. Salmon, A. Stenmans, Mme Y. Verhasselt, M. T. Verhelst.

Classe des Sciences naturelles et médicales : MM. J. Alexandre, J. Bolyn, G. Boné, J. Decelle, M. De Dapper, E. De Langhe, F. De Meuter, A. de Scoville, M. De Smet, A. Fain, J. Jadin, P. G. Janssens, D. Le Ray, J. Meyer, J. Mortelmans, H. Nicolaï, A. Saintraint, C. Schyns, L. Soyer, G. Stoops, J.-J. Symoens, P. Van der Veken, M. Wéry.

Classe des Sciences techniques : MM. E. Cuypers, J. De Cuyper, H. Deelstra, A. Deruyttere, P. Fierens, Mgr L. Gillon, MM. G. Heylbroeck, A. Lederer, R. Leenaerts, W. Loy, J. Michot, R. Sokal, R. Thonnard, R. Tillé, R. Wambacq.

Ont fait part de leurs regrets de ne pouvoir assister à la séance : MM. E. Aernoudt, A. Baptist, P. Beckers, F. Bultot, A. Cahen, J. Cap, Jacques Charlier, F. de Hen, M. Deliens, R. Dudal, Mme M. Engelborghs-Bertels, MM. L. Eyckmans, C. Fieremans, F. Gatti, P. Goossens, J.-P. Harroy, J. Jacobs, A. Jaumotte, A. Lawalrée, M. Lechat, A. Lejeune, R. Marsboom, L. Martens, J.-C. Micha, J. Opsomer, J.-J. Peters, P. Raucq, F. Reyntjens, R. Rezsohazy, J. Roos, F. Suykens, C. Sys, E. Tollens.

Aanwezigheidslijst van de leden van de Academie

Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen : Mevr. P. Boelens-Bouvier, de H. J. Comhaire, E. P. J. Denis, Mevr. A. Dorsinfang-Smets, de HH. V. Drachoussoff, E. Lamy, P. Raymackers, J. Ryckmans, P. Salmon, A. Stenmans, Mevr. Y. Verhasselt, de H. T. Verhelst.

Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen : de HH. J. Alexandre, J. Boly, G. Boné, J. Decelle, M. De Dapper, E. De Langhe, F. De Meuter, A. de Scoville, M. De Smet, A. Fain, J. Jadin, P. G. Janssens, D. Le Ray, J. Meyer, J. Mortelmans, H. Nicolai, A. Saintraint, C. Schyns, L. Soyer, G. Stoops, J.-J. Symoens, P. Van der Veken, M. Wéry.

Klasse voor Technische Wetenschappen : de HH. E. Cuypers, J. De Cuyper, H. Deelstra, A. Deruyttere, P. Fierens, Mgr. L. Gillon, de HH. G. Heylbroeck, A. Lederer, R. Leenaerts, W. Loy, J. Michot, R. Sokal, R. Thonnard, R. Tillé, R. Wambacq.

Betuigden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : de HH. E. Aernoudt, A. Baptist, P. Beckers, F. Bultot, A. Cahen, J. Cap, Jacques Charlier, F. de Hen, M. Deliens, R. Dudal, Mevr. M. Engelborghs-Bertels, de HH. L. Eyckmans, C. Fieremans, F. Gatti, P. Goossens, J.-P. Harroy, J. Jacobs, A. Jaumotte, A. Lawalrée, M. Lechat, A. Lejeune, R. Marsboom, L. Martens, J.-C. Micha, J. Opsomer, J.-J. Peters, P. Raucq, F. Reyntjens, R. Rezsohazy, J. Roos, F. Suykens, C. Sys, E. Tollens.

Allocution d'ouverture — Openingsrede

par/door

P. VAN DER VEKEN
Président/Voorzitter

Excellenties, Heren Voorzitters en Vaste Secretarissen van de Koninklijke Academies, Heren Rectoren, Waarde Confraters, Dames en Heren,

Welkom aan U allen op deze academische openingszitting, waar de drie Klassen van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen gezamenlijk zetelen, samen met de genodigden, die wij in het bijzonder danken voor hun belangstelling en talrijke aanwezigheid.

Excellences, Messieurs les Présidents et Secrétaires perpétuels des Académies royales, Messieurs les Recteurs, Chers Confrères, Mesdames et Messieurs,

Avec nos membres des trois Classes aujourd'hui réunies, j'ai le plaisir de vous souhaiter la bienvenue à cette séance plénière d'ouverture.

Op 1 augustus 11., midden in de vakantieperiode, werden de Academie en wij allen pijnlijk verrast door het plots en onverwacht overlijden van koning Boudewijn. Gedurende 43 jaar koningschap heeft koning Boudewijn zich op een uitzonderlijke wijze ten dienste gesteld van de natie; alle lagen van de bevolking waren hem lief. Hij bevorderde kunsten en wetenschappen en was Beschermheer van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen; in 1978 nam hij deel aan de plechtige viering van het vijftigjarig bestaan van de Academie. Dank zij zijn welwillendheid wordt momenteel bij het Paleis der Academiën een uitgebreide bibliotheekruimte gebouwd. Koning Boudewijn heeft in 1976 bij zijn 25-jarig ambtsjubileum gewenst dat er een stichting zou tot stand komen om initiatieven allerhande uit te werken ter verbetering van de levensomstandigheden van de Belgische bevolking. De Koning Boudewijnstichting heeft ook Europese projecten uitgewerkt en in 1979 de prestigieuze Internationale Koning Boudewijnprijs voor Ontwikkelingswerk ingesteld, die in 1994 voor de 8ste maal zal worden toegekend. Koning Boudewijn was een groot vorst en tegelijk een geliefde koning. De natie heeft op ontroerende wijze afscheid van hem genomen op 7 augustus 1993. Namens de Academie hebben wij aan Koningin Fabiola onze deelneming betuigd.

Mag ik U verzoeken nog enkele ogenblikken van ingetogenheid te wijden aan de nagedachtenis van wijlen koning Boudewijn.

Puis-je vous inviter à nous recueillir quelques instants en mémoire du Roi défunt ?

Le Roi est le Haut Protecteur de l'Académie. Depuis sa création en 1928, l'histoire de l'Académie a été régulièrement associée à la Dynastie, qui lui accorda constamment attention, estime et encouragement. Le roi Albert II, qui par ses multiples fonctions a acquis une connaissance exceptionnelle des problèmes mondiaux et surtout de ceux d'outre-mer, consacrera certainement le même intérêt bienveillant à l'Académie que ses illustres prédécesseurs. Au nom de l'Académie nous avons présenté à sa Majesté, à l'occasion de Son avènement, des vœux chaleureux pour un règne très heureux.

Notre pays a participé activement en juin 1992 à la Conférence mondiale de Rio de Janeiro sur l'environnement et le développement. Il nous est agréable de savoir que le prince héritier Philippe présidera le Conseil national pour le Développement durable, conseil créé suite à ce forum mondial. Nous espérons que ce haut patronage contribuera à stimuler l'intérêt de nos autorités et de la population sur ces problèmes, qui sont au cœur des activités de notre Académie.

De UNCED, voluit United Nations Conference on Environment and Development, in Rio heeft twee verdragen opgeleverd, nl. de United Nations Framework Convention on Climatic Change en de Convention on Biological Diversity. Beide verdragen zijn uiterst belangrijk voor het behoud van het leefmilieu van mensen, dieren en planten. Over de bescherming van de bossen werd het Statement on Forest Principles uitgebracht, terwijl de Declaration of Rio de Janeiro on Environment and Development 27 principes bevat als een soort handvest voor de aarde. Een vijfde belangrijk produkt van de Rio-Conferentie is de zgn. Agenda 21 ; het betreft een 40 hoofdstukken tellend programma voor duurzame ontwikkeling in de komende eeuw.

Stormachtige en onmenselijke gebeurtenissen in Joegoslavië en Somalië, de economische recessie en monetaire perikelen in de westerse wereld, maar ook gunstige ontwikkelingen in Zuid-Afrika en rond Israël hebben de Rio-Conferentie te vlug uit de actualiteit verdreven. Maar het principe van de duurzame ontwikkeling met respect voor de ecologische principes evengoed als de erkenning van de eigenheid en verscheidenheid van de volkeren is onwrikbaar gesteld en moet overal toegepast worden voor het behoud van een leefbare aarde. Het is dan ook een must voor ieder academicus de principes en aanbevelingen vastgelegd op de mileutop van Rio in 1992 te bestuderen en na te leven en aldus mee te bouwen aan een betere wereld.

Ook het recente rapport van UNICEF, «The Progress of Nations», opgesteld door Peter Adanson, is hoopgevend. Het gemiddeld inkomen in de Derde Wereld blijkt in de laatste decennia ongeveer te zijn verdubbeld ; de levens-

verwachting is in de ontwikkelingslanden met 30% gestegen, het gebruik van voorbehoedsmiddelen met 50% toegenomen en de kindersterfte onder de 5 jaar gehalveerd. Natuurlijk blijft het hoofdprobleem de bevolkingsaan groei en daaraan zullen de Verenigde Naties ongetwijfeld en noodgedwongen meer aandacht moeten besteden in een nabije toekomst.

Er kan geen twijfel over bestaan dat onze Academie zich zal blijven inzetten om wetenschappelijk verantwoorde bijdragen te leveren tot de noodzakelijk duurzame ontwikkeling.

Ik wens de Academie een succesvol nieuw academiejaar toe.

**Rapport sur les activités de l'Académie
(1992-1993)**
**Verslag over de werkzaamheden van de Academie
(1992-1993)**

par/door

J.-J. SYMOENS *

Excellences, Mesdames, Messieurs,

Notre Président vient de vous dire combien le décès de Sa Majesté le Roi Baudouin a frappé notre Académie d'une émotion douloureuse. En la personne du Roi, notre Compagnie a perdu un Haut Protecteur qui fut toujours attentif au développement scientifique du pays.

Mais nous avons hélas aussi, au cours de l'année académique écoulée, appris la disparition de sept de nos Confrères. Permettez-moi d'évoquer devant vous leur souvenir.

René Tavernier werd geboren te Nevele op 28 augustus 1914 en is overleden te Gent op 20 november 1992.

René Tavernier volbracht zijn hogere studies aan de Rijksuniversiteit Gent en behaalde het diploma van doctor in de wetenschappen, groep aard- en delfstofkunde in 1941. In 1948 werd hij tot gewoon hoogleraar aan de RUG benoemd en vanaf 1965 was hij directeur van het «International Centre for Post-graduate Soil Scientists». In 1958 werd hij lid van het Directiecomité van het NILCO en directeur van de Interdisciplinaire Werkgroep van Ganda-Congo. Als expert van de kwartairgeologie en van bodemkartering was René Tavernier laureaat van de tienjaarlijkse prijs van de regering voor delfstofkundige wetenschappen. Hij was lid van de Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten.

Op 2 september 1970 werd hij tot geassocieerde van onze Academie benoemd, op 16 december 1977 tot werkend lid en in april 1983 werd hij tot het ere-lidmaatschap bevorderd.

* Secrétaire perpétuel de l'Académie ; rue Defacqz 1 bte 3, B-1050 Bruxelles (Belgique). — Vast Secretaris van de Academie ; Defacqzstraat 1 bus 3, B-1050 Brussel (België).

Ivan de Magnée, né à Hasselt le 23 mai 1905, est décédé à Bruxelles le 5 février 1993.

Il obtint les diplômes d'ingénieur civil des mines et d'ingénieur géologue à l'Université de Liège, respectivement en 1928 et en 1930. Il effectua de nombreuses missions au Congo belge en tant que géologue-prospecteur. Spécialiste de l'exploitation des mines, il enseigna cette discipline à l'Université Libre de Bruxelles, tout en restant en rapport étroit avec le monde industriel.

Membre de nombreuses sociétés savantes, il fut nommé associé de l'Académie le 6 octobre 1947, membre titulaire le 2 août 1956 et il accéda à l'honorariat le 17 juin 1976.

Giorgio Marinelli, né à Florence en 1922, est décédé à Pise le 27 mars 1993.

Diplômé en Sciences naturelles en 1945, il devint la même année assistant à l'Institut de Minéralogie et Pétrographie de l'Université de Pise. Il fut ensuite successivement chargé de cours de minéralogie de 1948 à 1961, professeur ordinaire de pétrologie depuis 1961 et directeur de l'Institut de Minéralogie et de Pétrologie de l'Université de Pise de 1968 à 1971. Il est auteur d'un grand nombre de notes et mémoires dont la majeure partie porte sur la pétrographie et la pétrologie des roches magmatiques, de même que sur l'énergie géothermique associée au volcanisme récent ou actuel. Homme de terrain, il a, de 1953 à 1963, organisé et dirigé les recherches italiennes de minerais radioactifs, pour le compte de la CNEN et de la SOMIREN. Depuis 1964, il s'est spécialisé en exploration et développement géothermiques. Expert des Nations Unies, de l'UNESCO et de l'OECE ou chargé de mission par diverses sociétés publiques ou privées, il a étudié les possibilités de développement géothermiques dans plus de vingt pays. Il a organisé et dirigé des missions scientifiques pluridisciplinaires et plurinationales en Grèce, Turquie, Jordanie, Arabie Saoudite, Égypte, Éthiopie, Indonésie et en Alaska. Membre honoraire de la «Geological Society» de Londres, il fut nommé en 1979 docteur *honoris causa* de l'Université Libre de Bruxelles.

Giorgio Marinelli fut nommé membre correspondant de l'Académie en 1982 et promu à l'honorariat en 1988.

Jean Van Leeuw, né le 21 août 1923 à Bruxelles, est décédé le 5 mai 1993.

Ingénieur civil des mines et ingénieur civil des constructions navales, il fut ingénieur à la Compagnie Maritime Belge et professeur à l'Antwerp Port Engineering & Consulting (APEC). Toute sa carrière fut orientée vers les techniques portuaires et celles du transport maritime, en particulier dans les domaines de l'emballage, de la conteneurisation et des unités de charge.

Il fut nommé membre associé de l'Académie le 31 mars 1982, membre titulaire le 19 janvier 1988 et promu à l'honorariat le 14 février 1989.

Notre confrère Van Leeuw était un homme modeste. Démentant à son désir, dont Madame Van Leeuw nous a fait part, je limiterai à ce bref rappel l'évocation de sa carrière.

Ridder Emmanuel Coppieters de ter Zaele, geboren op 1 januari 1925 te Sint-Kruis bij Brugge, is overleden op 5 juni 1993 te Brugge.

In 1947 behaalde hij de graad van doctor in de rechten aan de Katholieke Universiteit Leuven. Tussen 1948 en 1952 studeerde hij aan de «London School of Economics, Department for Money and Banking» waar hij tot «Master of Science and Economics» promoveerde. In 1955, werd hij doctor in de economische wetenschappen. Sedert 1954 doceerde hij aan de Rijkshandels-hogeschool te Antwerpen en tussen 1963 en 1966 aan de Koninklijke Militaire School. Vanaf 1963 was hij hoogleraar aan de Faculteit voor Toegepaste Wetenschappen van het Rijksuniversitair Centrum te Antwerpen en tussen 1972 en 1973 bekleedde hij de functie van secretaris van die faculteit. Buiten zijn academische werkzaamheden was hij ook ere-advokaat aan de balie van Brugge en consul-generaal van Honduras in België. Gedurende 37 jaar stond hij aan het hoofd van het Koninklijk Instituut voor Internationale Betrekkingen. Hij was een vooraanstaande deelnemer aan wetenschappelijke colloquia over economische ontwikkelingshulp en de Oost-West-verhoudingen. Hij hield zich ook bezig met de economische en politieke betrekkingen met China en Japan via zijn deelneming aan de jaarlijkse congressen van het «Institute for Strategic Studies». Als specialist van internationale politiek heeft hij aan verscheidene tijdschriften meegewerkt waaronder *Chronique de Politique Étrangère*, *Internationale Spectator*, *Tijdschrift voor Internationale Politiek* en *Studia Diplomatica*.

In 1963 werd hij tot geassocieerde van onze Academie benoemd, in 1977 tot werkend lid en in 1993 tot erewerkend lid.

Le vicomte Walter Ganshof van der Meersch, né à Bruges le 18 mai 1900, est décédé à Tintange le 12 septembre 1993.

Professeur émérite de l'Université Libre de Bruxelles, il avait occupé des hautes fonctions très diverses dont celles de procureur général à la Cour de Cassation et de Ministre des Affaires générales en Afrique.

Également membre de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique et de l'Académie internationale de Droit comparé, il fut nommé membre associé de notre Académie en 1967 et promu à l'honorariat en 1979.

Conformément au souhait qu'il avait exprimé, je limiterai l'annonce de son décès à cette brève évocation.

Louis Vanden Berghe werd geboren in 1923 te Oostnieuwkerke en is op 18 september 1993 te Gent overleden.

Hij volbracht zijn hogere studies aan de Universiteit van Gent, waar hij in september 1950 promoveerde tot doctor in de Kunstgeschiedenis en Oudheidkunde. Vervolgens studeerde hij oosterse talen en archeologie aan de universiteiten van Brussel, Leiden en Amsterdam. Als specialist in de oosterse Oud-

heidkunde nam Louis Vanden Berghe deel aan vele prospectietochten en opgravingen in het nabije Oosten, voornamelijk in Iran. Vanaf 1958 was hij hoogleraar in de «Histoire et Archéologie de l'Iran ancien» aan de «Université Libre de Bruxelles» en vanaf 1965 gewoon hoogleraar en titularis van de leerstoel «Archeologie en Cultuurgeschiedenis van het Oude nabije Oosten» aan de Universiteit van Gent. Hij is de auteur van een honderdtal publikaties die betrekking hebben op de archeologie en geschiedenis van het Oude vóór-Azië, vooral van Iran.

In 1978 werd hij tot geassocieerd lid van onze Academie benoemd en in 1989 werd hij tot eregeassocieerd lid bevorderd.

Je vous invite à nous recueillir quelques instants en souvenir de nos Confrères arrachés à notre estime et à notre amitié.

En 1993, les Bureaux des Classes sont composés comme suit :

Classe des Sciences morales et politiques :

Directeur : M. J. Everaert

Vice-Directeur : Mme M. Engelborghs-Bertels

Classe des Sciences naturelles et médicales :

Directeur : M. P. Van der Veken

Vice-Directeur : M. J. Bouharmont

Classe des Sciences techniques :

Directeur : M. H. Deelstra

Vice-Directeur : M. R. Leenaerts

Notre Acedémie compte un membre *honoris causa*, 96 membres titulaires et titulaires honoraires, 79 membres associés et associés honoraires, 84 membres correspondants et correspondants honoraires, parmi lesquels 37 ressortissants de pays d'Outre-Mer.

Les trois Classes de notre Compagnie se sont réunies mensuellement et notre *Bulletin des Séances* reflète leurs travaux dans les domaines les plus divers des sciences d'outre-mer.

Notre Commission de la Biographie, présidée par M. P. Salmon, poursuit la rédaction du volume 8 de la *Biographie belge d'Outre-Mer* pour lequel, à ce jour, 113 notices ont été rédigées et approuvées.

La Commission d'Histoire qui, sous la présidence de M. J. Stengers, avait préparé cinq importants recueils d'études sur l'expansion belge outre-mer, la Conférence de Géographie de 1876 et l'histoire du Congo depuis la création de l'État Indépendant jusqu'à l'indépendance de 1960, a décidé de s'atteler à une nouvelle tâche collective : la préparation d'un guide du chercheur en histoire d'outre-mer. À cette fin, elle vient de rajeunir ses effectifs par la cooptation de neuf jeunes historiens.

Tous les deux ans, la Fondation Roi Baudouin attribue le Prix International Roi Baudouin pour le Développement à une personne ou une organisation, sans distinction de nationalité, qui a apporté une contribution importante au développement du Tiers Monde ou à la solidarité et aux bonnes relations entre les pays industrialisés et les pays en développement ainsi qu'entre les peuples de ces pays. Le Comité de Sélection, présidé par notre confrère M. Lechat, a attribué le Prix 1992 à la Banque Grameen du Bangladesh, pour la reconnaissance du rôle de la femme dans le processus de développement et l'originalité d'un système de crédit financier contribuant à l'amélioration de la condition sociale et matérielle des femmes en milieu rural et de leur famille. À l'occasion de l'attribution du Prix, l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer a organisé le 23 avril 1993 une séance académique sur «Le rôle de la femme dans le développement rural». Nous remercions la Fondation Roi Baudouin pour son appui généreux à l'organisation de cette séance.

Voici près de six ans, plus précisément le 11 décembre 1987, l'Assemblée générale des Nations Unies décidait de faire débiter en 1990 une Décennie internationale de la Prévention des Catastrophes naturelles. À cette occasion, l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer organisa, dès le 16 novembre 1989, une journée d'information sur «La prévention des catastrophes naturelles» qui fut honorée de la présence de S.A.R. le prince Laurent. Depuis lors a été créé un Comité national belge de la Décennie de la Prévention des Catastrophes naturelles. Notre Académie assure le secrétariat du Groupe scientifique de ce Comité. Elle était représentée les 27 et 28 septembre 1993 à la réunion des Comités nationaux organisée à l'initiative de la Commission des Communautés Européennes. À l'occasion de la Journée mondiale 1993 de la prévention des catastrophes naturelles, nous avons participé à l'organisation de la journée d'information sur ce thème qui a eu lieu le 8 octobre 1993 et de l'exposition de posters, fruit des travaux réalisés dans nos universités et institutions scientifiques en vue de prévenir les catastrophes naturelles et d'en réduire les effets.

Que serait une Académie qui ne contribuerait pas au progrès des sciences par la diffusion du savoir? Au cours de l'année académique qui s'achève, nous avons édité et distribué près de 1500 pages.

Sont ainsi sortis de presse les fascicules 1, 2 et 3 du volume 38 (1992) de notre *Bulletin des Séances*. Trois autres fascicules sont déposés chez l'imprimeur.

Nous avons publié un mémoire de la Classe des Sciences morales et politiques :

STENMANS, A. & REYNTJENS, F. 1993. La pensée politique du gouverneur général Pétillon. — *Mém. Acad. r. Sci. Outre-Mer*, Cl. Sci. mor. et polit., nouv. sér. in-8°, 51 (3), 123 pp.

Deux mémoires de la Classe des Sciences naturelles et médicales et un mémoire de la Classe des Sciences techniques sont également en cours d'impression.

Nos activités publiques, symposiums, journées d'études et d'information donnent également lieu à la publication d'Actes, de *Proceedings* comme disent les Anglo-Saxons. Ces volumes représentent un pourcentage croissant de nos éditions et témoignent le plus souvent de la collaboration cordiale que notre Académie entretient avec d'autres Institutions. Nous avons ainsi publié à la fin de 1992 les Actes de notre Symposium sur les transports et les communications en Afrique qui avait réuni du 27 au 29 novembre 1991 quelque 175 participants ; les Actes de notre Journée d'étude du 24 mars 1992 sur la lutte contre la schistosomiase au moyen de plantes indigènes d'Afrique ; et les conférences faites à l'occasion de la séance publique que nous avons tenue en la salle du Conseil provincial du Hainaut à Mons le 4 avril 1992.

Dans le domaine de ses relations internationales, l'Académie a été représentée à la réception de M. Alfred Cahen, ambassadeur de Belgique à Paris, en qualité de membre associé de l'Académie des Sciences d'Outre-Mer de France. Nous avons aussi eu le plaisir de recevoir à Bruxelles, le 12 juin 1993, une délégation d'anciens élèves de l'École nationale de la France d'Outre-Mer conduite par son président, M. Gilbert Mangin, secrétaire perpétuel de l'Académie-sœur de Paris.

En juin 1993 également, notre président et moi-même nous sommes rendus à Amsterdam en vue de renforcer nos liens de collaboration avec le «Koninklijk Instituut voor de Tropen», une institution dont on ne peut qu'admirer l'excellente organisation, l'ampleur et le niveau des activités et la parfaite adéquation aux besoins d'une coopération moderne avec les États du Sud.

En wij hebben nog heel wat plannen !

Ter gelegenheid van het erelidmaatschap van professor Raymond Vanbreuseghem die, in moeilijke omstandigheden, *ad interim* de functie van vaste secretaris waarnam, heeft de Academie in 1982 een fonds opgericht bestemd om de organisatie van openbare conferenties over schimmelziekten bij mensen, dieren en planten in tropische gebieden mogelijk te maken. De Derde Raymond Vanbreuseghem Conferentie, met als thema de Tropische Pathogene Zwammen, zal plaatsvinden op 3 december eerstkomend. Er zullen lezingen gehouden worden door drie eminente specialisten, met name de Heren Philippe Lepoivre, Henri Maraite en Ronnie Swennen.

De Koning Boudewijnstichting heeft dit jaar twee indrukwekkende werken gepubliceerd, waaraan verschillende leden van de Academie hun medewerking hebben verleend. Het eerste kreeg als titel : «De plattelandsontwikkeling in Centraal Afrika 1908-1960/1962», het tweede : «Geneeskunde en Hygiëne in Centraal Afrika van 1885 tot nu». De bedoeling is een stand van zaken te geven van wat er door de Belgen tijdens hun overzeese verblijven aan ervaring is opgedaan, maar vooral ook deze kostbare informatie ter beschikking te stellen van al diegenen die er, in tropische streken, baat bij kunnen hebben. Deze boeken komen er precies op het geschikte moment. Meer dan ooit —

en onze confrater A. Coupez, destijds voorzitter van de Belgische Vereniging van Afrikanisten, onderstreepte dit reeds zeer duidelijk in 1983 — is er nood aan een degelijk onderzoek in de overzeese wetenschappen, met inbegrip van de humane wetenschappen, en een adequate verspreiding van de resultaten hiervan. De huidige coöperanten worden immers met dezelfde problemen geconfronteerd als hun voorgangers tijdens de koloniale periode, met dit verschil dat er nauwelijks sprake is van een specifieke opleiding vóór hun vertrek, dat zij ter plekke niet opgevangen worden door mensen die hen kunnen inwijden en dat hun kortstondige loopbaan meestal afgelopen is lang vóór zij het sociale aspect van hun opdracht hebben kunnen vatten. Ter gelegenheid van het verschijnen van de Engelse versie van het werk over de platteland-ontwikkeling, eind 1993, zullen wij, in januari 1994, een academische zitting over dit thema houden.

In het huidige federale België, is onze Instelling de enige van de zeven Koninklijke Academiën van het land, die haar nationaal statuut behouden heeft. Zij is samengesteld uit een gelijk aantal leden van onze twee grote gemeenschappen die overigens zeer harmonieus samenwerken. Niettemin verheugt het de Academie te kunnen ingaan op uitnodigingen vanwege Gewesten en Gemeenschappen. Dergelijke uitnodigingen bieden haar de mogelijkheid de aandacht te vestigen op het belang van problemen die ook de overzeese gebieden aanbelangen en haar activiteiten op deze vlakken toe te lichten. Zo was zij in 1990 in Antwerpen en vorig jaar in Bergen te gast. Op 7 mei 1994 zullen wij, op uitnodiging van de Oostvlaamse provinciale overheid, in Gent samenkomen.

Met medewerking van het «Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation» (CTA) hebben wij in het verleden twee belangrijke seminars georganiseerd, het eerste over voedsel- en voedingsstrategieën, het tweede over het verband tussen landbouwintensifiëring en milieu in tropische streken. Op verzoek van het CTA zullen wij opnieuw samenwerken voor de organisatie van een seminarie over de ontwikkeling van zoetwater agro-piscicultuur ecosystemen in tropische streken, dat zal plaatsvinden van 16 tot 19 mei 1994. Ter herinnering : de visteelt, meer dan tweeduizend jaar geleden in China ontstaan, kende in Azië een harmonieuze en duurzame ontwikkeling, gekenmerkt door een nauwe integratie van visteelt en plantaardige produktie. Het doel van het geplande seminarie is de balans op te maken van de ervaring met de ontwikkeling van deze milieus in Azië en Afrika, met het oog op het aanpassen en het voorstellen van transfers van op dit gebied goed functionerende technologieën naar een groter aantal ACP landen.

In 1894 werden de eerste werken van Jules Cornet over de aardkunde van Katanga (Shaba) gepubliceerd. Onze Academie heeft haar patronaat verleend aan het «Colloque international sur l'arc cuprifère Shaba-Zambie» dat de «Faculté Polytechnique de Mons» van 6 tot 8 september 1994 organiseert ter gelegenheid van deze honderdste verjaardag.

Binnen precies een jaar, meer bepaald op 20 oktober 1994, zal ons symposium over het kind in de Derde Wereld geopend worden.

Tenslotte zullen wij, samen met het Wetenschappelijk Comité voor Maritieme Geschiedenis van de Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België, van 24 tot 26 november 1994 een internationale conferentie organiseren met als thema «Shipping, Factories and Colonization», drie soms simultane maar meestal opeenvolgende vormen van de Europese overzeese expansie van de 15de tot de 19de eeuw. Op dit ogenblik hebben wij al zekerheid over een vijftigtal lezingen, niet alleen over Afrika, maar ook over Azië en Zuid-Amerika.

Om de belangstelling van studenten voor de overzeese gebieden te ondersteunen, past het hen te helpen bij hun opzoekingen te velde. Te dien einde werd een Fonds opgericht ter nagedachtenis van het landbouwkundig en zoötechnisch werk van een van onze meest eminente leden, Floribert Jurion, die directeur-generaal van het Nationaal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek in Congo was. Dit Fonds laat ons toe beurzen of leningen toe te kennen aan studenten van Belgische faculteiten voor Landbouwkundige of Diergeneeskundige Wetenschappen, van wie het werk ter beëindiging van hun studies een Overzees verblijf vereist. Voor het voorbije academiejaar werden twee beurzen toegekend, maar de groei van het Fonds zou ons moeten toelaten het aantal beurzen/leningen vanaf 1994 te doen toenemen.

Mesdames, Messieurs,

Le tableau que je viens d'esquisser des réalisations et des projets de l'Académie vous montre combien sont multiples les domaines relevant des sciences d'Outre-Mer. J'espère aussi qu'il vous aura convaincu de notre désir de contribuer à mettre les acquis de ces sciences au service du développement et de lutter contre le découragement qui, parfois, au vu d'échecs patents, touche l'opinion publique, voire les responsables ou les acteurs de la coopération au développement.

Avec une obstination malsaine, les médias se complaisent à nous donner les images les plus désolantes des fléaux qui sévissent en Afrique : sécheresses, famines, guerres civiles. Présentant ce continent comme la plaie ouverte de notre planète, les médias créent et entretiennent ainsi un sentiment pour lequel on a déjà forgé un néologisme : l'afropessimisme. Ce sentiment se développe particulièrement en Belgique où l'on se polarise sur les difficultés prolongées auxquelles le Zaïre et le Rwanda sont en proie, où l'on s'inquiète aussi à propos de l'orientation que prend l'action des casques bleus en Somalie.

Entrée dans l'indépendance avec des atouts moins solides que l'Asie du Sud-Est ou l'Amérique latine, il serait étonnant que l'Afrique ait pu surmonter ses handicaps en trois décennies. Sans nier la multiplicité et la gravité des problèmes que connaît l'Afrique et qu'elle connaîtra encore pendant pas mal

d'années, force est d'y constater aussi l'étonnante vitalité et la capacité d'adaptation de ses populations. Des pays récemment encore déchirés par la guerre ont, dans l'ensemble, retrouvé la voie de la paix et de la reconstruction ; je pense notamment à l'Ouganda et à l'Éthiopie que j'ai visités cette année-même. La Namibie, devenue indépendante et l'Érythrée, enfin reconnue, devraient connaître la marche vers la prospérité.

Comme je l'ai déjà dit plus d'une fois, je pense qu'il est de notre devoir de rester à la pointe des connaissances concernant l'Afrique centrale. Nos coopérateurs — j'en ai la conviction — y retrouveront un jour en nombre leur place.

Cette assurance ne m'empêche pas de penser que notre Académie doit aussi poursuivre la diversification de ses champs d'étude et d'action. L'évolution actuelle de l'Afrique du Sud vers l'établissement d'une société démocratique devrait nous ouvrir des perspectives de collaboration fructueuse avec ce pays qui compte tant d'excellents chercheurs. D'autre part, même si elle est encore fragile, la paix que l'on peut espérer au Moyen-Orient, après la mutuelle reconnaissance de l'État d'Israël et de l'OLP, permet d'entrevoir un rôle accru pour notre coopération dans cette région. Il convient que nous étudions mieux le monde de l'Islam pour pouvoir, le moment venu, mieux répondre à ses demandes.

Telles me paraissent être les tâches qui attendent notre Compagnie. Fondée en 1928, celle-ci a, cette année, 65 ans. Wallis disait : «Un grand passé est un devoir pour l'avenir». Continuons donc ensemble à remplir le nôtre.

Diepe verwerking en tropische geomorfologie *

door

Morgan DE DAPPER **

TREFWOORDEN. — Bornhardts ; Diepe verwerking ; Etchplanatie ; Geomorfologie ; Inselberg ; Lateriet ; Pediplanatie ; Stone-line.

SAMENVATTING. — Diepe, vooral chemische verwerking leidt tot de ontwikkeling van dikke, gemakkelijk erodeerbare saprolietdekken en tot de vorming van verwerings-resistente restprodukten. Diepe verwerking grijpt bij uitstek, maar niet uitsluitend, in de vochtige tropen plaats en speelt er een belangrijke rol bij de geomorfologische ontwikkeling. Enkele «tropische» reliëfvormen en hun attributen worden besproken : pediplanatie en inselbergen, etchplanatie en bornhardts, lateriet, stone-lines.

RÉSUMÉ. — *Altération profonde et géomorphologie tropicale.* — L'altération profonde, surtout chimique, mène au développement d'épais manteaux saprolithiques sensibles à l'érosion et à la formation de produits résiduels résistant à l'altération. L'altération profonde se produit surtout, mais pas exclusivement, dans les tropiques humides et joue un rôle prépondérant dans la géomorphogénèse. Quelques exemples de formes de relief «tropicale» et de leurs attributs sont discutés : pédipianation et inselbergs, etchplanation et bornhardts, latérites, stone-lines.

SUMMARY. — *Deep weathering and tropical geomorphology.* — Deep, especially chemical, weathering lead to the development of thick soft saprolites prone to erosion and residual weathering resistant materials. Deep weathering is the hallmark of humid tropical climates and rules the genesis and evolution of «tropical» landforms and their attributes. A few examples of such «tropical» landforms are discussed : pediplanation and inselbergs, etchplanation and bornhardts, laterites, stone-lines.

1. Diepe verwerking en de tropen

Harde, frisse gesteenten die het geologisch substraat uitmaken, komen vroeg of laat aan het oppervlak van de aarde in de geomorfologische sfeer terecht. Ze komen daar in contact met een nieuw milieu, de atmosfeer, waarmee ze

* Lezing gehouden op de plenaire zitting van 20 oktober 1993. Tekst ontvangen op 30 november 1993. — Deze bijdrage vormt de uitbreiding van DE DAPPER (ed.) 1991. Geomorfologie : Aspecten van het onderzoek 1 & 2. *De Aardrijkskunde* (themanummer).

** Werkend lid van de Academie ; Laboratorium voor Fysische Geografie, Vakgroep Geografie, Universiteit Gent, Krijgslaan 281, B-9000 Gent (België).

een nieuwe evenwichtstoestand ontwikkelen. Dit streven naar een nieuw evenwicht gebeurt via een reeks ingewikkelde processen die onder de noemer «verwerking» kunnen samengevat worden (OLLIER 1975).

De verweringsprocessen worden meestal in drie categorieën ingedeeld : fysische, chemische en biologische. Bij de fysische verwerking wordt het gesteente gewoon in kleine stukjes gebroken, zonder dat het een verdere verandering ondergaat. Dit gebeurt bvb. door de groei van ijskristallen bij vorstverwerking. Bij de chemische verwerking gaat het gesteente reacties aan met water en sommige atmosferische gasen zoals zuurstof en koolstofdioxide ; organische zuren afkomstig van rottende planten spelen ook een belangrijke rol. Het gesteente ondergaat nu wel een geleidelijke chemische verandering en wordt langzaam maar onverbiddeijk getransformeerd in een zachter produkt. Bij de biologische verwerking wordt het gesteente afgebroken door organismen, zowel planten als dieren ; in feite bestaat de biologische verwerking uit een sterk verstrengelde combinatie van fysische en chemische verwerking. In werkelijkheid werken de verschillende verweringsprocessen niet gescheiden, maar complementair en is er enkel dominantie van een of andere vorm. De chemische ontbinding verzwakt het gesteente en vergemakkelijkt zo de fysische verbrokkeling, die op haar beurt het binnendringen van het chemisch verwerend bodemwater bevordert.

Tengevolge van de verwerking wordt het harde geologische substraat dus afgebroken tot een produkt dat «handelbaar» is voor de fundamentele geomorfologische processen van erosie, transport en afzetting. Zonder verwerking zouden er geen geomorfologische processen kunnen plaatsgrijpen en zouden de resulterende fysische landschapsvormen niet ontstaan. Verwerking is dus een *conditio sine qua non* voor het geomorfologisch gebeuren !

Binnen de categorie van de chemische verweringsprocessen kunnen twee grote basistypes onderscheiden worden : oplossing en ontbinding. Bij het eerste type wordt materiaal opgelost in (meestal zuur) water en weggevoerd. Het meest bekend is de oplossing van carbonaatgesteenten zoals calciet en dolomiet, die tot karstvormen leidt. Bij het tweede type worden mineralen, zoals veldspaten en micas, afgebroken en gerecombineerd hoofdzakelijk door hydratatie, hydrolyse en oxydatie. Tengevolge van de chemische verwerking wordt het harde gesteente getransformeerd in een aantal verweringsprodukten : kleimineralen, ijzer- en aluminiumoxyden, colloïdaal silicium, minerale voedingsstoffen (zoals calcium, fosfor, magnesium) en inert residueel materiaal, meestal kwarts.

Het is duidelijk dat bij de chemische verwerking, water een primordiale rol speelt ; zonder water grijpt er geen chemische verwerking plaats. Aangezien de meeste chemische reacties die een rol spelen endoterm zijn, zal verder ook de temperatuur van het grootste belang zijn. Volgens de regel van Van 't Hoff zal de snelheid van een endotermie reactie vertwee- of verdrievoudigen bij iedere stijging van 10°C. Hoe hoger de temperatuur van het verwerend bodemwater, des te sneller de chemische verwerking verloopt. Ook de aanwezigheid van

humuszuren in het water speelt een zeer belangrijke rol. Een weelderige vegetatie die voor veel rottend plantenafval zorgt, zal dus ook de chemische verwerking in de hand werken.

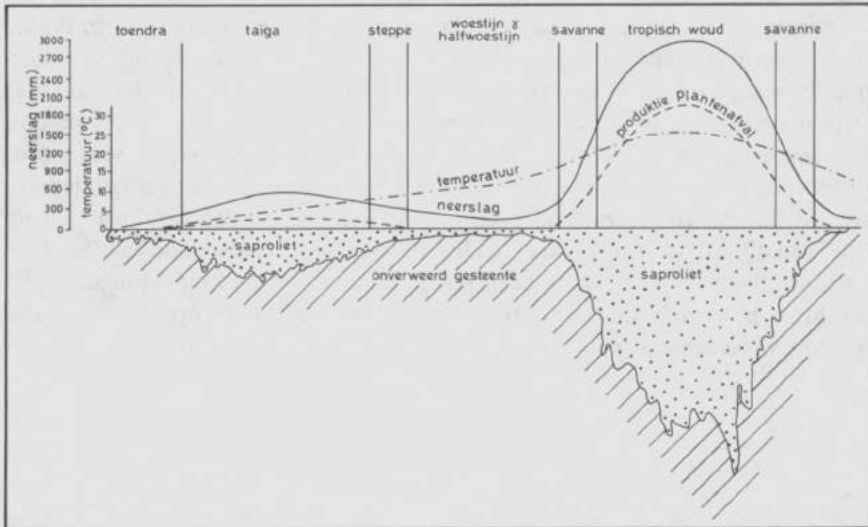


Fig. 1. — Het verband tussen temperatuur, neerslag, produktie van plantenafval en saprolietontwikkeling voor tektonisch stabiele gebieden in verschillende klimaatzones (vereenvoudigd volgens STRAKHOV 1967).

Water, warmte en vegetatie zijn alle overvloedig beschikbaar in de vochtige tropen. Zoals geïllustreerd wordt op het Strakhov-diagram (fig. 1) (STRAKHOV 1967), schommelt de gemiddelde temperatuur in de vochtige tropen rond de 25°C, varieert de gemiddelde jaarneerslag tussen 1200 mm en 3000 mm en produceert het woud gemiddeld 100 tot 200 ton organisch afvalmateriaal per hectare, per jaar (in de koudgematigde klimaten bedragen de cijfers respectievelijk minder dan 10°C, 300-700 mm en 20-25 t/ha/jaar!).

Het vochtig tropisch milieu zal dus bij uitstek aanleiding geven tot diepe chemische verwerking. Diep, zowel vanuit kwalitatief als vanuit kwantitatief oogpunt. Kwalitatief, omdat de chemische verwerking zeer ver gaat. Het meest harde gesteente, zoals graniet bvb., wordt omgezet in een rotte zachte saproliet (= rot gesteente) waarin enkel klei en restprodukten zoals ijzer- en aluminiumoxyden en kwarts (het granietgruis) achterblijven. Dit wordt geïllustreerd in figuur 2 die een typisch diep verweringsprofiel voorstelt, zoals dit door STROOPS (1967) voor Beneden-Zaire beschreven wordt. Kwantitatief, omdat de saprolietdekken zeer dik (tientallen meters is niet uitzonderlijk!) kunnen worden. Daartoe moeten echter een aantal randvoorwaarden vervuld worden die samengevat zijn in bijlage 1.

Het weze echter duidelijk dat, zoals FRIPIAT & HERBILLON (1971) erop wezen, de chemische verweringsprocessen in de vochtige tropen fundamenteel niet verschillen van deze in andere klimaatzones. Het is dus enigszins misleidend over «tropische verwerking» te spreken wanneer men eigenlijk «verwerking onder tropische milieuomstandigheden» bedoelt. Het weze ook gesteld dat de resultaten van diepe verwerking niet uitsluitend in de vochtige tropen aange troffen worden. Ook in de Ardennen byb. komen dikke saprolietdekken voor. Het is hier de vraag of het gaat om paleovormen, relictten van tropische omstandigheden die heersten tijdens het Tertiair, dan wel om resten van saprolieten die zich gedurende zeer lange tijd konden ontwikkelen en konden bewaard blijven. In die zin kan ook de term «tropische geomorfologie» uit de titel van dit artikel misleidend zijn. Het is echter een term die in de vakliteratuur sterk ingeburgerd is en waarmee de schrijver dezes enkel «geomorfologie onder vochtige en warme milieuomstandigheden zoals die actueel op lage, tropische breedten heersen» bedoelt.

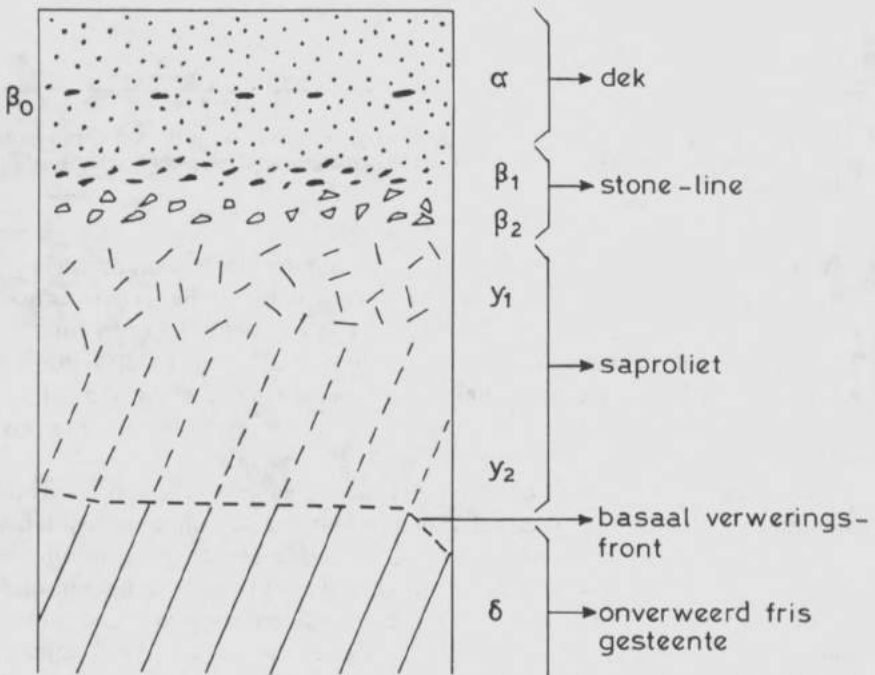


Fig. 2. — Typisch diep verweringsprofiel in Beneden-Zaire : α : dek van fijn materiaal ; β_0 : discontinue secundaire stone-line ; β_1 : allochtone stone-line ; β_2 : autochtone stone-line ; γ_1 : zeer sterk verweerde saproliet zonder herkenbare gesteentestructuren ; eventueel laterietontwikkeling ; γ_2 : sterk verweerde saproliet met herkenbare gesteentestructuren ; eventueel laterietontwikkeling aan de top ; δ : fris, onverweerd gesteente (vereenvoudigd naar STOOPS 1967).

Een aantal geomorfologische aspecten van diepe, vooral chemische, verwerking zoals die actueel in de vochtige tropen aangetroffen worden zullen verder, van kleinschalig naar grootschalig, besproken worden. Planatieprocessen, lateriet en stone-lines zullen achtereenvolgens aan bod komen.

2. Diepe verwerking ; pediplanatie en etchplanatie ; inselbergen en bornhardts

Op het einde van de vorige eeuw ondernam de Duitse explorator en geoloog W. Bornhardt een ontdekkingsreis in Oost-Afrika. Hij vertrok daarbij van de Indische Oceaan en toen hij aankwam op de hoogvlakten van Tanganyika (het huidige Tansanië) werd hij getroffen door een zeer bijzonder landschap. Talrijke koepelvormige, hoge, steile en sterk geïsoleerde heuvels rezen op uit een eindeloos, monotoon en vlak landschap. Die heuvels lagen daar als eilanden in een zee en Bornhardt beschreef ze dan ook treffend als «Inselberge», het Duitse woord voor eilandbergen (BORNHARDT 1900). Dergelijke inselberglandschappen werden ook door anderen beschreven, bijvoorbeeld door PASSARGE (1924) voor het Adamoua-plateau in Kameroen en door JESSEN (1936) voor Angola (fig. 3, 4A & B).



Fig. 3. — Inselberglandschap in Angola zoals het geschetst werd door JESSEN (1936), een geoloog en geograaf. Talrijke koepelvormige, hoge, steile en sterk geïsoleerde heuvels rijzen als eilanden op uit een eindeloos, monotoon en vlak landschap.

Reeds in 1924 stelde de Duitse geomorfoloog W. Penck dat inselbergen ook in Europa voorkwamen (PENCK 1924). Om hun genese te verklaren ontwikkelde hij een nieuw vervlakkingsconcept, de pediplanatie (fig. 5B). Hierbij gaan, na diepe insnijding van de rivieren, de steile dalwanden evenwijdig aan zichzelf terugschrijden (parallele dalwandregressie). Bij dit zgn. pedimentatieproces ontstaat aan de voet van de terugschrijdende dalwand en ervan gescheiden door een knik, een steeds langer wordende concave voethelling, het pediment. Een aaneensluitend complex van pedimenten vormt dan een schier-vlakte, de pediplaine. Bij dit proces worden de pedimenten steeds groter ten

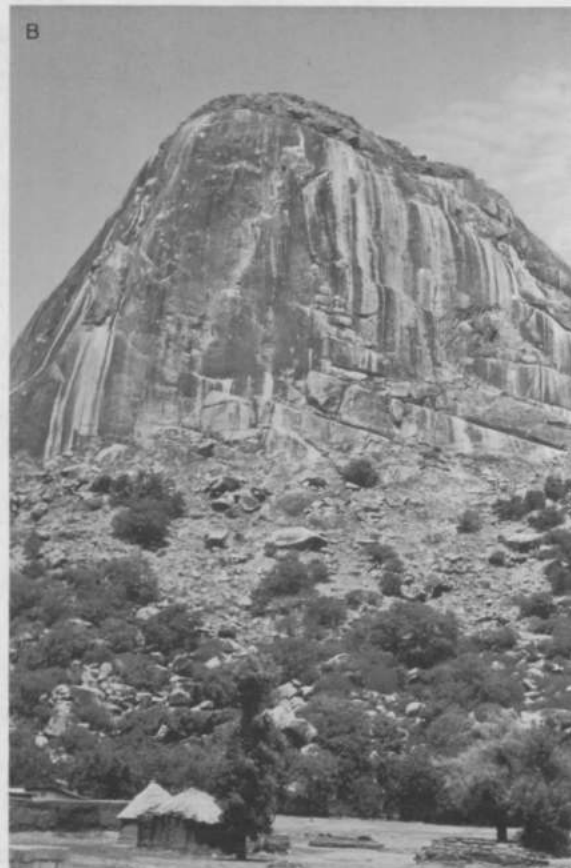
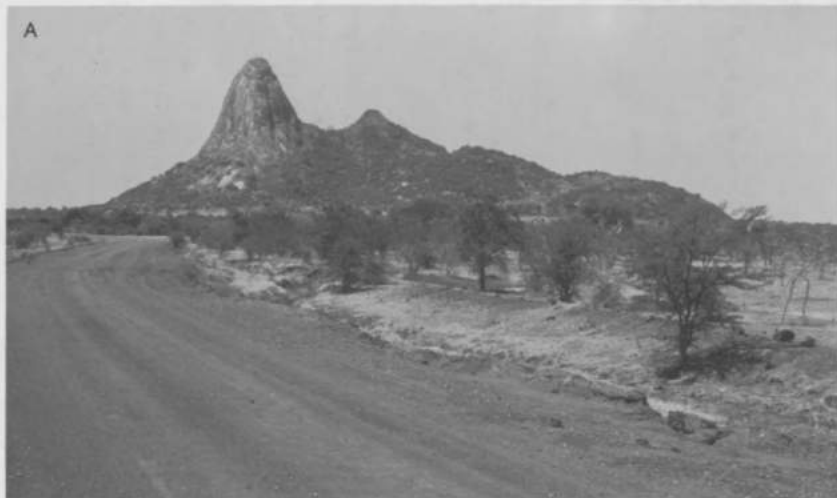


Fig. 4.

A. De «Mindif» nabij Maroua, in het noorden van Kameroen, is een bornhardt ontwikkeld in cambro-ordoviciaan granieten. Hij vormt een complexe koepelvormige monoliet die via een uitgesproken knik steil en hoog uitrijst boven de monotone Diamaré-pediaine. Dit gebied is gekenmerkt door een soudano-sahel klimaat met weliswaar een gemiddelde jaarneerslag van 800 mm maar een droog seizoen van 7 maanden. De pediaine is ingenomen door een steppe van grassen en struiken; op de bornhardt zelf, waar een micro-aride klimaat heerst, komt nauwelijks vegetatie voor (Foto : M. DE DAPPER).

B. Detail van de «Mindif». Op de steile hellingen van de bornhardt zelf is vooral fysieke verwerking actief. Door drukontlasting opent zich een netwerk van overgeërfde zwaktevlakken, waarlangs brokstukken afstorten. De afgestorte stukken vormen een losse puinhelling aan de voet van de bornhardt. Door de concentratie van afstromend regenwater komt op deze puinhelling een struikvegetatie voor en grijpt er diepe chemische verwerking plaats waardoor de bornhardtvoet ondermijnd wordt (Foto : M. DE DAPPER).

koste van de oorspronkelijke interfluvia die als kleine geïsoleerde getuigeresten boven de pediplaine uitsteken ; zij vormen de inselbergen. Het ganse vervlakingsproces verloopt daarbij in harde gesteenten.

Penck ontwierp zijn planatieconcept vooral als reactie op de allesoverheersende «normale erosie cyclus»-theorie van de Amerikaan W. M. Davis (DAVIS 1899). Davis stelde daarin dat de landschappen zoals die ontwikkeld waren in zijn thuisstreek Massachusetts en in andere gematigd vochtige streken in Noord-Amerika en Europa, de norm waren. Deze landschappen ontwikkelden zich vooral door het verlagen en verzachten van hellingen en doorliepen daarbij verschillende ontwikkelingsstadia van jong over rijp tot oud net als het leven van een organisme. Het eindresultaat was een peneplaine waarboven de getuigeresten van het oorspronkelijk initiaal oppervlak als monadnocks [1]* uitstaken (fig. 5A). Zowel voor de peneplaine als voor de pediplaine geldt dat zij via de vereffende lengteprofielen van de rivierstelsels op het ultieme basisniveau, de zeespiegel aansluiten.

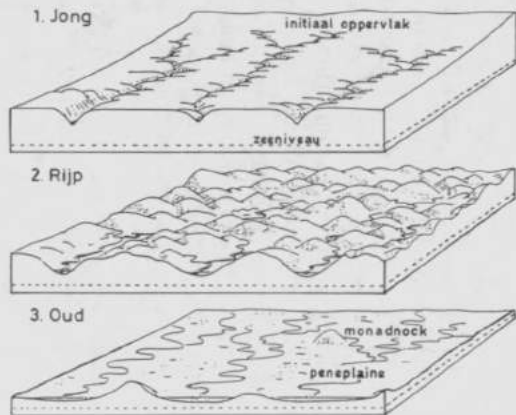
Het pediplanatieconcept van Penck werd door de Zuidafrikaanse geoloog L. C. King in de jaren 40 overgenomen en aangepast om de inselberglandschappen van Afrika te verklaren (KING 1942, 1949, 1953). In zijn model speelde de diepe verwerking nauwelijks een rol (voor klassieke veldgeologen als King was de saproliet eerder een storende factor, die het frisse substraat verborg en aldus belette nauwkeurige geologische kaarten te maken !).

Ondertussen had zich, onafhankelijk van de «ontwikkeling in hard gesteente»-concepten, wel een denklijn ontwikkeld waarbij de verwerking van het gesteente een rol speelde. Het waren voornamelijk «tropische» geomorfologen die tot deze bevindingen kwamen. Jessen bvb. was een Penckist, maar stelde toch dat in de knikzone tussen steile inselberg en vlak pediment, door het verzamelde afstromende regenwater, bij uitstek diepe chemische verwerking moest plaatsgrijpen, die als het ware de inselbergbasis ondermijnde door de vorming van inwaarts klokkende hellingen (*flared slopes*) en aldus de parallelle hellingsregressie ervan bevorderde (JESSEN 1936). Wayland, een Davis-adept, verklaarde de genese van bepaalde landschappen in Oeganda door aan te nemen dat onder een initiaal oppervlak de gesteenten tot op vele meters diepte verweerd zijn en dat naderhand, na een tektonische opheffing (Davis !), de saproliet door afspoeling gedeeltelijk wordt verwijderd. Vanuit het blootgespoelde harde gesteente-oppervlak kan de verwerking opnieuw een dik saprolietdeke vormen dat, na een vernieuwde opheffing (Davis !), op zijn beurt over grote oppervlakken kan verwijderd worden. Wayland noemde deze door «stripping» blootgelegde oppervlakken *etchplains*, vlakken, als het ware geëtsd door de chemische verwerking (WAYLAND 1934).

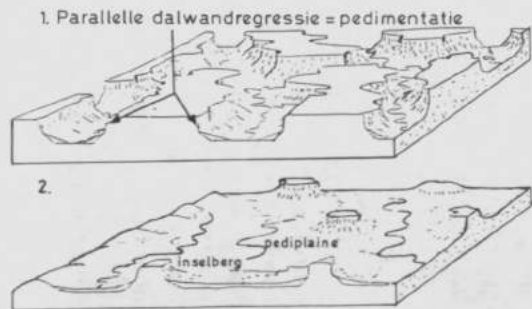
Aardwetenschappers die in de vochtige tropen actief waren, werden zich dus stilaan bewust van de omvang van de diepe verwerking in dit milieu en van de

* Het cijfer tussen haakjes [] verwijst naar de noot p. 535.

A. "NORMALE EROSIE CYCLUS" (W.M. DAVIS)



B. PEDIPLANATIE (W. PENCK / L.C. KING)



C. ETCHPLANATIE / "DOPPELTE EINEBNUNGS FLÄCHE" (J. BÜDEL)

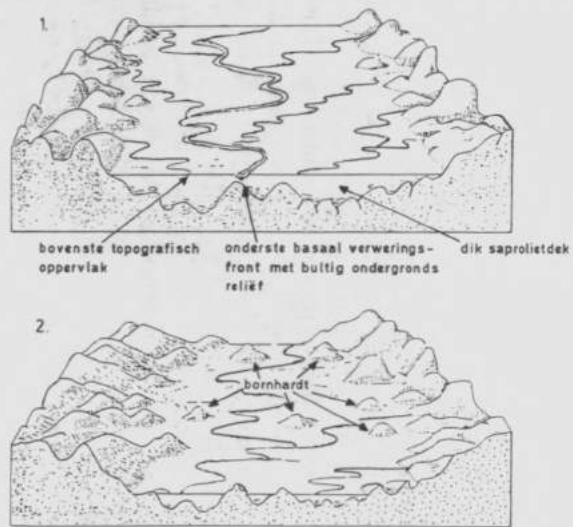


Fig. 5. — Verschillende planatietheorieën. A. De «normale erosiecyclus» naar DAVIS (1899) resulteert in een peneplaine waarboven geïsoleerde monadnocks uitsteken. — B. De pediplanatietheorie werd geformuleerd door PENCK (1924) en later toegepast in Afrika door KING (1942, 1949). Door parallelle dalwandregressie of pedimentatie ontstaan inselbergen omgeven door pediplaines. — C. Het etchplanatieconcept van WAYLAND (1934) werd uitgewerkt in de theorie van de «Doppelte Einebnungsfläche» van BÜDEL (1957). Na het strippen van het saprolietdek komt het bultig basaal verweringsfront gedeeltelijk aan de oppervlakte en vormt bornhardts.

rol die deze kon spelen bij de reliëfontwikkeling. Het bleek dat saprolietdekken verschillende tientallen meters dik konden zijn en dat ze gescheiden waren van het onderliggende harde onverweerde substraat door een veralgemeend basaal verweringsfront. Uit de factoren opgesomd in bijlage (pp. 535-536) is het duidelijk waarom dikke saprolietdekken vooral (maar niet uitsluitend !) werden aangetroffen in uitgestrekte tektonisch stabiele en reliëf-arme plateau-gebieden, waar ze zich gedurende lange periodes hadden kunnen ontwikkelen zonder meteen door de erosieprocessen verwijderd te worden. Dergelijke beschermde situaties komen vooral voor in de kratonische zones — de tektonisch stabiele gebieden die de oude kristallijne kernen van alle continenten vormen — van Centraal- en zuidelijk Afrika, Noordwest-Brazilië, India en West-Australië.

In de overwegend granitoïde gesteenten van deze kratonen vormt het basaal verweringsfront meestal een scherp afgelijnd vlak (fig. 6A). Dit komt doordat deze gesteenten massief zijn, waardoor het verwerend grondwater enkel langs beperkte zwaktevlakken, het netwerk van diaklazen en breukvlakken, kan binnendringen. Door dit beperkte netwerk is de gesteentemassa als het ware opgedeeld in grote blokken. Aan de hoeken van de blokken, waar verschillende zwaktevlakken mekaar kruisen, zal de verwerking vlugger binnenwaarts kunnen indringen. Na verloop van tijd is het oorspronkelijke onverweerde blok gedeeltelijk verweerd en zit binnenin nog een onverweerd kernblok (*corestone*) omgeven door een matrix van saproliet (fig. 6B, 7). Deze kernblokken hebben een afgeronde vorm, maar het is duidelijk dat deze afronding niets met slijtage ten gevolge van transport te maken heeft ; de afronding is gevormd *in situ*, ten gevolge van chemische verwerking !

Een dergelijke wijze van diepe verwerking wordt niet enkel in granitoïde gesteenten aangetroffen maar komt ook in andere massieve gesteenten zoals kwartsieten, arkosen en conglomeraten voor. In de streek rond Kolwezi (Shaba, Zaïre) bvb. ontwikkelen zich kernblokken in de precambriëse tillieten van de Onder-Kundelungu Serie (het zgn. *Grand Conglomérat*) (DE DAPPER 1981a, b) (fig. 8). In de Belgische Ardennen bvb. worden kernblokken aangetroffen in de cambriëse Devilliaan kwartsieten van Hourt. Na het afstrippen van de saproliet komen deze kernblokken op de lagere hellingen en in dalbodems terecht. Men kan zich afvragen of grote afgeronde blokken in rivierbeddingen, ook buiten de tropen, in feite geen kernblokken zijn ; transport over lange afstanden om de afronding ervan te verklaren moet dan niet ingeroepen worden. In schisteuse gesteenten, waar het grondwater gemakkelijk langs zeer talrijke schistositeitsvlakken kan binnendringen, vormt het basaal verweringsfront eerder een graduele zone dan een scherp vlak (fig. 9, A & B).

Het basaal verweringsfront kan dus een geomorfologisch belangrijk scheidingsvlak vormen tussen rot zacht materiaal dat gemakkelijk kan weggevoerd worden en fris hard materiaal dat nauwelijks door de denudatieprocessen aangetast wordt. Uit verschillende waarnemingen blijkt ook dat het verweringsfront geen volkomen horizontaal vlak vormt. Afhankelijk van verschillen in de aard

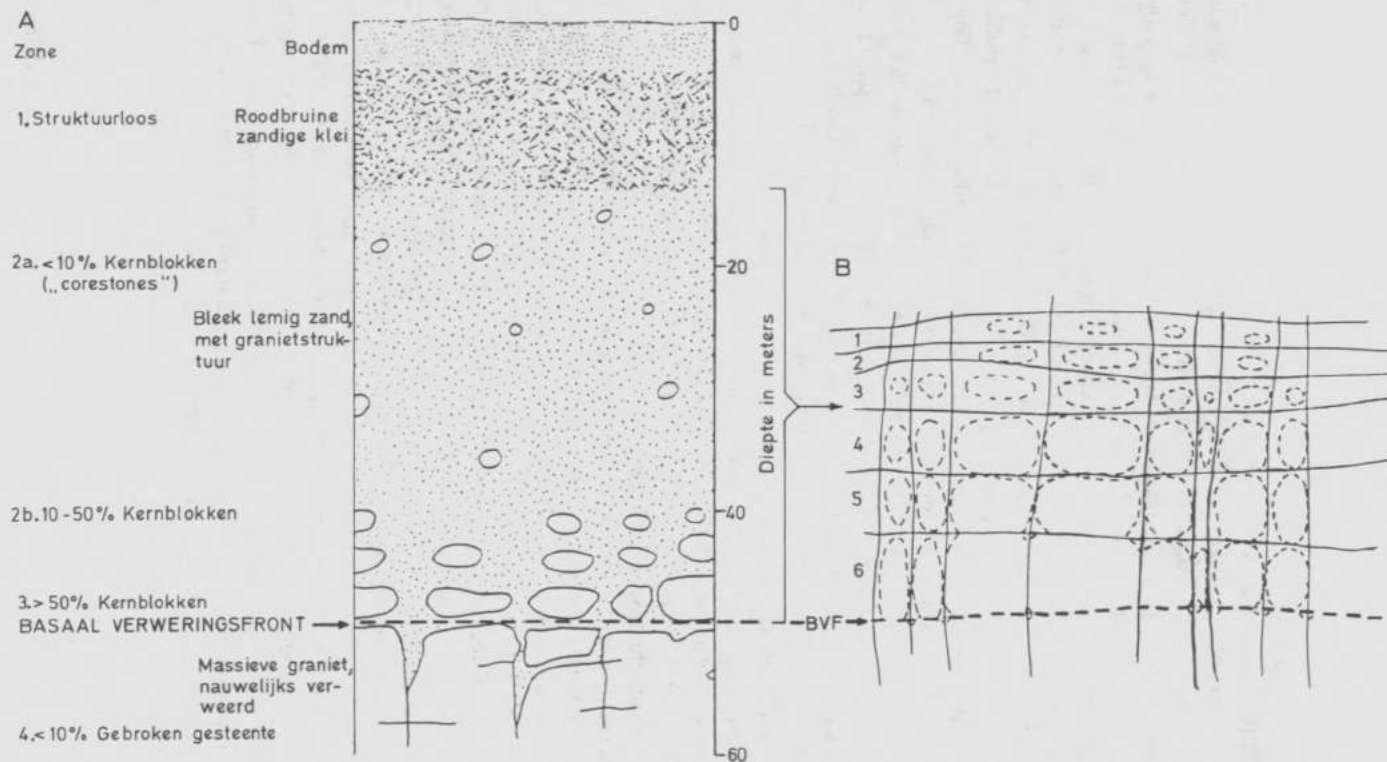


Fig. 6. — A. Typisch diep verweringsprofiel op graniet (vereenvoudigd naar RUXTON & BERRY 1957). — B. De progressieve ontwikkeling van afgeronde kernblokken (*corestones*) uit een massieve gesteentemassa, opgedeeld in grote blokken door een netwerk van diaklazen en breukvlakken (naar FANIRAN & JEJE 1983).

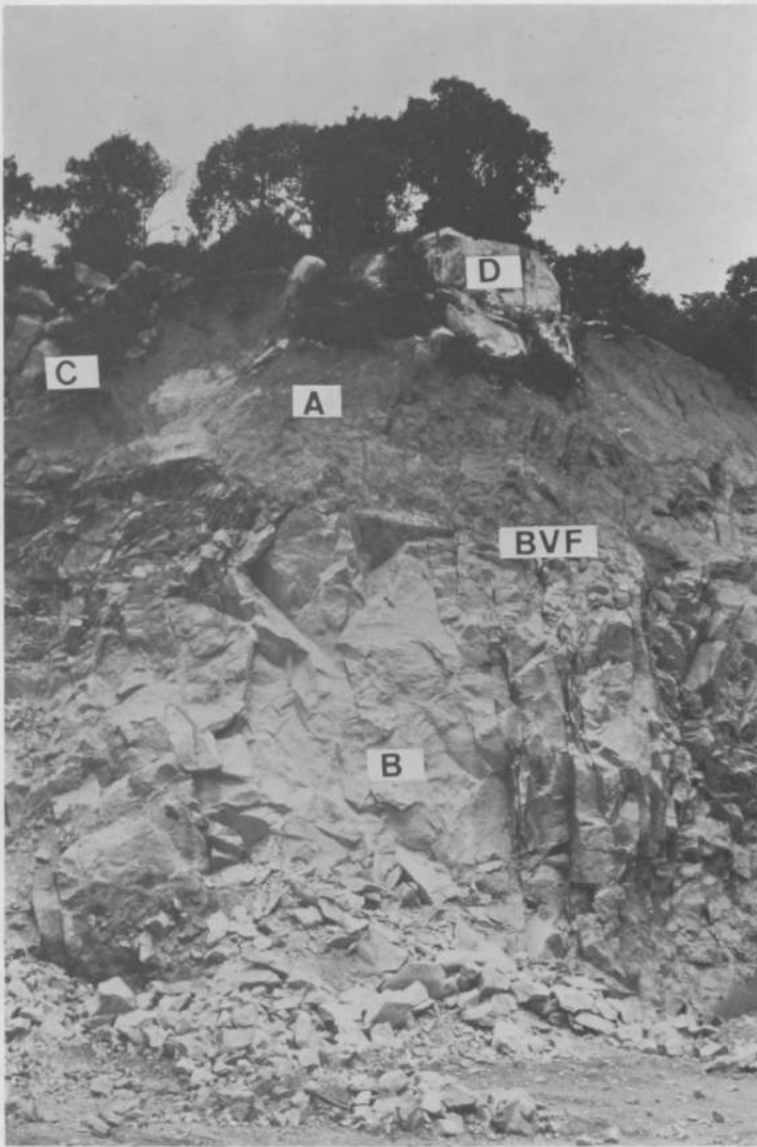


Fig. 7. — Diep verweringsprofiel in graniet nabij Trengganu in West-Maleisië. Een scherp afgeleijnd basaal verweringsfront (BVF) vormt de scheiding tussen losse, sterk verweerde graniet-saproliet (A) en de onderliggende harde, massieve en frisse graniet (B). In de saprolietmassa zitten nog enkele onverweerde afgeronde kernblokken (C) die lokaal boven het topografisch oppervlak uitsteken en een aanzet van tors (D) vormen. (Foto : M. DE DAPPER).

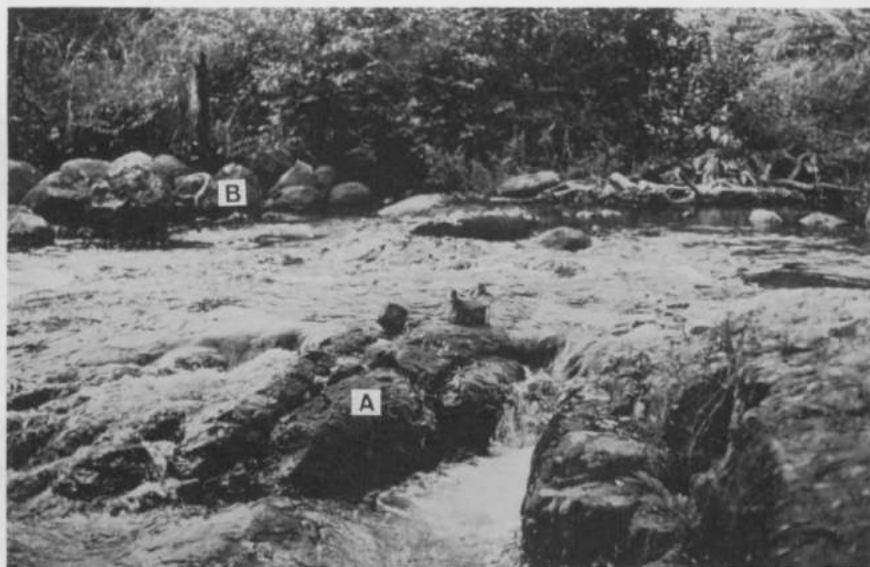


Fig. 8. — Scherp uitgesproken basaal verweringsfront geëst in precambrische tillieten van het *Grand Conglomérat* en blootgespoeld in de thalweg van de Mukanga nabij Musokantanda (Shaba, Zaïre). Geleid door het netwerk van zwaktelijnen (in dit geval is hun hoofdoriëntatie veroorzaakt door tektoniek) ontwikkelen zich kernblokken (A). Aan de dalwandvoet liggen kernblokken (B) die uit de bovenliggende saproliet door de ontwikkeling van het dal losgespoeld werden. Hun afgeronde vorm is niet veroorzaakt door slijtage tengevolge van riviertransport maar is het gevolg van chemische vertering *in situ*. (Foto : M. DE DAPPER).

en de diaklazeringsgraad van het gesteente kan de vertering plaatselijk meer of minder diep ingrijpen. Dit heeft als gevolg dat het verweringsfront een onregelmatig oppervlak met bulten en laagten vormt.

De inzichten over de geomorfologische rol van diepe vertering in de vochtige tropen, werden door de Duitse geomorfoloog J. Büdel samengevat in zijn concept over de *Doppelte Einebnungsfläche* (het dubbele denudatievlak) (BÜDEL 1957). In zijn concept, dat uitgewerkt werd om de Afrikaanse inselberglandschappen te verklaren, stelt Büdel dat er zich twee min of meer parallelle denudatievlakken ontwikkelen. Het bovenste komt overeen met het topografisch oppervlak, dat onder een savannevegetatie voornamelijk door oppervlakkige afspoeling en minder door rivierinsnijding verlaagt. Het tweede denudatievlak komt overeen met het basaal verweringsfront, dat verticaal verdiept door overwegend chemische vertering. Het basaal verweringsfront heeft een eigen reliëf dat zich onder het dikke saprolietdek, onafhankelijk van het topografisch oppervlak en onafhankelijk van enig basisniveau, ontwikkelt. Wanneer beide denudatievlakken met gelijke tred verlagen of wanneer het basaal verweringsfront vlugger verdiept dan het bovenvlak — wat onder een regen-



Fig. 9.

A. 130 meter diep verweringsprofiel in kalkhoudende schist in de Kamoto-ertsgroeve in Kolwezi (Zaire). Door de zeer talrijke schistositeitsvlakken in het substraat kan het verwerend grondwater overal gemakkelijk doordringen. De overgang van sterk verweerde saproliet (A, zonder herkenbare gesteentestructuren) naar onverweerd substraat (B) verloopt zeer geleidelijk zodat er geen scherp basaal verweringsfront ontwikkeld is. (Foto : M. DE DAPPER).



B. Detail van het bovendee van het verweringsprofiel (cf. A in fig. 9A). De zeer sterk verweerde saproliet is weinig coherent en is bij stabiliteitsverstoring gemakkelijk onderhevig aan massabewegingen (centraal deel van de foto). (Foto : M. DE DAPPER).

woudvegetatie met beperkte oppervlakkige verlaging het geval is — blijft het ondergrondse reliëf verborgen. Wanneer echter het strippen van de saproliet vlugger verloopt dan zijn vorming onderaan, wordt het bultige reliëf van het verweringsfront geëxhumeerd en ontstaan inselbergen omgeven door vlakten waaronder dikke saprolietresten, bewaard in de laagten, voorkomen.

Eens een inselberg aan de oppervlakte komt, zal er een zelfversterkend effect optreden. Op de steile naakte hellingen van de inselberg zelf zal het regenwater gemakkelijk afspoelen; er heerst een aride microklimaat zodat hij omzeggens immuun is voor verdere chemische verwerking. Wel zal hij zeer langzaam verbrokkelen door voornamelijk fysische verwerking langs een zwaktepatroon dat overgeërfd is uit de lange geologische ontwikkelingsgeschiedenis van magmatische, thermale en tektonische impacten die elk hun sporen nagelaten hebben (TWIDALE 1993).

Door het strippen van de saproliet zal er ook drukontlasting plaatsgrijpen. Deze kan het best vergeleken worden met een soort langzame en stille explosie waardoor de zwaktevlakken zich openen. Ook zal de ondermijnende voetverwerking de laterale erosie van de inselberg enigszins in de hand werken. Onder de naastliggende vlakten gaat de saprolietontwikkeling echter onverminderd, en door de concentratie van het grondwater zelfs versterkt, verder. Bij verder strippen van de saproliet zal de inselberg als het ware onderaan groeien en steeds hoger boven de vlakte uitrijzen. Het concept van Büdel is nauw verbonden met het groeiend inzicht van de jaren 50 dat kwartaire klimaatwisselingen ook in de vochtige tropen een rol speelden (DE DAPPER 1987). Het is voornamelijk tijdens de drogere fasen (die min of meer met de glacialen van de hogere breedten overeenkomen) dat de woudvegetatie door een savanne en de savanne door een steppe vervangen werd. Het verdunnen van het beschermend plantendek leidde tot rhexistatie (ERHART 1955) en een versnelde denudatie van het topografisch oppervlak met blootstellen van inselbergen tot gevolg. In het concept van Büdel speelt de etchplanatie van Wayland dus een primordiale rol en is de pediplanatie van Penck en King eerder beperkt tot de onmiddellijke omgeving van de inselberg.

In latere studies werd Büdels concept steeds verder verfijnd. Belangrijk was bvb. het onderzoek van de Engelse geomorfoloog M. F. Thomas die zeer gedetailleerde studies van het ondergrondse reliëf aan het verweringsfront in Nigeria maakte (THOMAS 1974, 1978). De Duitse geomorfoloog Rohdenburg toonde aan dat bijzondere vormen van pedimentatie (de zgn. hellings- of micro-pedimentatie die opereert op de schaal van gulen en ravijntjes) werkzaam zijn in saprolitisch materiaal (ROHDENBURG 1969). Het strippen van de saproliet zelf verloopt dus via een pedimentatieproces (waarbij Penck/King en Büdel verzoend worden!). Het concept van Rohdenburg werd door DE DAPPER (1989) toegepast en verfijnd voor een studie van pedimenten in West-Maleisië. Dit verfijnde model kon ook in Kameroen toegepast worden (EMBRECHTS & DE DAPPER 1985, 1987). Ook worden meer en meer inselberglandschappen

buiten de tropen bestudeerd. Kaitanen bvb., bestudeerde inselbergen in Fins Lapland, een extra-tropisch kratonisch gebied (KAITANEN 1985). Het is daarbij steeds de vraag of het over paleo-tropische vormen gaat dan wel over convergente reliëfvormen ontstaan onder verschillende milieuomstandigheden.

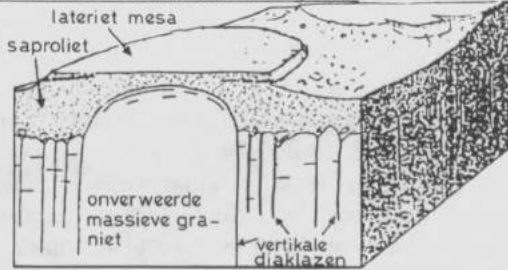
Er is dus een lange onderzoeksweg afgelegd sedert Bornhardt voor het eerst inselbergen in Tanzanië beschreef. In de «Encyclopedia of Geomorphology» (FAIRBRIDGE 1968) stelt TWIDALE dat «residual uplands which stand in isolation above the general level of surrounding plains in tropical regions are called inselbergs». Een breed beschrijvend begrip dus, dat niets zegt over de genese en zelfs in zijn beschrijving nog niet breed genoeg is. Zoals reeds gesteld werd, komen er ook buiten de tropen inselbergen voor. Daarenboven zijn niet alle inselbergen omgeven door een vlakte. De bekende «suikerbroden» van Rio de Janeiro bvb. zijn genetisch ontegensprekelijk inselbergen, maar steken boven een heuvellandschap uit doordat de oorspronkelijke omringende pediplaine sterk versneden is. Dit is ook het geval voor de granietische «Pic Cambier» nabij Matadi in Zaïre (fig. 10).

Reeds in 1934 stelde B. Willis voor de inselbergen zoals die oorspronkelijk door Bornhardt beschreven werden, te zijner ere met de term «bornhardt» aan te duiden (WILLIS 1934). Het gaat hier dus om koepelvormige hoge monolieten die met een duidelijke voetknik van de omringende vlakte geïsoleerd zijn. Ze zijn grotendeels ontstaan door etchplanatie en in een massief, meestal granitoïd, gesteente uitgewerkt. Niet alle bornhardts bestaan dus uit graniet.

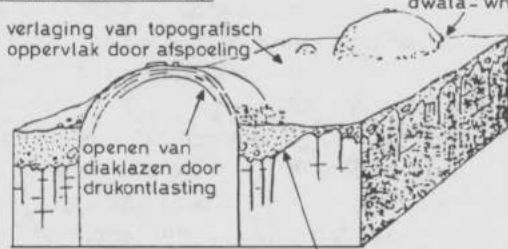


Fig. 10. — De 502 m hoge «Pic Cambier» (A) nabij Matadi (Zaïre) is uitgewerkt in pre-cambrische hyperalkalijne graniet en vormt, morfogenetisch gezien, ontegensprekelijk een bornhardt. Hij steekt nochtans boven een heuvellandschap uit doordat de oorspronkelijke omringende pediplaine (B) sterk versneden is door jongere processen, geleid door het lokaal basisniveau van de Zaïrestroom dat nabij Matadi rond 80 m ligt. (Foto : M. DE DAPPER).

1. bornhardts ontwikkelen ondergronds



2. bornhardts duiken op



verlaging van basaal verweringsfront door diepe chemische verwerking

3. bornhardts domineren



4. bornhardts verbrossen tot "castle koppies"



Fig. 11. — Verschillende stadia bij de ontwikkeling van bornhardts (naar PRITCHARD 1979).

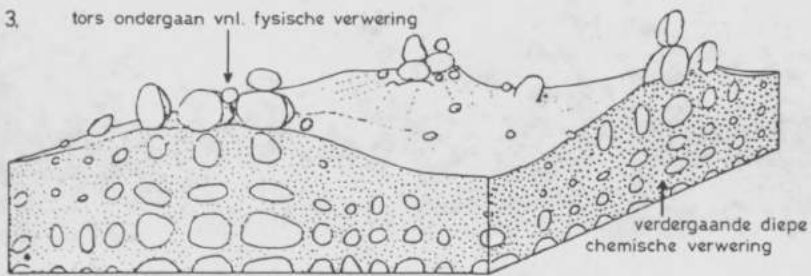
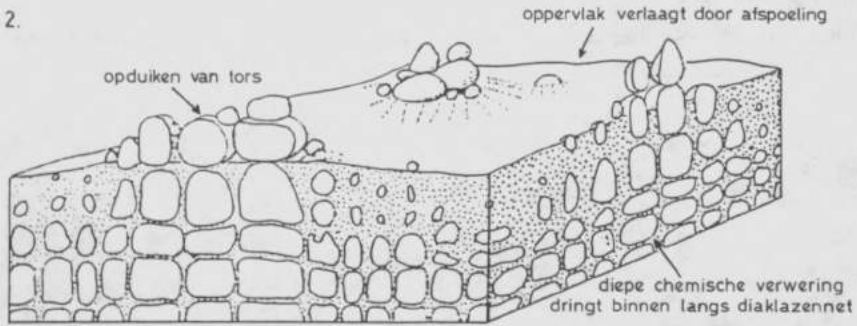
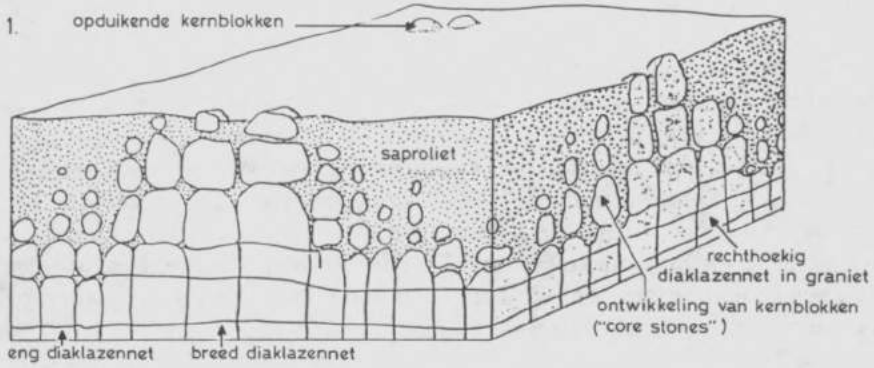


Fig. 12. — Verschillende stadia bij de ontwikkeling van tors (naar PRITCHARD 1979).

Eén van de meest bekende, Ayers Rock in Centraal-Australië, is gevormd in een massieve arkose, een veldspaatrijke zandsteen. Verschillende ontwikkelingsstadia van bornhardts dragen verschillende lokale benamingen die meestal in de vakliteratuur ingeburgerd zijn (TWIDALE 1982a, b) (fig. 11). Een net opduikende bornhardt wordt *dwala* of *whaleback* (walvisrug) genoemd. Na fysische verwerking verbrokkelt de bornhardt in een ruïneachtig *castle koppie*.

Niet alle opduikingen van het basaal verweringsfront vormen bornhardtmonolieten. Soms bestaan ze enkel uit een opeenstapeling van kernblokken die «tors» vormen (fig. 12). Zeer bekend zijn de tors van de Matopos in Zimbabwe (fig. 13), maar ook in de granietgebieden van Bretagne worden dergelijke reliëfvormen aangetroffen. Daar wordt hun vorming door sommige auteurs aan periglaciaire processen toegeschreven.

Naast de bornhardts en hun varianten komen ook restheuvels voor die grotendeels door pediplanatie ontstaan zijn. In Zuid-Afrika zijn ze bvb. zeer goed ontwikkeld in sedimentaire gesteenten van het Karoo ; ze worden er vaak door de term «koppie» aangeduid. In de vakliteratuur worden deze pediplanatievormen nu meestal als typische inselbergen beschreven. De oorspronkelijke typische inselbergen zijn dus bornhardts geworden, terwijl de vormen die ontstaan zijn door het proces dat door King verkeerdelijk aangevoerd werd om de bornhardts te verklaren, nu typische inselbergen geworden zijn !



Fig. 13. — Graniet-tors in het Matopos-park in Zimbabwe. Ze zijn opgebouwd uit een opeenstapeling van kernblokken *in situ* waartussen de fijne saproliet weggespoeld werd. In de schikking van de kernblokken zijn de oorspronkelijke zwaktevlakken nog duidelijk te herkennen (bvb. A-A'). (Foto : F. Bvi.).

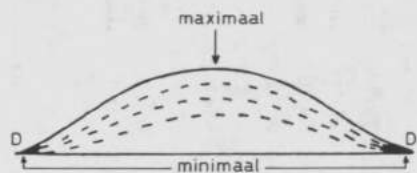
3. Lateriet

Een zeer belangrijk restprodukt van diepe chemische verwerking, zoals die bij uitstek in de vochtige tropen voorkomt, zijn de sesquioxyden van ijzer en aluminium. Ze worden geconcentreerd in het bovendeel van het verweringsprofiel (fig. 2) aangetroffen en worden meestal door de algemene term «lateriet» aangeduid. De oorspronkelijke «laterieten» werden reeds in het begin van de vorige eeuw door Buchanan voor Indië beschreven (BUCHANAN 1807). Hij bedoelde daarmee een ijzerrijke zachte verweringsklei die gemakkelijk kon uitgesneden worden en na drogen in de zon verhardde tot een uitstekende bouwsteen (*later* in het Latijn). De Buchanan-laterieten worden nu aangeduid onder de benaming «plintiet» en «petroplintiet» (SYS 1968) en vormen slechts een klein onderdeel van de grote laterietfamilie. Laterieten die overwegend uit ijzeroxyden bestaan worden soms ferricreten genoemd. Wanneer na zeer vergaande verwerking, waarbij zelfs het ijzer verdwenen is en enkel het aluminium overblijft, de lateriet overwegend uit aluminiumoxyden bestaat, dan wordt hij bauxiet genoemd. Bij hoge aluminiumconcentraties kan de bauxiet een waardevol aluminiumerts vormen. Over lateriet werd zeer veel gepubliceerd. Een goede samenvatting van de inzichten kan gevonden worden bij MAIGNIEN (1966) en McFARLANE (1983).

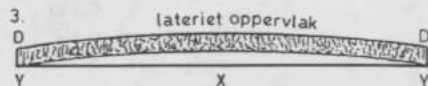
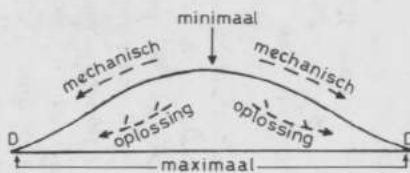
«Laterites and bauxites are surficial accumulations of the products of rigorous chemical selection, developing where conditions favour greater mobility of alkalies, alkali earths and Si than of Fe and Al», aldus NORTON (1973).

Op een zeer ruime schaal gezien vormt de accumulatie van ijzer en aluminium in zijn geheel een systeem van relatieve aanrijking. Laterieten zouden zich niet ontwikkelen wanneer ijzer en aluminium niet minder mobiel waren dan andere elementen in de loop van de diepe chemische verwerking. Op een meer gedetailleerde schaal echter, komen er zones voor waar ofwel relatieve ofwel absolute aanrijking domineert. Het onderscheid tussen deze twee vormen van accumulatie werd reeds in de jaren 50 door de Belgische bodemkundige D'Hoore onder de aandacht gebracht (D'HOORE 1954). Bij relatieve accumulatie grijpt de concentratie van het ijzer en aluminium plaats doordat andere, meer mobiele elementen, weggevoerd worden. Bij de absolute accumulatie wordt ijzer en aluminium van elders aangevoerd en ergens geconcentreerd; er grijpt dus een fysische toevoeging van materiaal plaats. Beschouwt men dit op de schaal van een «interfluvium-en-dalen»-landschap, dan ziet men dat relatieve accumulatie zal domineren op de interfluvia waar een maximale uitloging en verlaging zal plaatsgrijpen. Aan de voet van de hellingen en nabij de drainagelijnen, waar maximaal materiaal aangevoerd wordt en waar de verlaging minimaal is, zal vooral een absolute aanrijking plaatsgrijpen (fig. 14A). Deze laatste laterieten hebben dan ook dikwijls sedimentaire karakteristieken waarbij ze bvb. brokstukken van oudere hoger gelegen laterieten bevatten (DE DAPPER 1981a, b).

A 1. uitloging en verlaging



2. laterale aanrijking



D drainage-lijn Y absolute accumulatie X relatieve accumulatie

B mesa

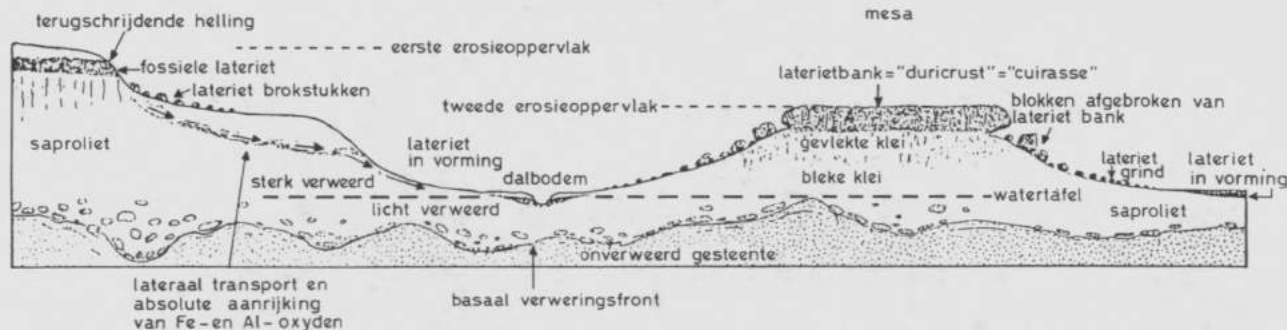


Fig. 14. — Laterietontwikkeling. — A. Het verband tussen relatieve en absolute accumulatie van Fe- en Al-oxyden in een «interfluvium-en-dalen» landschap (naar McFARLANE 1983). — B. Laterietvorming in een typisch savannelandschap (naar PRITCHARD 1979).

De configuratie van het reliëf zal dus een belangrijke rol spelen bij de concentratie van de ijzer- en aluminiumoxyden. Heel belangrijk daarbij is dat deze geaccumuleerde restprodukten bij uitdrogen onomkeerbaar verharden en metersdikke banken vormen (de zgn. *duricrusts* of *cuirasses*) (fig. 15). Een dergelijke uitdroging kan plaatsgrijpen wanneer de grondwatertafel definitief zakt door een diepe insnijding van de rivieren of een veralgemeende verdroging van het klimaat. Op een detailschaal kan ze plaatsgrijpen door het lokaal schommelen van de bodemwatertafel door de afwisseling van regen- en droge seizoenen onder een savanneklimaat. De verharde laterietbanken zullen op hun beurt de erosie van de onderliggende reliëfvormen verhinderen of vertragen. Zo kunnen onder uitgestrekte laterietbanken tafelplateaus of *mesas* ontstaan. Tropische dalbodems zijn ook dikwijls afgelijnd door verbrokkelde laterietbanken die getuigen van een vroegere hogere positie van de dalbodems (fig. 14B). In dit geval zijn dikwijls alluviale grinden meegecimenteerd in de lateriet en kan men van een soort terrassedimenten spreken. Er bestaat dus een belangrijke wisselwerking tussen laterietvorming en geomorfologie.

In het begin van deze eeuw werd ervan uitgegaan dat lateriet uitsluitend gevormd werd door een opwaartse verticale aanrijking (bvb. MACLAREN 1906). Daarbij werden de ijzer- en aluminiumsesquioxyden door capillaire krachten



Fig. 15. — Diep verweringsprofiel met laterietontwikkeling nabij Malacca in West-Malacisië. De ontsluiting is gesitueerd op de rest van een oud-kwartaire pediplaine. Door de ontwikkeling van een «cuirasse» (A) die een tweetal meter dik is, wordt de erosie van de pediplainerest vertraagd en vormt ze een getuigeheuvel die enkele tientallen meter boven de omgevende holocene kustvlakte uitsteekt. (Foto : M. DE DAPPER).

naar boven in het profiel gezogen en sloegen ze neer tijdens het droge seizoen. Het voorgestelde mechanisme is een beetje te vergelijken met zoutaanrijking onder woestijnklimaten. In feite kwam bij deze vormingstheorie Davis terug om de hoek kijken. Er werd immers van uitgegaan dat laterietvorming het uiterste einde van een normale erosiecyclus markeerde, zoals een punt het einde van een zin. Op deze uitgestrekte schiervlakten was het moeilijk in te zien vanwaar materiaal zou kunnen aangevoerd worden of waarheen materiaal zou kunnen verdwijnen, dus moest het wel door een verticale opgaande beweging aangebracht worden. Met de huidige inzichten is de theorie van de «verticale opwaartse aanrijking» als algemene verklaring voor de laterietvorming niet meer houdbaar (ze speelt misschien in zekere mate een rol bij de vorming van sommige bauxieten). Ook is het duidelijk dat de absolute aanrijking van de sesquioxiden op eender welk relatief laag gelegen reliëfdeel kan gebeuren. De laterietvorming kan dus tegelijkertijd op oppervlakken van verschillende geomorfologische ouderdom plaatsgrijpen. Dit betekent niet dat verschillende planaticoppervlakken geen eigen karakteristieke laterietbanken kunnen hebben; tenslotte hebben oudere oppervlakken meer lateritisatieprocessen kunnen doormaken dan jongere. Zo konden J. en S. Alexandre voor de plateaugebieden van Shaba in Zaïre aantonen dat plateauniveaus van verschillende geomorfologische ouderdom gekenmerkt zijn door eigen laterietbanken met kenmerkende ontwikkeling, kleur en oppervlakkige patina, en dat deze onderscheiden laterietsoorten als dateringsargument kunnen dienen (J. & S. ALEXANDRE 1987).

4. Stone-lines

Op hellingen die niet al te sterk zijn, komt in de tropen, nabij het substraatoppervlak, zeer dikwijls een zgn. *stone-line* voor (fig. 2, 16). Deze *stone-line* (β) bestaat uit een laag van grove elementen die een bovenliggend dek (α) van fijn materiaal scheidt van de onderliggende saproliet (γ), die eveneens uit fijn materiaal bestaat. De *stone-line* kan heel dun zijn, een paar centimeter slechts, maar ze kan ook enkele meters dik worden. Ze is steeds samengesteld uit elementen die goed bestand zijn tegen de chemische verwerking; voornamelijk laterietgrind en kwarts, maar ook gesilicifiseerd gesteente zoals chert. De *stone-line* is geen alluviale afzetting; ze vertoont de typische sedimentaire structuren van deze afzettingen niet. Ook is ze geen colluvium; de grove elementen raken elkaar en zitten niet ingebed in een fijne matrix als rozijnen in een pudding. Tussen de elementen van de *stone-line* zit wel fijn intersticieel materiaal. Merkwaardig is ook, dat het fijne dekmateriaal (α) dikwijls een nauwe verwantschap vertoont, qua textuur en samenstelling, met het intersticieel materiaal van de *stone-line* (β) en de onderliggende saproliet (γ) (fig. 17).

Stone-lines zijn een typisch resultaat van diepe chemische verwerking zoals die bij uitstek in de vochtige tropen plaatsgrijpt. Enkel de verregaande ont-

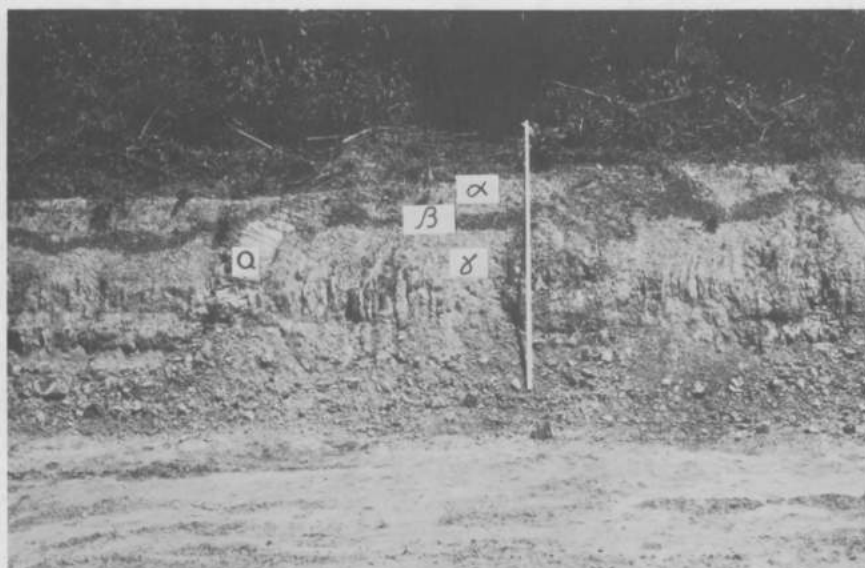


Fig. 16. — Profiel met stone-line nabij Padang Terap in West-Maleisië. De stone-line (β) scheidt een fijne deklaag (α) van de onderliggende saproliet (γ) ontwikkeld in een schisteus geologisch substraat. De stone-line heeft een continu maar gefestonneerd verloop. Het golvend karakter wordt in dit geval veroorzaakt door het voorkomen van dikke kwartsaders (Q) die zeer resistent zijn tegenover de diepe chemische verwerking. (Foto : M. DE DAPPER).

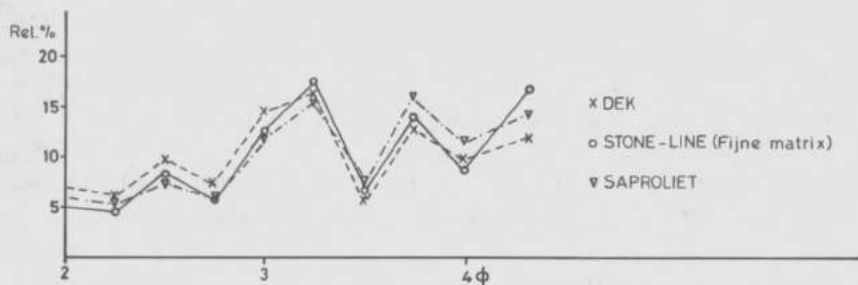


Fig. 17. — De textuurverwantschap tussen fijn dek (α), fijn intersticieel stone-line (β) materiaal en onderliggende saproliet (γ) in een testgebied in West-Maleisië (DE DAPPER 1989).

binding van het gesteente zorgt voor dergelijke gecontrasteerde eindprodukten : enerzijds fijn materiaal en anderzijds grove verweringsresistente restanten zoals lateriet- en kwartsgrind. Zonder diepe chemische verwerking zou de stone-line zich nooit kunnen materialiseren. Door een of ander mechanisme is dan een scheiding van deze eindprodukten tot stand gekomen.

Door hun merkwaardig karakter en hun algemeen voorkomen — het is eerder zeldzaam in de tropen op hellingen geen stone-lines aan te treffen — werden stone-lines vroeg en veelvuldig onderzocht. Vooral bodemkundigen zijn geïnteresseerd omdat stone-lines stevast binnen het bodemprofiel aangetroffen worden. De genese van de stone-lines maakte het onderwerp uit van heel wat wetenschappelijke controverses, waarbij zich twee denkrichtingen aftekenden. De «autochtonisten», meestal bodemkundigen, waren vooral getroffen door de verwantschap tussen het fijne dek (α) en de saproliet (γ); ze stelden dat stone-lines *in situ* ontstaan en dus een autochtoon onderdeel van het verweringsprofiel vormen. De «allochtonisten» daarentegen, meestal geomorfologen, waren getroffen door de dynamiek die een tropisch landschap ten gevolge van kwartaire klimaatswisselingen kon ondergaan. Zij stelden dat het grove materiaal van elders aangevoerd werd en dat de stone-line dus niet echt behoorde tot het verweringsprofiel. Een goede samenvatting van deze controversiële bevindingen kan gevonden worden bij VOGT (1966).

Op een studiedag in 1987 te Brussel gehouden door de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen van België, werd naar een stand van zaken in het stone-line onderzoek gepeild (ALEXANDRE & SYMOENS 1989). Het bleek dat verschillende processen, autochtone, allochtone en mengvormen, een rol kunnen spelen in de ontwikkeling van stone-lines. Ze kunnen in vier grote groepen onderverdeeld worden.

1. VERWERING *IN SITU*

Dit is een zuiver autochtoon proces. Hierbij wordt gesteld dat de diepe chemische verwerking gepaard gaat met een verlies aan materiaal waarbij volumevermindering (tot 50% !) en concentratie van restmateriaal optreedt. Er zijn nog te weinig waarnemingen om met zekerheid te kunnen stellen dat dit proces alléén tot stone-line vorming kan leiden. Dit proces kan wel een gedeeltelijke verklaring bieden voor het feit dat de stone-line dikwijls een gefestonneerd verloop vertoont en dit door het lokaal verdwijnen van materiaal onder de stone-line met inzakking van deze laatste tot gevolg.

2. EROSIE- EN SEDIMENTATIEPROCESSEN

Deze bieden een zuiver allochtone verklaring voor de genese van de stone-line en het bovenliggende dek. Volgens De Ploey bvb., vormen de stone-lines rond Kinshasa (Zaire) een restgrind dat geconcentreerd werd door oppervlak-kige afspoeling van het fijne materiaal onder drogere klimaatomstandigheden

met een schaarse vegetatie (DE PLOEY 1965). Dit restgrind lag ééns aan het oppervlak, wat bewezen wordt door het feit dat er prehistorische stenen werktuigen tussen zitten. Dit restgrind werd dan achteraf, onder vochtigere milieuomstandigheden, bedekt door fijn materiaal dat van de omliggende hellingen afspoelde en gefixeerd werd door een dichtere vegetatie. In West-Maleisië maken bepaalde stone-lines en hun dek deel uit van pedisedimenten die het resultaat zijn van micro-pedimentatieprocessen (DE DAPPER 1985, 1989a, b). Bij dit proces, dat in de saproliet plaatsgrijpt, gebeuren erosie, transport en afzetting zeer lokaal en over korte afstanden (fig. 18). Door het transport wordt het geërodeerde materiaal naar textuur getrieerd zodat uiteindelijk grof materiaal onderaan, bedekt wordt door fijn materiaal dat afkomstig is van de lokale saproliet. Ook hier wordt het uitwerken van de stone-line gesitueerd in een laat-pleistocene drogere klimaatfase met open vegetatie.

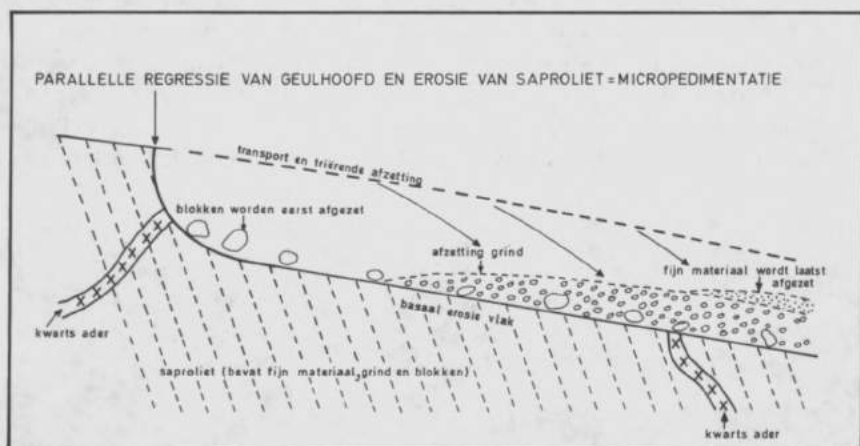


Fig. 18. — Micropedimentatie op saproliet in een testgebied in West-Maleisië (DE DAPPER 1989). De figuur stelt een lengtedoorsnede door een geul voor. Door de parallele regressie van het geulhoofd en de geulwanden wordt materiaal geërodeerd, getransporteerd en getrieerd zodat uiteindelijk dek (α) en stone-line (β) rusten op de saproliet (γ). Het gehele proces heeft een lokaal karakter.

3. INTERNE BEWEGINGEN

Bij dit proces, dat zowel autochtone als allochtone elementen bevat, wordt gesteld dat grof materiaal vanaf het oppervlak, door de fijne saproliet heen, tot op een bepaalde diepte kan zakken. Moeyersons bvb., kon proefondervindelijk aantonen dat, bij alternerend drogen en nat maken van los zandig materiaal, grove fragmenten erin migreren (MOEYERSONS 1978). Ook deze processen kunnen moeilijk «op hun eigen» tot de ontwikkeling van dikke

continue stone-lines leiden. Ze kunnen wel ingeroepen worden voor de ontwikkeling van discontinue secundaire stone-lines (β_0 op fig. 2) binnen het dek zelf. Ook kunnen ze verklaren waarom aan de top van stone-lines in Centraal-Afrika dikwijls stenen werktuigen gevonden worden (maar zoals hoger vermeld, biedt De Ploey daar een andere verklaring voor !).

4. ACTIVITEIT VAN DIEREN

Ook deze laatste groep van verklaringen maakt een mengvorm uit. Graaf-dieren, en in het bijzonder termieten, kunnen grote hoeveelheden fijn materiaal verzetten (ALONI *et al.* 1989, BOUILLON 1970, DE DAPPER 1978, 1989b, GOUDIE 1988, LEE & WOOD 1971, SOYER 1989, SYS 1961). Qua nestbouw kunnen de termieten onderverdeeld worden in hypogee soorten, die ondergrondse nesten bouwen, en epigee, die hun nest bovengronds optrekken (fig. 19 en 20A & B). Vooral deze laatste zijn van belang voor de ontwikkeling van stone-line en dek. Deze termieten gaan dus ondergronds fijn materiaal halen wat leidt tot een concentratie van de grove elementen. Nadat hun nest verlaten is, wordt dit door de regen afgebroken, waardoor het fijne materiaal zijdelings uitgespreid wordt om de stone-line te bedekken. Deze verklaring is bijzonder aantrekkelijk omdat ze een goede uitleg biedt voor de verwantschap tussen dek en saproliet

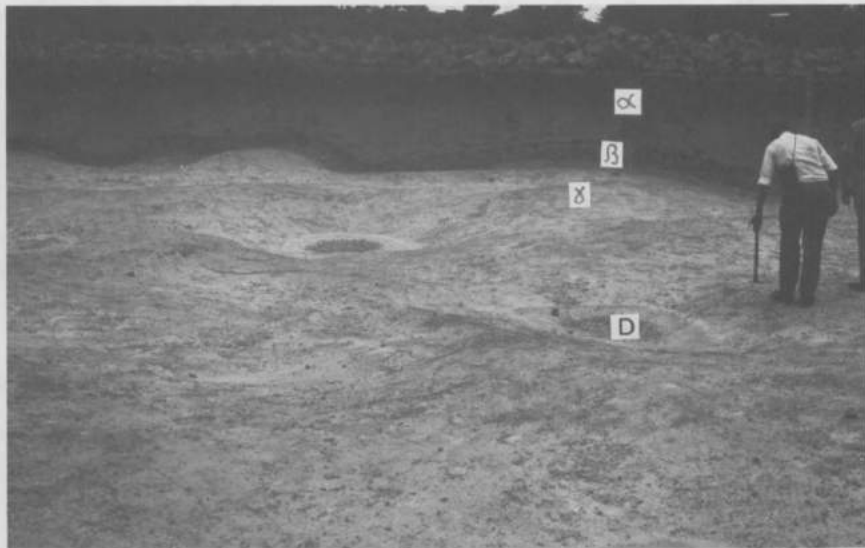


Fig. 19. — Doorsnede door een epigee termietenest nabij Kolwezi in Zaïre. Het betreft hier een tumulus (A), gebouwd door de termietensoort *Macrotermes falgicer*, die een vijftal meter hoog is en aan de basis een tiental meter diameter heeft. De fijne deklaag (α) is duidelijk dikker onder de tumulus. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de termieten fijne saproliet onder de stone-line (β) weghalen om hun nest te bouwen. (Foto : M. DE DAPPER).



Fig. 20.

A. Sterk gefestonneerde stone-line (β) ontwikkeld op zanden van de tertiaire «Série des Sables ocre» (Kalahari) (γ) in een zandgroeve op het Manika-plateau (Shaba, Zaïre). De festons zijn niet gerepliceerd aan het topografisch oppervlak dat de fijne deklaag (α) begrenst. (Foto : M. DE DAPPER).



B. Op deze plaats in dezelfde zandgroeve zijn de fijne deklaag (α) en de stone-line (β) afgedekt zodat de driedimensionele bouw van het contactvlak stone-line/saproliet (γ) zichtbaar wordt. De festons van de stone-line komen overeen met doorsneden door kleine gesloten depressies (D) die overeenkomen met extractieputten onder epigeë termietennesten. (Foto : M. DE DAPPER).

respectievelijk boven en onder de stone-line. Ook laat ze toe te verklaren waarom zelfs op geïsoleerde heuveltoppen, stone-line en dek gevonden worden (deze heuveltoppen kunnen echter resten zijn van vroegere pediplaines zoals DE DAPPER (1989b) voor West-Maleisië kon aantonen!). Er komen echter ook stone-lines voor in gebieden waar nauwelijks termietenactiviteit van die aard voorkomt. Ook dit proces biedt dus niet de enige oplossing.

Stone-lines bieden dus een goed voorbeeld van het equifinaliteitsbeginsel, waarbij verschillende processen tot éénzelfde resultaat kunnen leiden. In werkelijkheid werken deze verschillende processen waarschijnlijk in meer of mindere mate te zamen om dit uniek «tropisch» fenomeen te vormen.

5. Besluit

Diepe verwerking grijpt bij uitstek, maar niet uitsluitend, in de vochtige tropen plaats; ze zal er dan ook een belangrijke rol spelen bij de geomorfologische ontwikkeling. De reliëfvormen en hun attributen die men in de vochtige tropen aantreft, zijn dus niet exclusief tot deze klimaatzone beperkt. Toch bieden de tropen een uniek geomorfologisch kader. Op lage, tropische breedten was het geomorfologisch ingrijpen van de kwartaire klimaatwisselingen wel belangrijk, maar nooit zo «verwoestend» als dit voor hogere breedten het geval was. Men kende er wel de afwisseling van drogere en meer vochtige klimaatfasen, maar niet de «vernietigende» werking van ijs (tenzij op enkele beperkte bergtoppen nabij de evenaar). Ook actueel is de vorstwerking tot enkele hooglanden beperkt. In grote delen van de tropen komen ook kratonen voor, gekenmerkt door een grote tektonische stabiliteit (Afrika, Zuid-Amerika, Indisch subcontinent, Australië), waardoor dezelfde reliëfontwikkeling gedurende lange geologische perioden kon doorgaan en er zich «oude» reliëfvormen konden ontwikkelen. Deze kratonische gebieden zijn daarenboven gekenmerkt door het uitgebreide voorkomen van granitoïde gesteenten waarin de diepe, vooral chemische verwerking uitgesproken en scherpe contrasten tussen saproliet en fris gesteente uitwerkt.

Om voornoemde redenen kunnen reliëfvormen en hun attributen, gebonden aan diepe verwerking, het «zuiverst» en op de eerste plaats in de tropische streken bestudeerd worden. In die zin kan van een «tropische geomorfologie» gewaagd worden. Hierbij wordt niet gepleit voor een of andere vorm van «klimaatgeomorfologie» zoals deze door TRICART & CAILLEUX (1965) gepropageerd werd of voor een exclusieve «tropische morfogenetische zone» waarbij, zoals THORNBURY (1954) het formuleerde, «... under a certain set of climatic conditions, particular geomorphic processes will predominate and hence will give to the landscape of a region characteristics that will set it off from those of other areas developed under different climatic conditions». Een strikte toepassing van deze concepten leidt immers tot een te enge benadering van de

«tropische geomorfologie» en verdoezelt bvb. het feit dat de studie van «tropische» reliëfvormen kan toelaten heel wat reliëfvormen op hogere breedten beter te begrijpen.

NOOT

- [1] De term «monadnock» verwijst naar de 965 m hoge Mount Monadnock, een monolitische restberg in Monadnock State Park, Zuidwest-New Hampshire (U.S.A.).

BIJLAGE

Factoren bij de ontwikkeling van diepe verwerking (naar THOMAS 1974 en FANIRAN & JEJE 1983)

1. KLIMAATFACTOREN

Temperatuur : hoge temperaturen verhogen de snelheid van endotherme chemische reacties.

Neerslag : hoge neerslag verhoogt de beschikbaarheid van het voornaamste reagens in verweringsprocessen, nl. water.

2. BIOTISCHE FACTOREN

Vegetatiedek : de aaneengesloten kruinenlaag van een dicht regenwoud beschermt de bodem tegen oppervlakkige afspoelingsprocessen en zorgt voor de productie van organische zuren die bepaalde gesteentemineralen kunnen mobiliseren, in het bijzonder ijzer door chelatatie. Omgekeerd zal een meer open savannevegetatie de immobilisatie van ijzer en de bodemafspoeling bevorderen.

3. GEOMORFOLOGISCHE FACTOREN

Reliëfstabiliteit : het binnendringen van de verwerking wordt bevorderd door een lage oppervlakkige denudatie op zachte hellingen.

Reliëfouderdom : diepe verweringsprofielen zullen zich gemakkelijker ontwikkelen op oude reliëfvormen met een persistente stabiliteit.

4. SITEFACTOREN

Vrije drainage : hoger gelegen sites (plateauoppervlakken bvb.) verhogen de benedenwaartse beweging en de vernieuwing van het grondwater ; dit is essentieel voor een vlugge ontbinding van het gesteente.

Verhinderde drainage : gesloten sites met een convergerende afvloeit ontvangen weliswaar meer water maar kunnen gekenmerkt zijn door een slechte drainage waardoor de vernieuwing van het verwerend grondwater beperkt wordt.

5. GEOLOGISCHE FACTOREN

Gesteentetype : de aanwezigheid van gemakkelijk verweerbare mineralen zal de vereringssnelheid verhogen en kan leiden tot een vlugge fysische verwerking van het gesteente wat op zijn beurt de chemische verwerking bevordert.

Gesteentetextuur : Grofkorrelige kristallijne gesteenten zullen vlugger verbrokkelen dan fijnkorrelige, wat de chemische verwerking bevordert. De textuur van sedimentaire gesteenten zal de permeabiliteit en aldus de indringingsnelheid van de verwerking mede bepalen.

Sterkte van het gesteente : bij kristallijne gesteenten zullen de magmatische, thermale en tektonische impacten tijdens de geologische ontwikkelingsgeschiedenis de aanwezigheid en de dichtheid van zwaktevlakken (breuken, diaklazen...) bepalen. Bij metamorfe gesteenten zal de schistositeitsgraad de vereringssnelheid mede bepalen.

Hydrothermale verwerking : gesteenten die reeds tijdens hun geologische ontwikkelingsgeschiedenis aan verschillende vormen van hydrothermale activiteit blootgesteld waren zullen bij ontsluiting gevoeliger zijn aan grondwaterverwerking.

6. CHRONOLOGISCHE FACTOREN

Klimaatwisseling : klimaatveranderingen en de geassocieerde wisselingen in vegetatiebedekking zullen de verering/erosie-balans beïnvloeden. Tengevolge van vochtiger klimaatomstandigheden in het Tertiair en het Kwartair komen in de aride tropen reliëten van diepe verering voor.

Tektonische veranderingen : variaties in de stabiliteit van de aardkorst beïnvloeden de reliëfstabiliteit en de tijd die beschikbaar is voor het binnendringen van de verering.

REFERENTIES

- ALEXANDRE, J. & ALEXANDRE-PYRE, S. 1987. La reconstitution à l'aide des cuirasses latéritiques de l'histoire géomorphologique du Haut-Shaba. — *Z. Geomorph. N. F.*, Suppl.-Bd. 64 : 119-131.
- ALEXANDRE, J. & SYMOENS, J.-J. (eds.) 1989. Studiedag «Stone-lines» (Brussel, 24 maart 1987). — Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen, Brussel, 239 pp.
- ALONI, K., MALAISSE, F. & MBENZA, M. 1990. Comportement et activité de récolte de *Macrotermes falciger* (Isoptera, Termitidae) dans une forêt claire zambézienne du Shaba (Zaire). — *Meded. Zitt. K. Acad. overzeese Wet.*, 35 (1989 - 3) : 301-322.
- BORNHARDT, W. 1900. Zur Oberflächengestaltung und Geologie Deutsch-Ostafrikas, Reimer, Berlin.
- BOUILLON, A. 1970. Termites of the Ethiopian Region. — *In* : Termites (2). Academic Press, New York, pp. 153-280.
- BUCHANAN, F. 1807. A Journey from Madras through the countries of Mysore, Kanara and Malabar. East India Company, London.
- BÜDEL, J. 1957. Die «Doppelten Einebnungsflächen» in den feuchten Tropen. — *Z. Geomorph. N. F.*, 1 : 201-228.
- DAVIS, W. M. 1899. The geographical cycle. — *The Geographical Journal*, 14 : 481-504.
- DE DAPPER, M. 1978. Couvertures limono-sableuses, stone-line, indurations ferru-

- gineuses et action des termites sur le plateau de la Manika (Kolwezi - Shaba - Zaïre). — *Geo-Eco-Trop*, **2** : 265-278.
- DE DAPPER, M. 1981a. Geomorfologische studie van het plateaucomplex rond Kolwezi (Shaba - Zaïre). — *Verh. Kon. Acad. Wet. Lett. Sch. Knstn. België, Kl. Wet.*, **43**, 172 : 203 pp.
- DE DAPPER, M. 1981b. Geomorfologische studie van het gebied rond Kolwezi (Zaïre - Shaba). Een bijdrage tot het geomorfologisch onderzoek van de hoogvlakten in Centraal Afrika. — *De Aardrijkskunde*, **1981/1-2** : 263-271.
- DE DAPPER, M. 1985. Geomorphological surveying for mapping soils in Peninsular Malaysia. — *De Aardrijkskunde*, **1985/1** : 51-68.
- DE DAPPER, M. 1987. Kwartaire klimaatswisselingen in tropisch Afrika. — *De Aardrijkskunde*, **1987/1** : 59-70.
- DE DAPPER, M. 1989a. Pedosediments and stone-line complexes in Peninsular Malaysia. — *In* : ALEXANDRE, J. & SYMOENS, J.-J. (eds.), Studiedag «Stone-lines» (Brussel, 24 maart 1987), Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen. — *Geo-Eco-Trop*, **11** (1-4) : 61-74.
- DE DAPPER, M. 1989b. Late Quaternary Geomorphological Evolution in the Uplands of Peninsular Malaysia. — *Verhand. Kon. Acad. Overzeese Wet.*, Kl. Natuur- en Geneesk. Wet., Nieuwe Reeks in-8°, **22** (4), 148 pp.
- DE DAPPER, M. 1991. Diepe chemische verwerking en tropische geomorfologie. — *In* : DE DAPPER, M. (ed.) Geomorfologie : aspecten van het onderzoek I & 2. — *De Aardrijkskunde*, **1991/2-3** : 89-115.
- DE PLOEY, J. 1965. Position géomorphologique, genèse et chronologie de certains dépôts superficiels au Congo occidental. — *Quaternaria*, **7** : 131-154.
- D'HOORE, J. 1954. L'accumulation des sesquioxides libres dans les sols tropicaux. — *Publ. Inst. nat. Etude agron. Congo belge, Sér. scient.*, **62** : 132 pp.
- ERHART, H. 1955. Biostasie et Rhexistasie : Esquisse d'une théorie sur le rôle de la pédogenèse en tant que phénomène géologique. — *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, **241** : 1218-1220.
- FANIRAN, A. & JEJE, L. K. 1983. Humid Tropical Geomorphology. — Longman, London.
- FRIPIAT, J. J. & HERBILLON, A. J. 1971. Formation and transformation of clay minerals in tropical soils. — *In* : Soils and Tropical Weathering, Proc. Bandung Symp., UNESCO 1969 : pp. 15-24.
- GOUDIE, A. S. 1988. The geomorphological role of termites and earthworms in the tropics. — *In* : VILES, H. (ed.), Biogeomorphology. B. Blackwell, Oxford : pp. 116-192.
- JESSEN, O. 1936. Reisen und Forschungen in Angola. — Reimer, Berlin.
- KAITANEN, V. 1985. Problems concerning the origin of inselbergs in Finnish Lapland. — *Fennia*, **163** (2) : 359-364.
- KING, L. C. 1942. South African Scenery. — Oliver & Boyd, Edinburgh.
- KING, L. C. 1949. A theory of bornhardts. — *The Geographical Journal*, **112** : 83-87.
- KING, L. C. 1953. Canons of landscape evolution. — *Bull. Geological Society of America*, **64** : 721-752.
- LEE, K. E. & WOOD, T. G. 1971. Termites and soils. — Academic Press, London.
- MACLAREN, M. 1906. On the origin of certain laterites. — *Geol. Mag.*, **43** : 536-547.

- MAIGNIEN, R. 1966. Review of Research on Laterites. — UNESCO, Natural Resources Research IV, Paris.
- McFARLANE, M. J. 1983. Laterites. — *In*: GOUDIE, A. S. & PYE, K. (eds.) Chemical sediments and geomorphology: precipitates and residua in the near-surface environment. Academic Press, London, pp. 7-58.
- MOEYERSONS, J. 1978. The behaviour of stones and stone implements, buried in consolidating and creeping Kalahari Sands. — *Earth Surface Processes*, **3**: 115-128.
- NORTON, S. A. 1973. Laterite and bauxite formation. — *Econ. Geol.*, **68**: 353-361.
- OLLIER, C. D. 1975. Weathering. — Longman, London.
- PASSARGE, S. 1924. Das Problem afrikanischer Inselberglandschaften. — *Pet. Mitt.*, **70**: 117-120.
- PENCK, W. 1924. Die morphologische Analyse. — *Geogr. Abh.*, **2**: 1-283, Stuttgart, Engelhorn.
- PRITCHARD, J. M. 1979. Landform of landscape in Africa. — Edward Arnold, London.
- ROHDENBURG, H. 1969. Hangpedimentation und Klimawechsel als wichtigste Faktoren der Flächen- und Stufenbildung in den wechselfeuchten Tropen an Beispielen aus Westafrika, besonders aus dem Schichtstufenland Südost-Nigerias. — *Göttinger Bodenkundl. Ber.*, **10**: 57-152.
- RUXTON, B. P. & BERRY, L. 1957. Weathering of granite and associated erosional features in Hong Kong. — *Bull. geol. Soc. Am.*, **68**: 1263-1292.
- SOYER, J. 1989. Rôle des termites dans la formation du complexe de la stone-line. — *In*: ALEXANDRE, J. & SYMOENS, J.-J. (eds.), Studiedag «Stone-lines» (Brussel, 24 maart 1987), Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen. — *Geo-Eco-Trop*, **11** (1-4): 97-108.
- STOOPS, G. 1967. Le profil d'altération du Bas-Congo (Kinshasha). Sa description et sa genèse. — *Pedologie*, **17**: 60-105.
- STRAKHOV, N. M. 1967. Principles of Lithogenesis. Vol. I. — Oliver & Boyd, Edinburgh.
- SYS, C. 1961. Het verband tussen morfologie en genetische opbouw van het bodemprofiel in de Hoge Katanga. — Rijkslandbouwhogeschool Gent (onuitgegeven doctoraatsthesis).
- SYS, C. 1968. Suggestions for the classification of tropical soils with lateritic materials in the american classification. — *Pedologie*, **18**: 189-198.
- THOMAS, M. F. 1974. Tropical Geomorphology. — MacMillan, London.
- THOMAS, M. F. 1978. The study of inselbergs. — *Z. Geomorph. N. F.*, Suppl. Bd. **31**: 1-41.
- THORNBURY, W. D. 1954. Principles of Geomorphology. — John Wiley & Sons, New York.
- TRICART, J. & CAILLEUX, A. 1965. Introduction à la géomorphologie climatique. — SEDES, Paris.
- TWIDALE, C. R. 1968. Inselberg. — *In*: FAIRBRIDGE, R. W. (ed.) The Encyclopedia of Geomorphology. — Rheinhold Book Corporation, New York: pp. 556-559.
- TWIDALE, C. R. 1982a. Granite landforms. — Elsevier, Amsterdam.
- TWIDALE, C. R. 1982b. The evolution of bornhardts. — *American Scientist*, **70**, 3: 268-276.

- TWIDALE, C. R. 1993. The research frontier and beyond : granitic terrains. — *Geomorphology*, **7** : 187-223.
- VOGT, J. 1966. Le complexe de la stone-line. Mise au point. — *Bull. Bureau Rech. géol. et minières*, **4** : 1-50.
- WAYLAND, E. J. 1934. Peneplains and some other erosional platforms. — *Bull. Geol. Surv. Uganda, Annual Rept., Notes 1*, **74** : 366 pp.
- WILLIS, B. 1934. Inselbergs. — *Ann. Amer. Assoc. Geogr.*, **24** : 123-129.

Le post-investissement, une stratégie d'action indispensable au devenir des pays en voie de développement *

par

R. LEENAERTS **

MOTS-CLÉS. — Développement ; Gestion ; Post-investissement.

RÉSUMÉ. — Le développement des pays du tiers monde reste entravé par le rendement insatisfaisant des technologies transférées. Le post-investissement, en général, et la maintenance industrielle, en particulier, sont des moyens efficaces pour remédier à cette situation. La présente communication propose une réflexion méthodologique pour mieux comprendre les différentes composantes actives du post-investissement compte étant tenu de leur influence sur la rentabilité d'exploitation des biens transférés.

SAMENVATTING. — *De post-investering, een onmisbare actiestrategie voor de toekomst van de ontwikkelingslanden.* — De ontwikkeling van de derde-wereldlanden wordt belemmerd door het lage rendement van de overgedragen technologieën. De post-investering, in het algemeen, en het industrieel onderhoud, in het bijzonder, zijn efficiënte middelen om hieraan te verhelpen. Deze mededeling stelt een methodologische aanpak voor om de verschillende actieve post-investeringsfactoren beter te begrijpen, rekening houdend met hun invloed op de exploitatierentabiliteit van de overgedragen goederen.

SUMMARY. — *Post-investment, an essential action strategy for the future of developing countries.* — The development of third world countries is hindered by the insufficient output of transferred technologies. Post-investment in general and industrial maintenance in particular are efficient means to remedy this situation. This paper suggests a methodological approach aiming at a better understanding of the different active elements of post-investment while taking into account their influence on the profitability of exploitation of the transferred technologies.

*
* *

Cette communication traite avec franchise et, espérons-le, avec discernement, d'un thème considéré comme prioritaire dans la problématique du dévelop-

* Lecture faite à la séance plénière du 20 octobre 1993. Texte reçu le 3 novembre 1993.

** Vice-directeur de la Classe des Sciences techniques, professeur à l'Université Catholique de Louvain, voie Minckelers 1, B-1348 Louvain-la-Neuve (Belgique).

pement et qui gravite autour de la notion, hélas trop peu connue, de post-investissement.

L'économie des pays moins industrialisés est, en effet, depuis de nombreuses années, de trop nombreuses années, entravée par un déséquilibre entre l'acquisition de technologies et la détérioration exagérément rapide ou précoce du patrimoine qu'elles représentent.

Ce déséquilibre se constate à tous les niveaux de la vie économique, qu'il s'agisse d'industries publiques ou privées, de bâtiments, de moyens de transport ou de communication, de ponts, de barrages et même de chaussées. Il s'agit donc d'un mécanisme technico-économique qui échappe, au moins partiellement, aux gestionnaires industriels aussi bien qu'à la classe politique et aux gouvernements des pays concernés. De plus, un tel mécanisme réduit et souvent annule à des échéances prématurées les résultats ou les bénéfices escomptés des investissements consentis.

Cette situation est réellement alarmante dans de nombreuses régions défavorisées ; elle en explique leur stagnation et le fait qu'elles ploient actuellement sous la charge de dettes extérieures démesurées. D'ailleurs, le nouvel ordre économique mondial à la mise en place duquel nous assistons, rend le diagnostic encore plus menaçant, nous incitant par là, si besoin en est, à mieux comprendre les difficultés que rencontrent les pays en développement quant à maîtriser leur évolution.

Les axes d'approche d'une telle problématique sont évidemment multiples mais, parmi eux, le post-investissement est susceptible à lui seul d'apporter une impulsion déterminante tant par ses principes issus des vues nouvelles de la maintenance, que par ses effets sur la gestion des entreprises et des états.

Pour bien percevoir la place qu'il occupe, il est commode de prendre référence à ce qu'il est convenu d'appeler la courbe de vie d'un équipement. Il est, en effet, devenu courant de comparer les équipements de production de biens ou de services à des organismes vivants auxquels on attribue d'emblée des étapes de conception, de naissance, de vie et de mort.

Semblablement, pour toute technologie, il est facile de mettre en évidence une phase conceptuelle et de construction, puis une période d'utilisation plus ou moins longue et enfin un moment où, suite aux dégradations progressives qu'elle a subies, cette technologie passe nécessairement à l'état de ruine.

L'analogie proposée est donc formelle et le fait de voir à travers toute réalisation matérielle, l'origine et la fin de son existence est une perception de première rationalité donc également de première importance en ce qui concerne sa gestion technico-économique.

La courbe de vie d'un équipement présentée à la figure 1 a sensiblement la même forme quelle que soit la nature de l'équipement considéré. Elle exprime en ordonnée la quantité produite annuellement du bien ou du service en fonction du temps porté en abscisse. En schématisant quelque peu la réalité, on peut y faire la part de deux régions, l'une AD correspondant à la conception

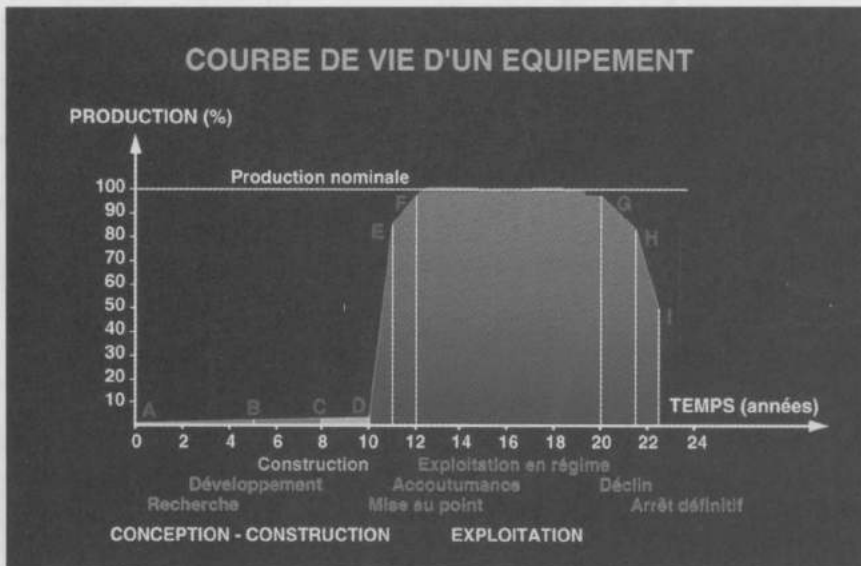


Fig. 1. — Courbe de vie d'un équipement.

et à la construction de l'équipement, et l'autre DI en relation avec son exploitation. À propos de cette seconde partie DI, elle commence généralement par une section DF traduisant les difficultés de mise en service, se poursuit par la portion FG qui représente la période d'exploitation normale et se termine par la décroissance GHI reflétant les effets de la vétusté du matériel et son déclassement définitif en I.

Dans cette vision, qu'on peut appeler fonctionnelle, des biens et des technologies, le temps apparaît comme une variable fondamentale, donc à placer sous haute surveillance. C'est notamment en fonction d'elle qu'il faut évaluer les comportements des technologies et leurs incidences économiques.

Or, il est clair que la courbe de vie d'un équipement est en étroite relation avec les moyens pécuniaires engagés pour le concevoir, le construire ou l'acquérir et l'exploiter. Il est dès lors primordial d'examiner comment ces moyens financiers évoluent en fonction du temps de façon à pouvoir planifier leur mise à disposition à des échéances judicieuses.

C'est la généralisation de la notion d'investissement qui, à mes yeux, fournit les arguments les plus directement compréhensibles pour avoir accès à cette logique. Je m'en explique. À l'étape de conception, il faut faire correspondre le pré-investissement où se trouvent regroupés tous les coûts de recherche, de développement et, plus généralement, de toute activité préalable à la construction de l'équipement, entre autres, l'étude de faisabilité du projet et l'étude du marché du bien ou du service.

En valeur absolue, le pré-investissement est souvent modeste bien que non négligeable et son évolution dans le temps se marque par la première partie du diagramme de la figure 2.

L'investissement quant à lui, est le capital à engager pour acquérir ou pour construire non seulement l'équipement considéré mais aussi tous les moyens nécessaires à son exploitation. Par rapport au pré-investissement, il est d'un tout autre ordre de grandeur, beaucoup plus élevé, et comme il y a intérêt, la décision d'investir étant prise, d'utiliser l'équipement au plus tôt, il s'effectue en un temps aussi court que possible. D'où sa figuration proche de la verticale que vous constatez dans la représentation de la figure 2.

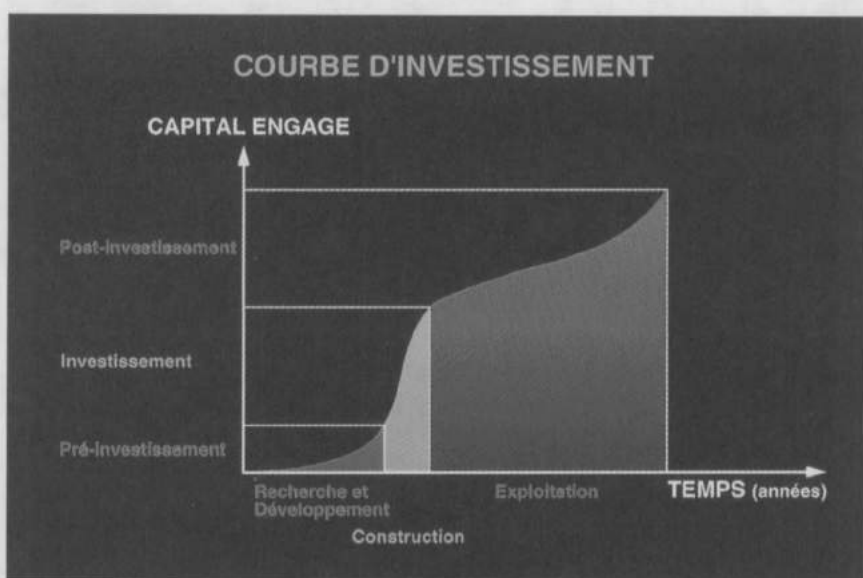


Fig. 2. — Courbe d'investissement.

Le prolongement cohérent de cette perception exige de dénommer post-investissement la valeur investie durant l'exploitation de l'équipement pour en assurer le bon fonctionnement, quantitativement et qualitativement, pendant toute la durée programmée de son utilisation.

Le post-investissement inclut évidemment tous les coûts de maintenance, directs et indirects, d'opportunité comme disent les économistes, mais également ceux qu'il faut parfois consentir pour apporter à l'équipement les modifications ou améliorations qui en assurent l'actualisation technologique.

Dans le même diagramme de la figure 2, le post-investissement se développe au prorata du temps d'exploitation. La courbe figurative est constamment

croissante mais se redresse progressivement jusqu'à ce que l'obsolescence de l'équipement entraîne des coûts d'exploitation exagérés et impose la cessation de son utilisation. Il est à remarquer que, vu la longueur temporelle sur laquelle il porte, le post-investissement représente au total une valeur considérable, tellement considérable qu'elle atteint souvent et même dépasse celle de l'investissement.

C'est un aspect très important sur lequel il faudra revenir mais je confirme dès à présent que courbe de vie et courbe d'investissement sont jumelles et que pour garantir l'harmonie de la première, il faut nécessairement s'intéresser à la seconde.

À cet égard, on constate fort heureusement que les pays moins industrialisés gèrent aujourd'hui mieux qu'hier les étapes de pré-investissement et d'investissement. Actuellement, dans les projets, les besoins sont en général bien identifiés, les études de faisabilité sont conduites méthodiquement, les technologies sont sélectionnées pour avoir le caractère approprié aux conditions locales de leur utilisation et les investissements sont régis par des plans de financement équilibrés et réalistes. C'est un résultat qui mérite d'être souligné car il est le fruit des efforts constants entrepris par tous les acteurs du transfert des technologies, principalement au cours des deux dernières décennies, et il faut s'en féliciter.

La situation est différente lorsqu'on envisage le post-investissement. Tout se passe dans les pays en développement comme si les ensembles techniques actuels étaient considérés comme doués de perfection et donc d'infaillibilité. Ils sont exploités en toute confiance, naïvement dirais-je, comme si leur apparente robustesse les mettait à l'abri de défaillances ou tout simplement d'usure.

Dès lors qu'ils sont perçus ainsi, les carences d'entretien et partant de post-investissement ont vite fait de réduire leur disponibilité, puis leur rendement d'exploitation. Le sombre cortège des corollaires négatifs se met alors tout de suite en branle : démotivation des personnes, insatisfaction tant des investisseurs que des consommateurs et, finalement, absence de rentabilité sinon faillite de l'activité.

La figure 3 illustre de façon schématique comment ces attitudes déforment la courbe de vie des équipements. Dans la plupart des cas, les capacités de production plafonnent à des niveaux sensiblement inférieurs aux capacités nominales prévues et s'éteignent trop tôt sans avoir atteint la totalité de leurs objectifs ou, au contraire, se prolongent trop longtemps dans un espace technologique désuet et donc non rentable.

Ce tableau, sans doute brossé à trop grands traits, ne doit surtout pas être considéré comme caricatural. Ces situations, nous les techniciens, nous les vivons souvent et toujours péniblement car nous sommes aux premières loges pour constater qu'il n'y a pas de commune mesure entre, d'une part, la

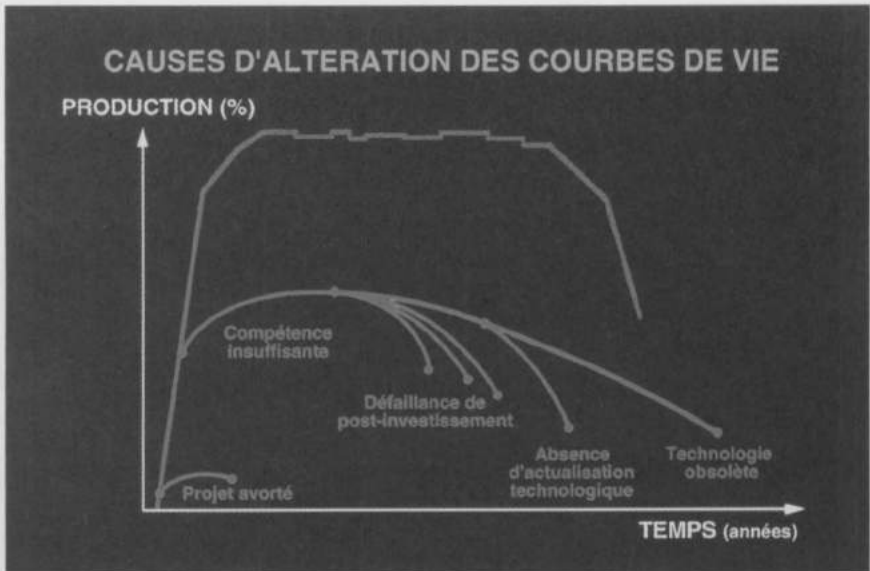


Fig. 3. — Causes d'altération des courbes de vie.

médiocrité des résultats d'exploitation et, d'autre part, la simplicité des démarches du post-investissement.

Nous avons donc affaire à un paradoxe qu'il importe de lever au plus tôt. En l'occurrence, il nous appartient d'informer et de persuader nos homologues d'outre-mer moins avertis, de la place qu'occupe le post-investissement dans le processus de développement des entreprises et des nations.

Tous les moyens sont bons pour y arriver. L'enseignement est évidemment un passage obligé mais les contacts d'affaire, les rassemblements culturels, les relations industrielles et les négociations technico-commerciales sont aussi des circonstances propices pour faire passer le message le plus facilement. Il est d'ailleurs bien agréable à faire passer ce message car la maintenance, composante essentielle du post-investissement, est perçue actuellement parmi les sciences de l'ingénieur comme une discipline à part entière et, qui plus est, comme une discipline réellement novatrice et séduisante. Quelques paragraphes suffiront pour en présenter les charmes.

Organiquement, on attribue à la maintenance une structure triangulaire satisfaisant au schéma de la figure 4. Ce n'est pas par hasard que les aspects techniques occupent dans cette figure le sommet de la pyramide car il faut bien reconnaître que les imperfections et défaillances des équipements entraînent avant tout des démarches d'ordre technique. Ces démarches sont maintenant bien identifiées et se rapportent à la connaissance conceptuelle et fonctionnelle

des équipements, à la prévision, à la détection et à la prévention des pannes ainsi qu'à la réalisation des travaux d'entretien ou de réparation.

Dans tous les cas, pour qui veut s'en donner la peine et les moyens, les exigences techniques de la maintenance sont dorénavant rigoureusement maîtrisables et peuvent être en pratique rencontrées sans appréhension.

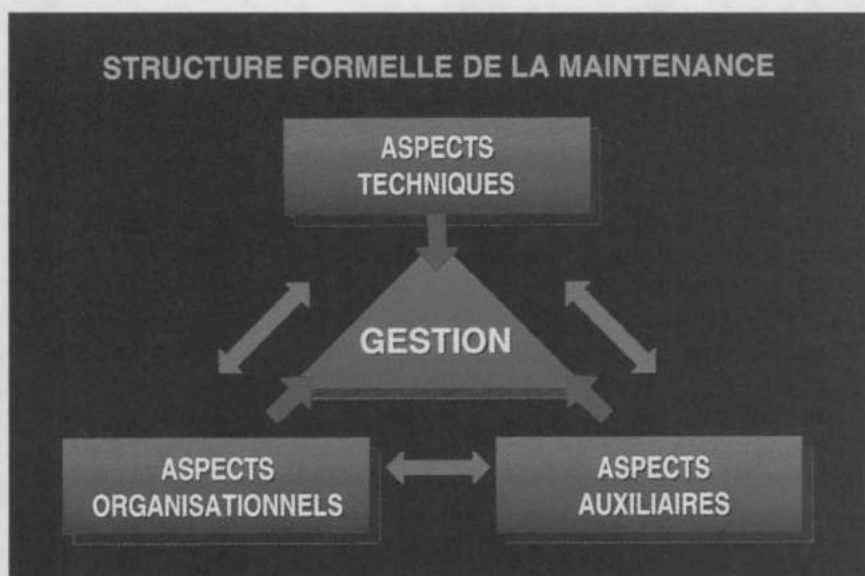


Fig. 4. — Structure formelle de la maintenance.

Mais, car il y a un mais, pour la plupart des technologies exploitées de nos jours, l'intervention technique de maintenance se compose de travaux nombreux et très variés tant dans leurs natures que dans leurs formes ou encore dans le temps.

L'exécution correcte et opportune de ces travaux dans des ensembles techniques de quelque importance soulève rapidement des questions ardues d'organisation où se côtoient, pour n'en citer que quelques uns, des problèmes de préparation, d'ordonnement, de mise à disposition d'outils et de pièces, de sélection de main-d'œuvre, d'enregistrement de coûts ou de temps de travail. Il est évident qu'il est exclu de gérer comme il se doit de telles activités sans disposer d'une puissante organisation, quelle que soit par ailleurs la compétence technique des intervenants. Ceci oblige de voir, précisément dans l'organisation qui est à faire, une autre composante structurelle de la maintenance, aussi importante que celle résultant des aspects techniques et, fort heureusement, aussi bien connue et aussi accessible.

Enfin, il se trouve fréquemment que des prestations de maintenance puissent résulter ou aboutir à des réglementations en relation avec la législation du travail. Il en est ainsi, notamment en matière de sécurité et d'hygiène industrielles. Bien qu'auxiliaires par rapport aux objectifs premiers de la maintenance, ces aspects n'en sont pas moins importants par le contenu social ou légal qu'ils véhiculent et méritent à ce titre qu'on leur réserve le troisième sommet de la structure triangulaire proposée.

La simplicité de l'analyse qui vient d'être faite se charge d'un sens profond si, à sa suite, on veut bien constater, en guise de démystification, que la maintenance repose sur des bases concrètes et en tout cas auxquelles on a accès sans que pour la cause il soit facile de la mettre en œuvre. Elle se charge d'un sens encore bien plus profond si, à travers elle, on perçoit que la finalité de la maintenance se libelle en termes d'efficacité et de gestion. La maintenance pose en effet une problématique particulière de gestion ; particulière parce qu'elle se réalise par l'arbitrage permanent de critères issus, d'une part, de la technique et, d'autre part, de l'économie pour, dans un premier temps, assurer la rentabilité d'exploitation des équipements puis, à terme, en optimiser la durée de vie. L'importance des enjeux justifie que l'on examine distinctement ces deux objectifs.

À relativement courte échéance, disons année par année, il s'agit de mettre en œuvre une politique de maintenance. J'entends par là, la définition et la mise à disposition de moyens techniques, financiers et organisationnels tels que, annuellement, la rentabilité d'exploitation des équipements, traduite par la valeur du rapport

$$\frac{\text{Bénéfice retiré}}{\text{Coût total de maintenance}}$$

soit maximale.

Mais, les moyens de gestion à court terme étant fixés, encore faut-il veiller à ce que leur évolution dans le temps se fasse en bonne adéquation avec le vieillissement constaté des équipements. Cette bonne adéquation exige souvent de modifier en cours de route la politique de maintenance, par exemple en sélectionnant des procédures d'intervention différentes et en effectuant des réhabilitations partielles ou des actualisations technologiques.

Il va de soi que ces préoccupations sont sous-tendues par le souci d'optimiser la durée de vie des équipements de façon à ce que, non plus année par année comme le proposerait une politique de maintenance mais sur toute la durée de vie des équipements, le rapport

$$\frac{\text{Bénéfice retiré}}{\text{Post-investissement}}$$

soit lui-même optimal.

Une procédure de ce type relève ni plus ni moins de la stratégie et c'est comme telle que nous souhaitons la présenter car nous sommes convaincus que par l'application judicieuse et systématique, rapide et généralisée, d'une politique de maintenance et d'une stratégie de post-investissement, les pays en développement peuvent, à court et moyen termes, améliorer la gestion de leur patrimoine national et, à plus long terme, attacher une meilleure rentabilité à leurs projets.

Dans cette optique, il ne sied plus que les responsables à l'échelle des entreprises, des régions ou des états continuent à dire qu'ils n'ont pas d'argent pour la maintenance parce que la maintenance émerge aux budgets de fonctionnement et que les budgets de fonctionnement sont toujours les parents pauvres dans lesquels il faut sabrer dès la première mesure d'austérité alors que les investissements, eux, sont considérés comme intangibles puisque soi-disant productifs.

Pour sortir de ce cloisonnement stérile et d'évidence fallacieux, une réflexion aussi approfondie que courageuse sur le post-investissement s'impose car, nous tenons à le répéter, il apparaît pour les pays en développement comme un moyen d'en accroître les performances tout en apportant une réponse pertinente au problème de leurs dettes extérieures.

C'est une conclusion qui s'impose parce qu'elle compte parmi les plus optimistes qui puisse être énoncée actuellement. Espérons qu'elle soit partagée et, à supposer que ce soit le cas, qu'elle soit largement diffusée à qui de droit.

**TROISIÈME CONFÉRENCE
RAYMOND VANBREUSEGHEM
(3 DÉCEMBRE 1993)**

**DERDE CONFERENTIE
RAYMOND VANBREUSEGHEM
(3 DECEMBER 1993)**

Procès-verbal de la séance

À l'occasion de l'honorariat de son ancien secrétaire perpétuel, le professeur Raymond Vanbreuseghem, l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer a créé un Fonds Raymond Vanbreuseghem en vue d'entretenir et de développer l'hommage qu'elle entend rendre à son œuvre mycologique.

Ce fonds est destiné à permettre l'organisation, sous les auspices de l'Académie, de conférences publiques dans le domaine des maladies fongiques de l'homme, des animaux et des plantes des régions tropicales, sous le titre «Conférences Raymond Vanbreuseghem sur les Champignons pathogènes tropicaux».

*
* *

La Troisième Conférence Raymond Vanbreuseghem a lieu le 3 décembre 1993 à l'Auditorium, rue Defacqz 1, à Bruxelles.

M. P. Van der Veken, président de l'Académie, ouvre la séance à 15 h et souhaite la bienvenue aux nombreuses personnalités présentes. Il présente ensuite les conférenciers.

M. P. Lepoivre, chargé de cours à la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux, fait une lecture rédigée en collaboration avec M. J. P. Baudouin : «Caractérisation de l'agent responsable de l'ascochytose de *Phaseolus vulgaris* en Afrique et en Amérique du Sud» (pp. 557-566).

M. R. Swennen, professeur à la «Faculteit Landbouwwetenschappen» de la «Katholieke Universiteit Leuven», présente une communication intitulée «De veredeling van de banaan voor resistentie tegen de bladschimmel *Mycosphaerella fijiensis*» (pp. 567-576).

M. H. Maraite, professeur à la Faculté des Sciences agronomiques de l'Université Catholique de Louvain, fait une conférence intitulée «L'antracnose du *Stylosanthes*» (pp. 577-586).

M. P. Van der Veken remercie les conférenciers.

Notulen van de zitting

Ter gelegenheid van het erelidmaatschap van haar vroegere vaste secretaris, Professor Raymond Vanbreuseghem, heeft de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen het Raymond Vanbreuseghem Fonds opgericht in het vooruitzicht de hulde die zij aan zijn mycologisch werk wenst te wijden, in stand te houden en uit te breiden.

Dit fonds is bestemd om, onder de auspiciën van de Academie, publieke conferenties te organiseren op het gebied van de zwamziekten van de mens, de dieren en de planten van de tropische streken, onder de titel «Conferenties Raymond Vanbreuseghem over de tropische pathogene zwammen».

*
* *

De Derde Conferentie Raymond Vanbreuseghem vindt plaats op 3 december 1993 in het Auditorium, Defacqzstraat 1, te Brussel.

De H. P. Van der Veken, voorzitter van de Academie, opent de zitting om 15 h en verwelkomt de talrijk aanwezige personaliteiten. Daarna stelt hij de sprekers voor.

De H. P. Lepoivre, buitengewoon hoogleraar aan de «Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux», houdt een lezing opgesteld in samenwerking met de H. J. P. Baudouin : «Caractérisation de l'agent responsable de l'ascochytose de *Phaseolus vulgaris* en Afrique et en Amérique du Sud» (pp. 557-566).

De H. R. Swennen, professor aan de Faculteit Landbouwwetenschappen van de Katholieke Universiteit Leuven», geeft een lezing over «De veredeling van de banaan voor resistentie tegen de bladschimmel *Mycosphaerella fijiensis*» (pp. 567-576).

De H. H. Maraite, professor aan de «Faculté des Sciences agronomiques de l'Université Catholique de Louvain», geeft een voordracht met als titel «L'antracnose du *Stylosanthes*» (pp. 577-586).

De H. P. Van der Veken dankt de sprekers.

Liste de présence des membres de l'Académie

Classe des Sciences naturelles et médicales : MM. E. Bernard, J. Bolyn, J. Decelle, E. De Langhe, A. de Scoville, J. Meyer, H. Nicolai, J.-J. Symoens, P. Van der Veken.

Classe des Sciences techniques : MM. G. Heylbroeck, A. Lederer.

Ont fait part de leurs regrets de ne pouvoir assister à la séance : MM. H. Baetens Beardsmore, A. Baptist, P. Beckers, J. Bouharmont, F. Bultot, Jacques Charlier, E. Cuypers, J. De Cuyper, M. De Dapper, H. Deelstra, F. de Hen, Mme A. Dorsinfang-Smets, MM. J.-J. Droesbeke, R. Dudal, Mme M. Engelborghs-Bertels, MM. L. Eyckmans, C. Fieremans, P. Fierens, A. François, P. Gigase, Mgr L. Gillon, MM. A. Huybrechts, J. Jadin, P. G. Janssens, A. Lawalrée, W. Loy, L. Martens, J.-C. Micha, J. Michot, J. Mortelmans, R. Paepe, J.-J. Peters, P. Raymaekers, J. Ryckmans, C. Schyns, R. Sokal, A. Sterling, G. Stoops, C. Sys, D. Thys van den Audenaerde, E. Tollens, E. Vandewoude, F. Van Noten, M. Wéry.

Aanwezigheidslijst van de leden van de Academie

Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen : de HH. E. Bernard, J. Boly, J. Decelle, E. De Langhe, A. de Scoville, J. Meyer, H. Nicolaï, J.-J. Symoens, P. Van der Veken.

Klasse voor Technische Wetenschappen : de HH. G. Heylbroeck, A. Lederer.

Betuijden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : de HH. H. Baetens Beardsmore, A. Baptist, P. Beckers, J. Bouharmont, F. Bultot, Jacques Charlier, E. Cuypers, J. De Cuyper, M. De Dapper, H. Deelstra, F. de Hen, Mevr. A. Dorsinfang-Smets, de HH. J.-J. Droesbeke, R. Dudal, Mevr. M. Engelborghs-Bertels, de HH. L. Eyckmans, C. Fieremans, P. Fierens, A. François, P. Gigase, Mgr. L. Gillon, de HH. A. Huybrechts, J. Jadin, P. G. Janssens, A. Lawalrée, W. Loy, L. Martens, J.-C. Micha, J. Michot, J. Mortelmans, R. Paepe, J.-J. Peters, P. Raymaekers, J. Ryckmans, C. Schyns, R. Sokal, A. Sterling, G. Stoops, C. Sys, D. Thys van den Audenaerde, E. Tollens, E. Vandewoude, F. Van Noten, M. Wéry.

Caractérisation de l'agent responsable de l'ascochytose de *Phaseolus vulgaris* en Afrique et en Amérique du Sud *

par

P. LEPOIVRE ** & J. P. BAUDOIN ***

MOTS-CLÉS. — Ascochytose ; *Phaseolus vulgaris* ; *Phoma* ; Phytopathologie ; Résistance génétique ; Zymogrammes.

RÉSUMÉ. — La littérature mentionne plusieurs espèces fongiques responsables de l'ascochytose du haricot, *Phoma exigua* Desm. var. *diversispora* (Bub.) Boerema, *Phoma exigua* Desm. var. *exigua* (anciennement connu sous le nom d'*Ascochyta phaseolorum* Sacc.) et *Stagonosporopsis hortensis* (Sacc. et Malbr.) (anciennement connu sous le nom de *Ascochyta boltshauseri* Sacc.). Des isolats fongiques provenant d'échantillons de feuilles prélevées en Afrique de l'Est et en Colombie sont tous rattachés, sur base de la symptomatologie et de l'analyse des isoenzymes, à l'espèce *P. exigua* var. *diversispora*. Le polymorphisme enzymatique révèle des variations génétiques entre les souches africaines et américaines de *P. exigua* var. *diversispora* et au sein des isolats africains de cette espèce. Des génotypes résistants ont été observés chez plusieurs introductions de *Phaseolus polyanthus* Greenman, *Phaseolus coccineus* L. subsp. *coccineus*, *Phaseolus coccineus* subsp. *purpurascens*, *Phaseolus oligospermus* Piper, *Phaseolus pedicellatus* Benthham var. *pedicellatus*, *Phaseolus pauciflorus* Sesse et Mocino ex G. Don, *Phaseolus pluriflorus* MM. & S. et *Phaseolus salicifolius* Piper.

SAMENVATTING. — *Het karakteriseren van de agens verantwoordelijk voor de ascochytose van Phaseolus vulgaris in Afrika en Zuid-Amerika.* — In de literatuur worden verschillende schimmels aangehaald die verantwoordelijk geacht worden voor de ascochytose van de boon : *Phoma exigua* Desm. var. *diversispora* (Bub.) Boerema, *Phoma exigua* Desm. var. *exigua* (voorheen bekend onder de naam *Ascochyta phaseolorum* Sacc.) en *Stagonosporopsis hortensis* (Sacc. en Malbr.) (voorheen bekend onder de naam *Ascochyta boltshauseri* Sacc.). Schimmelachtige isolaten afkomstig van in Oost-Afrika en Columbia genomen bladmonsters kunnen, op grond van de ziekteverschijnselen en de isoenzymenanalyse, met *P. exigua* var. *diversispora* in verband gebracht worden. De enzym-polymorfie brengt genetische verschillen aan het licht tussen

* Lecture faite par M. P. Lepoivre à la Troisième Conférence Raymond Vanbreuseghem tenue le 3 décembre 1993. Texte reçu le 9 décembre 1993.

** Chargé de cours à la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux (Unité de Phytopathologie), Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux (Belgique).

*** Professeur ordinaire à la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux (Unité de Phytotechnie des Régions intertropicales), Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux (Belgique).

de Afrikaanse en de Amerikaanse *P. exigua* var. *diversispora*, en tussen de Afrikaanse isolaten van deze soort onderling. Bij verschillende invoeringen van *Phaseolus polyanthus* Greenman, *Phaseolus coccineus* L. subsp. *coccineus*, *Phaseolus coccineus* subsp. *purpurascens*, *Phaseolus oligospermus* Piper, *Phaseolus pedicellatus* Benthham var. *pedicellatus*, *Phaseolus pauciflorus* Sesse en Mocino ex G. Don, *Phaseolus pluriflorus* MM. & S. en *Phaseolus salicifolius* Piper werden weerstand biedende genotypes waargenomen.

SUMMARY. — *Characterization of the fungal agent causing ascochyta blight of Phaseolus vulgaris in Africa and South America.* — The literature reports several species of fungi which are considered to be responsible for *Ascochyta* blight including *Phoma exigua* Desm. var. *diversispora* (Bub.) Boerema, *Phoma exigua* Desm. var. *exigua* (formerly known as *Ascochyta phaseolorum* Sacc.) and *Stagonosporopsis hortensis* (Sacc. et Malbr.) (formerly known as *Ascochyta boltshauseri* Sacc.). Fungal isolates obtained from foliar samples taken from bean with symptoms of *Ascochyta* blight in various regions of East Africa and Colombia were related all to *P. exigua* var. *diversispora* based on the symptoms produced on inoculated bean and isozyme analysis. Isozyme banding patterns revealed genetic variations between African and American strains of *P. exigua* var. *diversispora* and within the African isolates of this fungus. Resistant genotypes were found in several introductions of *Phaseolus polyanthus* Greenman, *Phaseolus coccineus* L. subsp. *coccineus*, *Phaseolus coccineus* subsp. *purpurascens*, *Phaseolus oligospermus* Piper, *Phaseolus pedicellatus* Benthham var. *pedicellatus*, *Phaseolus pauciflorus* Sesse et Mocino ex G. Don, *Phaseolus pluriflorus* MM. & S. et *Phaseolus salicifolius* Piper.

Introduction

L'«ascochytose» du haricot est le nom vernaculaire désignant les infections maculicoles causées par trois espèces fongiques : *Phoma exigua* var. *diversispora* (Bub.) Boerema, *Phoma exigua* var. *exigua* Desm. (anciennement désigné sous le nom de *Ascochyta phaseolorum* Sacc.) et *Stagonosporopsis hortensis* (Sacc. et Malbr.) (anciennement connu sous le nom de *Ascochyta boltshauseri* Sacc.).

L'ascochytose a acquis une importance croissante au cours de la seconde moitié du vingtième siècle, parallèlement à l'extension de la culture des haricots. Elle constitue un facteur limitant majeur de l'intensification de cette culture dans toute la zone andine (1700 à 2200 m d'altitude) de l'Amérique du Sud, dans les régions d'altitude de l'Afrique de l'Est et dans des régions tempérées froides.

Dans les pays en développement où sévit la maladie, les agriculteurs disposent rarement des ressources financières et des connaissances techniques nécessaires à la mise en œuvre des moyens de lutte chimique. La sélection de génotypes résistants de haricot constitue dès lors le moyen le plus approprié pour combattre la maladie.



Fig. 1. — Symptômes d'ascochytose sur *Phaseolus* au Burundi.

À ce jour, seules quelques variétés ont été sélectionnées tandis qu'un niveau plus élevé de résistance a été identifié chez plusieurs génotypes de *Phaseolus coccineus* et *Phaseolus polyanthus* (SCHMIDT & BAUDOIN 1987). La recherche de nouvelles sources de résistance génétique vis-à-vis de l'ascochytose du haricot est actuellement indispensable. La classification des espèces fongiques responsables est basée sur des caractéristiques morphologiques qui entraînent une confusion taxonomique principalement entre les espèces *P. exigua* var. *diversispora* et *P. exigua* var. *exigua*, ce qui empêche une approche rationnelle pour sélectionner des génotypes de haricot résistant.

L'objectif de cette étude a été d'identifier des isolats fongiques d'origine géographique différente, et obtenus à partir de matériel foliaire montrant des symptômes d'ascochytose, et de caractériser une éventuelle variabilité intra-spécifique au sein de ces isolats.

Notre travail a ensuite visé à rechercher des sources de résistance à l'égard de l'ascochytose chez les formes sauvages de *P. vulgaris* et chez d'autres espèces apparentées.

Matériel et méthodes

L'origine des souches fongiques de référence appartenant aux espèces *P. exigua* var. *exigua* (= souches R3 et R6), *P. exigua* var. *diversispora* (= souches R1, R4 et R5) et *S. hortensis* (souches R2 et R7) a été décrite antérieurement (OBANDO *et al.* 1990a). Le tableau 1 présente l'origine des 18 isolats collectés en Amérique du Sud et en Afrique de l'Est.

Les techniques d'inoculation des plantes et de culture du mycélium en vue de l'extraction et de l'analyse électrophorétique des enzymes des souches fongiques ont également été décrites (OBANDO *et al.* 1990a, OBANDO *et al.* 1990b).

Symptômes induits par les souches fongiques

Les symptômes de *P. exigua* var. *diversispora* (souches de référence R1, R2 et R5) sur haricot (var. Karama demi ou Ica Llano Grande) apparaissent sur les feuilles et les tiges 2 ou 3 jours après l'inoculation. Des anneaux de pycnides se forment à la surface des taches nécrotiques qui atteignent rapidement 50% de la surface foliaire.

Par contre, avec *S. hortensis* (souches de référence R7 et R2) ou *P. exigua* var. *exigua* (souches de référence R3 et R6), la surface infectée ne dépasse pas 10% après 15 jours d'incubation et aucune lésion ne se développe sur les tiges.

Tableau 1

Liste des isolats obtenus à partir de feuilles séchées provenant d'Afrique et d'Amérique du Sud et présentant des symptômes d'ascochytose

Souches	Hôte	Région	Altitude	Collecteur	Année
BDI S1	<i>P. vulgaris</i>	Rutegama	1600 m	D. Perreaux	(ISABU) ¹ , 1985
BDI S2	<i>P. vulgaris</i>	Mosso	1250 m	D. Perreaux	(ISABU), 1986
BDI S3	<i>V. glabrescens</i>	Mosso	1250 m	D. Perreaux	(ISABU), 1986
BDI S4	<i>V. radiata</i>	Mparambo	900 m	D. Perreaux	(ISABU), 1986
BDI S5	<i>V. mungo</i>	Mosso	1250 m	D. Perreaux	(ISABU), 1986
BDI S6	<i>V. unguiculata</i>	Bujumbura	800 m	D. Perreaux	(ISABU), 1986
BDI S7	<i>V. unguiculata</i>	Mparambo	900 m	D. Perreaux	(ISABU), 1986
BDI S8	<i>P. vulgaris</i>	Murongwe	1470 m	D. Perreaux	(ISABU), 1986
BDI S9	<i>P. vulgaris</i>	Ijenda	2300 m	D. Perreaux	(ISABU), 1986
BDI S10	<i>P. vulgaris</i>	Giheta	1600 m	D. Perreaux	(ISABU), 1986
BDI S11	<i>P. vulgaris</i>	Rutegama	1700 m	D. Perreaux	(ISABU), 1986
COL S12	<i>P. vulgaris</i>	Popayan	1700 m	J. P. Baudoin	(FSAGx) ² , 1985
COL S13	<i>P. vulgaris</i>	Sybundoy	2000 m	J. P. Baudoin	(FSAGx), 1985
COL S14	<i>P. lunatus</i>	Rio Negro	2600 m	V. Schmidt	(CIAT) ³ , 1986
COL S15	<i>P. vulgaris</i>	Popayan	1700 m	J. P. Baudoin	(FSAGx), 1987
EQU S16	<i>P. vulgaris</i>	Quito	2700 m	J. P. Baydoin	(FSAGx), 1987
ZAR S16	<i>P. vulgaris</i>	Bukavu	1635 m	D. Perreaux	(ISABU), 1986
ZAR S17	<i>P. vulgaris</i>	Mulungu	1700 m	D. Perreaux	(ISABU), 1986

(1) ISABU : Institut des Sciences agronomiques du Burundi.

(2) FSAGx : Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux.

(3) CIAT : Centro Internacional de Agricultura Tropical.

BDI = Burundi ; COL = Colombie ; EQU = Equateur ; ZAR = Zaïre.

Les symptômes induits par les isolats S1 à S18 originaires d'Amérique du Sud ou d'Afrique de l'Est ressemblent à ceux des souches de référence *P. exigua* var. *diversispora*.

Analyse des enzymes

Des systèmes enzymatiques extraits du mycélium des souches de référence appartenant aux 3 espèces fongiques et des 18 isolats ont été analysés par électrophorèse.

Des considérations génétiques peuvent parfois expliquer le déterminisme de certains isoenzymes et sont alors d'une grande utilité dans l'interprétation des zymogrammes obtenus après électrophorèse (BONDE *et al.* 1984). Étant donné notre ignorance du statut génétique (mono ou dicaryotique, niveau de ploïdie) des espèces fongiques étudiées, notre interprétation de leur polymorphisme enzymatique ne peut s'appuyer sur de telles considérations.

Nous nous sommes donc basés sur la présence ou l'absence des bandes électrophorétiques pour interpréter nos résultats et caractériser la variabilité

enzymatique des souches par 4 systèmes enzymatiques qui ont montré un polymorphisme : alcool déshydrogénase, estérase, galactose déshydrogénase et glutamate déshydrogénase (tableau 2).

Tableau 2

Révélation et polymorphisme des activités enzymatiques recherchées

Enzyme	Révélation	Polymorphisme
Catalase	non	—
Malate déshydrogénase	non	—
Peroxydase	non	—
Shikimate déshydrogénase	non	—
Phosphatase acide	oui	non
Phosphatase alcaline	oui	non
Alcool déshydrogénase	oui	oui
Estérase	oui	oui
Galactose déshydrogénase	oui	oui
Glutamate déshydrogénase	oui	oui

La variabilité des 25 souches fongiques testées a été étudiée sur base des 31 bandes enzymatiques polymorphes par l'analyse des composantes principales (ACP) et la classification hiérarchique ascendante (CHA).

L'ACP a montré que les 31 variables (bandes) caractérisant le polymorphisme enzymatique des 25 souches fongiques pouvaient être ramenées à 8 composantes principales significatives, expliquant 89% de la variabilité totale. Les 3 premiers axes de l'ACP expliquent 57% de cette variabilité.

L'ACP a groupé tous les isolats provenant du continent américain avec la souche de référence R5 d'origine américaine appartenant à l'espèce *P. exigua* var. *diversispora* (figures 2 et 3).

Par ailleurs, tous les isolats d'origine africaine se retrouvent dans les groupes G4a, G4b et G4c, le groupe G4a comprenant les souches de référence d'origine africaine R1 et R4 de l'espèce *P. exigua* var. *diversispora*.

Parmi les 18 isolats que nous avons étudiés, aucun ne se rattache aux groupes G1 et G2, lesquels rassemblent respectivement les souches de référence appartenant aux espèces *S. hortensis* et *P. exigua* var. *exigua*.

La figure 4 représente le dendogramme obtenu par la CHA, pour un nombre de classes égal à 7, expliquant 76% de la variabilité.

Ces 7 classes sont reprises au tableau 3, où elles peuvent être comparées aux groupes identifiés par l'ACP. Les 2 méthodes statistiques aboutissent à des regroupements similaires des 25 souches fongiques, les classes obtenues par la CHA correspondant exactement aux groupes identifiés par l'ACP à l'exception du groupe G4b de l'ACP, qui est subdivisé en classes 5 et 6 par l'analyse de la CHA.

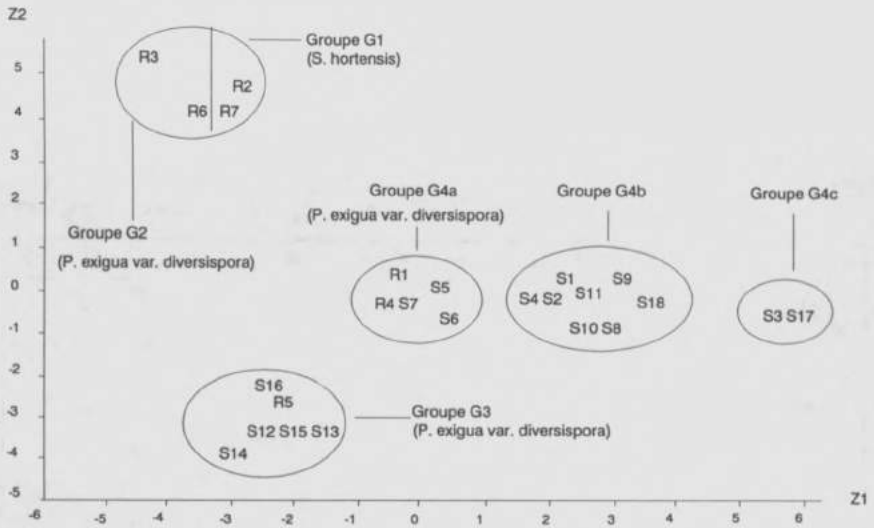


Fig. 2. — Représentation graphique de deux axes (Z1 et Z2) résultant de l'analyse des composantes principales (ACP) pour l'ensemble des bandes des zymogrammes relatifs aux souches et isolats fongiques causant l'ascochytose du haricot.

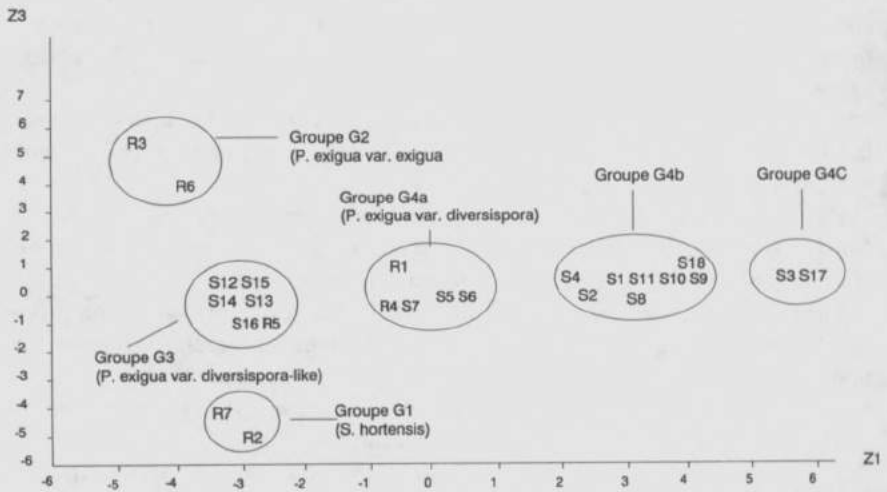


Fig. 3. — Représentation graphique de deux axes (Z1 et Z3) résultant de l'analyse des composantes principales (ACP) pour l'ensemble des bandes des zymogrammes relatifs aux souches et isolats fongiques causant l'ascochytose du haricot.

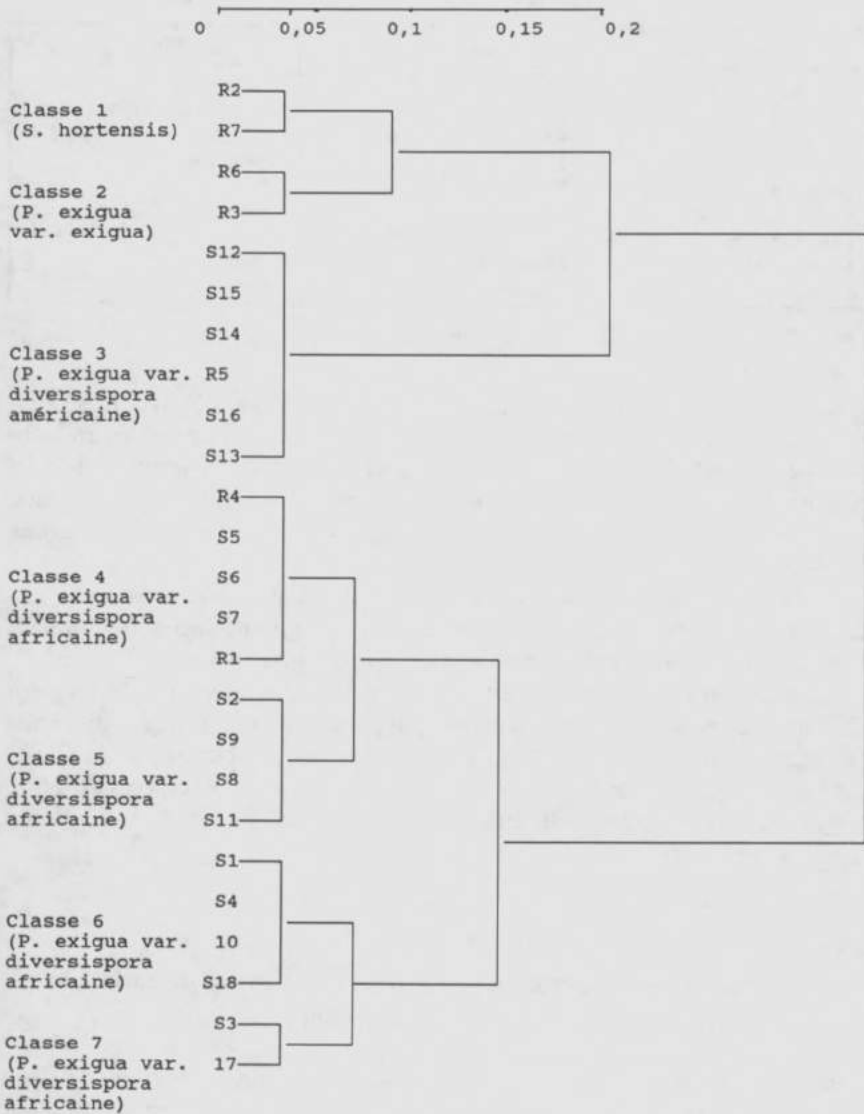


Fig. 4. — Dendrogramme obtenu par la classification hiérarchique ascendante pour l'ensemble des bandes des zymogrammes relatifs aux souches et isolats fongiques causant l'ascochytose du haricot.

Tableau 3

Classification des agents de l'ascochytose sur base du polymorphisme enzymatique

Méthode A.C.P.	Méthode C.H.A.	Espèce
Groupe 1 : R2, R7	Classe 1 : R2, R7	<i>S. hortensis</i>
Groupe 2 : R3, R6	Classe 2 : R3, R6	<i>P. exigua</i> var. <i>exigua</i>
Groupe 3 : R5, S12, S13, S14, S15, S16	Classe 3 : R5, S12, S13, S14, S15	<i>P. exigua</i> var. <i>diversispora</i> et souches américaines
Groupe 4a : R1, R4, S5, S6, S7	Classe 4 : R1, R4, S5, S6, S7	<i>P. exigua</i> var. <i>diversispora</i> et souches africaines
Groupe 4b : S1, S2, S4, S8, S9, S10, S11, S18	Classe 5 : S2, S8, S9, S11	idem
Groupe 4c : S3, S17	Classe 6 : S1, S4, S10, S18	idem
	Classe 7 : S3, S17	idem

L'analyse par électrophorèse en gel de polyacrylamide des systèmes enzymatiques extraits du mycélium fournit donc des zymogrammes reproductibles permettant de différencier et de classer les différents agents fongiques responsables de l'ascochytose du haricot en groupes distincts et homogènes, cohérents avec la division taxonomique basée sur des critères morphologiques et le pouvoir pathogène.

Selon cette analyse enzymatique, il apparaît de plus que tous les isolats collectés en Amérique latine sont réunis dans un groupe spécifique incluant la souche américaine de référence de *P. exigua* var. *diversispora*.

La situation des isolats d'origine africaine de *P. exigua* var. *diversispora* semble plus complexe : ces isolats sont distribués dans 3 groupes différents (selon la technique de l'ACP) ou 4 groupes (selon la technique de la CHA) sans relation apparente avec les plantes hôtes (*P. vulgaris* ou espèces du genre *Vigna*), le pays d'origine (Burundi, Kenya, Rwanda, Zaïre) ou l'altitude de la récolte (900-2000 m).

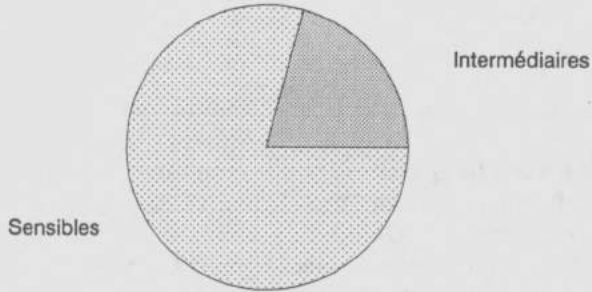
Identification de sources de résistance à l'ascochytose du haricot au sein du genre *Phaseolus*

Le degré de sensibilité des génotypes de *Phaseolus* vis-à-vis de *Phoma exigua* var. *diversispora* a été évalué par inoculation artificielle des plantes, en estimant le pourcentage de la surface foliaire nécrosée et le temps d'incubation. En terme d'épidémiologie, le temps nécessaire à la production de pycnides au sein des lésions constitue également un paramètre important, car il concourt à l'accroissement de l'inoculum dans les conditions de champ.

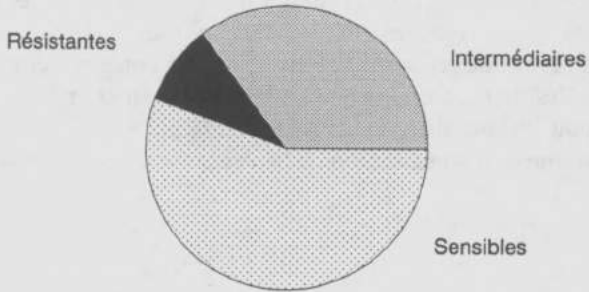
L'évaluation des symptômes a été réalisée pendant la période de 15 jours qui suit l'inoculation. Aucune résistance n'a été trouvée chez les 88 formes

sauvages de *P. vulgaris* étudiées. Par contre, des résistances ont été observées chez plusieurs introductions de *Phaseolus polyanthus* Greenman, *Phaseolus coccineus* L. subsp. *coccineus*, *Phaseolus coccineus* L. subsp. *purpurescens*, *Phaseolus oligospermus* Piper, *Phaseolus pedicellatus* Bentham var. *pedicellatus*, *Phaseolus pauciflorus* Sesse et Mocino, *Phaseolus pluriflorus* MM. & S. et *Phaseolus salicifolius* Piper.

Altitude < 1000 m



1000 m < Altitude < 2000 m



Altitude > 2000 m

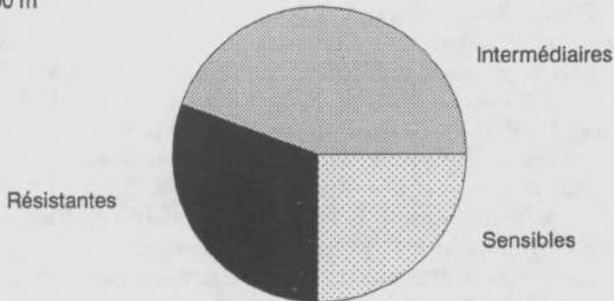


Fig. 5. — Évaluation de la proportion des introductions résistantes, intermédiaires et sensibles à l'ascochytose du haricot, en fonction de l'altitude d'origine des plantes testées.

Ces résultats indiquent cependant que le niveau de résistance à l'ascochytose de certaines introductions de *Phaseolus* dépend des souches de *P. exigua* var. *diversispora* utilisées (souches africaines ou américaines) (OBANDO *et al.* 1990b).

Parmi les facteurs qui peuvent être corrélés avec la résistance des introductions de *Phaseolus* vis-à-vis de l'ascochytose figure leur adaptation à l'altitude (fig. 4). Le pourcentage de génotype résistant est nettement plus marqué chez les introductions originaires de sites d'altitude où sévit particulièrement l'ascochytose.

Conclusions

En conditions contrôlées, les symptômes occasionnés sur haricot par les agents responsables de l'ascochytose varient en fonction des espèces fongiques considérées.

L'identification des isolats originaires d'Amérique du Sud ou de l'Afrique de l'Est, tant sur base de leur pouvoir pathogène que de leur composition enzymatique confirme leur appartenance à l'espèce *P. exigua* var. *diversispora*.

Il est difficile de spéculer sur la signification taxonomique des différences observées dans les zymogrammes des souches africaines et américaines de *P. exigua* var. *diversispora*. Sur le plan pratique, le comportement différent de certaines introductions de *Phaseolus* selon l'origine géographique des souches inoculées démontre la nécessité de prendre en compte la variabilité génétique existant au sein des populations de *Phoma exigua* var. *diversispora* lors des programmes d'amélioration de la résistance des haricots à l'ascochytose.

RÉFÉRENCES

- BONDE, M. R., PETERSON, G. L., DOWLER, W. M. & MAY B. 1984. Isozyme analysis to differentiate species of *Peronosclerospora* causing downy mildews of maize. — *Phytopathology*, **74** (11) : 1278-1283.
- OBANDO, L., KUMMERT, J., LEPOIVRE, P. & BAUDOIN, J. P. 1990a. Virulence and isozyme variations within fungi causing Ascochyta blight of *Phaseolus vulgaris*. — *Meded. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, **55** (3a) : 815-825.
- OBANDO, L., BAUDOIN, J. P., DICKBURT, C. & LEPOIVRE, P. 1990b. Identification de sources de résistance à l'ascochytose du haricot au sein du genre *Phaseolus*. — *Bull. Rech. agron. Gembloux*, **25** (4) : 443-457.
- SCHMIDT, V. & BAUDOIN, J. P. 1987. Multiplication et évaluation de *Phaseolus coccineus* L. et *Phaseolus polyanthus* Greenman, deux espèces intéressantes pour l'amélioration de la productivité des légumineuses vivrières. — *Bull. Rech. agron. Gembloux*, **22** : 235-253.

De veredeling van de banaan voor resistentie tegen de bladschimmel *Mycosphaerella fijiensis* *

door

R. L. SWENNEN **

TREFWOORDEN. — Banaan ; Fytopathologie ; Genetische manipulatie ; *Mycosphaerella fijiensis* ; Plantaan ; Veredeling.

SAMENVATTING. — De banaan, het vierde belangrijkste voedselgewas ter wereld, is het basisvoedsel voor ongeveer 400 miljoen mensen. De opbrengst wordt gereduceerd met 30 tot 50% door de bladschimmel *Mycosphaerella fijiensis*. Bladeren van besmette planten necrosen, waardoor de fotosynthese suboptimaal verloopt. De resistentieveredeling verloopt moeizaam vooral omdat de banaanplant slechts enkele zaden per tros kan produceren. De meeste van die zaden kiemen niet. Bovendien wordt de klassieke veredeling bemoeilijkt omdat men variëteiten behorende tot verschillende ploïdiegraden moet betrekken bij het kruisingsschema om uiteindelijk weer een steriele plant te bekomen. De veredeling via genetische manipulatie lijkt daarom aangewezen en de eerste transgene bananenplanten werden bekomen.

RÉSUMÉ. — *L'amélioration du bananier pour la résistance au champignon des feuilles Mycosphaerella fijiensis.* — La banane, quatrième plus importante plante alimentaire au monde, est l'aliment de base d'environ 400 millions de personnes. Le champignon des feuilles *Mycosphaerella fijiensis* diminue le rendement de 30 à 50%. Les feuilles des plantes contaminées se nécrosent, ce qui entraîne une réduction de la photosynthèse. La sélection en vue de la résistance est laborieuse, surtout parce que le bananier ne peut produire que quelques graines par régime. De plus, la plupart de ces graines ne germent pas. Par ailleurs, la sélection classique est compliquée car il faut insérer dans le schéma de croisement des variétés appartenant à différents degrés de ploïdie pour obtenir finalement de nouveau une plante stérile. Pour cette raison, l'amélioration par manipulation génétique semble indiquée et les premiers bananiers transgènes ont été obtenus.

SUMMARY. — *Breeding bananas for resistance to the leaf spot disease caused by Mycosphaerella fijiensis.* — The banana, the fourth most important food plant in the world, is a basic food source for about 400 million people. The leaf mould *Myco-*

* Lezing gegeven op de Derde Raymond Vanbreuseghem Conferentie over Tropische Pathogene Zwammen gehouden op 3 december 1993. Text ontvangen op 3 december 1993.

** Professor aan de Katholieke Universiteit Leuven ; Laboratorium Tropische Plantenteelt, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Katholieke Universiteit Leuven, Kardinaal Mercierlaan 92, B-3001 Heverlee (België).

sphaerella fijiensis reduces yields by 30 to 50%. The leaves of the infected plants necrose so that photosynthesis is reduced. The selection for resistance is laborious mostly because the banana plant can produce only a few seeds per bunch. Moreover, most of these seeds do not germinate. Besides, the classical selection is obstructed because one must involve in the crossing scheme varieties belonging to different ploidy levels to obtain finally, once again, an infertile plant. Thus improvements by means of genetic engineering seems appropriate and the first transgenic banana plants have been obtained.

Het belang van de banaan

Met een produktie van 76 miljoen ton (FAO 1992) is de banaan het vierde belangrijkste voedsel ter wereld na rijst, tarwe en melk wat betreft de globale waarde. De banaan wordt vooral gecultiveerd voor lokale consumptie aangezien slechts 10.5% bestemd is voor export (INIBAP 1992). In West-Afrika voorziet de banaan tot 25% van de energiebehoeften (WILSON 1987) terwijl dit in Oost-Afrika kan oplopen tot 80% (INIBAP 1992). Een Europeaan eet ongeveer 1 banaan per week, terwijl sommige Afrikanen tot 500 g bananen per dag consumeren. De banaan is aldus een basisvoedselgewas voor 400 miljoen mensen terwijl ze regelmatig gegeten wordt door nog eens 600 miljoen mensen. Latijns-Amerika, inclusief de Caraïbische Eilanden, produceert 35% van het wereldvolume, nagenoeg hetzelfde als in Afrika. Azië en de gebieden in de Stille Oceaan produceren de rest. Voor wat betreft het type banaanplant dat geteeld wordt, zijn er grote intercontinentale en -regionale verschillen. Zo zijn 70% van de gekweekte bananen verschillend van de bij ons, westerling, bekende zoete of dessertbanaan (INIBAP 1992). De meest belangrijke zijn de plantanen, kookbananen en hooglandbananen. Bij plantanen en kookbananen blijven de vruchten zelfs na rijpheid rijk aan zetmeel, waar dit bij dessertbananen omgezet wordt in suiker. Vandaar dat de vruchten gebakken, gekookt en geroosterd moeten worden. De Oostafrikaanse hooglandbananen zijn eveneens rijk aan zetmeel en worden hetzij gekookt (kookbananen) of gefermenteerd en vervolgens gedronken (bierbananen). DE LANGHE (1962) schreef terecht zeer bevattelijk «De banaan is meer dan een fruitgewas».

De bladschimmel *Mycosphaerella fijiensis*

De produktie van de meeste van die banaanplanten daalt nu sterk door de bladvlekziekte *Black Sigatoka* (Zwarte Sigatoka). Deze wordt veroorzaakt door *Mycosphaerella fijiensis*, een bladschimmel afkomstig uit het oorsprongsgebied van de banaanplant. De Zwarte Sigatoka werd voor het eerst geobserveerd in Zambia in 1973 (RAEMAKERS 1975), waarna ze vlug verspreidde naar West-Afrika (WILSON & BUDDENHAGEN 1986), Oost-Afrika (SEBASIGARI

& STOVER 1988) en Latijns-America (STOVER & DICKSON 1976). Momenteel is deze bladvlekziekte in de meeste productiegebieden aanwezig (FULLERTON & STOVER 1990). De schimmel wordt verspreid door wind, water en gecontamineerde bladeren en plantmateriaal. De sporen belanden op het jongste blad terwijl het zich ontrolt. De eerste symptomen zijn gele puntjes (stadium 1) die evolueren naar bruine streepjes die zichtbaar zijn aan beide zijden van het blad. Vervolgens worden de streepjes van 4 mm lengte en 0.5 mm breedte, zwart aan de bovenkant (stadium 2). In stadium 3 verlengen en verbreden de streepjes zich en de randen worden vaag. In stadium 4 is de vlek rond tot elliptisch en al of niet omgeven door een halo. De vlek is bruin onderaan, maar zwart bovenaan het blad. In stadium 5 wordt de vlek totaal zwart, vandaar de naam *Black Sigatoka* (Zwarte Sigatoka). Het laatste stadium manifesteert zich door de verschijning van een grijze droge lesie in het midden van de zwarte vlek. Deze symptomen werden uitvoerig beschreven door FOURE (1982). Uiteindelijk resulteert deze voortschrijdende necrose tot een sterk verminderd fotosynthetisch actief bladoppervlak. Vaak zijn er geen groene bladeren meer aanwezig op het ogenblik van de oogst. Dit leidt uiteindelijk tot opbrengstverliezen van 30 tot 50% (STOVER 1983, MOBAMBO *et al.* 1993) onder plantagevoorwaarden. Bij de kleine boer kan de opbrengst totaal verloren gaan.

De bedreiging van de Zwarte Sigatoka op de globale bananenproductie is zo groot, dat de internationale gemeenschap onder impuls van vooral België, Frankrijk en Canada, het «International Network for the Improvement of Banana and Plantain» (INIBAP) heeft opgericht in 1985 (Prof. E. De Langhe, lid van de Academie, was directeur van INIBAP van 1985 tot 1992).

De chemische bestrijding van de *Black Sigatoka* ziekte

Aangezien de banaanplanten meerjarige gewassen zijn die gedijen in vochtige tropische gebieden, heeft men voortdurend te kampen met de bladvlekziekte. Reeds twee tot drie weken na het ontrollen van een blad, treden de eerste symptomen op. Vele fungiciden kunnen de ziekte controleren maar ze moeten herhaaldelijk toegediend worden. 35 tot 45 bespuitingen per jaar, hetzij per vliegtuig, hetzij vanop de grond, zijn noodzakelijk. Op basis van de evolutie van de ziekte en enkele klimatologische gegevens konden GANRY & MEYER (1972) en FOURE (1990) van het CIRAD (Centre de Coopération internationale en Recherche agronomique pour le Développement) de evolutie van de bladvlekziekte voorspellen en aldus het tijdstip van bespuiting nauwgezet bepalen. Aldus kan men de bladvlekziekte controleren met slechts 10 tot 14 bespuitingen per jaar (STOVER 1990). Ondanks deze successen kost de bestrijding van de *Black Sigatoka* tussen de 600 en 1800 US dollar per hectare per jaar. Bovendien ontwikkelen zich meer en meer resistente vormen van *M. fijiensis* (STOVER 1990) niettegenstaande men vaak fungicides gebruikt met een ver-

schillende actie. Het feit dat de meeste banaanplanten niet in plantages maar rondom woningen (fig. 1) of in mengcultuur geteeld worden, heeft tot gevolg dat de kleine tropische boer deze fungiciden niet kan gebruiken omwille van de toxiciteit. Bovendien zijn deze fungiciden te duur.

Gezien de chemische bestrijding van de bladplekziekte niet geschikt is voor de kleine tropische boer en op langere termijn zelfs niet vol te houden is in de exportplantages, is de produktie en veredeling van resistente banaanplanten de meest aangewezen methode. Vandaar dat de verspreiding van deze bladplekziekte de veredeling van de banaan gestimuleerd heeft (PERSLEY & DE LANGHE 1987). Hiervoor kan men zowel de conventionele veredeling als de genetische manipulatie in beschouwing nemen, die elkaar echter moeten aanvullen.

De conventionele veredeling

De meest geconsumeerde bananen, weze het nu dessertbananen, plantanen, kookbananen, enz. zijn triploïde variëteiten. Dit biedt het voordeel voor de consument dat de geproduceerde bloemen over het algemeen vrij steriel zijn waardoor de vruchten (bananen) zelden tot nooit zaad produceren tijdens een normale cultivatie. De veredelaar echter is aangewezen op zaadproduktie. Om hierin te slagen zal men vrouwelijke bloemen van gevoelige variëteiten bestuiven met pollen van pollen fertiele (mannelijke) bloemen van resistente banaanplanten. Gezien het de bedoeling is resistentie te combineren met eetbaarheid (geen zaad) moet de uiteindelijke banaanplant triploïd zijn, en zijn vrucht parthenocarpisch ontwikkelen. Vandaar dat men in kruisingsschema's de gevoelige triploïden kruist met resistente diploïden om tetraploïden te bekomen (MENENDEZ & SHEPHERD 1975), die men daarna nogmaals kruist met diploïden om secundaire triploïden te bekomen (SIMMONDS 1962). Tetraploïden ontstaan door een genetische abnormaliteit waarbij een niet-gereduceerde (triploïde) gameet versmelt met een haploïde gameet. Dit veredelingschema verloopt echter zeer traag omdat de meeste bananencultivars zeer weinig zaad produceren, zelfs na intensieve pollinaties. Het feit dat diploïden, die over het algemeen zeer kleine al of niet eetbare vruchten produceren, tweemaal worden gebruikt in het klassieke veredelingschema, zette vele veredelaars aan diploïden te veredelen (ROWE 1984, SHEPHERD 1987).

De veredeling van de diploïden in combinatie met de lage zaadproduktie, resulteerde na 30 jaar aan het FHIA («Fundación Hondureña de Investigación Agrícola») in enkele zeer hoog producerende resistente tetraploïden. Deze tetraploïden, genaamd FHIA 01, FHIA 02 en FHIA 03, zijn onlangs wereldwijd getest in het zogenaamde «International Musa Testing Programme» (IMTP) dat gecoördineerd werd door het INIBAP. Om genoeg plantmateriaal te verkrijgen werden deze hybriden *in vitro* vermenigvuldigd aan het INIBAP Transit



Fig. 1. — Typische teelt van plantanen rondom een woning in West-Afrika.



Fig. 2. — Wortel van een stabiel getransformeerde bananenplant (blauw) en niet-getransformeerde bananenplant (wit) na kleuring met X-Gluc.

Centrum dat gehuisvest is in het Laboratorium Tropische Plantenteelt van de Katholieke Universiteit Leuven. De jonge plantjes werden vervolgens verzonden naar verschillende plaatsen. Na 2-3 jaar veldobservatie onder gestandaardiseerde voorwaarden werd hun resistentie goed bevonden.

Aan het «International Institute of Tropical Agriculture» (IITA) werd de veredeling van de (triploïde) plantanen aangevat in 1987. Reeds in 1993, werden 14 *Black Sigatoka*-resistente tetraploïden internationaal beschikbaar gesteld (VUYLSTEKE *et al.* 1993 a). Deze snelle vooruitgang was vooral te danken aan het feit dat de IITA onderzoekers de gevoelige plantanen kruisten met een wilde (niet eetbare) diploïde. Hun resultaten toonden aan dat in het geval van de plantaanveredeling voor *Black Sigatoka* resistentie, de veredeling van diploïden niet noodzakelijk is (SWENNEN & VUYLSTEKE 1993, VUYLSTEKE *et al.* 1993b, c) wat de aanpassing van de klassieke veredelingstheorie van de banaan noodzakelijk maakt. De snelle produktie van *Black Sigatoka*-resistente plantanen werd eveneens veroorzaakt door de identificatie van 37 zaadproducerende cultivars (SWENNEN & VUYLSTEKE 1993), waarvan enkele gemiddeld 10 tot 22 zaden per tros produceerden alhoewel men toen algemeen aanvaardde dat plantanen minder dan 1 zaad per tros produceren na intensieve pollinatie (SHEPHERD *et al.* 1987). De *in vitro* meristeemkweek speelde hierbij een grote rol aangezien daarmee nieuwe variëteiten op een snelle en veilige manier geïntroduceerd konden worden vanuit het INIBAP Transit Centrum (VUYLSTEKE *et al.* 1990) maar ook omdat hiermee snel de ouders van geplande kruisingen konden vermenigvuldigd worden.

Aangezien de zaadproduktie bij plantanen maximaal is wanneer de bloemen gepolliniseerd worden op het einde van het droge seizoen (SWENNEN & VUYLSTEKE 1990, 1991), werd de aanplanting van plantaanvelden zodanig uitgevoerd dat de bloeiperiode samenviel met het einde van het droge seizoen (SWENNEN & VUYLSTEKE 1992). Derhalve werden geen scheuten maar *in vitro* planten gebruikt omdat met dit type van plantmateriaal het bloeitijdstip met een nauwkeurigheid van 2 tot 4 weken op voorhand geweten is. Scheuten vertonen echter een variatie van 3 maanden in bloeitijdstip. De gepolliniseerde trossen werden vervolgens na 3-4 maand geoogst zodra enkele vruchten verkleurden van groen naar geel. Ze werden dan artificieel afgerijpt met acetyleen in een afgesloten ruimte gedurende 4 dagen, waarna de zachte bananen geschild en zaden geëxtraheerd werden. Aangezien slechts 1% van dergelijke zaden kiemen in volle grond, werd het embryo onder aseptische omstandigheden gecultiveerd *in vitro*. Met deze *embryo rescue* techniek steeg het kiemingspercentage tot 34% (VUYLSTEKE & SWENNEN 1992). Aldus beschikte het IITA binnen de vier jaar over 250 plantaanhybriden. De meest resistente tetraploïde hybriden aldus bekomen, produceren tot 43% meer dan de fungicide behandelde en zelfs 100% meer dan de niet behandelde moederplanten (MOBAMBO *et al.* 1993). De evolutie van de *Black Sigatoka* symptomen verloopt bij deze resistente hybriden zeer traag tot stadium 6.

Tegenover deze bemoedigende resultaten in de conventionele veredeling van bananen staat dat men tot heden slechts resistente tetraploïden geselecteerd heeft, waardoor de kans op zaadproductie blijft bestaan. Dit maakt het verder zetten van de kruisingen tot op het niveau van secundaire triploïden noodzakelijk. Bovendien vertonen minstens enkele hybriden fysico-chemische veranderingen op het vlak van het zetmeel (EGGLESTON *et al.* 1992) en een vroegtijdige afrijping waardoor ze minder lang bewaard kunnen worden. De schil is vaak dunner (ROWE & ROSALES 1993), waardoor ze minder transporteerbaar zijn. Smaak- en kleurafwijkingen van het vruchtvlees werden ook vastgesteld. Gezien deze nadelen de selecties nog verzwaren, de hoge kosten die gepaard gaan met de klassieke veredeling (noodzaak aan minstens 10 hectaren en 30 arbeiders) en het feit dat er nog geen vooruitgang geboekt is in de veredeling van de Oostafrikaanse hooglandbananen (bier- en kookbananen) noch in de dessertbananen omwille van de zeer grote sterilitet, lijkt de genetische manipulatie van banaanplanten aangewezen. De genetische manipulatie biedt niet alleen de mogelijkheid de sterilitet te omzeilen, maar opent perspectieven om aan de bestaande gevoelige cultivars één of meerdere nieuwe eigenschappen toe te voegen, zonder de bestaande eigenschappen te veranderen.

De genetische manipulatie

Er bestaan verschillende methoden om genen te introduceren in planten. Aangezien banaanplanten behoren tot de monocotylen, wordt de transformatie via *Agrobacterium tumefaciens* voorlopig niet geschikt geacht. Derhalve gaat de voorkeur naar de elektroporatie en deeltjes versnellingsmethode. Beide «directe» transformatiemethoden vereisen geschikt *in vitro* materiaal. Derhalve werd aan het Laboratorium Tropische Plantenteelt de celsuspensietechniek ontwikkeld voor de banaan (DHEDA *et al.* 1991). Hierbij start men met prolifererende meristeemtoppen waarvan men de top (*scalp*) in een vloeibaar cultuurmedium met 2,4 D en zeatine brengt. Hieruit ontwikkelen zich eerst globules, waarna embryogene cellen ontstaan, een proces dat ongeveer 5-6 maand duurt. Een dergelijke suspensie kan minstens 3 jaar bewaard worden, op voorwaarde dat men het medium regelmatig ververst. Via somatische embryogenese kunnen uit deze suspensies plantjes ontwikkelen na aanpassing van het milieu. Dit duurt nagenoeg 4 tot 5 maand. De Katholieke Universiteit Leuven beschikt nu over embryogene celsuspensies van 4 triploïden en 1 diploïde banaanplant (PANIS & SWENNEN 1993). Deze suspensiecellen zijn het materiaal bij uitstek voor de genetische manipulatie daar uit één genetisch gemodificeerde cel een volledige plant kan geregenereerd worden. Deze plant kan dan alle eigenschappen bezitten die in die ene oorspronkelijke cel zijn binnen gebracht.

Voor de transformatie wordt de celsuspensie geconcentreerd door sedimentatie en de cellen op een filter geplaatst. Deze cellen worden dan beschoten

met wolfram bedekt met plasmiden-DNA. Deze plasmiden bevatten de genen die coderen voor β -glucuronidase en hygromycine resistentie. De partikeltjes worden versneld d.m.v. een gecontroleerde gasstoot uit een heliumfles. De opname van het plasmide in de cel kan vervolgens gevisualiseerd worden door blauwe cellen/celgroepen te tellen na toediening van X-Gluc. Immers, indien het gen voor β -glucuronidase in de beschoten bananecel tot expressie komt, zal dit proteïn het X-Gluc omzetten tot blauwe kristallen. Op deze manier werden 3333 puntjes per 0.5 ml suspensie geteld, wat op een hoge transiënte expressie wijst (zie fig. in PANIS, DHEDA *et al.* 1993). De stabiel getransformeerde cellen, die slechts een fractie vertegenwoordigen van de cellen die transiënte expressie vertonen, worden geselecteerd door ze op te kweken in aanwezigheid van hygromycine. Uit deze stabiel getransformeerde cellen werden recent transgene bananenplantjes geregenereerd (fig. 2) die nu groeien in de serres van de Katholieke Universiteit Leuven.

Het is niet uitgesloten dat een volwaardig plantje zich ontwikkelt uit een celgroepje waarin slechts één cel getransformeerd was. Een dergelijke plant is derhalve een chimeer. Daarom wordt de transformatie van protoplasten via elektroporatie ook onderzocht omdat hier noodzakelijkerwijze een plant geregenereerd wordt uit één protoplast en aldus chimerisme voorkomen wordt. Om protoplasten te isoleren worden embryogene celsuspensies behandeld met cellulase, macerozyme en pectinase. Na 24 uur bekomt men protoplasten die na het enten op een zogenaamde voedstercultuur kunnen regenereren (PANIS, VAN WAUWE & SWENNEN 1993). Dergelijke protoplasten worden onderworpen aan elektroporatie-experimenten. Aldus wordt een transiënte transformatiefrequentie tot 1.8% bekomen (SAGI *et al.* 1994).

Gezien dat men stabiele transformatie via partikelversnelling (bombarde-ment) bekomen heeft en de resultaten via elektroporatie van protoplasten zeer bemoedigend zijn, wordt de insertie van genen die coderen voor antifungale proteïnen momenteel actief onderzocht. *In vitro* testen aan het F. A. Janssens Laboratorium voor Genetika van de Katholieke Universiteit Leuven hebben aangetoond dat de aldaar geïsoleerde antifungale proteïnen (AFP) afkomstig van *Mirabilis jalapa*, *Amaranthus caudatus* en *Raphanus sativus* de groei van *Mycosphaerella fijiensis* inhiberen (CAMMUE *et al.* 1993). Aangezien deze proteïnen niet toxisch zijn voor de mens noch voor de banaan, wordt geëxperimenteerd met de introductie van deze genen in de banaan. Wanneer zal blijken dat deze genen tot expressie komen op de juiste plaats (bladeren) en in voldoende mate schimmelgroei tegengaan, lijkt het mogelijk te worden de resistentieveredeling voor *Black Sigatoka* van zelfs steriele (zaadloze) banaanvariëteiten aan te vatten.

BIBLIOGRAFIE

- CAMMUE, B. P. A., DE BOLLE, M. F. C., TERRAS, F. R. G. & BROEKAERT, W. F. 1993. Fungal disease control in *Musa*: Applications of new antifungal proteins. — International Symposium on Genetic Improvement of Bananas for Resistance to Diseases and Pests. (Montpellier, 7-9 September 1992), CIRAD/INIBAP/CTA, pp. 221-225.
- DE LANGHE, E. 1962. De banaan is meer dan een fruitgewas. — Land- en Tuinbouwjaarboek, 1961-1962 : pp. 405-414.
- DHEDA, D., DUMORTIER, F., PANIS, B., VUYLSTEKE, D. & DE LANGHE, E. 1991. Plant regeneration in cell suspension cultures of the cooking banana cv. «Bluggoe» (*Musa* spp. ABB group). — *Fruits*, **46** (2) : 125-135.
- EGGLESTON, G., SWENNEN, R. & AKONI, S. 1992. Physicochemical studies of starches isolated from plantain cultivars, plantain hybrids and cooking bananas. — *Starch/Stärke*, **44** : 121-128.
- FAO 1992. Production Yearbook vol. 46.
- FOURE, E. 1982. Les cercosporioses du bananier et leurs traitements. Comportement des variétés. Étude de la sensibilité variétale des bananiers et plantains à *Mycosphaerella fijiensis* Morelet au Gabon (maladie des raies noires). — *Fruits*, **37** (12) : 749-771.
- FOURE, E. 1990. La lutte intégrée contre la cercosporiose noire des bananiers au Cameroun : l'avertissement biologique et son évolution de 1985 à 1988. — In : FULLERTON, R. A. & STOVER, R. H. (eds.), Proceedings of an International Workshop (San José, Costa Rica, 28 March - 1 April 1989) : pp. 124-134.
- FULLERTON, R. A. & STOVER, R. H. (eds.) 1990. Sigatoka Leaf Spot Diseases of Bananas. — Proceedings of an International Workshop (San José, Costa Rica, 28 March - 1 April 1989), INIBAP, Montpellier, France, 374 pp.
- GANRY, J. & MEYER, J. 1972. La lutte contrôlée contre le *Cercospora* aux Antilles. — *Fruits*, **27** : 665-676.
- INIBAP 1992. Bananas, Plantains and INIBAP. — Annual Report 1992.
- MENENDEZ, T. & SHEPHERD, K. 1975. Breeding new bananas. — *World Crops*, **27** : 104-112.
- MOBAMBO, K., GAUHL, F., VUYLSTEKE, D., ORTIZ, R., PASBERG-GAUHL, C. & SWENNEN, R. 1993. Yield loss in plantain from black sigatoka leaf spot and field performance of resistant hybrids. — *Field Crops Research*, **35** : 35-42.
- PANIS, B., DHEDA, D., DE SMET, K., SAGI, L., CAMMUE, B. & SWENNEN, R. 1993. Cell suspensions from somatic tissue in *Musa*: Applications and prospects. — In : GANDRY, J. (ed.), Breeding banana and plantain for resistance to diseases and pests. Proceedings of the International Symposium on Genetic Improvement of Bananas for Resistance to Diseases and Pests (Montpellier, 7-9 September 1992), CIRAD/INIBAP/CTA, pp. 317-325.
- PANIS, B. & SWENNEN, R. 1993. Embryogenic *Musa* plant cell cultures : Current and future applications. — *InfoMusa*, **2** (1) : 3-6.
- PANIS, B., VAN WAUWE, A. & SWENNEN, R. 1993. Plant regeneration through direct somatic embryogenesis from protoplasts of banana (*Musa* spp.). — *Plant Cell Reports*, **12** : 403-407.

- PERSLEY, G. J. & DE LANGHE, E. A. (eds.) 1987. Banana and plantain breeding strategies. — Proceedings of an International Workshop (Cairns, Australia, 13-17 October 1986). *ACIAR Proceedings*, **21**, 187 pp.
- RAEMAEKERS, R. 1975. Black leaf streak-like disease in Zambia. — *PANS*, **21** : 396-400.
- ROWE, Ph. 1984. Breeding bananas and plantains. — In: JANICK, J. (ed.) *Plant Breeding Reviews* AVI Publishing Co., Westport (CT), **2** : pp. 135-155.
- ROWE, Ph. & ROSALES, F. E. 1993. Breeding cooking bananas for areas with marginal growing conditions. — Proceedings of the Workshop on Biotechnology Applications for Banana and Plantain Improvement (San José, Costa Rica, 27-31 January 1992), INIBAP : pp. 128-136.
- SAGI, L., REMY, S., PANIS, B., SWENNEN, R. & VOLCKAERT, G. 1994. Transient gene expression in electroporated banana (*Musa* spp., cv. 'Bluggoe', ABB group) protoplasts isolated from regenerable embryogenic cell suspensions. — *Plant Cell Reports* (in druk).
- SEBASIGARI, K. & STOVER, R. H. 1988. Banana diseases and pests in East Africa. — Report of a survey in November 1987. INIBAP, 15 pp.
- SHEPHERD, K. 1987. Banana breeding. Past and present. — *Acta Horticulturae*, **196** : 37-43.
- SHEPHERD, K., DANTAS, J. & ALVES, E. 1987. Banana breeding in Brazil. — In: Banana and Plantain Breeding Strategies. Proceedings of an International Workshop (Cairns, Australia, 13-17 October 1986). PERSLEY, G. & DE LANGHE, E. (eds.). *ACIAR Proceedings*, **21** : 78-83.
- SIMMONDS, N. 1962. The Evolution of the Bananas. — Longmans, 170 pp.
- STOVER, R. H. 1983. Effet du *Cercospora* noir sur les plantains en Amérique Centrale. — *Fruits*, **38** : 326-329.
- STOVER, R. H. 1990. Sigatoka leaf spot : Thirty years of changing control strategies. Sigatoka leaf spot diseases of bananas. — In: FULLERTON, R. A. & STOVER, R. H. (eds.). Proceedings of an International Workshop (San José, Costa Rica, 28 March - 1 April 1989), INIBAP, Montpellier, pp. 66-74.
- STOVER, R. H. & DICKSON, J. 1976. Banana leaf spot caused by *Mycosphaerella musicola* and *M. fijiensis* var. *difformis* : a comparison of the first Central American epidemics. — *FAO Plant Protection Bulletin*, **24** : 36-42.
- SWENNEN, R. & VUYLSTEKE, D. 1990. Aspects of plantain breeding at IITA. — In: FULLERTON, R. A. and STOVER, R. H. (eds). Sigatoka Leaf Spot Diseases of Bananas. Proceedings of an International Workshop (San José, Costa Rica, 28 March - 1 April 1989), INIBAP, Montpellier, pp. 252-266.
- SWENNEN, R. & VUYLSTEKE, D. 1991. Preliminary results at IITA in breeding plantain for black Sigatoka resistance in Africa. — In: ANEZ, B., NAVA, C., SOSA, L. & JARAMILLO, R. (eds.). Proceedings A.C.O.R.B.A.T. IX (Mérida, Venezuela, 24-29 September 1989), pp. 235-244.
- SWENNEN, R. & VUYLSTEKE, D. 1992. The use of simple biotechnological tools to facilitate plantain breeding. — In: THOTTAPPILLY, G., MONTI, L. M., MOHAN RAJ, D. R., & MOORE, A. W. (eds.). Biotechnology : Enhancing Research on Tropical Crops in Africa. CTA/IITA, IITA, Ibadan, Nigeria, pp. 69-74.
- SWENNEN, R. & VUYLSTEKE, D. 1993. Breeding black sigatoka resistant plantains with a wild banana. — *Tropical Agriculture* (Trinidad), **70** (1) : 74-77.

- VUYLSTEKE, D., SCHOofs, J., SWENNEN, R., ADEJARE, G., AYODELE, M. & DE LANGHE, E. 1990. Shoot tip culture and third-country quarantine to facilitate the introduction of new *Musa* germplasm into West Africa. — *IBPGR/FAO Plant Genetic Resources-Newsletter*, **81/82** : 5-11.
- VUYLSTEKE, D. & SWENNEN, R. 1992. Biotechnical approaches to plantain and banana improvement at IITA. — *In* : THOTTAPPILLY, G., MONTI, L. M., MOHAN RAJ, D. R. & MOORE, A. W. (eds.). *Biotechnology : Enhancing Research on Tropical Crops in Africa*. CTA/IITA, IITA, Ibadan, Nigeria, pp. 143-150.
- VUYLSTEKE, D., SWENNEN, R. & ORTIZ, R. 1993 a. Registration of 14 improved tropical *Musa* plantain hybrids with black sigatoka resistance. — *HortScience*, **28** (9) : 957-959.
- VUYLSTEKE, D., SWENNEN, R. & ORTIZ, R. 1993 b. Development and early evaluation of black sigatoka-resistant tetraploid hybrids of plantain (*Musa* spp., AAB group). — *Euphytica*, **65** : 33-42.
- VUYLSTEKE, D., ORTIZ, R. & SWENNEN, R. 1993 c. Genetic improvement of plantains and bananas at IITA. — *InfoMusa*, **2** (1) : 10-12.
- WILSON, G. F. 1987. Status of bananas and plantains in West Africa. — *In* : PERSLEY, G. & DE LANGHE, E. (eds.). *Banana and Plantain breeding strategies*. Proceedings of an International Workshop (Cairns, Australia, 13-17 October 1986). *ACIAR Proceedings*, **21** : 29-35.
- WILSON, G. F. & BUDDENHAGEN, I. 1986. The black sigatoka threat to plantain and banana in West Africa. — *IITA Research Briefs*, **7** : 3.

L'antracnose du *Stylosanthes* *

par

H. MARAITE **

MOTS-CLÉS. — Anthracnose ; *Colletotrichum* ; Phytopathologie ; *Stylosanthes*.

RÉSUMÉ. — *Stylosanthes guianensis* et d'autres espèces sud-américaines de cette légumineuse, sont utilisées pour l'amélioration des pâturages dans les régions tropicales et subtropicales. L'antracnose, causée par les champignons pantropicaux *Colletotrichum gloeosporioides* et, dans une moindre mesure, *C. truncatum*, a été notée en 1973 en Floride et en Australie et ensuite de manière généralisée en 1979-80 dans divers pays africains. Deux types de symptômes, associés avec des types de souches différents, sont observés. Le type A à lésions délimitées se rencontre sur diverses espèces de *Stylosanthes*, le type B à lésions foncées, étendues, exclusivement sur *S. guianensis*. Il y a transmission de ces champignons par les semences. Le passage vers le *Stylosanthes* de souches natives sur d'autres plantes n'a pas été démontré. Les essais d'inoculation en conditions contrôlées ont permis d'identifier des cultivars et lignées résistants, dont le comportement s'est confirmé au champ dans le cadre du projet Stylosanthes AGCD — SODEPRA en Côte d'Ivoire. Ils ont également démontré des différences qualitatives et quantitatives du pouvoir pathogène entre souches d'origines différentes. Une évolution du spectre de virulence conduisant au champ à ces attaques sévères sur des cultivars résistants a malheureusement été observée. Des études histopathologiques ont révélé des altérations de la paroi végétale juste avant et durant la pénétration du champignon dans les cellules épidermiques, ainsi que des agrégations cytoplasmiques ou le dépôt de papilles par la cellule hôte à l'endroit de la tentative de pénétration. Une matrice est mise en évidence entre l'hyphe de pénétration et le plasmalemme de l'hôte. Les différences de compatibilité ne s'expliquent pas par des différences de comportement lors des stades de prépénétration ou de réactions cellulaires aux tentatives de pénétration.

SAMENVATTING. — *De antracnose van de Stylosanthes*. — *Stylosanthes guianensis* en andere zuidamerikaanse variëteiten van dit peulgewas worden in de tropische en subtropische streken gebruikt voor de verbetering van de weilanden. De antracnose, veroorzaakt door de pantropische zwammen *Colletotrichum gloeosporioides* en, in

* Lecture faite à la Troisième Conférence Raymond Vanbreuseghem tenue le 3 décembre 1993. Texte reçu le 13 décembre 1993.

** Professeur à la Faculté des Sciences agronomiques, Unité de Phytopathologie, Université Catholique de Louvain, place Croix du Sud 2 bte 3, B-1348 Louvain-la-Neuve (Belgique).

mindere mate, *C. truncatum*, werd in 1973 in Florida en Australië en later, in 1979-1980, op grotere schaal, in verschillende Afrikaanse landen vastgesteld. Twee soorten symptomen, geassocieerd met verschillende stamtypes, werden waargenomen: type A met beperkte letsels op verschillende *Stylosanthes*-variëteiten en type B met grote donkere letsels, uitsluitend op *S. guianensis*. Er is transmissie van deze zwammen door zaden. De overgang naar *Stylosanthes* van wilde stammen op andere planten werd niet aangetoond. Inenting in gecontroleerde omstandigheden hebben het mogelijk gemaakt resistente cultivars en geslachten te identificeren, waarvan het gedrag te velde bevestigd werd, en dit in het kader van het *Stylosanthes*-project ABOS — SODEPRA (Ivoorkust). Deze pogingen hebben ook kwalitatieve en kwantitatieve verschillen in pathogeen potentieel tussen stammen van verschillende origine aan het licht gebracht. Jammer genoeg werd er binnen het virulentspectrum een evolutie waargenomen die te velde tot ernstige aanvallen op resistente cultivars leidt. Uit histopathologische studies is gebleken dat de celwand vlak vóór en tijdens de indringing van de zwam in de epidermiscellen veranderingen ondergaat, en dat er op de plek waar een poging tot indringen ondernomen wordt, cytoplasmatische samenvoegingen of papil-afzettingen door de gastcel plaatsvinden. Een matrix wordt bewezen tussen de indringende zwamdraad en het plasmalemma van de gastcel. De compatibiliteitsverschillen kunnen niet verklaard worden door gedragsverschillen in de indringingsstadia noch door cellulaire reacties bij de pogingen tot indringen.

SUMMARY. — *The Stylosanthes anthracnose.* — *Stylosanthes guianensis* and other South American species of this leguminous plant are used for the improvement of pastures in tropical and subtropical regions. The anthracnose, caused by the pantropical fungi, *Colletotrichum gloeosporioides* and to a lesser extent *C. truncatum*, was reported in Florida and Australia in 1973 and was generally widespread in several African countries in 1979-80. Two types of symptoms, associated with different types of strain, are observed. The A type with delimited lesions is found on various species of *Stylosanthes* and the B type with dark extended lesions exclusively on *S. guianensis*. These fungi are transmitted through the seeds. The transmission of stocks which are native on other plants to *Stylosanthes* has not been proved. Inoculation experiments carried out under controlled conditions allowed to identify resistant cultivars and lines, the behaviour of which was confirmed in the field in the framework of the project *Stylosanthes* AGCD — SODEPRA in the Ivory Coast. They also proved that qualitative and quantitative differences could appear in the pathogenic power among stocks of different origins. Unfortunately, an evolution of the virulence spectrum leading in the field to severe attacks on resistant cultivars was observed. Histopathological studies revealed alteration of the plant wall just before or during the penetration of the fungus into the epidermic cells, as well as cytoplasmic aggregates or the deposit of papillas by the host cell at the place of the attempt of penetration. A womb appears between the penetration hypha and the plasmalemma of the host cell. The differences in compatibility can not be explained by differences in behaviour during the prepenetration phases or by cellular reactions to the attempts of penetration.

Le *Stylosanthes*

Le genre *Stylosanthes* Swartz, sous-famille des *Papilionoideae*, famille des *Leguminosae*, est originaire de régions tropicales et subtropicales des Amériques, de l'Afrique tropicale et du Sud-Est asiatique. Il renferme une trentaine d'espèces dont la majorité viennent de l'Amérique du Sud (T MANNETJE 1984). En Afrique, *S. erecta* Beauv. se rencontre à l'état spontané principalement sur des terrains sablonneux côtiers de l'Afrique de l'Ouest, et *S. fruticosa* (Retz.) Alston dans les savanes entre le 17°N et le 28°S (WILLIAMS *et al.* 1984). Depuis une quarantaine d'années, on s'est rendu compte du grand intérêt de plusieurs espèces de *Stylosanthes* pour l'amélioration des pâturages et la production fourragère ou encore comme plantes de couverture. En savane, elles peuvent assurer encore une production importante de matière verte au début de la saison sèche, lorsque les graminées souffrent déjà des effets de la sécheresse.

Les espèces considérées comme les plus intéressantes sont : *S. guianensis*, *S. hamata*, *S. humilis*, *S. scabra* et *S. capitata*. *S. guianensis* (Aubl.) Sw. est, avec ses 7 variétés botaniques (T MANNETJE 1984), l'espèce la plus largement distribuée et cultivée. Elle se rencontre à l'état spontané du Mexique à l'Argentine et est connue comme luzerne des tropiques, luzerne du Brésil ou plus simplement «stylo». Les premiers cultivars importants : Cook, Endeavour, Graham et Schofield ont été sélectionnés par le C.S.I.R.O. en Australie et diffusés vers d'autres continents comme l'Afrique, d'abord en petites quantités et ensuite, il y a une vingtaine d'années, sous forme d'exportations plus importantes de semences, vu la demande croissante pour l'amélioration des pâturages liée au développement de l'élevage bovin sédentaire. Le professeur R. Germain, agrostologue à l'U.C.L., estimait à cette époque que le stylo allait devenir la plante clef des productions agropastorales des savanes africaines et recommandait déjà la sélection d'écotypes adaptés aux divers besoins. Depuis une quinzaine d'années, le CIAT en Colombie récolte et analyse des lignées de *Stylosanthes* dans le centre d'origine et de diversification de ce genre, alors que l'«Institute of Food and Agricultural Sciences» de la «University of Florida» sélectionne des types adaptés aux conditions subtropicales de la Floride.

L'antracnose

Considérés comme peu susceptibles aux maladies, les *Stylosanthes* ont subi les premières attaques graves d'antracnose il y a 20 ans, en Floride aux USA (SONADA 1973) et au Queensland en Australie (IRWIN & CAMERON 1978).

En Afrique, les premières attaques ont été observées de manière presque simultanée vers 1979-80 au Burundi, Côte d'Ivoire, Nigeria, Uganda, Sénégal,

Zaïre (MARAITE 1981, LAZIER 1984). En 10 ans l'antracnose a pris un développement catastrophique dans tous les pays où les diverses espèces de *Stylosanthes* sont cultivées, causant des pertes de production de 26 à 100%, au point de compromettre l'espoir mis en cette légumineuse (LENNÉ & CALDERON 1984).

L'antracnose des *Stylosanthes* est causée par les espèces *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. et, dans une moindre mesure, *C. truncatum* (Schwein) Andrus and Moore (LENNÉ 1992). *C. gloeosporioides* est une espèce ubiquiste en régions tropicales et subtropicales infectant comme parasite primaire, opportuniste ou de faiblesse, une vaste gamme d'hôtes et de tissus comme des tiges de manioc, des feuilles d'hévéa, des drupes de caféier, des mangues ou des bananes.

Deux types majeurs de symptômes sont observés sur les feuilles, tiges et inflorescences des *Stylosanthes* et sont associés avec des souches particulières de *Colletotrichum* (IRWIN & CAMERON 1978).

Le type A est caractérisé par des lésions brunes de 1 à 6 mm de diamètre. Le centre de ces lésions s'éclaircit laissant apparaître les acervules sous forme de points noirs, tandis que le bord reste brun foncé. Les conidies de *C. gloeosporioides* produites par ces acervules sont cylindriques, présentent les deux extrémités arrondies et sont relativement uniformes dans leur taille (12-17 x 3,5-5,5 µm). Ce type cause en Australie des symptômes sévères sur certaines variétés de *S. hamata*, *S. humilis*, *S. viscosa* et *S. scabra*, mais est peu important sur *S. guianensis*. Il a été régulièrement observé sur du *S. fruticosa* spontané au Burundi (MARAITE 1981) et peut également être induit par *C. truncatum*.

Le type B est caractérisé par des lésions brunes, foncées, irrégulières de 2 à 30 mm causant la nécrose complète des folioles et leur abscission prématurée (fig. 1). Elles s'observent également sur les stipules, les inflorescences et les tiges. Ces dernières peuvent présenter un noircissement étendu des parties différenciées et une nécrose complète de l'extrémité. Des masses rose-orange de conidies enrobées dans un mucilage sont produites par temps humide sur les lésions foliaires et des stipules. Les conidies présentent souvent une extrémité pointue et une taille hétérogène (13-28 x 3,5-5,5 µm). Le type B est associé avec les épidémies dévastatrices sur *S. guianensis* en Afrique.

Le stade téléomorphe *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spaulding & Schrenk de *C. gloeosporioides* a été occasionnellement observé sur *Stylosanthes* en Australie et en Floride. Les isolats se sont néanmoins révélés peu agressifs (IRWIN *et al.* 1984) et jusqu'à ce jour il n'y a pas de preuve d'une reproduction sexuée chez les souches très agressives, tant du type A que du type B. Les analyses moléculaires réalisées par MANNERS *et al.* (1992) sur les souches australiennes indiquent que les deux types représentent en fait deux populations clonales bien distinctes. L'absence de parenté génétique avec des souches de *C. gloeosporioides* attaquant d'autres cultures fourragères ou plantes en



Fig. 1. — Lésions d'anthraxose causées par une souche de type B de *C. gloeosporioides* sur *S. guianensis*, cultivar Schofield.



Fig. 2. — Tiges de la lignée CIAT 184 de *S. guianensis*, résistante à l'anthraxose, avant l'apparition de souches capables de surmonter cette résistance.

Australie, ainsi que l'apparition soudaine suggèrent qu'il s'agit de souches introduites indépendamment et non de souches australiennes passées sur les *Stylosanthes* à partir d'autres plantes.

Vu l'infection des inflorescences, une transmission par les semences est possible et a été observée dans des semis au champ. L'infection presque simultanée de *S. guianensis* par le type B dans plusieurs pays africains reste un mystère. Si dans certaines régions des semences ont été importées vers la fin des années 70 pour la réalisation d'essais, des multiplications ou des plantations, ceci ne s'applique pas à toutes les situations. Une analyse moléculaire approfondie de souches de diverses origines permettra peut être d'éclaircir ce point. Les premières études avec un nombre réduit de souches suggèrent que les souches australiennes et africaines de type B sont différentes. L'Amérique du Sud est suspectée comme étant l'origine commune, mais il n'existe pas encore de preuve tangible pour cette hypothèse.

Diversité du pouvoir pathogène

Dans une parcelle de multiplication de Schofield, visitée en 1981 au Burundi, et trouvée sévèrement atteinte par l'antracnose au point d'être complètement envahie par la végétation adventice, quelques rares pieds ne présentaient pas d'attaque. L'analyse ultérieure a révélé qu'il s'agissait d'une contamination par le cultivar Cook. Des inoculations, en conditions contrôlées à Louvain-la-Neuve, de plantules de Schofield et de Cook par une souche du Burundi ont démontré la résistance de Cook à cette souche. Des souches reçues d'Australie et de Colombie, de même qu'une souche de M'vuazi au Zaïre avaient un comportement similaire (Tableau I). Des souches d'autres régions du Zaïre ainsi que de Côte d'Ivoire présentaient néanmoins déjà la capacité de surmonter la résistance de ce cultivar. Le remplacement de Schofield par Cook a conduit à la sélection de souches adaptées à cette dernière et à des attaques sévères au champ.

L'inoculation d'une souche de Côte d'Ivoire et d'une souche du Zaïre à un vaste assortiment d'espèces, de cultivars et de lignées a montré une spécialisation pathogénique de ces souches du type B sur certains génotypes de *S. guianensis*. Des différences ont par ailleurs été mises en évidence entre les souches en ce qui concerne le spectre de virulence et le degré d'agressivité sur des génotypes sensibles.

Les cultivars et lignées qui avaient résisté dans ces essais ont été testés pour leur adaptation et résistance au champ dans le cadre du projet *Stylosanthes* AGCD — SODEPRA en Côte d'Ivoire. Certaines lignées comme CIAT 184 se sont révélées comme très intéressantes pendant de nombreuses années (MARAITE 1984, BUXANT & KOUAME 1987, KOUAME 1990).

Des attaques d'antracnose ont néanmoins été observées sur certains génotypes après des durées variables de culture sur grande échelle. L'analyse du

Tableau 1

Sévérité des symptômes d'antracnose observés sur les cultivars Cook et Schofield de *S. guianensis*, 14 jours après l'inoculation avec des isolats de *C. gloeosporioides* originaires de *S. guianensis* de divers pays

N°	Souche ¹		Indice de sévérité ² sur	
	Origine	Date	Cook	Schofield
313	Mparambo, Burundi	1/81	0,8	4,9
325	M'vuazi, Zaïre	1/81	0,9	4,8
327	Feshi, Zaïre	1/81	2	5
375	Lofo-Toto, Zaïre	3/84	3,4	5
330	Bouaké, Côte d'Ivoire	1/81	4,8	5
336	Australie	5/81	0,5	5
339	Colombie	8/81	0,5	5

1) Origine : localité et pays, date : mois et année d'isolement.

2) Moyennes de 15 plantules évaluées sur une échelle de 0 à 5 (plante morte), PPDS = 0,9, $\alpha = 0,05$.

D'après MALTER (1984).

Tableau 2

Spectre de virulence de souches de *C. gloeosporioides* isolées de lésions de type B sur *S. guianensis* en Côte d'Ivoire (372, Bouaké, cv. Cook, 11/83) et au Zaïre (373, Gandajika, 1/84)

Espèce, cultivar ou lignée de <i>Stylosanthes</i>	Indice de sévérité ¹ induit par	
	372	373
<i>S. fructicosa</i>		
CP/41116A	0	0
spontané, Burundi	0	0
<i>S. guianensis</i>		
CIAT 136	2,9	0,6
CIAT 184	0,9	0
CIAT 81145	0,1	0,2
Cook	3,6	0,9
Endeavour	3,7	1,4
Graham	0,3	0
Schofield	5	5
Tardio 1283	0	0,3
<i>S. hamata</i>	0	0
<i>S. humilis</i>	0,1	0,1
<i>S. scabra</i>		
Fitzroy	0	0,1
Seca	0	0
<i>S. sundaica</i>	0	0

1) Moyennes de 15 plantules évaluées 14 jours après l'inoculation sur une échelle de 0 à 5 (plante morte). PPDS = 0,8, $\alpha = 0,05$.

D'après MALTER (1984).

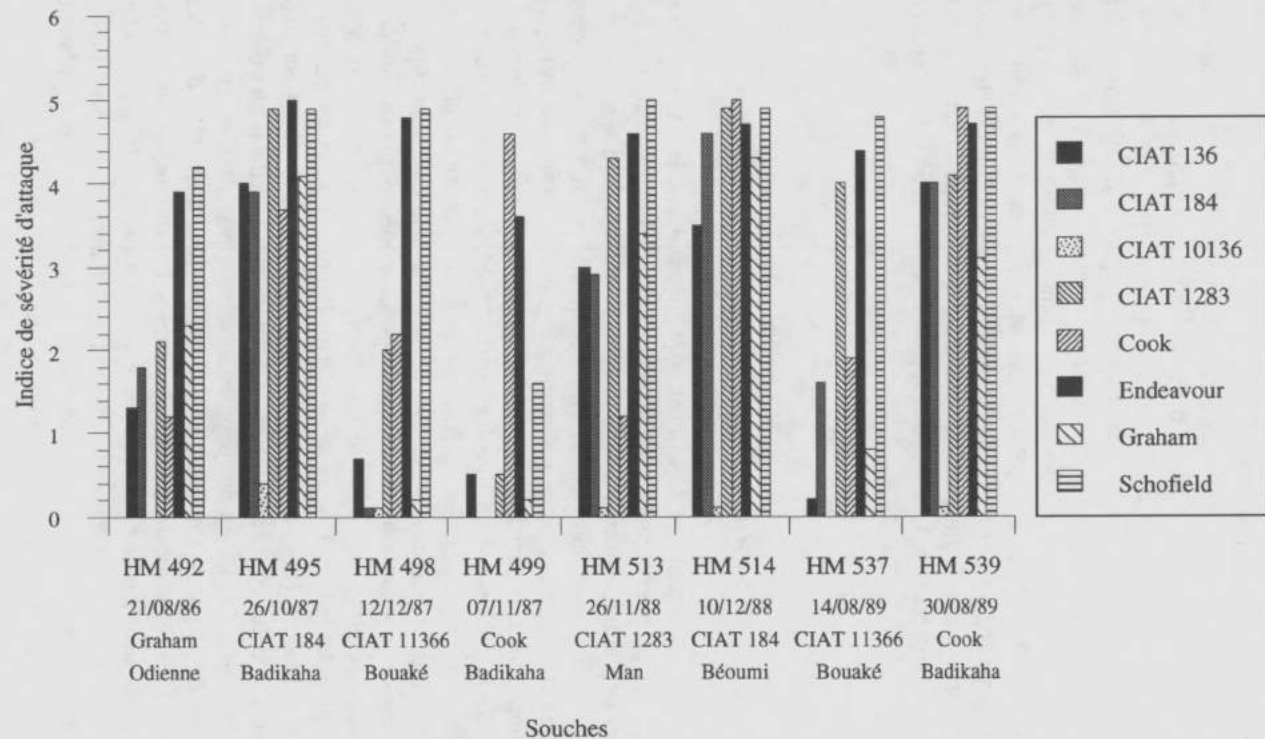


Fig. 3. — Diversité du spectre de virulence sur huit cultivars ou lignées de *S. guianensis* de souches de *C. gloeosporioides* isolées entre 1986 et 1989 de lésions du type B récoltées sur divers génotypes à plusieurs endroits en Côte d'Ivoire. Moyennes de 12 plantules évaluées sur une échelle de 0 à 5 (plante morte), 12 jours après l'inoculation.

pouvoir pathogène de souches isolées entre 1986 et 1989 reflète cette diversité du spectre de virulence, certaines souches étant capables d'attaquer sévèrement tous les génotypes testés sauf la CIAT 10136.

Ces évolutions rapides montrent l'intérêt de disposer d'un large assortiment de génotypes à bases génétiques différentes en ce qui concerne la résistance, ainsi que de génotypes à résistance non spécifique. Les mécanismes d'apparition des nouvelles souches : extension du spectre de virulence chez certaines souches, apport de nouvelles souches ou extériorisation de souches peu fréquentes, ne sont pas encore connus. Dans le cadre d'un projet de recherche AGCD-IBPGR-UCL-KUL-UNAM (Mexique), la diversité génétique dans les interactions *C. gloeosporioides* - *Stylosanthes* sera étudiée en faisant notamment appel à des techniques de génétique moléculaire et en étendant les travaux à du matériel provenant de la région de co-évolution de ce couple en Amérique.

Relations hôte-parasite

Afin de mieux connaître les mécanismes qui déterminent les divers types de résistance, les premières phases de la reconnaissance hôte-parasite ont été étudiées sur des plantules inoculées dans des conditions standardisées.

La germination des conidies de *C. gloeosporioides* conduit généralement à la formation d'un appressorium qui germe à son tour en émettant un hyphé de pénétration pour traverser l'épiderme. Des études au microscope électronique ont révélé la présence d'un mucilage entre l'appressorium et la cuticule (MUNAUT *et al.* sous presse). Des altérations de cette dernière suggèrent une action enzymatique. Les couches externes de la paroi cellulaire sont digérées autour de l'hyphé de pénétration avant que la pression mécanique ne conduise à l'écartement des fibres de la paroi, à la formation d'une vésicule et à la pénétration dans la cellule. Une matrice sépare l'hyphé d'infection du cytoplasme de la cellule végétale, qui paraît encore vivant dans ce cas. Ceci suggère un parasitisme du type héli-biotrophe. Dans certaines cellules on observe des agrégats cytoplasmiques ou des papilles sous les appressoria, même avant la pénétration de la paroi. Ces réactions sont observées aussi bien dans les interactions compatibles que dans les incompatibles. Les différences de compatibilité ne s'expliquent pas par des différences de comportement lors des stades de pré-pénétration, ou de réactions cellulaires aux tentatives de pénétration (NIHOUL 1988, MUNAUT 1990). Les mécanismes conduisant à l'arrêt ultérieur de la colonisation des tissus chez les combinaisons incompatibles sont encore inconnus.

Conclusions

L'anthraxose est devenue une contrainte majeure qui doit être prise en considération lors de la sélection de *Stylosanthes* adaptés à diverses situations écologiques en régions tropicales.

La diversité génétique à l'intérieur de *C. gloeosporioides* nécessite une diversité au niveau des mécanismes de résistance chez le *Stylosanthes*, de même qu'une adaptation de la conduite des pâturages et cultures afin de diminuer la pression parasitaire dans les situations favorables aux épidémies.

L'origine des souches de *C. gloeosporioides* capables de causer les anthracoses sur *Stylosanthes*, ainsi que les mécanismes de variation du pouvoir pathogène d'une part et de résistance d'autre part doivent encore être élucidés.

L'interaction *Stylosanthes-Colletotrichum* peut constituer un modèle intéressant pour l'étude de la co-évolution hôte-parasite, comme base à une lutte plus durable.

REMERCIEMENTS

La collaboration de MM. H. Breyne (INERA, Zaïre), A. Autrique (ISABU, Burundi), J.-L. Messager (IDESSA/GERDAT, Côte d'Ivoire), A. Buxant et A. Kouame (SODEPRA, Côte d'Ivoire) a été précieuse pour la récolte et l'envoi d'échantillons de *Stylosanthes* de ces pays. Les Drs J. A. G. Irwin (University of Queensland, Australie), D. F. Cameron (CSIRO, Australie) et J. Lenné (CIAT, Colombie) ont fourni des souches de référence et des graines de *Stylosanthes*. L'équipe de la Clinique des plantes à l'Unité de Phytopathologie de l'UCL (J. C. Van Schingen, I. Van Acker et J. -M. Gérard) a contribué à la réalisation des études de spectres de virulence.

RÉFÉRENCES

- BUXANT, A., & KOUAME, A. 1987. Projet *Stylosanthes*. Rapport annuel 1986. SODEPRA, Ministère de la production animale, Abidjan, Côte d'Ivoire, 46 pp.
- IRWIN, J. A. G. & CAMERON, D. F. 1978. Two diseases in *Stylosanthes* spp. caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in Australia, and pathogenic specialization within one of the causal organisms. — *Aust. J. Agric. Res.*, **29** : 305-317.
- IRWIN, J. A. G., CAMERON, D. F. & LENNÉ, J. M. 1984. Responses of *Stylosanthes* to anthracnose. — *In* : STACE, H. M. & EDYE, L. A. (eds.), *The biology and agronomy of Stylosanthes*, Academic Press, London, pp. 295-310.
- KOUAME, A. 1990. Projet *Stylosanthes*. Rapport annuel 1989. SODEPRA. — Ministère de la production animale, Abidjan, Côte d'Ivoire, 50 pp.
- LAZIER, J. R. 1984. Global ventures in *Stylosanthes*, IV. West Africa. — *In* : STACE, H. M. & EDYE, L. A. (eds.), *The biology and agronomy of Stylosanthes*, Academic Press, London, pp. 503-527.

- LENNE, J. M. & CALDERON, M. A. 1984. Disease and pest problems of *Stylosanthes*. — In : STACE, H. M. & EDYE, L. A. (eds.), *The biology and agronomy of Stylosanthes*, Academic Press, London, pp. 279-291.
- LENNE, J. M. 1992. *Colletotrichum* diseases of legumes. — In : BAILEY, J. A. & GEGER, M. J. (eds.), *Colletotrichum : biology, pathology and control*, C.A.B. International, Wallingford, pp. 134-166.
- MALTER, J. P. 1984. Caractérisation des souches de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. attaquant le *Stylosanthes* en Afrique. — Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences agronomiques, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 68 pp.
- MANNERS, J. M., MASEL, A., BRAITHWAITE, K. S. & IRWIN, J. A. G. 1992. Molecular analysis of *Colletotrichum gloeosporioides* pathogenic on the tropical pasture legume *Stylosanthes*. — In : BAILEY, J. A. & GEGER, M. J. (eds.), *Colletotrichum : biology, pathology and control*, C.A.B. International, Wallingford, pp. 250-268.
- MANNETJE, L. T. 1984. Considerations on the taxonomy of the genus *Stylosanthes*. — In : STACE, H. M. & EDYE, K. A. (eds.), *The biology and agronomy of Stylosanthes*. Academic Press, London, pp. 1-21.
- MARAITE, H. 1981. L'antracnose du *Stylosanthes* en Afrique. Situation et stratégies de lutte. — Rapport d'une mission au Burundi, Zaïre et Côte d'Ivoire, du 8 au 22 mai 1981. — Administration de la Coopération au Développement, Bruxelles, 16 pp.
- MARAITE, H. 1984. Sélection de *Stylosanthes* résistants à l'antracnose. Rapport de la mission au projet *Stylosanthes* en Côte d'Ivoire, du 7 au 14 septembre 1984. — Administration de la Coopération au Développement, Bruxelles, 16 pp.
- MUNAUT, F. 1990. Étude histologique des relations compatibles et incompatibles entre *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. et *Stylosanthes guianensis* Swartz. — Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences agronomiques, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 80 pp.
- MUNAUT, F., PETRE, B. & MARAITE, H. 1993. Ultrastructure of appressoria penetration phases on *Stylosanthes guianensis* by *Colletotrichum gloeosporioides*. — *Parasitica* (sous presse).
- NIHOUL, J. Approche quantitative des processus de germination et de pénétration de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. sur feuilles de *Stylosanthes* spp. — Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences agronomiques, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 69 pp.
- SONODA, R. M. 1973. Incidence of *Colletotrichum* leaf spot and stem canker on introductions and selections of *Stylosanthes humilis*. — *Plant Dis. Rep.*, 57 : 747-749.
- WILLIAMS, R. J., REID, R., SCHULTZE-KRAFT, R., SOUSA COSTA, N. M. & TOMAS, B. D. 1984. Natural distribution of *Stylosanthes*. — In : STACE, H. M. & EDYE, L. A. (eds.), *The biology and agronomy of Stylosanthes*. Academic Press, London, pp. 73-101.

**CLASSE DES SCIENCES MORALES
ET POLITIQUES**

**KLASSE VOOR MORELE EN
POLITIEKE WETENSCHAPPEN**

Séance du 16 novembre 1993

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par Mme P. Boulens-Bouvier, ancien directeur de la Classe, assistée de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

Sont en outre présents : MM. A. Coupez, P. de Maret, R. P. J. Denis, MM. A. Gérard, M. Graulich, A. Huybrechts, J. Jacobs, A. Rubbens, J. Ryckmans, P. Salmon, A. Stenmans, T. Verhelst, membres titulaires ; M. F. de Hen, membre associé ; M. J. Comhaire, membre correspondant ; M. P. Van der Veken, président de l'Académie.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance : Mme A. Dorsinfang-Smets, M. V. Drachoussoff, Mme M. Engelborghs-Bertels, M. J. Everaert, Mmes C. Grégoire, F. Nahavandy, MM. P. Raymaekers, R. Rezsohazy, E. Vandewoude, J.-L. Vellut, Mme Y. Verhasselt, M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire.

Décès de M. Walter Ganshof van der Meersch

Mme P. Boelens-Bouvier rappelle le décès de M. Walter Ganshof van der Meersch, membre associé honoraire, survenu à Tintange le 12 septembre 1993, et le souhait du défunt que son décès ne fasse pas l'objet d'un éloge.

La Classe se recueille en souvenir du Confrère disparu.

Décès de M. Louis Vanden Berghe

Mme P. Boelens-Bouvier rappelle ensuite le décès de M. L. Vanden Berghe, membre associé honoraire, survenu à Gand le 18 septembre 1993.

La Classe se recueille en souvenir du Confrère disparu.

La Classe désigne M. J. Jacobs pour la rédaction de l'éloge de M. Vanden Berghe.

Éloge de M. Emmanuel Coppieters de ter Zaele

À la séance du 15 juin 1993 a été annoncé le décès de M. E. Coppieters de ter Zaele, membre titulaire honoraire, survenu à Bruges le 5 juin 1993.

Aucun membre de la Classe n'ayant été désigné pour la rédaction de l'éloge de M. E. Coppieters et MM. P. Salmon et R. Yakemtchouk s'étant récusés pour cette tâche, le Secrétaire perpétuel s'offre à rédiger l'éloge du Confrère défunt.

Zitting van 16 november 1993

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt geopend om 14 h 30 door Mevr. P. Boelens-Bouvier, gewezen directeur van de Klasse, bijgestaan door de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

Zijn bovendien aanwezig : de HH. A. Coupez, P. de Maret, E. P. J. Denis, de HH. A. Gérard, M. Graulich, A. Huybrechts, J. Jacobs, A. Rubbens, J. Ryckmans, P. Salmon, A. Stenmans, T. Verhelst, werkende leden ; de H. F. de Hen, geassocieerd lid ; de H. J. Comhaire, corresponderend lid ; de H. P. Van der Veken, Voorzitter van de Academie.

Betuigden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : Mevr. A. Dorsin角度-Smets, de H. V. Drachoussoff, Mevr. M. Engelborghs-Bertels, de H. J. Everaert, Mevr. C. Grégoire, F. Nahavandy, de HH. P. Raymaekers, R. Rezsóhazy, E. Vandewoude, J. L. Vellut, Mevr. Y. Verhasselt, de H. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris.

Overlijden van de H. Walter Ganshof van der Meersch

Mevr. P. Boelens-Bouvier brengt het overlijden van de H. W. Ganshof van der Meersch, eregeassocieerd lid, te Tintange op 12 september 1993 in herinnering, evenals de wens van de overledene dat er na zijn overlijden geen lofredes zou komen.

De Klasse neemt enkele ogenblikken stilte waar ter nagedachtenis van de overleden Confrater.

Overlijden van de H. Louis Vanden Berghe

Mevr. P. Boelens-Bouvier herinnert vervolgens aan het overlijden van de H. L. Vanden Berghe, eregeassocieerd lid, te Gent op 18 september 1993.

De Klasse neemt enkele ogenblikken stilte waar ter nagedachtenis van de overleden Confrater.

De Klasse duidt de H. J. Jacobs aan om de lofredes van de H. Vanden Berghe op te stellen.

Lofredes van de H. Emmanuel Coppeters de ter Zaele

Tijdens de zitting van 15 juni 1993 werd het overlijden van de H. E. Coppeters de ter Zaele, erewerkend lid, te Brugge op 5 juni 1993, bekendgemaakt.

Aangezien geen enkel lid van de Klasse aangeduid werd om de lofredes van de H. E. Coppeters op te stellen en de HH. P. Salmon en R. Yakemtchouk deze opdracht niet konden aanvaarden, stelt de Vaste Secretaris voor zelf de lofredes van de overleden Confrater op te stellen.

La problématique du financement du développement en Afrique

La présidente de séance accueille M. Layashi Yaker, secrétaire général adjoint des Nations Unies et secrétaire exécutif de la Commission économique pour l'Afrique, invité à la tribune de la Classe, ainsi que M. Bongoy Mpekasa, chef de la Division Transports, Communications et Tourisme de la Commission économique pour l'Afrique, et M. J.-L. Onckelinx, responsable *a.i.* du Centre d'Information et Bureau de Liaison des Nations Unies à Bruxelles, invités à assister à son exposé.

M. L. Yaker remercie l'Académie de son accueil et développe devant la Classe un appel à une solidarité mondiale et, tout particulièrement, européenne, fortement accrue en faveur du développement de l'Afrique.

Certes, l'Afrique est en crise : politique, économique et sociale.

La situation politique y est quasi partout préoccupante, malgré la stabilité politique apparente qui semble régner dans quelques pays du continent, et les avancées du processus de démocratisation.

La situation sociale n'en est pas moins sujet d'inquiétude : famine, malnutrition, hôpitaux détruits, millions de réfugiés et de personnes déplacées, pandémie du SIDA, etc.

La crise est également économique : de nombreuses études effectuées par la Commission économique pour l'Afrique, la Banque africaine de Développement et la Banque mondiale montrent que la situation est alarmante, encore aggravée par le taux élevé de croissance démographique, la sécheresse, la récession dans les pays industrialisés, marchés et pourvoyeurs de capitaux, la détérioration des termes de l'échange et, bien entendu, la dette extérieure élevée (elle serait passée à 282 milliards de dollars à la fin de 1992).

L'orateur estime que cette situation actuelle du continent africain doit interpellé tous les peuples, les peuples africains d'abord à qui il incombe de trouver des réponses appropriées aux problèmes qui les assaillent, mais aussi la Communauté internationale qui, au nom de l'interdépendance, de l'intérêt mutuel et de la solidarité humaine, se doit d'apporter à l'Afrique l'appoint indispensable à ses propres efforts.

L'orateur reconnaît certes divers écueils internes au financement du développement en Afrique : insuffisance d'engagement politique, manque de gestion, de suivi, voire de sérieux dans certains cas, mobilisation insuffisante ou non adaptée de l'épargne intérieure, politiques fiscales inadaptées et peu productives.

Au plan extérieur, l'aide publique au développement, bien que très importante, n'a pas encore répondu aux espoirs des pays en développement, en général, et de l'Afrique, en particulier. Par ailleurs, l'aide et les prêts consentis à l'Afrique pendant les trois dernières décennies ont fourni trop peu de capital productif ; ainsi en est-il des prêts pour les dépenses d'armement.

De problematiek van de financiering van de ontwikkeling in Afrika

De voorzitter van de zitting verwelkomt de H. Layashi Yaker, adjunct-secretaris-generaal van de Verenigde Naties en uitvoerend secretaris van de «Economic Commission for Africa», door de Klasse uitgenodigd tot het houden van een lezing, evenals de H. Bongoy Mpekesa, hoofd van de «Transport, Communications and Tourism Division» van de «Economic Commission for Africa», en de H. J.-L. Onckelinx, verantwoordelijke *a.i.* van het Informatiecentrum en Verbindingsbureau van de Verenigde Naties te Brussel, beiden uitgenodigd om de uiteenzetting van de H. Yaker bij te wonen.

De H. Yaker dankt de Academie voor het onthaal en doet, voor de klasse, een oproep tot solidariteit op wereldvlak en, meer bepaald, tot een toenemende Europese solidariteit voornamelijk op de ontwikkeling van Afrika gericht.

Afrika zit volop in een crisisperiode en dit op politiek, economisch en sociaal vlak. De politieke situatie is bijna overal zorgwekkend, ondanks de politieke stabiliteit die in bepaalde landen van het continent lijkt te heersen en ondanks het sneller vorderen van het democratiseringsproces.

De sociale situatie is niet minder zorgwekkend : hongersnood, ondervoeding, vernielde hospitalen, miljoenen vluchtelingen en ontheemden, de AIDS-pandemie, enz.

De crisis is ook van economische aard : talloze studies van de «Economic Commission for Africa», de «African Development Bank» en de «World Bank» tonen aan dat de situatie onrustwekkend is en met de dag verergert door de grote demografische groei, de droogte, de recessie in de geïndustrialiseerde landen — kapitaalmarkten en -bezorgers —, de verslechtering van de marktvoorwaarden en, natuurlijk, de hoge buitenlandse schuld (deze zou eind 1992 tot 282 miljard dollar opgelopen zijn).

De spreker is van oordeel dat de situatie waarin het Afrikaanse continent zich momenteel bevindt alle volkeren moet interpellieren : in de eerste plaats de Afrikaanse volkeren, die geschikte oplossingen moeten vinden voor de problemen die hen overrompelen, maar ook de Internationale Gemeenschap die, in naam van de onderlinge afhankelijkheid, het wederzijds belang en de menselijke solidariteit, verplicht is Afrika hierbij de zo noodzakelijke ruggesteun te verlenen.

De spreker geeft toe dat er heel wat interne belemmeringen zijn voor de financiering van de ontwikkeling in Afrika : te weinig politiek engagement, gebrek aan beheer, aan opvolging en — in sommige gevallen — zelfs aan ernst, onvoldoende of niet-aangepast vrijmaken van intern spaarkapitaal, onaangepaste en weinig productieve fiscale politiek.

Op buitenlands vlak heeft de ontwikkelingshulp, hoewel erg belangrijk, aan de verwachtingen van de ontwikkelingslanden in het algemeen en van Afrika in het bijzonder, nog niet kunnen beantwoorden. Overigens hebben de gedurende de laatste drie decennia aan Afrika verstrekte hulp en leningen te

L'orateur décrit les actions de la Commission économique pour l'Afrique en vue de corriger ces insuffisances ; intégration des économies africaines, incitation à la réduction des dépenses d'armement, appui aux politiques de participation populaire pour la construction et l'entretien des infrastructures et des équipements, en milieu rural surtout, réforme des systèmes fiscaux, facturation de services au prix coûtant, création de banques populaires, etc.

En conclusion, l'orateur rappelle les besoins de financement des divers programmes de la Commission économique pour l'Afrique concernant les secteurs-clés, tels que la Décennie des Transports et des Communications et la Décennie du Développement industriel, et formule l'espoir que les pays développés et, en particulier l'Europe communautaire, partenaire traditionnel et le plus important de l'Afrique, répondent à l'attente de la Commission en vue de la concrétisation de ses objectifs. Un tel appui à l'Afrique, considérée comme un continent en transition, à l'instar de l'Europe de l'Est, contribuerait au développement global de la planète.

MM. J. Comhaire, A. Huybrechts, A. Gérard, A. Stenmans et J.-J. Symoens interviennent dans la discussion qui suit l'exposé de M. L. Yaker.

Commission administrative

Le mandat de Mme Y. Verhasselt au sein de la Commission administrative expire le 31 décembre 1993. La Classe approuve la proposition de la Commission de renouvellement du mandat de Mme Verhasselt.

Le mandat de Mme M. Engelborghs-Bertels expire normalement le 31 décembre 1995. Mme Engelborghs a cependant demandé, pour des motifs de santé, qu'il y soit mis fin au 31 décembre 1993. La Classe approuve la proposition de la Commission de confier la nomination de Mme P. Boelens-Bouvier pour achever le mandat de Mme Engelborghs.

Distinction honorifique

Par arrêté royal du 15 juillet 1993, M. J. Jacobs a été nommé Grand officier de l'Ordre de Léopold.

Colloque

Les Sciences sociales et l'Expertise en Développement

L'APAD organise un colloque sur «Les Sciences sociales et l'Expertise en Développement» à Bamako en février 1994.

weinig productief kapitaal geleverd. Hetzelfde geldt voor de leningen voor de bewapeningsuitgaven.

De auteur beschrijft de acties die de «Economic Commission for Africa» onderneemt met het oog op het bijsturen van deze tekortkomingen : integratie van de Afrikaanse economie, aansporing tot vermindering van de bewapeningsuitgaven, steun aan de politiek van deelname van het volk aan de constructie en het onderhoud van de infrastructures en uitrustingen, vooral op het platteland, hervorming van de fiscale systemen, fakturatie van de diensten tegen kostprijs, oprichting van volksbanken, enz.

Tot slot herinnert de spreker aan de nood aan financiering van de verschillende programma's van de «Economic Commission for Africa» met betrekking tot de sleutelsectoren, zoals het Decennium voor Vervoer en Verkeerswezen en het Decennium voor de Industriële Ontwikkeling, en spreekt hij de wens uit dat de ontwikkelde landen, en meer bepaald het communautaire Europa, traditionele en belangrijkste partner van Afrika, zouden tegemoetkomen aan de verwachtingen van de Commissie om de vooropgestelde doelstellingen te kunnen realiseren. Een dergelijke steun aan Afrika, dat als transit-continent beschouwd wordt, naar het voorbeeld van Oost-Europa, zou tot een globale ontwikkeling van de planeet bijdragen.

De HH. J. Comhaire, A. Huybrechts, A. Gérard, A. Stenmans en J.-J. Symoens komen tussen in de bespreking die volgt op de toespraak van de H. L. Yaker.

Bestuurscommissie

Het mandaat van Mevr. Y. Verhasselt in de schoot van de Bestuurscommissie vervalt op 31 december 1993. De Klasse keurt het voorstel van de Commissie om het mandaat van Mevr. Y. Verhasselt te vernieuwen, goed.

Het mandaat van Mevr. M. Engelborghs-Bertels loopt normalerwijze op 31 december 1995 ten einde. Mevr. Engelborghs heeft echter, om gezondheidsredenen, gevraagd haar mandaat op 31 december 1993 te beëindigen. De Klasse stemt in met het voorstel van de Commissie om Mevr. P. Boelens-Bouvier aan te stellen om het mandaat van Mevr. M. Engelborghs te voltooien.

Ereteken

Bij koninklijk besluit van 15 juli 1993 werd de H. J. Jacobs tot Grootofficier in de Leopoldsorde benoemd .

Colloquium

«Les Sciences sociales et l'Expertise en Développement»

De APAD organiseert een colloquium over «Les Sciences sociales et l'Expertise en Développement» te Bamako in februari 1994.

Renseignements : M. Abdou Salam Fall
IFAN/ORSTOM
B.P. 1386
DAKAR (Sénégal)
Tél. 32 18 46 ou 32 67 46
Fax 32 16 75 ou 32 43 07

La séance est levée à 17 h 30.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Inlichtingen : M. Abdou Salam Fall
IFAN/ORSTOM
B.P. 1386
DAKAR (Senegal)
Tel. 32 18 46 of 32 67 46
Fax 32 16 75 of 32 43 07

De zitting wordt geheven te 17 h 30.
Zij wordt gevolgd door een Geheim Comité.

Contribution à la biographie politique de Patrice Lumumba *

par

B. VERHAEGEN **

MOTS-CLÉS. — Congo belge ; Lumumba, P.

RÉSUMÉ. — À son arrivée à Stanleyville en 1944, Patrice Lumumba possède un bagage scolaire extrêmement mince, mais il s'attache très rapidement à combler son retard par le biais de cours du soir et de sa fonction de bibliothécaire bénévole. En 1950, il débute à *La Croix du Congo*. Il y apportera des contributions régulières jusqu'en 1955 en qualité de correspondant attitré. Patrice Lumumba prend également activement part à la vie des associations de Stanleyville, notamment l'Association des Évolués de Stanleyville, dont il est le secrétaire. Dans le discours de l'époque de Patrice Lumumba transparaissent son aspiration à une meilleure place pour les Noirs dans la société, son désir de progrès, de civilisation et d'union avec les Blancs ainsi que sa docilité à l'égard des autorités coloniales. De ses articles, il ressort qu'il attache une importance primordiale à l'éducation et à la formation intellectuelle et morale. Pour lui le but de l'éducation est double: se rapprocher de la «civilisation occidentale» et mieux servir le peuple. Cependant son comportement public et ses écrits de 1950 à 1958 sont en contraste complet avec son discours tenu le 30 juin 1960 devant le Roi. Deux explications diamétralement opposées peuvent être données à ce revirement d'opinion : soit l'hypocrisie de Lumumba, soit sa crédulité qui lui fait croire jusqu'en 1958 à l'excellence de l'œuvre civilisatrice belge, et qui ensuite lui fait accepter presque naïvement les conseils de ses amis panafricanistes.

SAMENVATTING. — *Bijdrage tot de politieke biografie van Patrice Lumumba.* — Bij zijn aankomst in Stanleystad in 1944, beschikt Patrice Lumumba over een zeer beperkte intellectuele bagage. Hij zal deze achterstand echter zeer snel ongedaan maken door het volgen van avondles enerzijds, en zijn functie als vrijwilliger-bibliothecaris anderzijds. In 1950 wordt hij vaste medewerker van *La Croix du Congo* waaraan hij tot 1955 regelmatig bijdragen levert. Patrice Lumumba neemt ook actief deel aan het verenigingsleven in Stanleystad, en meer bepaald aan de activiteiten van «l'Association des Évolués de Stanleyville», vereniging waarvan hij secretaris is. Uit zijn toenmalige toespraken blijkt zijn verlangen naar een betere plaats voor de Zwarten in de maatschappij, naar vooruitgang, naar ontwikkeling en samenwerking met de Blanken, evenals zijn volg-

* Communication présentée à la séance de la Classe des Sciences morales et politiques du 15 janvier 1991. Texte définitif reçu le 24 janvier 1994.

** Membre de l'Académie ; Les Blachères, F-26510 Montréal-les-Sources (France).

zaamheid ten overstaan van de koloniale overheden. In zijn artikels komt duidelijk tot uiting dat hij een primordiaal belang hecht aan opvoeding en intellectuele en morele vorming. Voor hem is het doel van de opvoeding van tweeërlei aard : de «westerse ontwikkeling» benaderen enerzijds en het volk dienen anderzijds. Nochtans staan zijn publiek optreden en zijn geschriften uit de periode 1950-1958 in schril contrast met zijn toespraak van 30 juni 1960 voor de Koning. Twee lijnrecht tegenover elkaar staande verklaringen kunnen voor deze totale ommekeer gegeven worden : de schijnheiligheid van Lumumba enerzijds, zijn goedgelovigheid, waardoor hij tot 1958 onvoorwaardelijk achter het Belgische beschavingswerk stond en waardoor hij daarna, bijna naïef, de raad van zijn panafrikaanse vrienden heeft aangenomen, anderzijds.

SUMMARY. — *A contribution to the political biography of Patrice Lumumba.* — On his arrival at Stanleyville in 1944, Patrice Lumumba had been poorly educated but he very rapidly made up for lost time by following evening courses and by his job as a voluntary librarian. He started at the newspaper *La Croix du Congo* in 1950. As a correspondent, he made regular contributions until 1955. Patrice Lumumba also took an active part in the social life of Stanleyville, notably in the «Association des Évolués de Stanleyville», of which he was the secretary. His speeches of that period clearly stated his hope for a better position for black people in society, his desire for progress, civilisation and union with white people as well as his docility towards the colonial authorities. It can be seen in his articles that education and intellectual and moral training were, to him, of primordial importance. For him the purpose of education is double : to come close to «western civilization» and to serve people better. However, his public behaviour and his writings between 1950 and 1958 are completely in contrast with the speech he made before the King on June 30th 1960. Two diametrically opposite explanations can be given to this reversal of opinion : the hypocrisy of Lumumba or his credulity which, up to 1958, made him believe in the value of introducing Belgian civilization and which afterwards made him agree, almost naively, with the advice given by his Pan African friends.

*
* *

Patrice Lumumba [1] * est arrivé à Stanleyville au cours de l'année 1944. Il avait quitté sa région natale, le Sankuru, au début de l'année pour se rendre via Kindu au Maniema, où il fut engagé quelques temps par le Symetain.

À la fin de l'année 1944, le bagage scolaire de Lumumba est rudimentaire : il a fait quatre années d'école primaire à la mission protestante méthodiste de Wembo-Nyama, où l'enseignement du français est négligé au profit de l'Otetela. Exclu de l'école avant la fin de la quatrième année, il n'a pas de certificat scolaire. Admis en 4^e primaire à la mission catholique de Tshumbe-Sainte-Marie, il quitte à la fin du deuxième trimestre et n'achève pas l'année.

* Les chiffres entre crochets [] renvoient aux notes et références, pp. 609-610.

Un essai scolaire à l'école d'aide-infirmiers de la mission protestante de Tunda est également peu fructueux et se termine par un renvoi. Ces différents échecs le décident à tenter sa chance ailleurs.

À son arrivée à Stanleyville, Lumumba connaît mal le français. Il avait amélioré sa compréhension de la langue pendant son séjour à la Symetain de Kalima, mais l'écrivait difficilement. Ce n'est que quatre ans plus tard, en 1948, pendant son séjour à l'École Postale de Léopoldville, qu'il se risque à envoyer une première lettre à la presse. Il s'agit de 20 lignes publiées par *La Voix du Congo* et consacrées à la comparaison des prix entre Stanleyville et Kinshasa (sic) [2].

Lumumba rattrape son retard en français à marche forcée. Il suit des cours du soir chez les Frères Maristes et en 1948 un cours par correspondance. Il s'est imposé un programme de lecture intensif que sa fonction de bibliothécaire bénévole à la bibliothèque du Centre Extra-Coutumier, lui facilitait. En 1948 il est admis à l'École Postale de Léopoldville après avoir réussi un concours d'entrée comprenant une épreuve de rédaction. À l'issue de 9 mois de formation, Lumumba se classe 3^o sur 34 élèves avec 94,8% des points. Son brillant résultat fait l'objet d'une deuxième brève communication à la presse. Cette fois il l'adresse à *La Croix du Congo*. Dès lors sa connaissance du français est égale à celle des Congolais les plus instruits de l'époque et dépasse celle de certains Européens. Ses textes sont peu retouchés et souvent publiés tels quels.

Les débuts de Lumumba à *La Croix du Congo*

En 1950 et 1951 la contribution de Lumumba à *La Croix du Congo* est encore sporadique. Le 3 septembre 1950, il rédige la chronique nécrologique d'un ancien élève des Frères Maristes. Il y manifeste déjà son attachement à la qualité du travail presté, qui entraîne l'estime des chefs. Du défunt il ne fait qu'un seul éloge : «Il était aimé de ses chefs pour sa bonne manière de servir».

En 1951 (2 février), il relate sur deux colonnes son expérience de malade à l'«Hôpital des Noirs à Stanleyville». Il se félicite «des changements et des améliorations réalisées depuis 1948 en faveur des évolués» et remercie «le Gouvernement d'avoir pris en considération nos souhaits relativement au peu de confort dont jouissaient les évolués hospitalisés». Lumumba apparaît ici dans un rôle qu'il ne cessera d'occuper jusqu'en 1958 : censeur vigilant de l'Administration coloniale, il ne lui ménage pas ses éloges et ses remerciements lorsqu'elle accède, même partiellement, à ses revendications. L'ambition de Lumumba est de se «rapprocher» de la façon de vivre des Blancs et d'améliorer la condition des évolués ; il ne songe pas encore aux conditions de la masse. L'article est signé «Patrice-Emery Lumumba».

Le 29 juillet il rédige le compte rendu de l'Assemblée générale de l'Association des Évolués de Stanleyville. Lumumba n'est que «conseiller», mais il saisit l'occasion d'adresser «quelques conseils» aux membres du Comité de Direction. Il leur recommande «le dévouement continu, l'altruisme et l'initiative» et leur rappelle leurs «lourds devoirs». Les mots courage, persévérance, idéal, progrès, intérêt du pays émaillent un texte qui paraît encore étroitement dépendant du discours stéréotypé de type colonial ou missionnaire. Cependant Lumumba conclut : «Le Congo est en marche vers sa destinée. Malgré toutes les difficultés que nous rencontrons, notre mot d'ordre est : courage et persévérance pour créer le Congo de demain». Cette phrase prémonitoire illustre l'autre face de Lumumba, celle du visionnaire et du politique. L'article est signé Patrice-Emerly Lumumba [3].

Le 23 décembre 1951 Lumumba signe pour la première fois la rubrique «Nouvelles de Stanleyville» à la place de son auteur habituel Antoine-Marie Mobe [4]. C'est une reconnaissance du rôle de Lumumba comme correspondant régulier de *La Croix du Congo*. Les nouvelles concernent principalement les activités de l'Association des Évolués et une réunion de l'APIC (Association du Personnel Indigène de la Colonie) destinée à élire un nouveau président en remplacement de Jérôme Alamazani, nommé chef de Centre. La réunion échoua sur des questions de procédure ce qui permit à Lumumba de faire la leçon aux autres membres : «Soyons raisonnables et objectifs dans le choix du nouveau président ... Écartons cette recherche des places d'honneur ; celles-ci sont au contraire les places qui imposent de lourds devoirs et demandent un travail assidu. Il nous faut un homme capable, dévoué, altruiste, expéditif et courageux». Le ton et le vocabulaire de Lumumba ne changent pas ! Ils sont empruntés au style missionnaire.

En 1952 la collaboration de Lumumba est plus fréquente. Il devient membre actif de plusieurs associations, mais il n'occupe pas encore de poste de responsabilité. Il a 27 ans. Il maîtrise parfaitement le français et utilise à plein sa fonction de bibliothécaire pour accroître ses connaissances. Il incite également les autres évolués à profiter de la bibliothèque : «Tous sont cordialement invités ... La bibliothèque vous procurera presque gratuitement ces richesses inestimables et ce bagage intellectuel qui feront de vous un homme compétent et utile pour vos frères» (28 décembre 1952). Deux thèmes ressortent : Lumumba veut partager avec d'autres sa soif de connaissances et le but de ces efforts est d'être utile.

La participation active de Lumumba à la vie des associations de Stanleyville lui permet d'en déceler les faiblesses et les difficultés. Il les dénonce mais en appelle aux bons sentiments pour les résoudre : «Si cette espèce d'amitié sincère et véritable existait parmi tous les membres des cercles des évolués, je crois que les difficultés qui arrivent souvent et qui nous séparent, seraient chaque fois aplanies. La léthargie que connaissent nos associations résulte principalement du fait que si une difficulté quelconque surgit, les membres, au lieu

de l'aplanir ou de pardonner son auteur en lui faisant une remarque réconfortante, ne font que se décourager ou se laissent aller à des critiques destructives» (18 mai 1952).

Lumumba, correspondant attitré de *La Croix du Congo* (1953-1954)

C'est à partir du 15 mars 1953 que Lumumba occupe officiellement et en première page la rubrique «Nouvelles de Stanleyville» dans *La Croix du Congo*. Mobe, président de l'ADAPES et correspondant attitré de l'hebdomadaire des Pères de Scheut, est parti en congé dans sa région natale près de Lisala et à Léopoldville. Lumumba lui succède à *La Croix du Congo* et, en interim, à la présidence de l'ADAPES, dont il était déjà vice-président. Lumumba consacre la plus grande partie de sa chronique aux activités de l'Association des Évolués de Stanleyville (AES), dont il est secrétaire, et aux résultats de la première promotion de l'École secondaire de Stanleyville dirigée par les Frères Maristes. Lumumba insiste sur l'importance capitale qu'il attache à la formation et à l'enseignement ; les activités de l'AES se résument à trois conférences qualifiées de «fort éducatives» ou «fort instructives» ; l'énumération des résultats scolaires se termine par l'assurance que le premier de la promotion est parti «poursuivre ses études au Centre universitaire de Lovanium à Kisantu» (près de Léopoldville).

La Croix du Congo du 12 avril contient à nouveau en première page et sur deux colonnes des «Nouvelles de Stanleyville» rédigées par Lumumba. Il annonce la création le 8 mars d'une Fédération des Associations de Stanleyville, sous la présidence du nouveau gouverneur de province, Breuls de Tiecken [5]. La fédération regroupe toutes les associations africaines importantes de Stanleyville [6] :

- l'Association des Évolués de Stanleyville (AES) ;
- l'Association du Personnel Indigène de la Colonie (APIC) ;
- l'Association des Anciens Élèves des Pères de Scheut (ADAPES) ;
- l'Association des Anciens Élèves des Frères des Écoles Chrétiennes (ASSANEF) ;
- l'Union des Anciens Élèves des Frères Maristes (UNELMA) ;
- l'Association des Anciens Élèves-Séminaristes de Mandombe (CARITAS) ;
- la Mutuelle d'Aide aux Trépassés (MAT) ;
- la Mutuelle chrétienne ;
- l'Association pour le Progrès social de la Rive Gauche à Stanleyville (PROSORIGAU).

Lumumba, qui était à cette époque président faisant fonction de l'ADAPES et secrétaire de l'APIC et de l'AES, est choisi comme secrétaire de la nouvelle fédération. Tous les présidents des associations énumérées sont membre d'office

«ainsi, ajoute Lumumba, que quelques volontaires européens, s'intéressant aux problèmes sociaux indigènes». Cette composition permet à Lumumba de conclure que la Fédération est «une espèce d'Union belgo-congolaise où Blancs et Noirs discuteront loyalement et sans heurts des problèmes d'actualité qui les concernent, tant sur le plan social et économique que politique, et dont la solution orientera les rapports harmonieux entre les deux races pour le plus grand bien du pays». Lumumba, conscient de la timidité de cette première initiative, précise : «Cette préparation préalable permettra aux Congolais d'aborder plus tard des problèmes plus complexes».

La création de la Fédération est le résultat d'une réunion rassemblant tous les présidents et les secrétaires des associations et les Européens promoteurs de cette initiative, parmi eux : le directeur de la caisse d'épargne, Simon, qualifié par Lumumba de «grand animateur des œuvres sociales pour indigènes» et véritable organisateur de la réunion, l'avocat Rom, conseiller de l'AES, Pierre Clément, sociologue détaché par l'Institut International Africain à Stanleyville et ami de Lumumba, et deux ecclésiastiques qui ont la confiance des évolués, le père Maurice-Jansen et le frère mariste Victor Lemaen. C'est avec leur appui que Lumumba lance l'idée d'une Union belgo-congolaise rassemblant Blancs et Noirs. Cette «Union» ne doit pas être confondue avec l'idée de «Communauté belgo-congolaise» lancée en février 1952 par le gouverneur général Pétillon à l'occasion d'une réception à Elisabethville [7]. Pour Lumumba il s'agit plus modestement d'organiser un cercle de rencontre entre les deux communautés. Cette initiative qui demeura lettre morte jusqu'en février 1956, date de la première assemblée générale de l'«Union belgo-congolaise» de Stanleyville, marque le désir obstiné de Lumumba de créer des ponts entre les deux communautés afin que celles-ci se parlent et se comprennent.

La deuxième partie de la même chronique relate l'ouverture du Conseil de Province le 23 mars. Le nouveau gouverneur, Breuls de Tiecken, y prononce une allocution qui rencontre les vœux d'émancipation de Lumumba : Celui-ci ne ménage pas ses éloges : «Quoi de plus humain et de plus charmant que d'avoir un homme idéaliste qui veut nous comprendre, nous aider et nous traiter selon nos légitimes aspirations et la place que nous méritons dans la société». Mais Lumumba retrouve aussitôt après le langage du paternalisme colonial et promet au gouverneur de suivre «scrupuleusement ses judicieux conseils paternels ... Nous promettons docilité, collaboration sincère et loyale à M. le Gouverneur et à tous ceux qui veulent nous aider pour réaliser, dans l'union avec eux, cet élément qui nous dépasse : la civilisation». Tous les éléments de la pensée de Lumumba à cette époque sont présents dans ce commentaire :

- 1) Les revendications et l'aspiration à une meilleure place dans la société ;
- 2) Le désir de progrès et d'accéder à part entière à ce qu'il désigne sous le nom de «civilisation» ;

- 3) Être compris par les Blancs, avoir des relations amicales avec eux et progresser en union avec eux ;
- 4) Faire preuve de bonne volonté et même de docilité à l'égard des autorités coloniales.

À partir du mois de juin 1953, le rythme des contributions de Lumumba à *La Croix du Congo* s'accélère. Chaque numéro du mois de juin contient un texte signé par lui. Le 7 juin, sous le nouvel intitulé de la rubrique «Échos de Stanleyville», Lumumba décrit la réception du gouverneur Breuls de Tiecken à l'Association des Évolués de Stanleyville, présidé à cette époque par Jean Moliso. Le gouverneur y fit un discours paternaliste, mais plein de promesses. Il s'engagea notamment à faire de Stanleyville «une ville moderne ; d'ici 10 ans vous aurez à la cité, des maisons à étages pour vous, de grands magasins, de belles routes, etc.» Lumumba est sensible au contenu et au ton amical du discours et au fait que le gouverneur demeura deux heures avec eux. Il qualifie le gouverneur de «grand ami des Noirs», suprême qualité à ses yeux, et conclut : «Nous ne dissimulerons pas notre grand étonnement de dire à nos lecteurs que l'occasion ne nous avait jamais été donnée d'avoir à Stanleyville un si cordial entretien avec une haute autorité. Cela nous donne un grand espoir pour l'avenir».

Le 21 juin les «Échos de Stanleyville» sont consacrés à la cérémonie de remise des cartes de Mérite civique, à une réunion de l'Association des Évolués, et à la constitution d'un jury central «en vue de permettre aux Congolais intéressés d'obtenir des diplômes qu'ils n'ont pu avoir à l'École». C'est l'occasion pour Lumumba de manifester son intérêt pour les diplômes «que nous convoitons tant». Un des congolais ayant obtenu la carte du Mérite civique prononça un discours qualifié par Lumumba de «magnifique», dans lequel il retraça, selon les termes de Lumumba, «l'œuvre grandiose de civilisation entreprise par les Belges en rendant hommage au Grand Roi Bâtitseur Léopold II» (21 juin 1953).

Dans *La Croix du Congo* du 28 juin, Lumumba relate le voyage au Kasai en compagnie de Pierre Clément.

Le 5 juillet Lumumba commente une causerie faite par l'avocat Rom à l'Association des Évolués [8]. Il renouvelle d'abord ses recommandations moralisantes à ses concitoyens évolués. Son vocabulaire est celui d'un missionnaire ou d'un pasteur : perfectionnement, élévation, devoir accompli, assiduité sont les vraies valeurs. Lumumba ne leur ménage pas ses critiques : «Il est temps pour que nous comprenions l'obligation que nous avons d'évoluer dans le bon chemin. Si nous sommes francs et sincères, nous devons avouer que notre évolution actuelle est un retour à la barbarie, c'est une chute dangereuse qui mérite une lutte acharnée de la part de la vraie élite. Redressons cette situation fort malheureuse, sans quoi notre pays va sombrer». Avant de terminer sa chronique, Lumumba revient sur une idée qui lui est particulièrement chère :

les relations avec les Européens. «Nous souhaitons vivement le rapprochement entre Blancs et nous ; nous voulons également qu'ils s'entretiennent avec nous en dehors des heures de travail, enfin entretenir des relations d'amitié». Pour Lumumba, ce ne sont pas des paroles de convenance. Il a à cette époque une relation d'amitié vraie avec Pierre Clément. Ils s'entretiennent presque tous les jours «en dehors des heures de travail». Patrice Lumumba recherchera toute sa vie ce genre de relations avec les Blancs et ne l'obtiendra que très rarement.

Dans le même numéro de *La Croix du Congo*, Lumumba intervient sur quatre colonnes en faveur de l'enseignement moderne, dispensé aux jeunes filles congolaises au pensionnat de Mbanza-Mboma dans le Bas-Zaïre. Dans un numéro précédent de *La Croix du Congo* [9] un correspondant avait critiqué le fait qu'on y enseignait «de français et autres connaissances théoriques» et qu'on n'y préparait pas les jeunes filles aux tâches ménagères qui seraient les leurs après le mariage.

C'est l'occasion pour Lumumba d'afficher des conceptions modernistes et en faveur de l'émancipation des femmes. Pour lui, «le but de l'école moyenne ménagère» est de former des femmes instruites et éduquées pouvant tenir convenablement et diriger avec compétence leur ménage, mais il ajoutait aussitôt : «À côté de cette spécialisation, elles doivent aussi suivre les autres cours de formation générale, très nécessaire d'ailleurs». Le but de l'enseignement féminin est de former «non seulement des servantes et cuisinières spécialisées, mais aussi des femmes capables, vraies maîtresses de maison, connaissant la vie plus ou moins sous tous ses aspects». Lumumba se prononce pour le travail professionnel des femmes et pour l'égalité entre les sexes : «On veut faire progressivement de la fille noire une femme évoluée, civilisée, égale à l'homme pour que notre évolution, et de l'homme et de la femme, marche de paire afin de supprimer des distances et des inégalités qui nous séparent malheureusement de nos épouses, distances et inégalités résultant uniquement de leur manque d'instruction et d'éducation que nous avons eu l'avantage de recevoir à leur détriment». La connaissance du français et de matières théoriques, non immédiatement utilisables dans la vie pratique du ménage, sont aussi nécessaires à la femme qu'à l'homme pour mener une «vie moderne». «Tout homme, toute femme qui désire évoluer doit passer par ce chemin», conclut Lumumba qui recommande «à tous les évolués qui en ont la possibilité, de se marier aux pensionnaires de Mbanza-Mboma ayant reçu une bonne instruction et une solide éducation chrétienne ...».

Instruction, progrès, modernisation sont les idées-forces de Lumumba, mais il ne réserve pas ses ambitions au petit groupe des évolués ; il entend dès cette époque que les femmes en bénéficient. Ceci avait frappé son ami Pierre Clément qui constate que Lumumba s'efforce de rapprocher son épouse Pauline, illettrée, de lui «de manière à ce que, de couple, le ménage devienne peu à peu une équipe» [10]. En 1956 dans son ouvrage *Le Congo terre d'avenir*

est-il menacé ? Lumumba consacre 14 pages à «L'éducation de la femme congolaise» [11].

Le 9 août 1953 Lumumba publie un long article consacré à l'exode des populations rurales vers les villes. Il s'agit d'observations et d'analyses faites pendant le voyage qu'il fit en compagnie de Pierre Clément au Sankuru du 27 décembre 1952 au 21 janvier 1953. L'étude de Lumumba déclencha des polémiques qui ne se terminèrent que dans le numéro du 7 février 1954 de *La Croix du Congo* avec une dernière mise au point de Lumumba.

Lumumba y défend curieusement une position opposée à toutes ses idées sur l'évolution et la modernité. Après avoir constaté l'ampleur de l'exode rural et déploré le dépeuplement des villages, Lumumba assigne trois causes au phénomène. Les deux dernières sont évidentes et indiscutables : au village la multiplication des corvées et des cultures imposées (entre autres le coton) rebute les jeunes, tandis que le désir d'améliorer leurs conditions matérielles de vie les attire vers les villes. C'est la première cause à laquelle Lumumba consacre la majeure partie de son texte qui fait problème et suscite des critiques de la part des élites tetela. Il l'énonce comme suit : «La première cause est le bouleversement de l'organisation sociale coutumière ... ou des groupements traditionnels, causé par la nomination de chefs 'étrangers' ne réunissant même pas les conditions requises par le décret sur l'organisation des chefferies indigènes. Ces chefs, anciens commis ou autres, servant d'intermédiaires entre l'administration et la masse de la population indigène, n'ont pas toujours une connaissance approfondie des us et coutumes indigènes sur lesquels il faut se pencher — us et coutumes, bien entendu, qui sont à maintenir et à protéger».

La méfiance de Lumumba à l'égard des «commis étrangers», nommés chefs de secteurs, c'est-à-dire détenant une autorité supérieure aux chefs de groupement coutumiers, n'est pas sans fondement. Il est exact que les chefs de secteurs nommés par l'Administration coloniale parmi les candidats étrangers à la coutume, étaient considérés par la population comme des agents de l'autorité coloniale. Lumumba déplore qu'il n'y ait pas d'entente «entre ces chefs de secteurs imposés et les vrais chefs coutumiers». Les premiers ne sont obéis que par crainte car «ils n'ont pas d'amour pour leurs sujets». Par contre dans les secteurs des Basambala, les habitants s'entendent très bien avec leur chef qui est très estimé ... «descendant d'une famille royale, il a des qualités indispensables à un chef». On peut reprocher à Lumumba sur ce point son manque de clairvoyance et un certain illogisme.

Indépendamment de la qualité ou de la légitimité du pouvoir coutumier souvent contestable et contesté d'ailleurs, il était évident que son maintien intégral était incompatible avec le processus d'évolution et de modernisation que Lumumba souhaitait. Cette prise de position paradoxale en faveur des chefs coutumiers, que Lumumba abandonnera plus tard [12] s'explique en fait par l'animosité éprouvée par Lumumba à l'égard du chef de secteur Paul Onakoy, avec qui il avait eu des démêlés dans sa jeunesse et sa sympathie

pour Hemery Pene Sengha, chef de la chefferie des Basambala, dont faisait partie le village natal de Lumumba, Onalua. La critique visait Onakoy et l'éloge Pene Sengha. La controverse sur les causes de «l'exode vers les villes» se poursuivit jusqu'en février 1954.

Les contributions de Lumumba à *La Croix du Congo* se ralentissent à partir de la fin 1954. En 1954, Lumumba consacre une partie des «Échos de Stanleyville» à la politique du Fonds d'Avance qu'il souhaite voir assouplir afin de permettre «au plus grand nombre possible de Congolais de devenir, soit par achat, soit par construction, propriétaires d'une habitation en matériaux durables, propre et en rapport avec leurs besoins» (1^{er} août 1954), mais il revient également sur une position qui lui tient particulièrement à cœur : «la lutte contre la discrimination raciale». Après une réunion commune avec les anciens combattants européens il proclame :

«Voilà le point de départ vers un rapprochement entre Blancs et autochtones. Le secret est de s'y prendre avec toute la diplomatie et correction nécessaires. Les réclamations et critiques ne servent à rien. Ne laissons échapper aucune occasion favorable pour nous rapprocher de l'Européen qui va toujours nous tendre la main si nous nous comportons comme des hommes avec toute la dignité voulue» (1^{er} août 1954).

En 1955, Lumumba ne présente plus qu'une contribution significative ; il s'agit de l'«accès des Congolais dans les Établissements publics pour Européens» (4 et 11 septembre 1955). La première phrase du texte est une justification de la colonisation : «Le but de la colonisation est l'action exercée par un peuple civilisé sur un peuple de civilisation inférieure à la sienne dans le but de le transformer progressivement par la mise en valeur de ses ressources naturelles et par l'amélioration des conditions matérielles et morales de ses habitants. La colonisation belge au Congo, justifiée donc par la primauté d'intérêts supérieurs, s'imposait pour le plus grand bien de l'humanité. Cette colonisation a une double action civilisatrice s'exerçant à la fois sur les choses et sur les hommes ...»

Lumumba en conclut que la décision du Gouverneur général est conforme à cette tradition coloniale belge «qui est totalement opposée à toute discrimination raciale». Réaliste, Lumumba constate que plusieurs Européens ne respectent pas la nouvelle réglementation, mais c'est surtout aux Congolais qu'il s'adresse pour les exhorter à la patience et à ne pas abuser de cette liberté : «La modestie est une noble qualité que nous devons acquérir pour notre saine évolution. C'est la seule condition, pour nous, de mériter la confiance et la sollicitude de Monsieur le Gouverneur général» (11 septembre 1955).

La thématique des discours et des articles

Lumumba attache une *importance primordiale à l'éducation, à la formation intellectuelle et morale, à l'enseignement*. Ce sera entre 1950 et 1954 le leitmotiv de toutes ses interventions publiques, de tous ses écrits.

Les moyens énumérés sont d'abord ceux de l'autodidacte : la lecture, la fréquentation des bibliothèques, les conférences instructives, les cours du soir que Lumumba suivra à plusieurs reprises, notamment chez les frères maristes pour l'obtention d'un certificat d'études primaires et en 1954 au «Centre de Collaboration intellectuelle et de formation sociale», dont Lumumba dit : «Nous devons être fiers de la constitution à Stan de ce centre qui nous élèvera sur le plan intellectuel et social» (7 mars 1954) [13].

Mais Lumumba est également un défenseur convaincu de l'école et des diplômes. Il songe un temps à s'inscrire à l'université Lovanium et puis à l'Université Libre de Bruxelles, mais il sait qu'il ne remplit pas les conditions. Lorsqu'en 1953, on crée un jury central à Stanleyville, il jubile : «Voilà l'occasion favorable pour avoir des diplômes que nous convoitons tant !» (21 juin 1953).

Le contenu de la formation, les matières et les thèmes proposés sont des plus classiques. Il s'agit d'abord du français et de tout ce qui permet d'acquérir «une certaine compétence en vue de servir notre pays avec dignité et d'aider les colonisateurs dans leur tâche civilisatrice au Congo» (7 mars 1954). Les bibliothèques qu'il fréquente sont celles des missionnaires ou de l'administration. Il s'agit de «bons livres» proposant des modèles et des normes, mais pas de capacités critiques. Lumumba s'intéresse au droit et à l'histoire mais pas à l'économie ; la sociologie est enseignée par un professeur de l'université sud-africaine de Pretoria. Il ignorera tout du marxisme et des explications matérialistes de l'histoire. P. Clément qui fut son mentor et lui prête sa bibliothèque, ne semble pas l'avoir orienté vers une critique de l'histoire.

Pour Lumumba le but de l'éducation est double : se rapprocher de la «civilisation occidentale» et mieux servir le peuple. Lumumba célèbre dans chacune de ses interventions l'«œuvre grandiose de civilisation entreprise par les Belges» (21 juin 1953 et 4 septembre 1955). Il le fera jusqu'en décembre 1958 dans *La voix du Congolais* (pp. 701-703). Léopold II est «le grand Roi bâtisseur», le grand libérateur des Noirs (*L'Afrique et le Monde*, 9 décembre 1954) ; il fustige ses concitoyens : «Notre évolution actuelle est un retour à la barbarie» (5 juillet 1953) ; au contraire, il faut «Collaborer à l'œuvre civilisatrice» (1^{er} novembre 1953). Le mot civilisation revient dans chaque discours comme une incantation.

Patrice Lumumba est très conscient des responsabilités de l'élite à l'égard du pays, de «l'avenir de nos populations indigènes» (1^{er} novembre 1953). Mais, contrairement à la plupart des évolués d'abord préoccupés d'accroître leurs distances à l'égard de la masse, Patrice Lumumba demande à ses collègues, commis et évolués, d'avoir «conscience des liens qui doivent nous rattacher

à la masse, laquelle nous devons aider, défendre et servir dignement» (1^{er} novembre 1953).

Patrice Lumumba a subi à plusieurs reprises l'expérience du racisme des Blancs ou de l'apartheid du système colonial ; les missionnaires d'abord qui l'ont renvoyé à deux reprises des écoles, l'ont fait durement. À la Symetain à Kalima il eut un conflit violent avec un Européen à propos de la gestion de la cantine ; à Léopoldville en 1947 il se fait traiter de macaque par une femme blanche qu'il avait bousculée. Plus tard, en 1952, il est séparé de son ami P. Clément sur le bateau qui relie les deux rives du fleuve parce qu'ils ne peuvent être assis au même endroit du bateau ! Mais dans ses écrits il ne paraît pas marqué par ces incidents ; au contraire, il croit à l'amitié entre Noirs et Blancs ; il préconise le «rapprochement entre les Blancs et Noirs» (5 juillet 1953). Le plus grand compliment qu'il adresse à un Européen, comme le gouverneur Breuls de Tiecken ou le ministre Buisseret, c'est d'être le «grand ami des Noirs» (4 septembre 1955). Il souligne à plusieurs reprises l'importance des contacts amicaux entre Blancs et Noirs hors des heures de travail, en dehors des bureaux, à la maison. Lui-même pratiquera ce genre de contacts avec P. Clément pendant un an, travaillant ensemble, sortant ensemble, voyageant ensemble ...

Ce n'est qu'après le discours du Gouverneur général Pétillon de 1955 et celui du Roi au Cercle Royal Africain qui insisteront tous deux sur les relations entre Blancs et Noirs, que Lumumba se fait le défenseur explicite de l'égalité entre Européens et Congolais et de la lutte contre la discrimination raciale (cf. son long article : «À propos de l'accès des Congolais dans les établissements publics européens» (4 septembre 1955 et 11 septembre 1955), qui occupera deux numéros de *La Croix du Congo*).

Mais la première partie de ce long article est consacré à l'éloge de la colonisation : «Le but de la colonisation est l'action exercée par un peuple civilisé sur un peuple de civilisation inférieure à la sienne dans le but de transformer progressivement par la mise en valeur de ses ressources naturelles et par l'amélioration des conditions matérielles et morales des habitants.

«La colonisation belge au Congo, justifiée donc par la primauté d'intérêts supérieurs, s'imposait pour le plus grand bien de l'humanité. Cette colonisation a une double action civilisatrice s'exerçant à la fois sur les choses et sur les hommes». Patrice Lumumba avait abordé le même thème dans une lettre adressée et publiée par *L'Afrique et le Monde* (31 mars 1955).

Lumumba célèbre les vertus du travail, de la discipline, de l'accomplissement du devoir, de l'action, de l'assiduité aux réunions de la persévérance, de la politesse (13 novembre 1953) et l'*Écho Postal* (n^o2, 1955).

Dans un texte important et controversé, Lumumba souligne les valeurs de la coutume et l'excellence de l'autorité coutumière, des chefs d'ascendance royale. Il y témoigne d'une étrange méfiance à l'égard des commis qu'il traite d'étrangers dans les milieux coutumiers.

Tout dans le comportement public de Lumumba, dans ses discours et dans ses écrits de 1950 à 1958, est en contraste complet avec son discours du 30 juin 1960 prononcé devant le Roi et un parterre de diplomates et de ministres.

Comment Patrice Lumumba est-il passé d'un discours à l'autre, de la louange dythirambique de l'œuvre coloniale à son exécution ? Les textes de Lumumba de 1949 à 1958 sont dans le droit fil du discours royal du 30 juin alors que celui qu'il a prononcé en est l'antithèse ?

Pourquoi cette évolution à 180° ? Deux réponses diamétralement opposées sont possibles :

1) Lumumba était un hypocrite et a caché ses vraies opinions jusqu'au moment de la lutte pour le pouvoir à la fin 1958. C'est l'explication d'une grande partie de l'opinion coloniale de l'époque ;

2) Lumumba était sincère avant et après 1958. Il était pris dans une logique de la naïveté et de la crédulité politiques. Avant 1958, il croit sincèrement à la supériorité et l'excellence de l'œuvre civilisatrice et à la générosité des Belges et de Léopold II, auxquels il exprime inlassablement sa reconnaissance et sa loyauté. À partir de la fin 1958, après l'exposition de Bruxelles et les contacts avec la gauche belge, la création du M.N.C. et le voyage à Accra, on lui fait comprendre qu'il s'est engagé dans une impasse politique et il accepte avec la même crédulité et le même enthousiasme les conseils de ces amis panafricanistes.

Son discours du 30 juin 1960 est à la fois le sommet du revirement, son expression provoquante, et en même temps la première erreur politique impardonnable du nouveau premier ministre.

Mais peut-être la vérité du personnage est-elle entre ces deux réponses extrêmes !

NOTES ET RÉFÉRENCES

- [1] Le premier nom de Lumumba est Isaïe Tasumbu. C'est sous ce nom qu'il fut admis à l'école de la mission protestante méthodiste de Wembo-Nyama. Il choisit plus tard lui-même le prénom de Patrice et celui de Lumumba.
- [2] *La Voix du Congolais*, 11 avril 1948, p. 2. Lumumba utilise déjà l'appellation «Kinshasa».
- [3] Lumumba adopte après ce texte l'orthographe Hemery avec «H», qui est celle du prénom du chef de secteur des Basambala Joseph-Hemery Pene Sengha, dont Lumumba était originaire.
- [4] Antoine-Marie Mobe, originaire de Lisala et ancien grand séminariste des Pères de Scheut, était commis à la Poste de Stanleyville, où il fit une grande partie de sa carrière. Il y précéda Lumumba dans la plupart de ses fonctions (à l'ADAPES, à l'AES, à l'APIC). Il était détenteur de la Carte du Mérite civique. Il représentait pour Lumumba à la fois un modèle à suivre et un rival.

- [5] L'appellation «Comité central des Associations de Stanleyville» est également utilisée pour désigner la nouvelle fédération.
- [6] Lumumba ne mentionne pas l'A.P.I.P.O. (Association des Postiers Indigènes de la Province Orientale), dont la création ne sera officielle qu'en novembre 1953, ni le Groupement culturel belgo-congolais, dont il était secrétaire.
- [7] PÉTILLON, L.A.M. *Témoignage et réflexions*, p. 288.
- [8] Nous ne disposons pas du texte de la causerie, mais seulement du résumé de Lumumba. Relevons ce passage qui en indique le ton : «Grande est la faveur qui vous est accordée d'avoir des colonisateurs idéaux chez vous : des Belges. Assimilez au maximum les règles qui sont nécessaires pour arriver à cette civilisation occidentale, la meilleure qui existe actuellement dans le monde entier».
- [9] *La Croix du Congo*, 7 juin 1953, p. 5.
- [10] CLÉMENT, P. 1962. Patrice Lumumba, Stanleyville 1952-1953. — *Présence Africaine*, 40 (1^e trimestre 1962) : 74. — Le témoignage de Clément correspond à celui de la fille de Lumumba, Juliana, qui se souvient que son père était très soucieux de lui donner une éducation moderne.
- [11] LUMUMBA, P. 1961, *Le Congo terre d'avenir est-il menacé ?* — Office de Publicité, Bruxelles, 217 pp.
- [12] Dans son ouvrage «Le Congo terre d'avenir est-il menacé», écrit en 1956-1957, Lumumba consacre un chapitre à l'exode vers les villes, mais il ne mentionne plus le remplacement des chefs coutumiers par des «commis désignés» par l'autorité coloniale, comme une cause de l'exode.
- [13] Sauf indication d'une autre source, il s'agit toujours de *La Croix du Congo*.

Séance du 7 décembre 1993

Zitting van 7 december 1993

Séance du 7 décembre 1993

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le directeur, M. J. Everaert, assisté de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

Sont en outre présents : R. P. J. Denis, MM. M. D'Hertefeldt, J. Jacobs, E. Lamy, A. Stenmans, Mme Y. Verhasselt, membres titulaires ; Mme A. Dorsinfang-Smets, membre associé ; M. J. Comhaire, membre correspondant ; M. A. Lederer, membre de la Classe des Sciences techniques.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance : MM. H. Baetens Beardsmore, P. de Maret, R. Devisch, Mme M. Engelborghs-Bertels, MM. A. Gérard, A. Huybrechts, P. Raymaekers, P. Salmon, E. Stols, J. Ryckmans, J. L. Vellut .

Décès de M. Victor Devaux

L'Académie vient d'être informée du décès de M. Victor Devaux, membre titulaire honoraire, survenu à Bruxelles, le 18 juillet 1993, à l'âge de 104 ans.

Le Directeur retrace brièvement la carrière du Confrère disparu.

La Classe se recueille en souvenir du défunt.

M. E. Lamy est désigné pour la rédaction de l'éloge de M. Devaux.

La sculpture en pierre du Bas-Zaïre : Entre l'authentique et le touristique

Le frère J. Cornet, administrateur et conseiller scientifique de l'Institut des Musées nationaux du Zaïre, présente une étude, intitulée comme ci-dessus.

MM. J. Comhaire, A. Stenmans, J. Everaert, J.-J. Symoens et J. Jacobs interviennent dans la discussion.

Exposition Peinture sous verre du Sénégal

Le Directeur annonce la tenue d'une exposition sur la peinture sous verre du Sénégal, du 24 novembre 1993 au 16 janvier 1994, au Musée royal de l'Afrique centrale à Tervuren.

Renseignements : Musée royal de l'Afrique centrale

Leuvensesteenweg 13

3080 Tervuren

Tél. (02) 769 52 11 — Fax (02) 767 02 42

Zitting van 7 december 1993

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt geopend om 14 h 30 door de directeur, de H. J. Everaert, bijgestaan door de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

Zijn bovendien aanwezig : E. P. J. Denis, de HH. M. D'Hertefelt, J. Jacobs, E. Lamy, A. Stenmans, Mevr. Y. Verhasselt, werkende leden ; Mevr. A. Dorsin角度-Smets, geassocieerd lid ; de H. J. Comhaire, corresponderend lid ; de H. A. Lederer, lid van de Klasse voor Technische Wetenschappen.

Betuyden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : De HH. H. Baetens Beardsmore, P. de Maret, R. Devisch, Mevr. M. Engelborghs-Bertels, de HH. A. Gérard, A. Huybrechts, P. Raymaekers, P. Salmon, E. Stols, J. Ryckmans, J. L. Vellut.

Overlijden van de H. Victor Devaux

De Academie werd zopas op de hoogte gebracht van het overlijden van de H. V. Devaux, erewerkend lid, te Brussel, op 18 juli 1993, op 104-jarige leeftijd.

De Directeur schetst in het kort de loopbaan van de overleden Confrater.

De Klasse neemt een ogenblik stilte waar ter nagedachtenis van de overledene.

De H. E. Lamy wordt aangeduid om de lofrede van de H. Devaux op te stellen.

«La sculpture en pierre du Bas-Zaïre : Entre l'authentique et le touristique»

Broeder J. Cornet, beheerder en wetenschappelijk raadgever van het «Institut des Musées nationaux du Zaïre», stelt een studie voor, getiteld als hierboven.

De HH. J. Comhaire, A. Stenmans, J. Everaert, J.-J. Symoens en J. Jacobs komen tussen in de bespreking.

Tentoonstelling Achterglasschilderijen uit Senegal

De Directeur kondigt een tentoonstelling over achterglasschilderijen uit Senegal aan. Deze vindt plaats in het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika, en dit van 24 november 1993 tot 16 januari 1994.

Inlichtingen : Koninklijk Museum voor Midden-Afrika

Leuvensesteenweg 13

3080 Tervuren

Tel. (02) 769 52 11 — Fax (02) 767 02 42

Comité secret

Les membres titulaires et titulaires honoraires réunis en Comité secret, désignent, par un vote secret, M. Th. Verhelst en tant que vice-directeur de la Classe pour 1994.

La séance est levée à 16 h 10.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Geheim Comité

De werkende en erewerkende leden, vergaderd in Geheim Comité, duiden, bij geheime stemming, de H. Th. Verhelst tot vice-directeur van de Klasse voor 1994 aan.

De zitting wordt gegeven om 16 h 10.
Zij wordt gevolgd door een Geheim Comité.

**CLASSE DES SCIENCES
NATURELLES ET MÉDICALES**

**KLASSE VOOR NATUUR- EN
GENEESKUNDIGE WETENSCHAPPEN**

Séance du 23 novembre 1993

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le directeur, M. P. Van der Veken, assisté de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

Sont en outre présents : MM. J. Bouharmont, J. D'Hoore, M. De Dapper, J. Delhal, A. Fain, C. Fieremans, J. Meyer, J. Mortelmans, H. Nicolai, J. Semal, G. Stoops, C. Sys, H. Vis, membres titulaires ; MM. A. de Scoville, J.-C. Micha, membres associés.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance : MM. J. Alexandre, I. Beghin, E. Bernard, J. Bolyn, E. De Langhe, M. De Smet, R. Dudal, L. Eyckmans, P. Gigase, P. G. Janssens, A. Lawalrée, J. Opsomer, P. Raucq, M. Reynders, C. Schyns, E. Tollens, R. Vanbreuseghem.

«Rationeel bodembeleid in de vochtige tropen»

M. E. Van Ranst, directeur du «Laboratorium voor Regionale Bodemkunde en Landevaluatie» de l'Université de Gand, présente une communication, intitulée comme ci-dessus.

MM. J. D'Hoore, J. Mortelmans, C. Sys, G. Stoops, P. Van der Veken et J.-J. Symoens interviennent dans la discussion.

«Freshwater algae of New Guinea: A state of the art»

À la séance du 24 novembre 1992, M. W. Vyverman a présenté une communication, intitulée comme ci-dessus.

Après avoir entendu les rapports favorables de MM. J. Bouillon et J.-J. Symoens, la Classe décide la publication de cette étude dans le *Bulletin des Séances* (pp. 625-642).

«Milieutoetsing, inzonderheid milieu-effectrapportering, van samenwerkingsprojecten in de Derde Wereld»

À la séance du 23 mars 1993, M. R. Rammeloo a présenté une communication, intitulée comme ci-dessus.

Après avoir entendu les rapports de MM. M. De Dapper et C. Sys, la Classe décide la publication de cette étude dans le *Bulletin des Séances* sous réserve des compléments et adaptations formulés par les rapporteurs.

Zitting van 23 november 1993

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de directeur, de H. P. Van der Veken, bijgestaan door de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

Zijn bovendien aanwezig : De HH. J. Bouharmont, J. D'Hoore, M. De Dapper, J. Delhal, A. Fain, C. Fieremans, J. Meyer, J. Mortelmans, H. Nicolai, J. Semal, G. Stoops, C. Sys, H. Vis, werkende leden ; de HH. A. de Scoville, J.-C. Micha, geassocieerde leden.

Betuïgden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : De HH. J. Alexandre, I. Beghin, E. Bernard, J. Boly, E. De Langhe, M. De Smet, R. Dudal, L. Eyckmans, P. Gigase, P. G. Janssens, A. Lawalrée, J. Opsomer, P. Raucq, M. Reynders, C. Schyns, E. Tollens, R. Vanbreuseghem.

Rationeel bodembeleid in de vochtige tropen

De H. E. Van Ranst, directeur van het Laboratorium voor Regionale Bodemkunde en Landevaluatie van de Universiteit Gent, stelt een lezing voor getiteld als hierboven.

De HH. J. D'Hoore, J. Mortelmans, C. Sys, G. Stoops, P. Van der Veken en J.-J. Symoens komen tussen in de bespreking.

«Freshwater algae of New Guinea: A state of the art»

Tijdens de zitting van 24 november 1992 heeft de H. W. Vyverman een mededeling gehouden, getiteld als hierboven.

Na de gunstige verslagen van de HH. J. Bouillon en J.-J. Symoens hierover gehoord te hebben, beslist de Klasse deze studie in de *Mededelingen der Zittingen* te publiceren (pp. 625-642).

Milieuoetsing, inzonderheid milieu-effectrapportering, van samenwerkingsprojecten in de Derde Wereld

Tijdens de zitting van 23 maart 1993 heeft de H. R. Rammeloo een mededeling gehouden, getiteld als hierboven.

Na de verslagen van de HH. M. De Dapper en C. Sys gehoord te hebben, beslist de Klasse deze studie in de *Mededelingen der Zittingen* te publiceren, op voorwaarde dat er rekening wordt gehouden met de aanvullingen en aanpassingen door de verslaggevers geformuleerd.

Lubumbashi, capitale du cuivre. Ville et citadins au Zaïre méridional

À la séance du 22 juin 1993, M. H. Nicolaï a présenté un mémoire de M. J.-C. Bruneau, intitulé comme ci-dessus.

Le Secrétaire perpétuel informe les membres que, malgré son intérêt incontestable, cet ouvrage ne pourrait, en raison de son volume, être publié tel quel par l'Académie, surtout sans appui financier extérieur. De plus, d'autres mémoires sont actuellement sous presse ou sur liste d'attente, de sorte que celui-ci ne pourrait pas être publié avant la fin de 1995.

La Classe propose que M. H. Nicolaï reprenne contact avec M. J.-C. Bruneau et lui demande, d'une part, s'il peut trouver un financement extérieur, d'autre part, s'il accepterait de réduire son travail à 150 pages environ.

Commission administrative

Le mandat de M. L. Eyckmans au sein de la Commission administrative expire le 31 décembre 1993.

M. Eyckmans atteignant l'âge de l'honorariat en 1995, son mandat n'est pas renouvelable. La Classe propose M. G. Stoops pour la représenter au sein de la Commission administrative.

Distinctions honorifiques

M. J. Mortelmans a été nommé Grand officier de l'Ordre de Léopold par arrêté royal du 15 juillet 1993.

M. L. Eyckmans a été nommé Grand officier de l'Ordre de la Couronne par arrêté royal du 16 juillet 1993.

Distinction académique

M. L. Eyckmans a été nommé membre correspondant de l'Académie nationale de Médecine de Paris.

Prix Dr Albert Dubois pour la Pathologie tropicale

Le Secrétaire perpétuel annonce que le troisième Prix Dr Albert Dubois pour la Pathologie tropicale (1990-1994) sera attribué sous les auspices de l'Académie royale de Médecine de Belgique.

Ce prix, d'un montant de 500 000 BF, est destiné à encourager la recherche clinique, expérimentale ou épidémiologique dans les domaines de la pathologie tropicale humaine et vétérinaire. La date limite pour l'introduction des candidatures à l'Académie royale de Médecine de Belgique est le 31 mai 1994.

«Lubumbashi, capitale du cuivre : Ville et citadins au Zaïre méridional»

Tijdens de zitting van 22 juni 1993 heeft de H. H. Nicolaï een verhandeling van de H. J.-C. Bruneau voorgesteld, getiteld als hierboven.

De Vaste Secretaris deelt de leden mee dat dit werk, ondanks zijn onbetwistbaar belang, zonder externe financiële steun door de Academie niet als dusdanig — wegens te omvangrijk — kan gepubliceerd worden. Bovendien wachten nog een aantal verhandelingen, hetzij bij de drukker, hetzij op de wachtlijst, hun beurt af om gedrukt te worden, zodat dit werk niet vóór eind 1995 gepubliceerd kan worden.

De Klasse stelt voor dat de H. H. Nicolaï opnieuw contact opneemt met de H. J.-C. Bruneau, met de vraag of hij externe financiële steun kan aanbrengen enerzijds, en bereid is zijn werk tot ongeveer 150 bladzijden te herleiden, anderzijds.

Bestuurscommissie

Het mandaat van de H. L. Eyckmans in de schoot van de Bestuurscommissie vervalt op 31 december 1993.

Zijn mandaat is niet hernieuwbaar, aangezien de H. L. Eyckmans in 1995 de leeftijd van het erelidmaatschap zal bereiken. De Klasse stelt de H. G. Stoops voor om haar in de Bestuurscommissie te vertegenwoordigen.

Eretekens

Bij koninklijk besluit van 15 juli 1993 werd de H. J. Mortelmans tot Groot-officier in de Leopoldsorde benoemd.

Bij koninklijk besluit van 16 juli 1993 werd de H. L. Eyckmans tot Groot-officier in de Kroonorde benoemd.

Academische onderscheiding

De H. L. Eyckmans werd tot corresponderend lid van de «Académie nationale de Médecine de Paris» benoemd.

Dr. Albert Dubois Prijs voor Tropische Pathologie

De Vaste Secretaris meldt dat de derde Albert Dubois Prijs voor Tropische Pathologie (1990-1994) onder de auspiciën van de Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België zal toegekend worden.

Deze prijs, ter waarde van 500 000 BF, is bestemd om het klinisch, experimenteel of epidemiologisch onderzoek op het gebied van de menselijke en dierlijke tropische pathologie aan te moedigen. De uiterste datum voor het indienen van de kandidaturen bij de Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België is 31 mei 1994.

Une brochure d'information et des affiches pour les Institutions et Sociétés qui accepteraient de faire quelque publicité au Prix Dubois peuvent être obtenues à l'Académie royale de Médecine.

Colloque international

Comment former des Médecins polyvalents dans le Tiers-Monde ?

L'Institut de Médecine tropicale Prince Léopold organise à Anvers du 15 au 17 décembre 1993, un colloque international sur le thème «Comment former des Médecins polyvalents dans le Tiers-Monde ?».

Renseignements et inscriptions :

Mlle L. De Buysser
Institut de Médecine tropicale Prince Léopold
Nationaalestraat 155
2000 Antwerpen
Tél. (03) 247 62 06 — Fax (03) 216 14 31

Conférence internationale

«Ecology and Environment»

La «Foundation for Primary Forest Protection» (FUNBOSPRI) organise une conférence internationale sur le thème «Ecology and Environment» au Costa Rica du 20 au 24 juin 1994.

Renseignements et inscriptions :

Celso Vargas
Departamento de Computación
ITCR, Aptdo 159
Cartago (Costa Rica)
Fax +506 51 53 48

La séance est levée à 16 h 30.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Een informatiebrochure en affiches voor de Instellingen en Verenigingen die deze Prijs bekend zouden willen maken, kunnen op de Koninklijke Academie voor Geneeskunde bekomen worden.

Internationaal Colloquium
Hoe polyvalente geneesheren opleiden in de Derde Wereld ?

Het Prins Leopold Instituut voor Tropische Geneeskunde organiseert van 15 tot 17 december 1993 te Antwerpen een internationaal colloquium met als thema «Hoe polyvalente geneesheren opleiden in de Derde Wereld?».

Inlichtingen en inschrijvingen :

Juf. L. De Buysser
Prins Leopold Instituut voor Tropische Geneeskunde
Nationalestraat 155
2000 Antwerpen
Tel. (03) 247 62 06 — Fax (03) 216 14 31

Internationale Conferentie
«Ecology and Environment»

De «Foundation for Primary Forest Protection» (FUNBOSPRI) organiseert van 20 tot 24 juni 1994 te Costa Rica een internationale conferentie met als thema «Ecology and Environment».

Inlichtingen en inschrijvingen :

Celso Vargas
Departamento de Computación
ITCR, Aptdo 159
Cartago (Costa Rica)
Fax +506 51 53 48

De zitting wordt gegeven te 16 h 30.
Zij wordt gevolgd door een Geheim Comité.

Freshwater algae of New Guinea : A state of the art *

by

W. VYVERMAN **

KEY-WORDS. — Algae ; Biogeography ; Limnology ; New Guinea ; Phytoplankton.

SUMMARY. — Very little is known about the freshwater biota of New Guinea. The entire island represents a most interesting and virtually untouched lake province, with several thousands of lakes of widely varying origin, hydrology, altitude and chemistry. The current knowledge of the taxonomy and ecology of freshwater algae of New Guinea is summarized.

RÉSUMÉ. — *Les algues d'eau douce de la Nouvelle Guinée : Un état actuel des connaissances.* — Les milieux aquatiques de la Nouvelle Guinée sont très peu connus. Toute cette grande île constitue une région de lacs intéressante et variée, par ses milliers de lacs de très variables origines, hydrologie, altitude et caractéristiques physico-chimiques. Dans la communication suivante la connaissance présente de la taxonomie et écologie des algues d'eau douce de la Nouvelle Guinée est résumée.

SAMENVATTING. — *Zoetwateralgen van Nieuw-Guinea : Een stand van zaken.* — De zoetwaterbiota van Nieuw-Guinea zijn slecht gekend. Het eiland vormt een bijzonder interessant merengebied, met duizenden meren van sterk uiteenlopende oorsprong, hydrologie, hoogteligging en fysisch-chemische kenmerken. De huidige kennis van de taxonomie en ecologie van de zoetwateralgen van Nieuw-Guinea wordt samengevat.

Introduction

Algae are among the most important primary producers in aquatic ecosystems, together with cyanobacteria, different other groups of photosynthetic bacteria and aquatic macrophytes. Many algae are very sensitive to environmental changes and have a great potential use as indicator organisms. Several groups are easily fossilized and their fossil remains provide information about

* Paper read at the meeting of the Section of Natural and Medical Sciences held on 24 November 1992. Definitive text received on 8 September 1993. Publication decided on 23 November 1993.

** Researcher of the «Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek, Universiteit Gent» ; Laboratorium voor Morfologie, Systematiek en Ecologie der Planten, Universiteit Gent, K. L. Ledeganckstraat 35, B-9000 Gent (Belgium).

events in the past, like e.g. climatic changes, marine transgressions, acidification and eutrophication.

Compared to temperate regions, relatively little is known about freshwater ecosystems in the tropics. Despite its crucial biogeographic position and great diversity in biota, New Guinea has been little explored. Thanks to a Belgian Botanical Research Project (1986-) I had the opportunity to study the freshwater algae in Papua New Guinea. In this paper I will try to give a summary of what is presently known about their taxonomy and ecology.

The country

New Guinea is the second largest island on earth, situated east of the islands of Indonesia and north of Australia (fig. 1). Politically it is divided into Papua New Guinea to the east and Irian Jaya, which forms part of Indonesia, to the west. New Guinea's most prominent feature is the impressive central cordillera extending from east to west over most of the island's length. The country is very diverse in climatic types, geomorphology, soils, flora and fauna



Fig. 1. — New Guinea and the location of major drainage systems. Numbers indicate major wetland areas. — 1: Mamberamo region; 2: southern coastal areas of Birdshead Peninsula; 3: lowland swamplands bordering the Casuarine Coast; 4: seasonal swamps of the Bensbach-Fly area; 5: lowland swamps of the Purari-Kikori catchments; 6: Sepik-Ramu floodplains.

and population. For more extensive general information about the country, the reader is referred to DOW (1977), GRESSITT (1982), LÖFFLER (1977) and MCALPINE *et al.* (1983).

Aquatic and semi-aquatic ecosystems in New Guinea

Wetlands comprise more than 11% of the surface of New Guinea. The most extensive wetlands occur in lowland regions and intramontane basins. The low-altitude wetlands can be divided into the northern and southern parts of the island, separated by the central mountain range. To the north, important areas include the vast swamplands of the Sepik and Ramu rivers in Papua New Guinea and the lower reaches of the Mamberamo river in Irian Jaya. To the south, large wetlands occur inland of the Casuarina coast in Irian Jaya, the border area with Papua New Guinea (Wasur and Bensbach area) with seasonal swamps and the Fly, Kikori and Purari catchments in Papua New Guinea. Extensive estuarine regions and a more distinct monsoonal climate characterise the southern wetlands. In the north, estuarine areas are limited in extent, which is explained by the small tidal amplitudes in the Bismarck Sea.

In Papua New Guinea alone there are more than 5000 lakes, distributed over the entire altitudinal gradient. Over 80% lie below 40 m altitude, while only 4% are over 2000 m altitude (CHAMBERS 1987). According to their origin, there are at least 21 different types of lakes in New Guinea (CHAMBERS 1987, VYVERMAN 1990). Most lakes are associated with floodplain systems in lowlands and in the intramontane basins in the highlands. Glacial lakes and ponds are widespread in the highlands. Many lakes were formed during or after volcanic activity, through blocking of valleys by lava flow or in extinct craters. Little work has been done on the water chemistry of New Guinean waters. The most recent bibliography on limnology and freshwater ecology in Papua New Guinea is given by OSBORNE (1987). Physical and chemical features of freshwaters have been most extensively studied in the Purari river catchment (PETR 1983). Similar studies have been done in the Fly river region (OSBORNE *et al.* 1987), the central highlands (CHAMBERS *et al.* 1987) and Lake Kutubu (OSBORNE *et al.* 1992) and the Sepik area (COATES *et al.* 1983, VYVERMAN, *subm.*).

The freshwater algae flora

Phycological investigations in New Guinea have been very scanty. In Irian Jaya CHOLNOKY (1963) studied diatoms from some, mainly marine, localities. In Papua New Guinea studies include BROOK & HINE (1966) on the variability

of *Staurastrum freemanii* (Desmidiaceae), WATANABE *et al.* (1979a) on the desmids from the Waitape region, WATANABE *et al.* (1979b) on the cyanobacteria from Mt. Wilhelm, THOMASSON (1967) on the phytoplankton of the Mt. Wilhelm lakes, YAMAGISHI & WATANABE (1979) on filamentous green algae, KUMANO (1983), KUMANO & JOHNSTONE (1983) and KUMANO & WATANABE (1983) on *Batrachospermum* (Rhodophyta), JOHNSON (1962) & WATANABE (1979) on soil algae, HOFFMANN (1988, 1991a,b) on terrestrial cyanobacteria and REICHARDT (1988) on diatoms of some streams and ponds.

A first attempt of a more systematic sampling of aquatic habitats in Papua New Guinea was done in 1986, 1987 and 1988, covering the entire altitudinal gradient. More than 300 different habitats were sampled, most of them situated in the northern and central part of the country.

Most work was done by us on the systematics of desmids (Desmidiaceae) and diatoms (Bacillariophyta). Hitherto more than 940 different taxa are described (VYVERMAN 1991 a,b). Not surprisingly a number of new taxa were discovered (VYVERMAN 1987, VYVERMAN & COMPÈRE 1991a,b). Several taxa described from the Indo-Malaysian and North-Australian regions, were found for the first time since their description, illustrating the poor knowledge of the freshwater algae in tropical south-east Asia. Table 1 gives a summary of the present knowledge of the freshwater algal flora of Papua New Guinea.

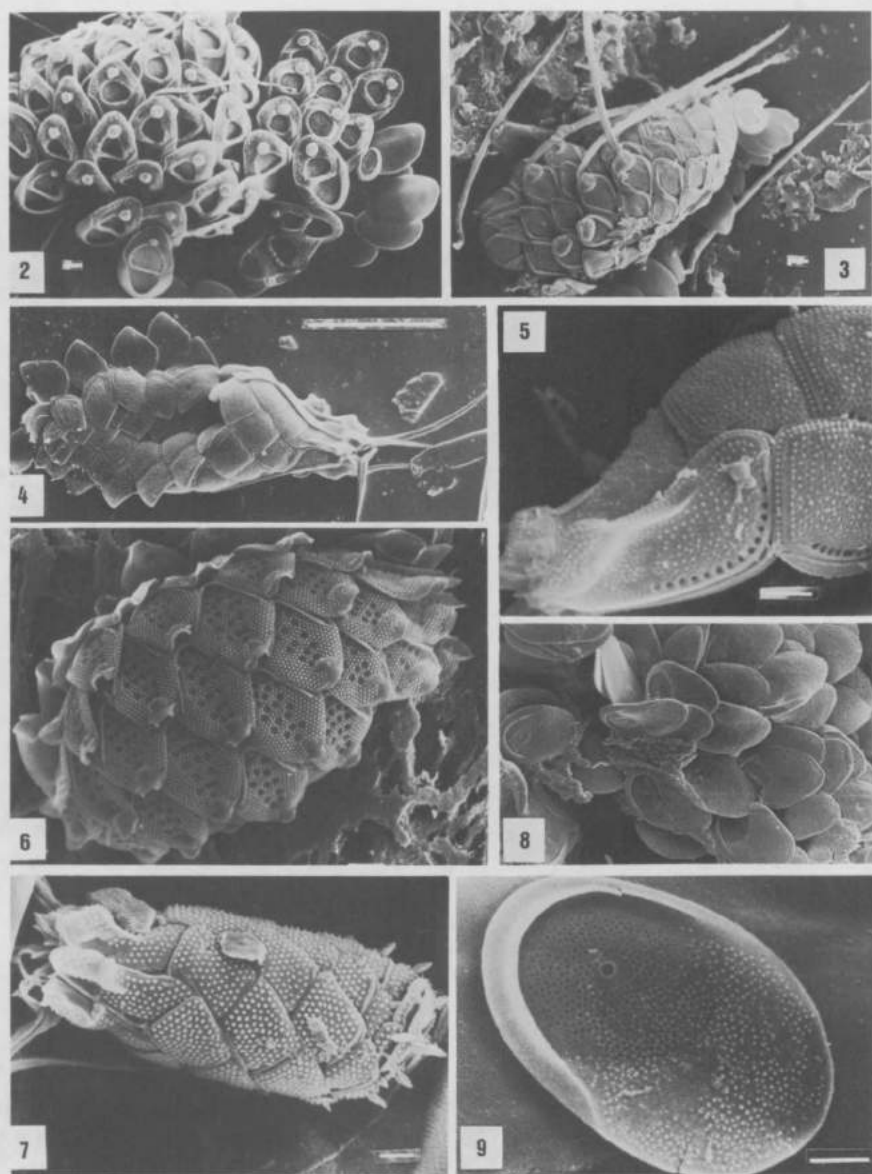
Table 1

Approximate numbers of taxa of different groups of freshwater algae known from Papua New Guinea

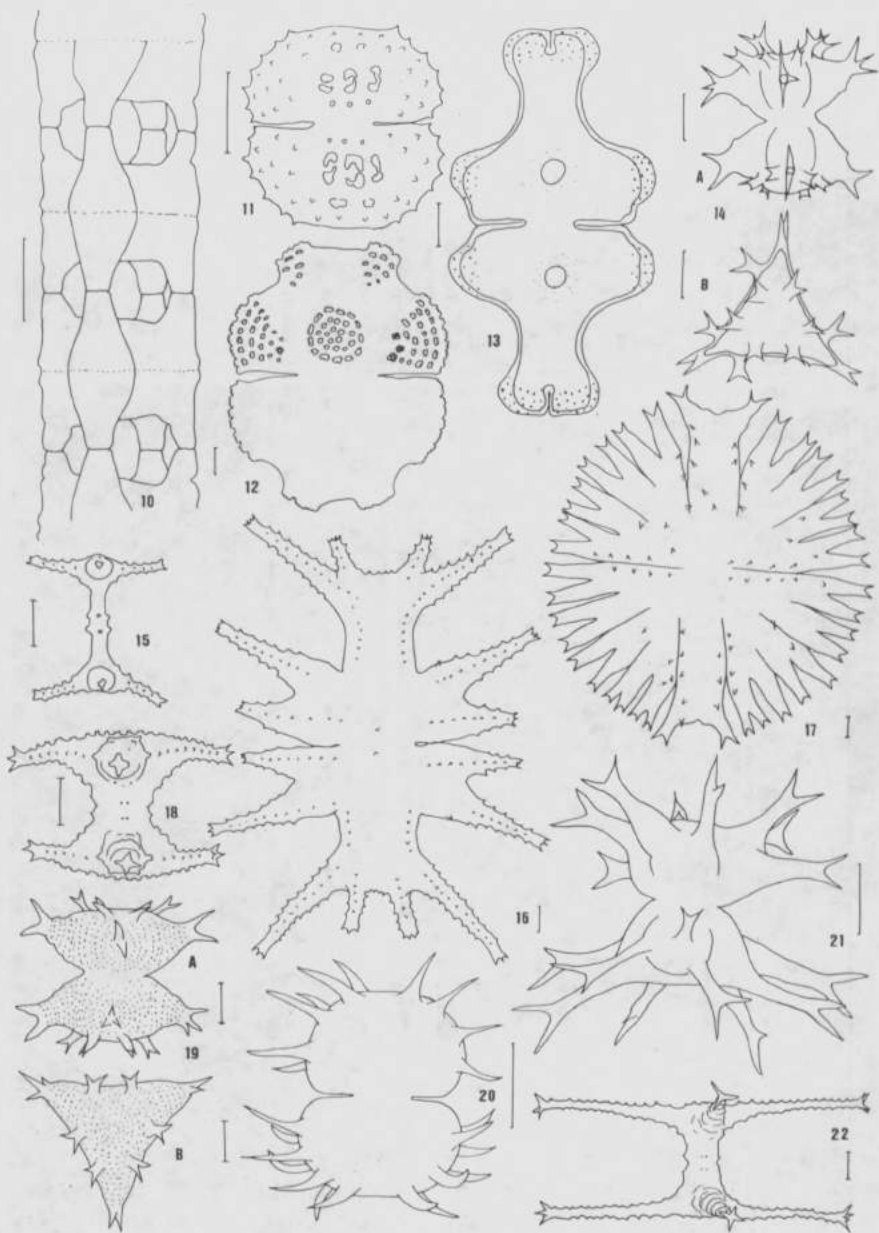
Taxonomic group	Number of taxa
Rhodophyta	11
Chrysophyta	42
Xanthophyta	10
Bacillariophyta	560
Dinophyta	18
Phaeophyta	1
Cryptophyta	4
Euglenophyta	75
Chlorophyta	560
Charophyta	2
Cyanophyta	65

Source : Literature and own published and unpublished observations.

The present species lists are far from complete and no doubt many more (new) taxa are to be added to the algal flora of the island. The entire part of Irian Jaya, the southern lowlands comprising extensive floodplains and seasonal swamps, volcanic lakes and forest lakes, rivers and bogs are largely unknown. In 1992, a preliminary sampling was done in Irian Jaya, focussing



Figs. 2-9. — Some chrysophytes from Papua New Guinean waters. — Fig. 2. *Mallomonas bangladeshica* (Takahashi & Hayakawa) Nicholls, body scales. — Fig. 3. *M. cyacellata* Asmund & Wujek var. *kenyana* Wujek & Asmund, whole cell. — Figs. 4-5. *M. favosa* Nicholls, 4: whole cell, 5: collar scales. — Fig. 6. *M. guttata* Wujek, whole cell. — Fig. 7. *M. mangofera* Harris & Bradley f. *mangofera*, whole cell. — Figs. 8-9. *M. matvienkoae* (Matvienko) Asmund & Kristiansen f. *matvienkoae*, body scales. — Scale bars: 2, 3, 5, 6-9 = 1 μm , 4 = 10 μm . (After VYVERMAN & CRONBERG 1993).



Figs. 10-22. — Diversity of desmids from Papua New Guinean waters. — Fig. 10. *Desmidium baileyi* (Ralfs) Nordstedt f. *tetragonum* Nordstedt. — Fig. 11. *Cosmarium spinuliferum* West & West. — Fig. 12. *Euastrum horikawae* Hinode. — Fig. 13. *Euastrum longicolle* Nordstedt var. *capitatum* West & West. — Fig. 14. *Staurastrum forficulatum* Lundell, A: frontal view, B: apical view. — Fig. 15. *S.* sp., a new species to be described. — Fig. 16. *Micrasterias mahabuleshwarensis* Hobson var. *ampullacea* (Maskel) Nordstedt. — Fig. 17. *M. lux* Joshua. — Fig. 18. *Staurastrum submanfeldtii* West & West. — Fig. 19. *S. avicula* Brébisson var. *subarcuatum* (Wolle) West & West, A: frontal view, B: apical view. — Fig. 20. *Xanthidium multicornae* Borge. — Fig. 21. *Staurastrum tohopekaligense* Wolle. — Fig. 22. *S. longiradiatum* West & West f. *majus* West & West. Scale bars = 10 μ m.

on the large lakes in the north of the country, the central highlands and the southern swamplands. The material is currently being studied.

Our knowledge of the other algal groups is even less if compared to diatoms and desmids. Recently we broadened our taxonomic investigations to other groups of green algae (Chlorophyta), dinoflagellates (Dinophyta), chrysophytes (Chrysophyta), euglenoids (Euglenophyta) and Cryptophyta (VYVERMAN 1991c, VYVERMAN & COMPÈRE 1991c, VYVERMAN & CRONBERG 1993). Some characteristic taxa of chrysophytes and desmids from Papua New Guinean waters are shown in figures 2-22. It is clear that taxonomy and systematics of freshwater algae in New Guinea is still in an early descriptive phase and this will probably remain so for the coming years.

Biogeographical aspects

Freshwater algae are widely considered as being cosmopolitan. In Papua New Guinea about 70% of the total diatom and desmid flora consists of cosmopolitan taxa, which is comparable to other tropical regions (VYVERMAN 1992b). The few studies on transport of algae indeed indicate that algae seem to have a great dispersion capacity. Cells or resting stages may be transported by wind, water fowl, water currents etc., which would explain their wide distribution. The relatively small differences in abiotic factors and the great ecological amplitude of many species would confirm this idea (UHERKOVICH 1984). The concept of cosmopolitanism among freshwater algae has to be considered in view of our present knowledge of their taxonomy, which is almost exclusively based on morphological features. Very small morphological differences may have an important biological meaning and are underlain by differences in crossing capacities, isozyme characteristics etc. Different clones of the same morphological species or species complex may be genetically isolated, but on the other hand, morphologically different species may be genetically compatible. Certainly the biological and evolutionary reality is far more complex than shown by our present taxonomy. At present however there is no practical alternative to the classical taxonomy of algae.

If we only consider very clear-cut morphological taxa, there is a considerable number which has a more restricted distribution. Many of them seem to be confined to oligotrophic habitats, and rarely occur in large numbers. In Papua New Guinea, non-cosmopolitan desmids account for 27% of the total number of taxa, while among diatoms about 19.8% of the taxa has a restricted geographic distribution. These figures agree with studies from other tropical regions (e.g. COMPÈRE & ILTIS 1983). We distinguished the following distribution types: pantropical, palaeotropical, northern-temperate, Indo-Malaysian-North-Australian and Southern hemispheric. Tropical taxa are more numerous among desmids, which agrees with the idea that speciation centers in this group are

situated in the tropics. In addition, the greater number of Indo-Malaysian-North-Australian desmids as contrasted to the larger number of pantropical diatoms, suggest that both groups may have different ways of dispersal and/or different speciation rates. Bird migration rather than wind dispersal may explain the origin of the Indo-Malaysian-North-Australian element, while large scale air circulation patterns would be more appropriate for the pantropical element.

An analysis of the representation of the different distribution types along the altitudinal gradient confirms the idea that there exists a distinct temperate and a tropical flora element among diatoms and desmids (fig. 23). Northern-temperate taxa are mainly found at high altitudes, while tropical taxa are dominant in lowland areas. The transition zone between the tropical lowland desmid and diatom flora and the more temperate highland flora is situated in New Guinea between 1700 and 2300 m altitude. Similar patterns are observed for higher aquatic and terrestrial plants. Holarctic taxa are represented on tropical mountains above certain altitudes. In terrestrial plants however the differences are on a higher taxonomic level (genus or family level).

The biogeographical relationships of other algal groups are at present far from clear, due to the large gaps in our knowledge of their taxonomy and distribution. For many taxa, distribution data are no more than maps of sampling localities and are not representative as to geographic distribution. To illustrate this we may refer to the chrysophytes, which up till 20 years ago were believed to occur mainly in temperate regions. Recent studies however (e.g. CRONBERG 1989) have demonstrated their abundance in tropical waters as well. At most one can only indicate some general trends, like for the genus *Ceratium* (Dinophyta) which is replaced by the genus *Peridinium* towards the equator.

Further studies on this interesting subject are needed, especially on taxonomy, dispersal mechanisms, speciation. Experimental studies like e.g. on the mating ability between geographically isolated clones of the same species, and detailed taxonomic studies of natural populations of related species with a different geographical distribution such as the *Micrasterias crux-melitensis* - *M. radians* complex (VYVERMAN & VIANE, in press) will bring better insight into these matters.

Typology of inland waters of New Guinea

Diatoms and desmids are very sensitive indicators of eutrophication, acidification and pollution. In temperate countries diatoms are widely used in the monitoring of water quality. The most useful systems start from the natural situation in undisturbed waters to which alterations in community structure and composition are compared.

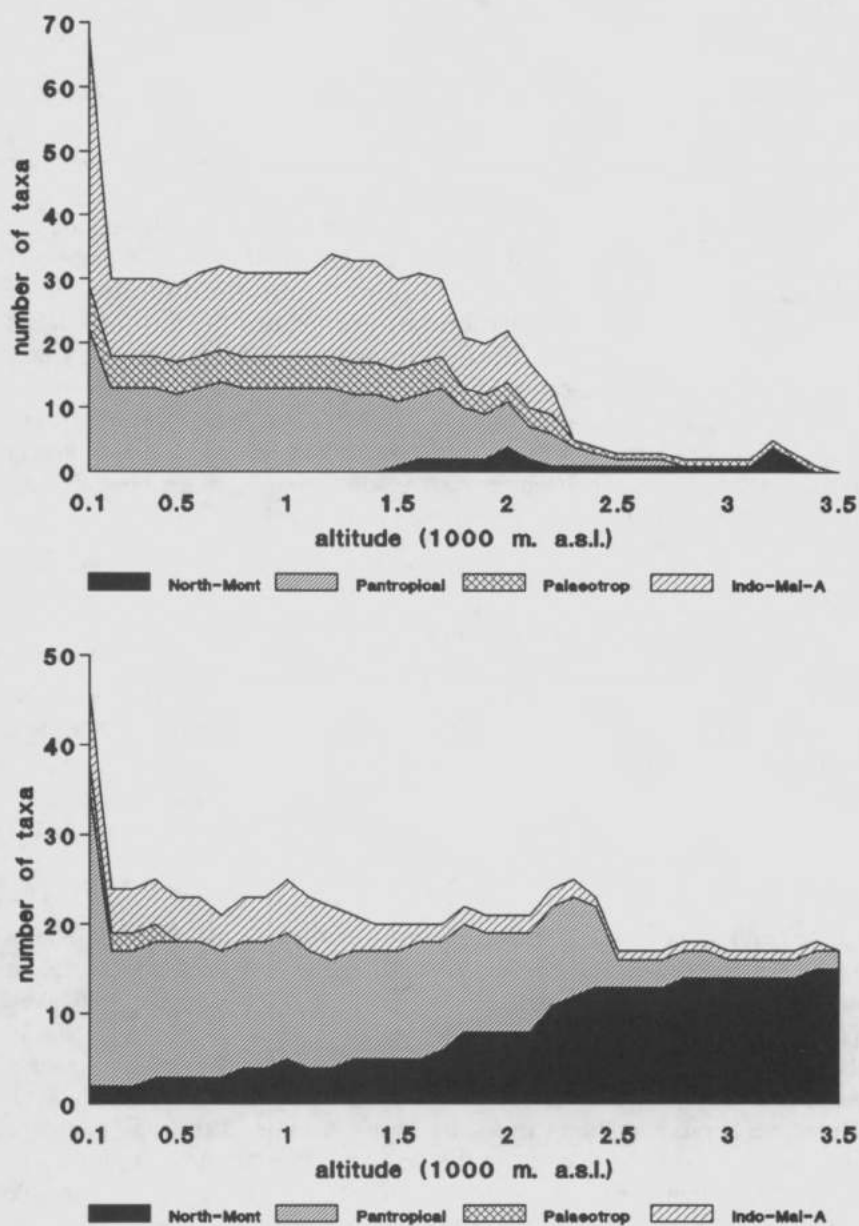


Fig. 23. — Numbers of northern montane, pantropical, palaeotropical and Indo-Malaysian-North-Australian diatom (a) and desmid (b) taxa along the altitudinal gradient in Papua New Guinea. (After VYVERMAN 1992).

The database containing information on species composition and abundance in 135 different waters from Papua New Guinea was analyzed using multivariate techniques (Twinspan and DCA) (VYVERMAN 1992a, d). This resulted in a classification of the inland waters with twenty different diatom assemblages and five desmid assemblages. The main abiotic factors linked with the different types are the electrolyte content, pH, altitude and anthropogenic influence.

Shifts in species composition and assemblage structure of fossil diatoms offer interesting perspectives to study climatic changes (VYVERMAN 1993). An analysis of the diatom communities in comparable habitats at different altitudes shows a distinct relationship with altitude, and thus with temperature. The application of transfer functions between floristic data and altitude can then be applied to sequences of fossil diatoms. This technique is widely used to study lake acidification and eutrophication, but has rarely been used to study recent climatic changes. New Guinea is very well suited for the calibration of present-day diatom communities with temperature as suitable habitats are present along the entire altitudinal/temperature gradient and large seasonal changes in temperature do not occur.

Phytoplankton ecology

Since 1991 we are studying the functional and structural aspects of phytoplankton in relation to biotic and abiotic factors. We focussed on two main areas, the Sepik-Ramu floodplain and the coastal meromictic lakes.

The Sepik-Ramu floodplain

The Sepik river is one of the largest rivers of New Guinea, being 1100 km long and navigable for more than 500 km. In the lower reaches the floodplain is more than 70 km wide, an extensive swampland with more than 2000 lakes. The Ramu river is considerably smaller with a much narrower floodplain. In their lower reaches the Sepik and Ramu rivers form one floodplain. Seasonal water level fluctuations are considerable, up to 7 m in the middle Sepik area. The entire Sepik and Ramu rivers are freshwater due to the high discharge and the small tidal fluctuations in the Bismarck Sea. Mangroves only occur as relatively small strips along the coast. The entire system is comparable to the Amazone system with respect to hydrology and water types.

There are three main water types, the clear, white and black waters of which the two latter are most common. White waters carry high loads of suspended sediments, are somewhat richer in nutrients and circum-neutral. Black waters are darkish brown due to the presence of humic acids; they are acid and

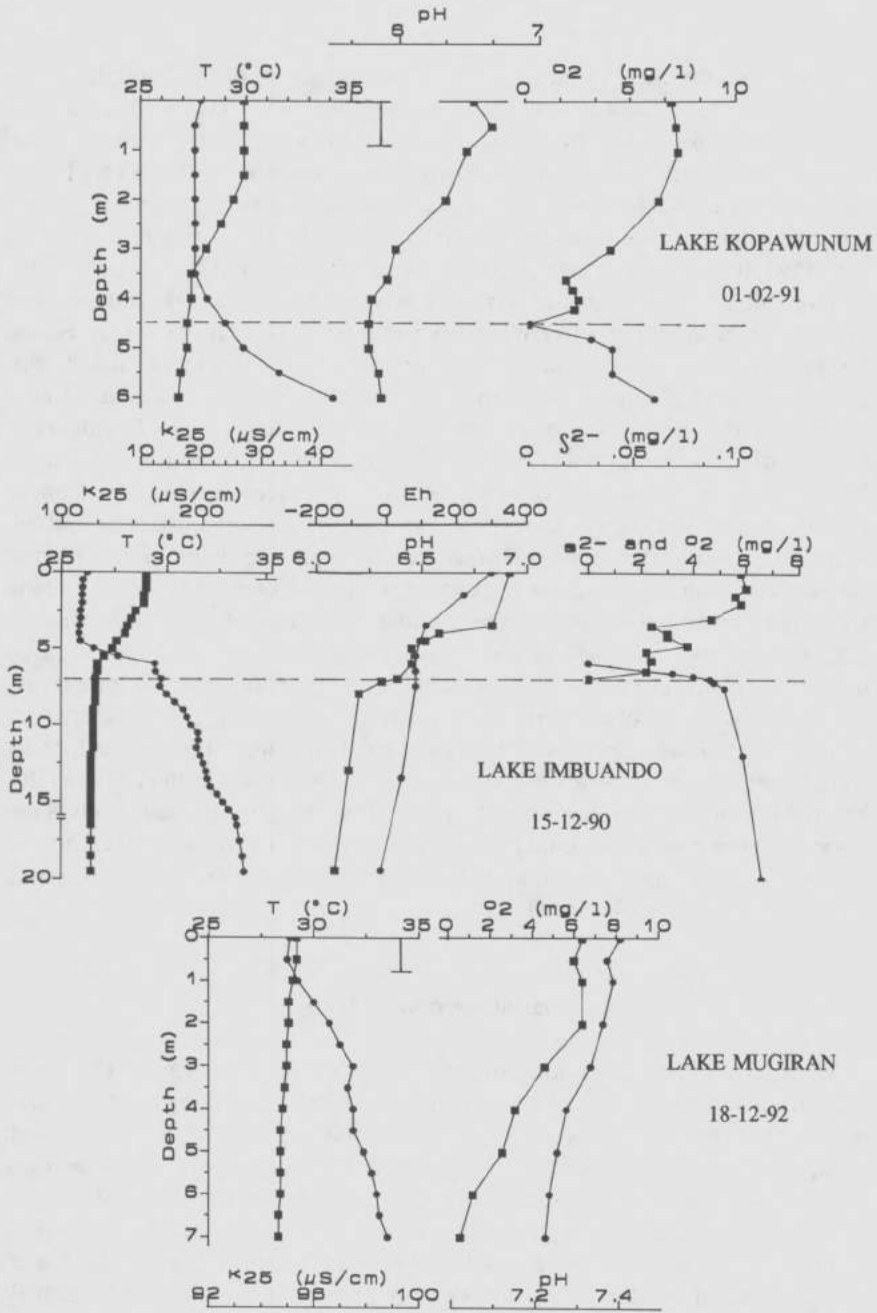


Fig. 24. — Typical profiles of temperature ($^{\circ}\text{C}$), conductivity (K_{25}), pH, dissolved oxygen (O_2) and total sulphides (S^{2-}) in stratified and non-stratified lakes of the Sepik-Ramu floodplain. Lake Imbuando is a blackwater lake, L. Kopawunum a mixed-water lake and L. Mugiran a white-water lake.

very poor in nutrients. Some rivers in the northern part of the floodplain, like Green river, are of the clear water type. These however we have not yet studied.

Lakes may be of the black, white or mixed water types, permanent or seasonally inundated, more or less isolated from riverine influence etc. Many lakes are stratified for long periods, developing anoxic hypolimnia. Some typical profiles of abiotic characteristics in stratified and non-stratified lakes are shown in figure 24. Traditionally, tropical lakes are classified as polymictic or oligomictic. This distinction however simplifies reality as the stratification regime may be anything between these two extremes. The whole area represents a very dynamic geomorphological and limnological environment, mainly due to the hydrological impact of the rivers on the surrounding swamps and lakes.

Perhaps the entire floodplain can best be regarded as one limnological entity, with a common pool of phytoplankton species. Most taxa can be found in the different lakes and swamps, though in widely varying abundance. Depending on hydrology, presence or absence of humic substances and/or sediment, stratification type, certain taxa become dominant in the phytoplankton community. Diatoms and cyanobacteria are often the most abundant forms in terms of cell numbers: *Synedra* and *Aulacoseira* spp. in white waters, *Rhizosolenia* spp. in black waters, and in mixed waters *Asterionella zasmínensis* and *Attheya zachariasii*. Desmids, although numerically unimportant, are very diverse in black waters, their diversity decreasing from mixed to white waters. Euglenophytes, Volvocales and Chrysophyta are abundant in mixed waters but they also occur in black and white waters. Generally phytoplankton densities are highest in mixed waters after the sediments have settled. These tendencies could be well explained taking into account the different survival strategies among the freshwater algae (VYVERMAN, *subm.*; VYVERMAN & TYLER, *in prep.*).

Coastal meromictic lakes

Meromictic lakes are among the most peculiar lakes on earth. The often very sharp density gradients in the water column prevent mixing of the bottom waters with the surface layers. This pronounced vertical stability is reflected in sharp gradients of dissolved oxygen, redox, acidity, dissolved sulphides, nutrients and most other cations and anions. Communities of aquatic organisms in these lakes often occupy very discrete and narrow strata in the water column. Algae are mainly confined to the upper aerated part of the water column, the mixolimnion. The upper part of the monimolimnion, which is reducing and often contains high concentrations of sulphides is populated by phototrophic bacteria provided that light is still available at that depth.

The coastal meromictic lakes in Papua New Guinea conform very well to the above mentioned characteristics, but in addition they show some very

Gradients of major abiotic factors	Major strata	Major processes	
	MIXOLIMNION	Oxygenic photosynthesis <i>Chaetoceros muelleri</i> <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Cryptomonas sp.</i> <i>Thalassomonas sp.</i> <i>Gymnodinium sp.</i>	Aerobic decomposition <i>Bacteria</i> <i>Copepods</i> <i>Rotifers</i> <i>Fish</i>
	REDOX DISCONTINUITY LAYER	Anoxygenic photosynthesis <i>Oscillatoria limnetica</i> <i>Green and Purple Sulfur Bacteria</i>	Mixed aerobic and anaerobic decomposition <i>Bacteria</i> <i>Heterotrophic flagellates</i> <i>Protozoa</i>
	MONIMOLIMNION		Anaerobic decomposition <i>Sulfate reducing bacteria</i> <i>Fermenting bacteria</i>
	SEDIMENT		<i>Sulfate reducing bacteria</i>

Fig. 25. — Schematic presentation of the microstratification of abiotic factors and associated major processes in the different strata of coastal meromictic lakes in Papua New Guinea. Symbols are : T : Temperature, K_{25} : conductivity, O_2 : dissolved oxygen, S^{2-} : total sulphides.

interesting peculiarities (fig. 25). The lakes are meromictic during most of the time, but at some irregular intervals, the inflow of seawater due to exceptionally high tides and strong winds may cause a destruction of the meromictic features. However in less than a few weeks the lakes stratify again and the original characteristics re-establish. At the interface of mixo- and monimolimnion there is a layer of anoxygenic photosynthesising cyanobacteria which however are capable of switching to an oxygenic photosynthesis. The density and perhaps also the composition of the phytoplankton community combined with the position of the redoxcline determines the composition of the bacterial plate. Alterations in community structure and composition may be very rapid. Presently we are studying the relationships between phytoplankton and bacterioplankton communities and their contribution to primary production in these lakes.

Final remarks

Freshwater habitats in New Guinea occur over an extremely wide range of climates, geological substrates, in different vegetation types and are of varying age and origin. The whole island of New Guinea can be regarded as an extremely rich and diversified limnological province, largely untouched and unknown.

Wetlands, lakes and rivers are among the most fragile ecosystems on earth. The impact of human activity on aquatic habitats is at present one of the major problems all over the world. New Guinea is no exception. During the last decades, the economic development and increasing population of the country already greatly altered the face of the country. The impact on aquatic habitats started with the introduction of exotic fish in the highlands in the sixties. Since then several other species have been introduced to increase fish production, which inevitably leads to major changes in the functioning of the ecosystems. Exotic plants have been introduced, on purpose or not. *Salvinia molesta* caused very serious problems in the Sepik area in the early eighties, until the introduction of a predator (a beetle) stopped its development. Nowadays, *Eichhornia crassipes*, the water hyacinth, is rapidly spreading all over the country's waters, causing problems to navigation, isolating villages and altering the natural functioning of the ecosystems. The exploitation of the rich mineral resources by foreign companies has led to pollution by heavy metals from mining activities in the Wau-Bulolo area, the Fly river and in the coastal plains in the south of Irian Jaya. Oil exploitation is causing similar problems. In many regions the erosion due to mining, deforestation and the increasing population has led to an increased input of sediments into rivers. In densely populated areas, surface waters are getting polluted by human activity and agriculture. In the southern part of Irian Jaya large areas are

being deforested and drained for transmigration settlements and for agriculture.

In contrast to the very rapid deterioration of aquatic habitats, our knowledge of their biodiversity, communities and functioning is progressing very slowly. A good understanding of these ecosystems however is vital for their proper use and management.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is senior research assistant of the National Fund for Scientific Research. Travel expenses were covered by the F.K.F.O. projects and the King Leopold III Fund. The author is greatly indebted to the Laing Island Biological Station and the Christensen Research Institute for logistic support. Prof. Van der Veken is thanked for his continuous stimulation and for critical reading of the manuscript.

REFERENCES

- BROOK, A. J. & HINE, A. E. 1966. A population of *Staurastrum freemanii* from the Central Highlands of New Guinea. *J. Phycol.*, **2** : 66-73.
- CHAMBERS, M. R. 1987. The freshwater lakes of Papua New Guinea : An inventory and limnological review. — *J. Trop. Ecol.*, **3** : 1-23.
- CHAMBERS, M. R., KYLE, J. H., LEACH, G. J., OSBORNE, P. L. & LEACH, D. 1987. A limnological study of seven highlands lakes in Papua New Guinea. — *Science in New Guinea*, **13** : 51-81.
- CHOLNOKY, B. J. 1963. Ein Beitrag zur Kenntnis der Diatomeenflora von Hollandisch-Neuguinea. — *Nova Hedwigia*, **5** : 157-198.
- COATES, D., OSBORNE, P. L. & REDDING-COATES, T. A. 1983. The hydrology and limnology of the lower Sepik floodplain. — Konedobu, DPI Fisheries Research Report 83-17, 31 pp.
- COMPÈRE, P. & ILLIS, A. 1983. The phytoplankton (Qualitative composition of the algal flora, P. COMPÈRE, pp. 145-152 ; Phytoplankton communities and biomasses. — In : CARMOUZE, J. P., DURAND, J.-R. & LÉVÊQUE, C., (eds.). Lake Chad. Ecology and productivity of a shallow tropical ecosystem : pp. 153-197.
- CRONBERG, G. 1989. Scaled chrysophytes from the tropics. *Beih. Nov. Hedw.*, **95** : 191-232.
- DOW, D. B. 1977. A geological synthesis of Papua New Guinea. — Bur. Miner. Resour. Austr. Bull., 201 pp.
- GRESSITT, J. L. 1982. Biogeography and Ecology of New Guinea. Vol. I and II. Dr. W. Junk, The Hague, 983 pp., ill.
- HOFFMANN, L. 1988. Taxonomy of terrestrial Scytonemataceae from Papua New Guinea. — 3rd. Int. Phycol. Congr., Abstracts.
- HOFFMANN, L. 1991a. Terrestrial Cyanophyceae of Papua New Guinea. I. The genus *Stigonema*. — *Algol. Studies*, **64** : 333-348.

- HOFFMANN, L. 1991b. Terrestrial Cyanophyceae of Papua New Guinea. II. *Cyanobotrys lambinonii* gen. et spec. nov. — *Algol. Studies*, **64** : 333-348.
- JOHNSON, A. 1962. A short note on some soil algae from Papua New Guinea. — *Gard. Bull. Singapore*, **19** : 375-377.
- KRIEGER, W. 1932. Die Desmidiaceen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. — *Arch. f. Hydrobiol.*, Suppl. 11 : 129-230, pl. 3-26.
- KUMANO, S. 1983. Studies on freshwater Rodophyta of Papua New Guinea II. *Batrachospermum woitapense* sp. nov. from the Papuan Highlands. — *Jap. J. Phycol.*, **31** (2) : 76-80.
- KUMANO, S. & JOHNSTONE, I. M. 1983. Studies on freshwater Rhodophyta of Papua New Guinea I. *Batrachospermum nova-guineense* sp. nov. from the Papuan lowlands. — *Jap. J. Phycol.*, **21** (2) : 65-70.
- KUMANO, S. & WATANABE, M. 1983. Two new varieties of *Batrachospermum* (Rhodophyta) from Mt. Albert Edward, Papua New Guinea. — *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo*, Ser. B, **9** (3) : 85-94.
- KUROKAWA, S. 1979. Studies on Cryptogams of Papua New Guinea. — Academic Scientific Book Inc., Tokyo, 102 pp.
- LAUP, S. 1985. The Sepik *Salvinia* problem is beaten. Harvest II, pp. 49-52.
- LÖFFLER, E. 1977. Geomorphology of Papua New Guinea. — ANU press, Canberra, 273 pp, ill.
- MCALPINE, J. R., KEIG, G. & FALLS, R. 1983. Climate of Papua New Guinea. — CSIRO and ANU Press, Canberra. 200 pp.
- MITCHELL, D. S., PETR, T. & VINER, A. B. 1980. The water fern *Salvinia molesta* in the Sepik River, Papua New Guinea. — *Environmental Conservation*, **7** (2) : 115-122.
- OSBORNE, P. L. 1987. A draft inventory of wetlands in Papua New Guinea. — Department of Environment and Conservation, Waigani, Papua New Guinea.
- OSBORNE, P. L. 1988. Bibliography of freshwater ecology in Papua New Guinea. — Biology department occasional paper 9. Biology Department, University of Papua New Guinea, 65 pp.
- OSBORNE, P. L., KYLE, J. H. & ABRAMSKI, M. 1987. Effects of seasonal water level changes on the chemical and biological limnology of Lake Murray, Papua New Guinea. — *Australian J. Marine and Freshwater Research*, **38** : 397-408.
- OSBORNE, P. L. & LEACH, G. 1984. The spread of water hyacinth in Papua New Guinea. A second warning or is it too late? — *Harvest*, **10** (2) : 51-53.
- OSBORNE, P. L. & POLUNIN, N. V. C. 1986. From swamp to lake: Recent changes in a lowland tropical swamp. — *J. of Ecology*, **74** : 197-210.
- OSBORNE, P. L. & TÔTOME, R. G. 1992. Influences of oligomixis on the water and sediment chemistry of Lake Kutubu, Papua New Guinea. — *Arch. Hydrobiol.*, **124** : 427-429.
- OTANI, Y. 1975. Reports on the Cryptogams in Papua New Guinea. — Academia Scientific Book Inc., Tokyo, 127 pp.
- PAIJMANS, K. 1976. New Guinea Vegetation. — ANU Press, Canberra. 212 pp.
- PETR, T. 1983. The Purari: Tropical environment of a High Rainfall River Basin. — Dr. W. Junk, The Hague, 624 pp.
- REICHARDT, E. 1988. Süßwasser-Diatomeen von Papua-Neuguinea. — *Nova Hedwigia*, **47**, 1-2 : 81-127.

- THOMASSON, K. 1967. Phytoplankton from some lakes on Mt. Wilhelm, East New Guinea. — *Blumea*, **15** : 285-296.
- UHERKOVICH, G. 1984. Phytoplankton. — In : SIOLI, H. (ed.) : The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin, pp. 295-310.
- VINER, A. B. 1982. A quantitative assessment of the nutrient phosphate transported by particles in a tropical river. — *Rev. Hydrobiol. trop.*, **15** (1) : 3-8.
- VYVERMAN, W. 1988. Three new diatom species from the Central Highlands of Papua New Guinea. — *Diatom Research*, **3** (2) : 259-264.
- VYVERMAN, W. 1989a. Desmids (Zygnemaphyceae, Desmidiiales) of Mount Giluwe (Southern Highlands, Papua New Guinea). — *Nova Hedwigia*, **48** (3/4) : 317-339.
- VYVERMAN, W. 1989b. Diatoms from Mount Giluwe (Southern Highlands Province, Papua New Guinea). — *Bull. Soc. r. Bot. Belg.*, **122** : 61-80.
- VYVERMAN, W. 1990. Desmids and diatoms from Papua New Guinea. Systematics, ecology and biogeography. Unpubl. PhD-thesis, Universiteit Gent, 425 pp., 330 pl.
- VYVERMAN, W. 1991a. Desmids from Papua New Guinea. — *Bibliotheca Phycologica*, **87**. Cramer, Berlin, 201 pp., 157 pl.
- VYVERMAN, W. 1991b. Diatoms from Papua New Guinea. — *Bibliotheca Diatomologica*, **22**. Cramer, Berlin, 224 pp., 208 pl.
- VYVERMAN, W. 1991c. Freshwater algae from the Sepik floodplain. I. Euglenophyta. — *Belg. J. Bot.*, **124** (1) : 33-39.
- VYVERMAN, W. 1992a. Multivariate analysis of periphytic and benthic diatom assemblages from Papua New Guinea. — *Hydrobiologia*, **234** : 175-193.
- VYVERMAN, W. 1992b. Distribution of non-cosmopolitan desmids and diatoms along an altitudinal gradient in Papua New Guinea. — *Br. phycol. J.*, **27** : 49-63.
- VYVERMAN, W. 1992c. Mesothermic stratification in two coastal meromictic lakes (Madang Province, Papua New Guinea). — *Biol. Jaarb. «Dodonaee»*, **59** : 100-108.
- VYVERMAN, W. 1992d. Distribution and ecology of desmid assemblages in Papua New Guinea. — *Nova Hedwigia*, **55** (1-2) : 257-272.
- VYVERMAN, W. 1992e. Spatial distribution of diatom assemblages in a tropical lowland floodplain (Sepik River, Papua New Guinea). — Act. XIème Coll. de l'ADLaF, pp. 203-212.
- VYVERMAN, W. 1993. Zijn diatomeeën bruikbaar als temperatuurindicatoren ? — *Diatomeedelingen*, **15** : 13-23.
- VYVERMAN, W. & COMPÈRE, P. 1991a. *Pinnularia sakulensis* and *Rhopalodia tholulata*. Two new diatoms (Bacillariophyta) from Papua New Guinea. — *Belg. J. Bot.*, **124** (1) : 27-32.
- VYVERMAN, W. & COMPÈRE, P. 1991b. *Nupela*, a new genus of naviculoid diatoms. — *Diatom Research*, **6** (1) : 175-179.
- VYVERMAN, W. & COMPÈRE, P. 1991c. Ultrastructure of four dinoflagellates from Papua New Guinea. — *Bull. Jard. bot. nat. Belg.*, **61** : 269-277.
- VYVERMAN, W. & CRONBERG, G. 1993. Silica-scale bearing chrysophytes from Papua New Guinea. — *Nord. J. Bot.*, **13** : 111-120.
- WATANABE, M., PRESCOTT, G. W. & YAMAGISHI, T. 1979. Freshwater algae of Papua New Guinea (2). Desmids from Woitape Central District. — In : KUROKAWA, S. (ed.). Studies on cryptogams of Papua New Guinea, 1979, pp. 49-66.
- WATANABE, M., WATANABE, M. & YAMAGISHI, T. 1979. Freshwater algae of Papua New

- Guinea (3). Blue-green algae from Mt. Wilhelm. — *In*: KUROKAWA, S. (ed.). Studies on cryptogams of Papua New Guinea, pp. 67-86.
- WATANABE, S. 1979. Green soil algae from Papua New Guinea. — *In*: KUROKAWA, S. (ed.). Studies on cryptogams of Papua New Guinea, pp. 87-102.
- YAMAGISHI, T. 1975. The Plankton Algae from Papua New Guinea. — *In*: OTANI, Y. Reports on the cryptogams in Papua New Guinea. Academia Scientific Book Inc., Tokyo, pp. 43-74.
- YAMAGISHI, T. & WATANABE, M. 1979. Freshwater algae of Papua New Guinea (1). On some filamentous green algae. — *In*: KUROKAWA, S. (ed.). Studies on cryptogams of Papua New Guinea, pp. 33-48.

Séance du 14 décembre 1993

Zitting van 14 december 1993

Séance du 14 décembre 1993

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. J. Bouharmont, vice-directeur, puis présidée par M. P. Van der Veken, directeur, assisté de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

Sont en outre présents : MM. J. Alexandre, E. Bernard, F. De Meuter, M. De Smet, J. D'Hoore, A. Fain, C. Fieremans, P. G. Janssens, J. Meyer, J. Mortelmans, H. Nicolaï, M. Reynders, C. Sys, H. Vis, membres titulaires ; MM. E. De Langhe, P. Gigase, A. Lawalrée, A. Saintraint, L. Soyer, Ch. Susanne, membres associés ; M. M. Frère, membre correspondant.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance : MM. J. Bolyn, M. De Dapper, L. Eyckmans, F. Malaisse, J.-C. Micha, P. Raucq, J. Semal, G. Stoops.

Décès de M. Raymond Vanbreuseghem

Le Directeur informe la Classe du décès de M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire, survenu à Bruxelles, le 27 novembre 1993.

Il retrace brièvement la carrière du Confrère disparu.

La Classe se recueille en souvenir du défunt.

M. L. Eyckmans est désigné par la Classe pour la rédaction de l'éloge de M. Vanbreuseghem.

Décès de M. Pierre Basilewsky

Le directeur annonce le décès de M. P. Basilewsky, membre titulaire honoraire, survenu à Bruxelles, le 7 décembre 1993.

Il retrace brièvement la carrière du Confrère disparu.

La Classe se recueille en souvenir du défunt.

M. P. Benoit est désigné par la Classe pour la rédaction de l'éloge de M. Basilewsky.

L'exploration du Jebel Uweinat, désert de Libye

M. J.-J. Symoens présente une communication de M. X. Misonne, directeur honoraire de l'Institut royal des Sciences naturelles, intitulée comme ci-dessus.

MM. H. Nicolaï, P. Van der Veken, A. Fain, J. D'Hoore, E. De Langhe et P. G. Janssens participent à la discussion.

La Classe désigne MM. J. Alexandre et A. Lawalrée en qualité de rapporteurs.

Zitting van 14 december 1993

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 h 30 geopend door de H. J. Bouharmont, vice-directeur, en daarna voorgezeten door de H. P. Van der Veken, directeur, bijgestaan door de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

Zijn bovendien aanwezig : De HH. J. Alexandre, E. Bernard, F. De Meuter, M. De Smet, J. D'Hoore, A. Fain, C. Fieremans, P. G. Janssens, J. Meyer, J. Mortelmans, H. Nicolaï, M. Reynders, C. Sys, H. Vis, werkende leden ; de HH. E. De Langhe, P. Gigase, A. Lawalrée, A. Saintraint, L. Soyer, Ch. Susanne, geassocieerde leden ; de H. M. Frère, corresponderend lid.

Betuigden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : De HH. J. Bolyn, M. De Dapper, L. Eyckmans, F. Malaisse, J.-C. Micha, P. Raucq, J. Semal, G. Stoops.

Overlijden van de H. Raymond Vanbreuseghem

De Directeur brengt de Klasse op de hoogte van het overlijden te Brussel op 27 november 1993 van de H. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris.

Hij geeft een beknopt overzicht van de loopbaan van de overleden Confrater.

De Klasse neemt enkele ogenblikken stilte waar ter nagedachtenis van de overledene.

De H. L. Eyckmans wordt door de Klasse aangeduid om de lofrede van de H. Vanbreuseghem op te stellen.

Overlijden van de H. Pierre Basilewsky

De Directeur kondigt het overlijden te Brussel op 7 december 1993 van de H. P. Basilewsky, erewerkend lid, aan.

Hij geeft een bondig overzicht van de loopbaan van de overleden Confrater.

De Klasse neemt enkele ogenblikken stilte waar ter nagedachtenis van de overledene.

De H. P. Benoit wordt door de Klasse aangeduid om de lofrede van de H. Basilewsky op te stellen.

«L'exploration du Jebel Uweinat, désert de Libye»

De H. J.-J. Symoens stelt een mededeling van de H. X. Misonne, ere-directeur van het Koninklijk Instituut voor Natuurwetenschappen, voor, getiteld als hierboven.

De HH. H. Nicolaï, P. Van der Veken, A. Fain, J. D'Hoore, E. De Langhe en P. G. Janssens nemen aan de bespreking deel.

De Klasse duidt de HH. J. Alexandre en A. Lawalrée als verslaggevers aan.

**Croissance, maturation osseuse et performance physique
des enfants zaïrois de Bunia**

M. C. Susanne présente une thèse de M. Nkiama Ekisawa, intitulée comme ci-dessus.

MM. E. De Langhe, A. Fain, J.-J. Symoens, H. Vis, P. G. Janssens et H. Nicolai participent à la discussion.

La Classe désigne MM. H. Vis et I. Beghin en qualité de rapporteurs.

«Rationeel bodembeleid in de vochtige tropen»

À la séance du 23 novembre 1993, M. E. Van Ranst, directeur du «Laboratorium voor Regionale Bodemkunde en Landevaluatie» de l'Université de Gand, a présenté une communication, intitulée comme ci-dessus.

La Classe désigne MM. J. D'Hoore et J. Alexandre en qualité de rapporteurs.

Fonds Floribert Jurion

Trois candidatures ont été régulièrement introduites en vue de l'octroi d'une bourse ou d'un prêt du Fonds Floribert Jurion.

La Commission de sélection, constituée conformément à l'article 5 du règlement du Fonds, a examiné les dossiers des candidats au cours d'une réunion tenue le 14 décembre 1993.

Sur proposition conforme de la Commission, la Classe décide d'attribuer une bourse de 30 000 F à M. L. Misson, ainsi qu'à M. J. D. Piñeros Garcet.

La suggestion de la Commission de sélection d'avancer la date limite pour l'introduction des candidatures au 15 mai (au lieu du 30 novembre) sera soumise à la Commission administrative.

Comité secret

Les membres titulaires et titulaires honoraires réunis en Comité secret, désignent, par un vote secret, M. G. Stoops en tant que vice-directeur de la Classe pour 1994.

La séance est levée à 17 h 05.

**«Croissance, maturation osseuse et performance physique
des enfants zaïrois de Bunia»**

De H. Ch. Susanne stelt een thesis van de H. Nkiama Ekisawa voor, getiteld als hierboven.

De HH. E. De Langhe, A. Fain, J.-J. Symoens, H. Vis, P. G. Janssens en H. Nicolaï nemen aan de bespreking deel.

De Klasse duidt de HH. H. Vis en I. Beghin als verslaggevers aan.

Rationeel bodembeleid in de vochtige tropen

Tijdens de zitting van 23 november 1993 stelde de H. E. Van Ranst, directeur van het Laboratorium voor Regionale Bodemkunde en Landevaluatie van de Universiteit Gent, een lezing voor, getiteld als hierboven.

De Klasse duidt de HH. J. D'Hoore en J. Alexandre als verslaggevers aan.

Floribert Jurion Fonds

Drie kandidaturen werden regelmatig ingediend met het oog op de toekenning van een beurs of lening van het Floribert Jurion Fonds.

De Selectiecommissie, conform artikel 5 van het reglement van het Fonds samengesteld, heeft de dossiers der kandidaten tijdens een vergadering gehouden op 14 december 1993, onderzocht.

Op eensluidend verzoek van de Commissie, beslist de Klasse een beurs van 30 000 F toe te kennen aan de H. L. Misson en de H. J. D. Piñeros Garcet.

Het voorstel van de Selectiecommissie om de uiterste datum voor het indienen van de kandidaturen te vervroegen (15 mei in plaats van 30 november) zal aan de Bestuurscommissie voorgelegd worden.

Geheim Comité

De werkende en erewerkende leden, vergaderd in Geheim Comité, duiden, bij geheime stemming, de H. G. Stoops tot vice-directeur van de Klasse voor 1994 aan.

De zitting wordt gegeven om 17 h 05.

CLASSE DES SCIENCES TECHNIQUES

**KLASSE VOOR TECHNISCHE
WETENSCHAPPEN**

Séance du 26 novembre 1993

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le directeur, M. H. Deelstra, assisté de M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

Sont en outre présents : MM. Jean Charlier, E. Cuypers, J. De Cuyper, J. Delrue, P. De Meester, Mgr L. Gillon, MM. G. Heylbroeck, A. Lederer, R. Leenaerts, F. Suykens, R. Thonnard, membres titulaires ; MM. Jacques Charlier, A. François, W. Loy, U. Van Twembeke, membres associés.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance : MM. P. Beckers, F. Bultot, J. Debevere, A. Deruyttere, J.-J. Droesbeke, P. Fierens, G. Froment, A. Jaumotte, A. Lejeune, L. Martens, J. Roos, R. Sokal, R. Tillé, W. Van Impe ; M. R. Vanbreuseghem, secrétaire perpétuel honoraire.

«De cartografie, getuige van 40 eeuwen cultuur»

M. U. Van Twembeke présente une communication, intitulée comme ci-dessus.

Mgr L. Gillon, MM. P. De Meester, R. Thonnard, Jacques Charlier, J. Delrue et W. Loy interviennent dans la discussion.

La Classe décide la publication de cette étude dans le *Bulletin des Séances*.

Distinction académique

M. A. Jaumotte a obtenu le titre et les insignes de docteur *honoris causa* de l'Université technique de Cluj-Napoca (Roumanie).

Distinction honorifique

M. G. Froment a été nommé grand officier de l'Ordre de la Couronne par arrêté royal du 15 juillet 1993.

La séance est levée à 16 h 45.
Elle est suivie d'un Comité secret.

Zitting van 26 november 1993

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de directeur, de H. H. Deelstra, bijgestaan door de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

Zijn bovendien aanwezig : De HH. Jean Charlier, E. Cuypers, J. De Cuyper, J. Delrue, P. De Meester, Mgr. L. Gillon, de HH. G. Heylbroeck, A. Lederer, R. Leenaerts, F. Suykens, R. Thonnard, werkende leden ; de HH. Jacques Charlier, A. François, W. Loy, U. Van Twembeke, geassocieerde leden.

Betwuiden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : De HH. P. Beckers, F. Bultot, J. Debevere, A. Deruyttere, J.-J. Droesbeke P. Fierens, G. Froment, A. Jaumotte, A. Lejeune, L. Martens, J. Roos, R. Sokal, R. Tillé, W. Van Impe ; de H. R. Vanbreuseghem, erevast secretaris.

De cartografie, getuige van 40 eeuwen cultuur

De H. U. Van Twembeke stelt een mededeling voor, getiteld als hierboven.

Mgr. L. Gillon, de HH. P. De Meester, R. Thonnard, Jacques Charlier, J. Delrue en W. Loy komen tussen in de bespreking.

De Klasse besluit deze studie in de *Mededelingen der Zittingen* te publiceren.

Academische onderscheiding

De H. A. Jaumotte heeft de titel en de onderscheidingstekens van *doctor honoris causa* van de Technische Universiteit van Cluj-Napoca (Roemenië) bekomen.

Ereteken

Bij koninklijk besluit van 15 juli 1993, werd de H. G. Froment tot groot-officier in de Kroonorde benoemd.

De zitting wordt geheven te 16 h 45.
Zij wordt gevolgd door een Geheim Comité.

Séance du 17 décembre 1993

(Extrait du procès-verbal)

La séance est ouverte à 14 h 30 par le directeur, M. H. Deelstra, assisté de M. R. Leenaerts, vice-directeur.

Sont en outre présents : MM. F. Bultot, Jean Charlier, E. Cuypers, J. Delrue, A. Deruyttere, G. Heylbroeck, A. Lederer, J.-J. Peters, A. Sterling, R. Thonnard, R. Wambacq, membres titulaires ; MM. A. François, W. Loy, membres associés.

Ont fait part de leur regret de ne pouvoir assister à la séance : MM. E. Aernoudt, P. Beckers, Jacques Charlier, J. Debevere, J. De Cuyper, P. Fierens, G. Froment, L. Martens, J. Michot, A. Monjoie, J. Roos, R. Sokal, F. Suykens, R. Tillé, W. Van Impe, U. Van Twembeke ; M. J.-J. Symoens, secrétaire perpétuel.

La cartographie géotechnique

M. R. Thonnard présente une communication, intitulée comme ci-dessus.

MM. R. Leenaerts, F. Bultot, W. Loy, A. Sterling, H. Deelstra et J.-J. Peters interviennent dans la discussion.

La Classe décide la publication de cette étude dans le *Bulletin des Séances*.

Distinction académique

M. A. Jaumotte a été désigné en qualité de «Chairman of the Board of Directors» du «von Karman Institute for Fluid Dynamics», par un vote unanime du 18 novembre 1993.

Séminaire

«Environmental sedimentology : The interaction of water, sediment and waste»

Le «Postgraduate Research Institute for Sedimentology» organise les 7 et 8 avril 1994, à l'Université de Reading (Grande-Bretagne), un séminaire intitulé «Environmental sedimentology : The interaction of water sediment and waste».

Inscriptions et informations :

Dr. J. Eyers
Postgraduate Research Institute for Sedimentology
University of Reading
P.O. Box 227
Reading, RG6 2AB (England)

Zitting van 17 december 1993

(Uittreksel van de notulen)

De zitting wordt om 14 h 30 geopend door de directeur, de H. H. Deelstra, bijgestaan door de H. R. Leenaerts, vice-directeur.

Zijn bovendien aanwezig : De HH. F. Bultot, Jean Charlier, E. Cuypers, J. Delrue, A. Deruyttere, G. Heylbroeck, A. Lederer, J.-J. Peters, A. Sterling, R. Thonnard, R. Wambacq, werkende leden ; de HH. A. François, W. Loy, geassocieerde leden.

Betuigden hun spijt niet aan de zitting te kunnen deelnemen : De HH. E. Aernoudt, P. Beckers, Jacques Charlier, J. Debevere, J. De Cuyper, P. Fierens, G. Froment, L. Martens, J. Michot, A. Monjoie, J. Roos, R. Sokal, F. Suykens, R. Tillé, W. Van Impe, U. Van Twembeke ; de H. J.-J. Symoens, vast secretaris.

«La cartographie géotechnique»

De H. R. Thonnard stelt een mededeling voor, getiteld als hierboven.

De HH. R. Leenaerts, F. Bultot, W. Loy, A. Sterling, H. Deelstra en J.-J. Peters nemen aan de bespreking deel.

De Klasse besluit deze studie in de *Mededelingen der Zittingen* te laten verschijnen.

Academische onderscheiding

De H. A. Jaumotte werd op 18 november 1993 eenparig tot «Chairman of the Board of Directors» van het «von Karman Institute for Fluid Dynamics» verkozen.

Seminarie

«Environmental sedimentology : The interaction of water, sediment and waste»

Het «Postgraduate Research Institute for Sedimentology» organiseert op 7 en 8 april 1994 aan de Universiteit van Reading (Groot-Brittannië), een seminarie over de «Environmental sedimentology : The interaction of water sediment and waste».

Inschrijvingen en inlichtingen :

Dr. J. Eyers
Postgraduate Research Institute for Sedimentology
University of Reading
P.O. Box 227
Reading, RG6 2AB (England)

Comité secret

Les membres titulaires et titulaires honoraires réunis en Comité secret, désignent, par un vote secret, M. R. Paepe en tant que vice-directeur de la Classe pour 1994.

La séance est levée à 16 h 25.

Geheim Comité

De werkende en erewerkende leden, vergaderd in Geheim Comité, duiden, bij geheime stemming, de H. R. Paepe tot vice-directeur van de Klasse voor 1994 aan.

De zitting wordt geheven om 16 h 25.

TABLE DES MATIÈRES — INHOUDSTAFEL

Séance plénière du 20 octobre 1993 Openbare zitting van 20 oktober 1993

Procès-verbal de la séance / Notulen van de zitting	488 ; 489
Liste de présence des membres de l'Académie / Aanwezigheidslijst van de leden van de Academie	490 ; 491
P. VAN DER VEKEN. — Allocution d'ouverture / Openingsrede	493
J.-J. SYMOENS. — Rapport sur les activités de l'Académie (1992-1993) / Verslag over de werkzaamheden van de Academie (1992-1993)	497
M. DE DAPPER. — Diepe verwerking en tropische geomorfologie	507
R. LEENAERTS. — Le post-investisement, une stratégie d'action indispensable au devenir des pays en voie de développement	541

Troisième Conférence Raymond Vanbreuseghem Derde Conferentie Raymond Vanbreuseghem

Procès-verbal de la séance / Notulen van de zitting	552 ; 553
Liste de présence des membres de l'Académie / Aanwezigheidslijst van de leden van de Academie	554 ; 555
P. LEPOIVRE & J.-P. BAUDOIN. — Caractérisation de l'agent responsable de l'ascochyte de <i>Phaseolus vulgaris</i> en Afrique et en Amérique du Sud	557
R. SWENNEN. — De veredeling van de banaan voor resistentie tegen de blad-schimmel <i>Mycosphaerella fijiensis</i>	567
H. MARAITE. — L'antracnose du <i>Stylosanthes</i>	577

Classe des Sciences morales et politiques Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen

Séance du 16 novembre 1993 / Zitting van 16 november 1993	588 ; 589
B. VERHAEGEN. — Contribution à la biographie politique de P. Lumumba	597
Séance du 7 décembre 1993 / Zitting van 7 december 1993	612 ; 613

Classe des Sciences naturelles et médicales Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen

Séance du 23 novembre 1993 / Zitting van 23 november 1993	618 ; 619
W. VYVERMAN. — Freshwater algae of New Guinea : A state of the art	625
Séance du 14 décembre 1993 / Zitting van 14 december 1993	644 ; 645

Classe des Sciences techniques Klasse voor Technische Wetenschappen

Séance du 26 novembre 1993 / Zitting van 26 november 1993	650 ; 651
Séance du 17 décembre 1993 / Zitting van 17 december 1993	652 ; 653

CONTENTS

Plenary Meeting held on 20 October 1993

Minutes of the Plenary Meeting	488
Presence list of the members of the Academy	490
P. VAN DER VEKEN. — Opening speech	493
J.-J. SYMOENS. — Report on the activities of the Academy (1992-1993)	497
M. DE DAPPER. — Deep weathering and tropical geomorphology	507
R. LEENAERTS. — Post-investment, an essential action strategy for the future of developing countries	541

Third Conference Raymond Vanbreuseghem

Minutes of the meeting	552
Presence list of the members of the Academy	554
P. LEPOIVRE & J.-P. BAUDOIN. — Characterization of the fungal agent causing <i>ascochyta</i> blight of <i>Phaseolus vulgaris</i> in Africa and South America	557
R. SWENNEN. — Breeding bananas for resistance to the leaf spot disease caused by <i>Mycosphaerella fijiensis</i>	567
H. MARAITE. — The anthracnose of <i>Stylosanthes</i>	577

Section of Moral and Political Sciences

Meeting held on 16 November 1993	588
B. VERHAEGEN. — Contribution to the political biography of P. Lumumba	597
Meeting held on 7 December 1993	612

Section of Natural and Medical Sciences

Meeting held on 23 November 1993	618
W. VYVERMAN. — Freshwater algae of New Guinea : A State of the Art	625
Meeting held on 14 December 1993	644

Section of Technical Sciences

Meeting held on 26 November 1993	650
Meeting held on 17 December 1993	652