

bres, éventuellement lumière). Plus le village sera riche, meilleures seront les relations entre individus, mieux on s'y plaira.

4. Hommes et femmes éprouvent beaucoup de plaisir à contempler de grandes cultures. Ils auront d'autant plus de plaisir si ces cultures sont les leurs qu'on aura facilitées en labourant pour eux, contre redevance. L'exemple du centre de Mangombo, celui du village de Katanga sont là pour montrer que cette pratique est acceptée avec enthousiasme.

De plus, en soignant les terres et en gardant leur fertilité, on les transmettra intactes aux descendants qui seront reconnaissants aux ancêtres et leur témoigneront le respect.

5. En offrant des biens de consommation à bon marché (radio, vélo, moto, auto, machine à coudre, meubles, machines ménagères), la coopérative incitera les villageois à faire plus.

6. Le Noir se rend très bien compte que la connaissance vaut mieux que l'ignorance, la santé mieux que la maladie, qu'il vaut mieux manger que d'avoir faim et que le confort vaut mieux que la misère (23).

7. Jadis, pour communiquer leurs ordres, les chefs employaient un crieur public, un *kabila wa mbila* (celui qui crie la nouvelle). On les écoutait. Le *kabila wa mbila* moderne est le petit poste émetteur dont les communications sont diffusées par quelques hauts-parleurs ou qu'on recevra sur postes à transistors. Les habitudes de communication ne seront pas bouleversées;

8. La promotion des jeunes sera un changement d'attitudes. Les crèches, les jardins d'enfants, les écoles maternelles ou primaires, les classes en plein air, les excursions scolaires remplaceront les *mansansa*, les plaines de jeux anciennes et contribueront à la formation mieux équilibrée des individus. Les monitrices-éducatrices, à former, sont tout indiquées pour entreprendre ce travail;

9. Il est relativement aisé d'obtenir la confiance des villageois. Il suffit souvent d'être pondéré, ouvert à la discussion, d'être enthousiaste et sympathique.

---

(23) W. SCHRAMM: *L'information et le développement national*, UNESCO, 1966, p. 53.

10. Une coopération du genre *moshav* a chance d'être acceptée.

a) Elle est dans les idées acceptées parce qu'il existe des associations, généralement temporaires, de un ou de plusieurs travailleurs versant partie ou totalité de leurs salaires en une espèce de cagnotte, distribuée chaque mois à un des associés, à tour de rôle. Ceci permet au bénéficiaire de s'acheter un objet de valeur, dont seul il n'aurait jamais le courage d'épargner le montant. Ce groupe est connu sous le nom de *chilimba* (de *chi*, augmentatif et *ku-limba*, être fort, solide, résistant).

Il existe des associations de femmes sur le modèle du *chilimba*. Il existe d'autres associations qui sont de véritables caisses d'assurances. Les cotisations versées servent à payer le frais d'enterrement à la mort d'un membre, les frais de mariage, les frais de sortie de deuil, etc.;

b) On étendrait aisément le principe de ces associations uniquement masculines ou uniquement féminines à des associations mixtes, donc à des familles qui garderaient, en dehors des associations, une large indépendance sociale;

c) La terre ne pose pas de problème, car elle appartient aux ancêtres et est de ce fait inaliénable.

Mais il existe certains dangers, évitables pourtant:

1. Les matrilinéaires, puisqu'il s'agit d'eux, ont peur des responsabilités ou sont, pour le moins, très conservateurs, adversaires de la nouveauté dans laquelle ils ne voient que difficultés. Ils sont parfois indifférents, ce qui est plus grave. A l'animateur de les convaincre qu'ils ont tort de s'obstiner et à les amener à tenter un essai. Il pourrait les pousser vers le petit élevage qui procurerait les protéines, leur recommander la prise des repas en commun qui mènerait à une meilleure compréhension dans la famille;

2. Le danger de l'alcoolisme est grand. Là aussi, l'animateur rendra des services, comme aideront la limitation des heures d'ouverture des bars et l'abondance des biens de consommation;

3. L'Africain qui réussit a tendance à travailler moins ou à devenir polygame et à faire travailler ses femmes. On peut proposer que les polygames ne seront pas aidés dans les labours et qu'ils ne pourront pas faire partie des coopératives à créer. Là aussi, l'animateur peut faire miracle;

4. La jalousie, la sorcellerie, la recherche des responsabilités par la divination sont des entraves à la promotion. Le progrès matériel de la communauté, la lutte contre l'ignorance finiront par transformer, au moins partiellement, la mentalité des individus et fera qu'on finira par tendre vers une solution raisonnée des problèmes qui se posent dans la vie.

#### EN GUISE DE CONCLUSION

La promotion agricole n'est évidemment pas toute la promotion d'un pays en développement. Elle concerne, surtout, le démarrage du travail personnel que chaque individu doit entreprendre si l'on veut vraiment progresser, si l'on veut vraiment la promotion de tout le pays. Il faut que chacun y participe de son mieux, sous peine de voir le pays piétiner et retarder de plus en plus sur les pays avancés.

Il n'a pas été question d'enseignement, d'hygiène, d'économie domestique, sinon accidentellement. Les institutions adéquates existent, il suffirait de les adapter à chaque pays en développement.

Comparées à ce qu'on a appelé l'expérience GRÉVISSE à Elisabethville, les expériences décrites sont plus facilement réalisables. L'expérience GRÉVISSE a été acceptée par une population d'origines diverses, dissemblables. Une population plus uniforme comme celle des villages du Tshangalele demandera moins d'effort de persuasion. L'animateur (ou le planificateur) devra avoir une conviction bien ancrée du bien-fondé des exigences qu'il formulera, une sérieuse connaissance des problèmes qu'il devra expliquer, une parfaite connaissance de la langue vernaculaire, de la persuasion et beaucoup d'imagination.

Il ne faut pas compter exclusivement sur les moyens technologiques ou sur l'aide étrangère pour développer: de nombreux

ses expériences, tentées en divers pays depuis plus d'un demi-siècle, n'ont pas eu de résultats appréciables.

Les pays en développement ne se développeront que s'ils le veulent et s'ils prennent les mesures adéquates. Pour arriver au but, il faut une volonté bien décidée à mettre ces mesures en application. Les résultats seront valables alors et alors seulement, toutes les autres solutions n'étant jamais que tentatives stériles ou essais de domination, ouverte ou voilée, par les pays donateurs.

Si un pays désire sa promotion, il devra trouver en lui, non les moyens à employer, qu'il peut trouver ailleurs, mais le savoir et les volontés dont il aura besoin.

Le problème paraît difficile non par manque de connaissances qu'on finit par acquérir, mais par les freins multiples que sont les idées, les habitudes, les comportements admis. Il faudra les modifier et ces modifications se feront naturellement au contact d'autres cultures, ce qui sera long, sinon elles se feront plus rapides par les décisions d'une autorité interne qui s'imposera ou qui convaincra. Une culture ne s'impose jamais dans un milieu qui n'est pas le sien.

Il ne faut pas, pour autant, laisser tomber les bras. On peut espérer qu'un jour les problèmes de la promotion trouveront une solution, car le désir des intéressés aplanira les difficultés: la foi soulève les montagnes.

Cette foi dans leurs destinées, tous les Africains la possèdent. Il leur manque parfois la persévérance et la tolérance.

Bruxelles, 10 juillet 1967.

**REVUE BIBLIOGRAPHIQUE \***  
**Notices 78 à 102**

**BIBLIOGRAFISCH OVERZICHT \***  
**Nota's 78 tot 102**

---

\* *Bulletin des Séances de l'ARSOM*,  
1964, p. 1 180.

---

\* *Meded. der Zittingen van de*  
*K.A.O.W.*, 1964, blz. 1 181.

**Africa in the nineteenth and twentieth centuries.** A handbook for teachers and students. Editors: Joseph C. Anene and Godfrey N. Brown (Ibadan, University Press and Nelson, 1966, 8°, 555 p., cartes, ill.).

Cet ouvrage n'est pas dû à un seul auteur. Y ont contribué, en effet, 19 personnalités dont un certain nombre appartiennent au monde universitaire (p. IX-XI). Cela n'affecte cependant pas le caractère homogène qui se découvre dans ledit ouvrage. Celui-ci comprend 7 grands chapitres: un prologue, le continent, l'Afrique du Nord et l'Ethiopie, l'Afrique occidentale; l'Afrique du Sud, l'Afrique orientale, enfin un épilogue, chacun de ces chapitres contenant un certain nombre d'études ou d'aperçus. Si l'on n'a pas adopté un même plan dans l'examen de chacune des quatre parties de l'Afrique, telles que citées plus avant et faisant l'objet des chapitres 3 à 6, encore est-il qu'on y trouve pour chacune d'elles des exposés intéressants dont certains constituent de bonnes synthèses, et qui s'appuient — cette remarque vaut pour chacune des 30 études composant les 7 chapitres — sur une bibliographie sélectionnée de langue exclusivement anglaise. Certes, il ne faut pas espérer glaner dans l'ouvrage recensé des éléments nombreux qui seraient nouveaux ou complets, la littérature ayant trait à l'Afrique, surtout la littérature récente, ayant déjà, pour maintes contrées africaines, apporté une contribution importante notamment pour leur histoire, pour leur évolution politique et pour leur accession à l'indépendance. Mais il faut tenir compte de ce que — ainsi que le mentionne le sous-titre du livre — cet ouvrage constitue un « handbook for teachers and students ».

Le livre comporte un excellent index (p. 541-555), et contient, outre 26 figures et dessins, 16 photographies et 7 cartes de l'Afrique politique depuis 1830 jusqu'à 1965.

15.5.1967

André DURIEUX

**Harvey (William Burnett):** *Law and social change in Ghana* (Princeton University Press, 1966, 8°, XIII-453 p.).

L'A., qui fut professeur à la Faculté de droit de l'Université du Ghana, examine les développements des règles constitutionnelles et légales du Ghana dans leur contexte social, en analysant les institutions légales ghanéennes depuis 1951. C'est ainsi que l'A. est amené à étudier notamment, et d'une manière particulière, la place qui est faite au pouvoir public et au contrôle de celui-ci, le statut des autorités traditionnelles, la carrière juridique et la structure des tribunaux (le chap. IV traite du 1<sup>er</sup> objet, tandis que le chap. V s'occupe des structures judiciaires), la hiérarchie des normes légales, les instruments juridiques du monopole politique.

D'autre part, dans un appendice I, l'A. traite de l'enseignement du droit au Ghana (p. 369-389); dans un appendice II, il présente le texte de la Constitution républicaine de ce pays (p. 390-407); cite le texte de la 1<sup>re</sup> loi du parlement de la République du Ghana en matière des élections présidentielles (p. 424-445) et celui de la loi 240 de 1964 sur la détention préventive, édictée par ce même parlement (p. 446-448). Un index termine l'ouvrage (p. 449-453).

On peut estimer que cet ouvrage présente un intérêt certain pour ceux qui veulent, non seulement prendre un contact quelque peu approfondi avec les institutions ghanéennes, mais encore saisir celles-ci sous l'aspect, nouveau jusqu'ici peut-on croire, des réalités sociales dans lesquelles elles ont évolué.

15.5.1967

André DURIEUX

Venter (Frank Alwyn): *Zwarte Pelgrim* (Leuven, Davidsfonds, 1967, 12°, 253 blz.)

De auteur is afkomstig uit Kimberley, studeerde aan de universiteit te Stellenbosch en werd joernalist. Hij is een van de meest gelezen auteurs van de Zuidafrikaanse letterkunde.

In deze roman — de oorspronkelijke titel luidt: *Swart Pelgrim* en Jan DELOOF zorgde voor de vertaling uit het Zuidafrikaans — wordt de negerboer Kolisile uit armoede gedwongen zijn uitgeputte grond te verlaten om in de goudmijnen werk te gaan zoeken. Hij wil geld verdienen om het nodige te kopen voor de verbetering van zijn grond. Na enkele tijd ontvlucht hij de mijn en komt uiteindelijk terecht in een jutedorp bij de stad. Hij is te eenvoudig, te goed en te rechtzinnig, maar ook te onstuimig, zodat hij verweekeld geraakt in allerlei moeilijke situaties. Verlieft geraakt op Miriam, de vrouw van een blinde mandenmaker, verliest hij zijn plannen en zijn familie uit het oog. Wanneer Miriam wegens geheimstokerij in de gevangenis moet, spant hij zich in voor haar blinde man en haar studerende kinderen. Daartoe gaat hij zelfs aansluiten bij de bandietenbende van zijn broer Mfazwe. Maar ook hier wordt het een mislukking. Terug uit de gevangenis wenst Miriam trouw te blijven aan haar blinde man en Kolisile trekt terug naar de mijn. Bij een instorting wordt hij zwaar gewond en, na een langdurig verblijf in de kliniek, trekt hij innerlijk en fysisch gebroken terug naar zijn land en zijn gezin.

Een zeer menselijk boek, waarin zowel de figuren van het verhaal als de sociale toestanden in Zuid-Afrika raak en meesterlijk getekend worden. Het is geen tendenzroman, voor of tegen de rassenscheiding, maar het drama van een mens die ondanks zijn goede wil machteloos ten onder gaat.

20.5.1967

M. STORME



Ferkiss (Victor C.): *Africa's search for identity* (New York, G. Braziller, 1966, 8°, 346 p., carte)

L'A., professeur d'université, s'occupe d'assistance en Afrique.

Les problèmes d'un point du globe intéressent le monde entier. Le colonialisme européen et la domination européenne ont été rejetés. Les Africains entendent jouer un rôle dans les affaires mondiales et affirmer leur personnalité. Il ne faudrait pas qu'ils repoussent systématiquement ce qui est blanc.

Qu'est donc l'Afrique, que veut-elle être? On accepte qu'elle fut le berceau de l'humanité. Ses sociétés, très religieuses, sont organisées pour l'aide et la protection de l'individu, ce qui encourage les factions, le népotisme, la corruption, l'absence d'ambition personnelle, la diffusion des énergies et des ressources. Sans classes sociales, les décisions sont prises après d'interminables discussions, censées amener l'unanimité. La tradition se survit dans les régimes à parti unique. L'esclavage a été une cause de la domination des Blancs, la lutte contre l'esclavage une nouvelle raison de dominer, pour la bonne conscience cette fois.

Le colonialisme développa l'économie des pays africains, pour le bien des colonisateurs surtout. Il développa le nationalisme et le racisme, car les aspirations nées chez les Africains ne purent jamais se satisfaire. Ce qu'avaient fait les Blancs devint critiquable, pourtant le panafricanisme a du mal à se concrétiser. La négritude, vaguement définie, et d'autres théories ont été inventées par les Noirs d'Amérique. Chose curieuse, les littérateurs noirs dépendent des non-Africains pour la propagation de leurs idées, par manque de lecteurs africains.

L'A. croit que l'avenir de l'Afrique est dans le choix agricole qui absorbera le surplus de bras et améliorera rapidement les conditions de vie. Le choix industriel réclame du temps pour s'établir et des capitaux que l'Afrique ne possède pas. L'Afrique devra aussi choisir entre les sociétés ouvertes ou le racisme étroit. Les conséquences de ces choix seront supportées par elles, non par les autres.

22.5.1967

E. BOURGEOIS

**Gatheru (Mugo):** *Child of two worlds*. Introduction de St. Clair Drake. (London, Heineman, 1966, 8°, XIV+216 p. — African Writers Series n° 20)

Né au Kenya en 1925, Mugo GATHERU est le fils d'un « homme-médecine » qui travaillait dans une plantation. Eduqué en partie dans les « écoles indépendantes » qui caractérisent son pays, il entre au service du Laboratoire de recherche médicale à Nairobi comme technicien en 1945. C'est l'expérience urbaine plus que la vie de plantation qui lui donne conscience de la discrimination raciale et de son injustice. Ses écrits lui valent de devoir quitter son emploi pour entrer, en 1947, à la rédaction de *The African Voice*, organe officiel de la Kenya African Union. Ses prises de position politiques l'empêchent d'obtenir le certificat de bonne conduite nécessaire pour entrer aux Etats-Unis, où il voudrait poursuivre ses études. Il part pour l'Inde en 1949 et arrive en Amérique en 1950. Il étudie les sciences sociales dans diverses écoles, notamment à l'Université Lincoln qu'avaient fréquentée Nnamdi AZIKIWE et Kwame NKRUMAH. En 1954, il obtient le B.A. C'est l'époque de la révolte Mau Mau: Mugo GATHERU a droit à l'attention de certains services américains qui, jusqu'en 1957, s'efforceront, en vain, d'obtenir son expulsion. Après avoir décroché le titre de M.A. à l'Université de New York, Mugo GATHERU se marie. En 1958, il va étudier le droit à Londres, où il achève son livre en 1963.

Cette autobiographie est d'autant plus fascinante que l'auteur ne cherche nullement à dissimuler la dualité de sa personnalité, façonnée par 24 ans de formation africaine traditionnelle et 15 ans de formation occidentale. Les deux événements les plus mémorables de son existence, dit-il, furent sa circoncision et son baccalauréat. C'est un intellectuel occidentalisé, qui a assimilé jusqu'aux comportements les plus futiles de l'homme blanc tels que la télévision publicitaire les recommande. Mais il n'a pas renié à son héritage africain. Il explique qu'il ne se sent pas tenté d'abandonner le Dieu unique et créateur des Kikuyu pour le Dieu unique et créateur des chrétiens. Il est assez clair que chez Mugo GATHERU cette dualité n'est pas source de conflit, mais facteur de richesse intérieure. C'est de tels hommes que l'Afrique a besoin.

2.6.1967 Alb. GÉRARD

Lardner-Burke (Desmond): *Rhodesia, the story of the crisis* (London, Oldbourne Book Co. Ltd, 1966, 8°, 101 p., carte)

C'est le 11 novembre 1965 que la Rhodésie (ex-Rhodésie du Sud) proclama unilatéralement son indépendance, achevant ainsi de ruiner l'édifice que les Britanniques avaient eu tant de peine à construire sous le nom de Fédération des Rhodésies et du Nyasaland (1953).

Desmond LARDNER-BURKE, ministre de la Justice du nouvel Etat, fait, dans l'ouvrage sous revue, l'historique de cette grave crise politique qui a ébranlé non seulement le Commonwealth, mais aussi la majeure partie du continent africain et qui continue à causer beaucoup de soucis aux grandes chancelleries.

Préfacé par le premier ministre Ian Douglas SMITH, ce petit livre retrace les péripéties de la dernière phase des négociations au cours de la seconde moitié de 1965. L'A., dans une courte note liminaire, fait observer que le contenu de son travail, n'exprime pas nécessairement les vues du gouvernement rhodésien ou de l'un quelconque de ses collègues: il ne s'agit en l'occurrence que des impressions personnelles qu'il a recueillies au cours des discussions politiques fiévreuses qui se déroulèrent en Rhodésie ou à Londres.

Dix chapitres forment cet ouvrage que n'alourdit aucune note, bien qu'on eût aimé y trouver quelques pièces justificatives. Ils sont successivement intitulés: *Introduction — The dispute in outline — Negotiating with Wilson and Bottomley — Ian Smith in Britain — Negotiations with Mr Heath and the climax — A 'Police State'? The answer — Vindictive sanctions — Why was independence essential to Rhodesia? — British government policy — Rhodesia of tomorrow.*

On sait que c'est sur l'épineuse question de la représentation des Africains au sein du gouvernement rhodésien que les négociations de Ian SMITH avec les Britanniques ont échoué. Qu'en pense l'auteur?: « Les Africains sont une race très fière et ne souhaitent pas une complète intégration [...] Je crois que nous pouvons adopter une Constitution pour protéger les droits des différentes races [...] Si nos peaux étaient noires, nous aurions obtenu notre indépendance, [...] mais parce que nous sommes blancs, ils (les Britanniques) croient que c'est leur devoir de nous imposer un système qui amènerait la ruine de notre économie et de notre pays... »

5.6.1967 M. WALRAET

Kohn (Hans) and Sokolsky (Wallace): *African nationalism in the twentieth century* (Princeton - Toronto - London - New York, D. Van Nostrand Company, Inc., 1965, 16°, 193 p.)

Déjà plusieurs études ont été consacrées au nationalisme africain, mais elles ne concernent que des aspects particuliers ou régionaux de ce problème, qui ne doit plus être considéré comme un passe-temps intellectuel pour une élite restreinte. Cette idéologie progresse à grands pas dans tout le continent africain, où les dirigeants la considèrent comme chargée du dynamisme nécessaire pour « catapulter » les nouveaux Etats dans la société mondiale de cette seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle.

Les AA., tous deux professeurs d'histoire, n'ignorent point qu'il existe de nombreuses formes de nationalisme, mais que toutes ont beaucoup en commun. C'est dans cet esprit qu'ils évoquent les origines et les progrès du nationalisme africain à travers ses diverses manifestations et nuances. Leur étude n'a pas la prétention d'épuiser le sujet. Elle ne veut être autre chose qu'une substantielle introduction à l'un des problèmes politiques les plus brûlants de notre turbulent siècle.

Neuf chapitres forment la première partie de ce petit ouvrage: *Introduction — Africa and world history — American influences on African nationalism — The march to freedom — The Gold Coast to Ghana — Nigeria: from geographic expression to federalism — South Africa: Prisoners in the land of our birth — The African personality, or Négritude — Pan-Africanism.*

La deuxième partie comporte 26 extraits de documents divers (livres, articles, conférences), qui couvrent un large éventail d'événements politiques africains en relation avec les nationalismes et évoquent les figures de quelques leaders, tels KENYATTA, LUMUMBA et NKRUMAH.

Une bibliographie, une chronologie et un index complètent fort utilement cet excellent petit manuel.

6.6.1967  
M. WALRAET

**Verkuyl (J.):** *Daar en nu. Over de assistentie aan de kerken in Azië, Afrika en Latijns Amerika in de huidige situatie* (Kampen, Ned., J.H. Kok, [1967], 12<sup>o</sup>, 134 blz.)

Een vluchtige bezinning over de hulp van de Westerse protestantse kerken aan de kerken in Azië, Afrika en Latijns Amerika (daar), in de huidige fase van de geschiedenis (nu). Het basisgegeven is het doel van de kerkelijke zending. Hierbij beklemt de auteur dat de meeste doelstellingen, die in de loop der eeuwen werden geformuleerd, inklusieve doeleinden zijn, op te nemen in het ruimer verband van de verwezenlijking van het Rijk Gods. Ook moet deze zending vervuld worden in een bepaalde historische situatie. Voor ons is dit de situatie van onze tijd, met haar menigvuldige aspecten, noden en problemen. In 't kort wordt dan deze situatie geschetst voor de kerken van Azië, Afrika en Latijns Amerika.

Daaruit volgen de praktische toepassingen in verband met de hulp die het Westen aan de niet-Westerse kerken kan bieden: assistentie in het direkte pastorale en missionaire werk, bij het bouwen van kerken en gemeenschapscentra, bij theologische opleiding, bij de studie van „kerk en samenleving”, bij gemeentetoe rusting en leadership-training, bij de opbouw van maatschappelijke en politieke organisaties; assistentie bij het gebruik van massamedia als pers, radio en televisie, bij de uitbouw van het kristelijk onderwijs, bij het werk van de kristelijke studentenorganisaties, bij de medische arbeid en andere vormen van dienstbetoon.

De beschouwingen zijn bestemd voor belangstellende gelovigen. Ook theologen en missiologen, zelfs specialisten van de ontwikkelingswetenschap kunnen er nut uit halen, vermits het boek een overzicht geeft van wat in Nederlandse protestantse kringen gedacht en nagestreefd wordt op gebied van ontwikkelingshulp. Deze wordt uitsluitend gezien in een protestants-kerkelijk perspectief. Zelfs œcumene en kerkelijke samenwerking blijven interprotestants en bieden geen opening op ruimere horizons.

6.6.1967

M. STORME

Middleton (John) and Campbell (Jane): *Zanzibar. Its society and its politics* (London - New York, Oxford University Press, 1965, 12°, 71 p. — Institute of race relations, London)

Des deux AA. de ce substantiel petit ouvrage, le premier est professeur d'anthropologie à la Northwestern University (Illinois). Spécialiste de l'Est africain, il a déjà publié plusieurs travaux, notamment sur la propriété foncière à Zanzibar (1961), sur les Lugbara de l'Uganda (1960 et 1965) ainsi que sur la sorcellerie et la magie en Afrique orientale (1963). Quant à Jane CAMPBELL, elle a été attachée à l'African-American Institute et a fait des travaux de recherche sur Zanzibar, qu'elle a visité en 1959, 1962 et 1963.

C'est le 10 décembre 1963 que la Grande-Bretagne accorda l'indépendance au protectorat de Zanzibar, deux jours avant que fût proclamée celle du Kenya. Il avait été décidé que l'île ferait partie du Commonwealth et deviendrait membre des Nations Unies.

Mais, en janvier 1964, le Gouvernement fut renversé et le Sultan dut se réfugier en Grande-Bretagne. Ce fut dès lors une période de grande confusion qui dura plus de quatre mois et au cours de laquelle plusieurs milliers d'Arabes furent massacrés ou jetés en prison par les Africains. Le 22 avril 1964 fut annoncée l'union de Zanzibar avec le Tanganyika, sous la présidence de Julius NYERERE. L'Etat de Tanzanie était né.

L'ouvrage sous revue fut écrit, en majeure partie, au milieu de l'année 1963. Aussi les AA. jugèrent-ils nécessaire d'y ajouter un court chapitre relatant les événements survenus dans l'île jusqu'au 22 avril 1964. Mais leur but n'était pas tant d'écrire une histoire de Zanzibar que celui de brosser un tableau des conditions socio-économiques des habitants et d'y évoquer la politique des sultans depuis 1890.

C'est à juste titre qu'ils commencent leur exposé en rappelant que jusqu'à la révolution de janvier 1964, Zanzibar fut *le seul Etat arabe en Afrique sub-saharienne* et, qui plus est, un *Etat colonial*, tout au moins jusqu'à l'arrivée des Britanniques à la fin du siècle dernier. Les événements politiques qui s'y sont déroulés au cours des dernières années ne peuvent être compris qu'à la lumière de ce fait historique.

8.6.1967

M. WALRAET

**Burghardt du Bois (W.E.):** *The world and Africa*. An inquiry into the part which Africa has played in world history. An enlarged edition, with new writings on Africa, 1955-1961 (New York, International Publishers, 1965, 8°, 352 p., cartes, ill.)

L'A., présenté comme docteur, noir américain (en fait quarteron), né en 1868, décédé en 1963, a milité dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle pour l'émancipation des Noirs en Amérique, puis des peuples de couleur, participant à des congrès de représentants de pays colonisés, déjà au début de notre siècle. Sa bibliographie est en rapport avec ces activités.

L'ouvrage est un recueil d'articles et de conférences concernant deux thèmes: l'importance de la contribution de l'Afrique à l'histoire du monde, puis, objet principal des amplifications de l'édition primitive, la situation et l'avenir politique de l'Afrique. Ces nombreux fragments ne présentent guère un ordre logique.

Quelles que soient les études qui ont valu à l'A. son titre de docteur, elles n'empêchent point ses écrits de se révéler comme un fatras d'autodidacte sans esprit critique, soutenu par une haine farouche de tout ce qui est européen et par l'exaltation de prétendues valeurs africaines. C'est ainsi que la Science a son berceau en Afrique et la Religion en Asie (p. 149). Les erreurs matérielles fourmillent même dans les cartes sur les productions, les anciens empires ou les races africaines. Tout cela n'a rien à voir avec la critique historique. Il serait lassant de pointer les contresens qui se répètent de page en page, notamment à propos du Congo.

Si l'A. s'intéresse à l'Afrique tant noire que blanche (« mongoloïde »), c'est surtout l'Afrique sub-saharienne qui retient son intérêt. L'impression d'ensemble est consternante et rappelle fâcheusement, bien que paradoxalement, certaines publications hitlériennes ou mêmes d'extrémistes blancs sud-africains. On ne voit pas bien ce que pareils appels constants aux forces irrationnelles, étayés sur des à-peu-près, peuvent apporter aux peuples nouvellement indépendants dont les problèmes exigent au contraire un effort de réalisme et de rationalité. Heureusement que les jeunes couches intellectuelles de l'Afrique ont déjà fourni des historiens valables et objectifs.

Il n'en demeure pas moins que l'ouvrage constitue un document sur un certain courant libérateur du tiers monde, malheureusement alimenté par l'exemple du racisme mystique qui submergea une partie de l'Europe en 1933. 11.6.1967 J. SOHIER

**Roosens (Eugeen):** *Images africaines de la mère et l'enfant* (Louvain, Edit. Nauwelaerts - Paris, Béatrice-Nauwelaerts, 1967, 8°, 264 p. ill. — Publications de l'Université Lovanium de Kinshasa, 21)

L'A. est chargé de cours suppléant à l'Université Lovanium, où il enseigne l'anthropologie.

Son essai est consacré aux sculptures « mère-et-enfant » dans l'art plastique, en tant qu'expression de la vie socio-culturelle africaine, principalement au Loango (ex-A.E.F.) et au Mayumbe (ex-Congo belge). Il justifie ce choix par le nombre des statuettes récoltées dans ces régions et l'importance de la littérature qui y a trait.

Ces figures semblent bien être des symboles de la fécondité. De telles sculptures, placées sur les tombes des notables témoigneraient aussi d'une descendance nombreuse, source de haute considération. La présence de figures « mère-et-enfant » sur des bâtons de chef pourrait encore être mise en rapport avec la transmission du pouvoir en ligne matrilineaire.

L'A. étudie ensuite les éléments de la culture matérielle représentés sur les sculptures: coiffure, tatouages, anneaux aux bras et aux chevilles, miroirs magiques, etc. ainsi que la symbolique des positions du corps: debout et agenouillé.

M. ROOSENS en arrive à la conclusion qu'on ne peut attribuer la même fonction à toutes les statuettes; et, de ce fait, qu'identité de thème plastique n'implique pas identité de fonction. Toutefois, il est permis de dire que ces figures ont, toutes, malgré leur diversité de fonction, une même valeur symbolique, à savoir la fécondité humaine.

L'iconographie, abondante, ne se limite pas aux régions étudiées, mais elle montre de nombreuses figures « mère-et-enfant » provenant d'autres pays d'Afrique noire.

12.6.1967

J. VANHOVE



Goldthorpe (J.E.): *An African elite. Makerere College students, 1922-1960* (Nairobi, Oxford University Press, 1965, 8°, 109 p. — East African Institute of social research. East African studies nr 17)

L'A., qui a enseigné la sociologie au Collège universitaire de Makerere, à Kampala (Uganda), se propose de décrire le monde des étudiants et anciens étudiants de cette école, dont l'influence rayonne sur tout l'Est africain.

Le Collège, créé en 1922-1923, se contenta au début de former des auxiliaires pour l'administration de l'Uganda; puis, il devint progressivement un établissement scolaire de niveau universitaire, mis à la disposition des pays d'Afrique orientale. Le statut de Collège universitaire lui fut accordé en 1949, et, depuis 1963, il est devenu une véritable université, ouverte à toutes les disciplines.

Toutefois, l'attrait des universités étrangères reste grand pour les jeunes Africains, et les politiciens locaux, soucieux de leur popularité, favorisent largement cette propension en accordant de nombreuses bourses de voyages et s'études.

Il reste que Makerere a joué et joue encore un rôle des plus important dans la formation de l'élite africaine.

L'A. signale que si nombre d'élèves de Makerere interrogés sur leurs projets d'avenir, témoignent d'un réel idéalisme, la majorité d'entre eux ne cachent pas leur désir d'obtenir avant tout une situation importante et largement rémunérée.

Les statistiques des emplois occupés par les anciens étudiants de Makerere témoignent d'ailleurs que ces derniers s'insèrent principalement dans les cadres du gouvernement central. Ainsi donc, il apparaît que les universitaires africains sont en train de constituer une caste de néo-privilegiés qui ne diffère en rien de celle que les Européens et les Asiatiques formaient naguère en Afrique. Pareille situation, s'il n'y était apporté remède, mettrait en péril la paix sociale, a souligné le président de la Tanzanie J. NYERERE, ancien élève de Makerere, dans l'allocution qu'il adressa aux étudiants du Collège, lors de la remise des diplômes en 1962.

13.6.1967

J. VANHOVE

**Milcent (Ernest):** *Au carrefour des options africaines. Le Sénégal* (Paris, Editions du Centurion, 1965, 12<sup>e</sup>, 223 p.).

Après avoir retracé l'évolution du Sénégal, comme colonie, depuis l'arrivée de FAIDHERBE en 1854, l'A. traite d'une manière détaillée des événements précédant l'accession, en 1960, du Sénégal à l'indépendance (loi-cadre de 1956, adoption par le Sénégal du statut d'Etat de la communauté française, création de la fédération du Mali), puis de l'éclatement, en septembre 1960, de la fédération « Sénégal-Soudan » enfin de la rupture, fin 1962, entre les deux leaders de l'indépendance, MM. SENGHOR et DIA (p. 31-98).

L'A. se place ensuite sur le plan économique: c'est l'arachide qui, comme au temps du régime colonial, domine l'économie du pays. La « graine » conditionne l'expansion économique et la politique intérieure gouvernementale, comme elle règle aussi les rapports du Sénégal avec l'extérieur. D'où un triple remède pour obvier à cet état de choses: diversification des cultures, recherche de nouveaux acheteurs pour l'arachide, développement de l'industrie (p. 99-125).

L'A. revient sur le plan politique pour émettre des considérations sur la démocratie telle que fonctionnant au Sénégal. On notera: l'Union progressiste sénégalaise ou U.P.S., parti de M. SENGHOR, qui anime toute la vie politique du pays, encore qu'il ne soit pas le seul parti existant au Sénégal tout en tendant, semble-t-il, à devenir un véritable parti unique; la constitution présidentielle qui est au-dessus des partis et même du parti U.P.S.; le profit que M. SENGHOR aurait tiré de la pensée de TEILHARD DE CHARDIN (p. 126-150).

Dans un chapitre 7 sur le socialisme et la négritude, l'A. observe particulièrement que le socialisme sénégalais a corrigé MARX et ENGELS par TEILHARD DE CHARDIN et G. BERGER, et ne néglige pas, pour parvenir à ses buts, les moyens spirituels contenus dans le christianisme et l'Islam (p. 151-173).

Enfin, après avoir commenté un vers de l'hymne national « Le Bantou est un frère, et l'Arabe, et le Blanc » qui fixe les buts de la politique intérieure et extérieure du Sénégal (p. 174-197), l'A. semble reconnaître que les nouveaux Etats, tel celui du Sénégal, n'ont pas encore atteint leur équilibre politique (p. 198-216).

14.6.1967 André DURIEUX

Lantier (Jacques): *L'Afrique déchirée. De l'anarchie à la dictature. De la magie à la technologie* (Paris, Editions Planète, 1967, 8°, 349 p. — Documents Planète)

L'A. tient tout d'abord à préciser que dans ce livre il est question « de ce qu'il est convenu d'appeler l'Afrique noire » et qu'il emploiera souvent le mot « nègre » en lieu et place d'« africain » et de « noir », car il ne voit dans le premier de ces termes rien de péjoratif, « noir » lui paraissant plutôt « une négativité ou une opposition qui ne doit sa vérité qu'à un certain caractère d'agressivité ou de singularité ». On voit tout de suite l'esprit général de l'ouvrage qui a pour ambition de quitter les sentiers trop battus des études politico-historiques pullulant aujourd'hui en matière de « sciences » africanistes.

Jacques LANTIER se propose d'étudier les problèmes africains sous l'angle moral et psychologique, d'entreprendre, avec ses lecteurs, un voyage où ils effectueront ensemble une série d'enquêtes, afin de déterminer les intentions et les actes, de savoir si les actes répondent aux intentions et d'avoir, à l'arrivée, une vue synthétique aussi complète que possible de la situation en Afrique ».

Ce « voyage » débute par une enquête ethno-psychologico-sociale (*Le poids des facteurs humains*): démographie, mentalités, races, tribalisme, sexualité, dénutrition, éducation, maladies, négritude. Un deuxième chapitre aborde l'étude de quelques « philosophies » politiques africaines et leurs applications (consciencisme de NKRUMAH, socialisme humaniste-spiritualiste de SENGHOR). Le chapitre III est consacré à la « démocratie » en Afrique noire (L'Etat syndicaliste de Guinée, le capitalisme révolutionnaire de la Côte d'Ivoire, la féodalité et le progressisme du Niger, etc.). Puis vient, en un chapitre IV, l'étude de trois régimes militaires (Congo-Kinshasa, Dahomey, et Haute-Volta). *L'étau de l'Afrique blanche* (Chapitre V) examine successivement la résistance au panislamisme, telle qu'elle se présente au Soudan, en Nigeria et au Tchad, le « dernier carré » du colonialisme (Angola, Mozambique) et la situation politique et sociale en Afrique du Sud et en Rhodésie. Le chapitre VI et dernier traite du « pannégrisme », néologisme forgé par l'A., et du mythe de l'unité africaine. S'y rattache, très artificiellement, une vue d'ensemble de l'aide des grandes puissances à l'Afrique.

20.6.1967 M. WALRAET

Neuhoff (Dr. Hans-Otto): *Gabun* (Bonn, K. Schroeder, 1967, 176 p., 3 cartes. — Deutsche Afrika-Gesellschaft e.V. — Die Länder Afrikas. Band 35)

L'A est un jeune économiste dont la thèse, présentée avec succès en 1966, à l'Université de Munich, était consacrée à l'économie des matières premières du Gabon, où il avait, en 1963, séjourné cinq mois et effectué sept voyages à l'intérieur du pays. C'est dire qu'il connaît bien les problèmes qu'il évoque dans l'étude générale qu'il vient de publier concernant la république africaine que SCHWEITZER et son hôpital de Lambaréné ont rendue célèbre.

L'ouvrage se présente dans le cadre habituel des monographies régionales publiées par la Deutsche Afrika-Gesellschaft de Bonn. Après une introduction relative à la géographie du Gabon se succèdent cinq chapitres respectivement consacrés à la population (p. 20-35), l'histoire politique (p. 35-54), aux institutions (p. 54-69), à l'économie — le plus long — (p. 69-131) et au développement culturel et social (p. 131-157). Une abondante bibliographie (11 pages), un index et 3 cartes complètent cet excellent ouvrage de référence, dont l'A. n'a malheureusement pas exclu l'allusion — devenue traditionnelle outre-Rhin — aux nombreux liens qui unissaient l'Allemagne au continent africain avant 1914... Il nous rappelle, en effet, qu'entre le Gabon et son pays existent, depuis un siècle, d'étroites relations, tant sur le plan économique que dans le domaine scientifique. C'est ainsi que de gros négociants hambourgeois ont pris une part importante, entre 1862 et 1914, au développement du commerce gabonais et, plus particulièrement en ce qui concerne l'Okoumé, bois dont l'Allemagne fut le premier Etat importateur jusqu'en 1939. Sur le plan scientifique, des géographes, ethnologues et botanistes allemands contribuèrent au progrès de la connaissance du Gabon dans les années '70 du siècle dernier et peu avant la première guerre mondiale. De 1911 à 1914, fait aussi remarquer l'A., le nord de ce pays fut sous administration allemande.

21.6.1967

M. WALRAET

**Verhaegen (Benoit):** *Rébellions au Congo. Tome I* (Institut de Recherches économiques et sociales, I.R.E.S. - Lovanium, Léopoldville; Institut national d'études politiques, I.N.E.P., Léopoldville; Centre de recherche et d'information socio-politique, C.R.I.S.P., Bruxelles 1, 1967, 8°, 568 p. — Les Etudes du C.R.I.S.P.)

Dès l'abord, l'A. annonce que l'ensemble de l'ouvrage comprendra deux volumes, l'un et l'autre divisés en plusieurs parties traitant chacune d'une rébellion particulière.

L'introduction indique *L'objet, les techniques et la méthode*. Et l'auteur dit: « Histoire immédiate » ou « Histoire ultra-contemporaine » plutôt que science politique, tel serait le nom le mieux adapté à la discipline hybride pratiquée ici qui emprunte à l'histoire ses « techniques documentaires » et à la sociologie ses « techniques vivantes ».

Le fil conducteur est le récit de la colère de populations déçues par l'indépendance (qu'on leur avait au préalable mirifiquement décrite) et par les exactions de tous ordres dont elles eurent à souffrir de la part des forces armées gouvernementales ou autres.

Deux paragraphes préliminaires s'intitulent encore: *Quelques tendances contradictoires dans l'évolution récente du Congo avant l'indépendance* et *La première indépendance et l'éclatement du Congo*.

Quatre parties ensuite: *La rébellion du Kwilu, L'opération rebelle sur Bolobo-Mushie, La rébellion d'Uvira-Fizi* et *La rébellion au Nord-Katanga*.

Chaque fois de très nombreuses pages d'annexes et de documents. « Deux techniques de recherche, dit l'A., ont été utilisées et combinées: la documentation écrite et l'interview. La documentation était en majeure partie d'origine rebelle... Son authenticité ne fait aucun doute... La documentation d'origine non rebelle est constituée d'une part par les récits, rapports et lettres de témoins, principalement européens, qui ont vécu sous le régime rebelle, et d'autre part, par la presse congolaise et étrangère. »

L'ouvrage se lit comme un roman.

27.6.1967

C.-L. BINNEMANS

**Fodeba (Keita):** *Aube africaine* (Paris, Seghers, 1966, 92 p., 4 hors-texte en couleurs)

Né à Siguiri (Guinée) en 1921, Keita FODEBA fit des études d'instituteur à l'école William-Ponty, où un théâtre africain d'expression française était né entre 1933 et 1937, et qu'avaient fréquentée d'autres écrivains noirs, comme Bernard DADIÉ ou Abdoulaye SADJI. En 1948-49, alors qu'il enseignait à Saint-Louis-du-Sénégal, il fit ses premières armes dans la revue *Présence africaine*, qui venait d'être fondée à Paris. Il y publia notamment *Etrange destin*, *Minuit*, *Chanson du Djoliba*, et *La Moisson*. En 1950, SEGHERS imprimait ses *Poèmes africains* dont une édition augmentée parut en 1958. Entretemps, le même éditeur avait publié une mince plaquette: *Le Maître d'école*, suivi de *Minuit* (1952). La plupart de ces œuvrettes, et quelques autres, sont maintenant accessibles dans *Aube africaine*.

A vrai dire, le talent de FODEBA est très mineur. Bien que la plupart de ses écrits soient en prose (destinée, d'ailleurs, à être dite au son de la guitare ou du balafong), il est essentiellement un lyrique, tour à tour bucolique (dans *Moisson à Faraba*) ou élégiaque (dans *Minuit* et *Aube africaine*); comme le veut la tradition africaine, il se montre volontiers discrètement moralisateur (*Chanson du Djoliba*); *Sini-Mory* est visiblement l'adaptation d'un conte étologique; *Le maître d'école* est une douce satire, sans malice mais sans guère de sel, sur un instituteur improvisé. Tout cela est écrit avec une aimable simplicité qui n'est pas dépourvue d'une poésie assez élémentaire.

FODEBA se rendit bientôt compte, semble-t-il, que la plume n'était pas vraiment le mode d'expression qui lui convenait. Il fonda le Théâtre africain, dont les danses connurent une réputation internationale. Il remplit actuellement de hautes fonctions officielles dans cette Guinée, dont le seul représentant littéraire valable reste Camara LAYE.

27.6.1967  
Alb. GÉRARD

**Chaliand (Gérard):** *Lutte armée en Afrique* (Paris, François Maspero, 1967, 12°, 167 p. — Cahiers libres, 101)

L'A., journaliste et écrivain français, est « engagé », c'est le moins qu'on en puisse dire. Rédacteur en chef adjoint, en 1963, de l'hebdomadaire algérien *Révolution africaine*, il a déjà consacré, en 1964, deux ouvrages aux problèmes politiques de l'Afrique, à savoir *L'Algérie est-elle socialiste?* et *Guinée « portugaise » et Cap Vert*. Il a, en outre, publié de nombreux articles dans plusieurs revues, notamment *Les Temps modernes* et a préparé, en 1966, le numéro spécial de *Partisans*, « L'Afrique dans l'épreuve ».

C'est en mai-juin 1966 qu'il a séjourné dans les « maquis » de Guinée portugaise en compagnie d'Amilcar CABRAL, secrétaire général du Parti africain de l'indépendance de la Guinée et du Cap Vert (P.A.I.G.C.). Il y risqua sa vie, s'il faut en croire un communiqué du Parti, en date du 9 juin 1966, annonçant que les forces « coloniales » avaient mis leur dispositif en action afin d'arrêter ou de tuer le leader CABRAL. En effet, 10 bombardiers B 26 et 4 chasseurs Fiat bombardèrent et mitraillèrent le village de Djagali, où, la veille (4 juin), le secrétaire général avait présidé un meeting qui avait rassemblé plus de 3 000 personnes.

On sait que, depuis 1961, le Portugal est aux prises avec des mouvements insurrectionnels en Angola, au Mozambique et en Guinée. Selon CHALIAND, les combattants du P.A.I.G.C. auraient libéré la moitié de ce dernier territoire. Le but du présent ouvrage est « d'esquisser la sociologie d'un maquis africain en le saisissant autant que possible de l'intérieur ». Il s'efforce aussi de répondre à plusieurs questions, relatives notamment à la mobilisation et à l'organisation des masses paysannes, au rôle des commissaires politiques au sein de chaque unité de combat, aux dialogues engagés par CABRAL avec les maquisards pour les engager à intensifier la lutte et la production.

L'ouvrage comporte, en annexe, quelques circulaires portugaises d'action psychologique, un aperçu des intérêts étrangers en Guinée portugaise, ainsi qu'une bibliographie.

30.6.1967

M. WALRAET

**Polomé (Edgar C.):** *Swahili language handbook* (Washington Center for Applied Linguistics, 1967, 8°, XVII+232 p.)

In de reeks van meer dan vijftig Swahili-spraakkunsten voor Engels-sprekenden is het werk van professor POLOMÉ, directeur van het Centrum voor Aziatische Studies aan de Universiteit van Texas te Austin, een van de belangrijkste handboeken.

De *Language Handbook Series*, waarin het werd opgenomen, samen met handboeken over het Bengali, Arabisch en Vietnamees, willen een overzicht geven van de voornaamste structuren in een bepaalde moderne Afrikaanse of Aziatische taal, alsmede een samenvatting van de taalproblemen in de streek en de culturele achtergrond waartegen de taal moet worden gezien.

Het boek biedt daarom een hoofdstuk over de gebieden waar het Swahili wordt gesproken; het werpt een blik op de oorsprong en de geschiedenis van het Swahili; het geeft een bepaling van de plaats die deze taal in de Bantogroep van de negro-afrikaanse talen bekleedt, ook een overzicht van de verschillende dialecten (vijftien) en waar en door wie ze worden gebruikt.

Het tweede hoofdstuk beschrijft de voornaamste elementen van de moderne levende taal die op het eiland Zanzibar en langs de Mrimakust wordt gesproken. Zowel de fonologie als de morfologie, de verbale en nominale afleiding, de inflectie, de complex-vormen en ook de syntaxis worden uitvoerig behandeld. Het geheel is bovendien aangevuld met interessante voetnoten en uitgebreide bibliografische gegevens.

In het derde hoofdstuk bespreekt de auteur het probleem van de Swahili-spelling. In een vierde zeer interessant deel worden de belangrijke fonologische en structurele verschillen tussen het Swahili en het Engels gereleveerd, terwijl het boek besloten wordt met informatie betreffende de Swahili-literatuur.

30.6.1967

M. VAN SPAANDONCK



**Schramm (Wilbur):** *L'information et le développement national*. Le rôle de l'information dans les pays en voie de développement (Paris, UNESCO, 1966, 8°, 354 p., 18 tabl.)

L'A. est directeur de l'Institute for Communication Research de l'Université Stanford (U.S.A.), et a déjà publié de nombreux ouvrages sur les moyens d'information; il est conseiller de plusieurs gouvernements dans ce domaine.

Ce livre souligne le rôle de l'information dans les pays en voie de développement; il a été rédigé à la demande de l'UNESCO, à la suite de trois conférences régionales intéressant l'Asie (Bangkok, 1960), l'Amérique latine (Santiago de Chili, 1961) et l'Afrique (Paris, 1962).

L'A. montre que l'information contribue au développement d'un pays en éduquant les individus et en faisant connaître leurs besoins. Il en résulte une transformation sociale profonde, car les dirigeants peuvent prendre des décisions et organiser le travail non plus localement, mais à l'échelon du pays. Mais il faut pour cela disposer de moyens d'information et les utiliser efficacement.

Avec l'enseignement scolaire, l'information est l'agent le plus efficace du développement.

Chaque pays devrait étudier la circulation de l'information relative au développement du territoire et veiller à ce qu'elle connaisse une diffusion suffisante, même dans les populations éloignées des centres. Ceci suppose qu'en plus des moyens, les pays forment des agents spécialisés dans la technique de l'information et qu'ils mettent en commun leurs expériences. En annexe, l'A. propose un modèle d'inventaire des moyens d'information dans un pays en voie de développement.

Ce livre a le mérite de mettre en évidence un problème mal connu par ceux qui vivent dans les pays où l'information abonde.

30.6.1967

A. LEDERER

**Serreau (Jean):** *Le développement à la base au Dahomey et au Sénégal.* (Paris, Librairie générale de droit et de jurisprudence, 1966, 8°, 358 p., 1 croquis, 7 cartes, bibl. — Collection « Bibliothèque d'économie politique ». Prix: 495 FB)

L'A. a présenté ce travail comme thèse de doctorat à la Faculté de droit et des sciences économiques de Paris. L'ouvrage comporte trois parties: I. Obstacles et facteurs favorables au développement à la base au Sénégal et au Dahomey en 1959-1960; II. Le développement à la base au Sénégal; III. Le développement à la base au Dahomey.

Si la période d'administration française a été favorable au point de vue pacification, équipement, santé et famine, elle a implanté une économie orientée vers les besoins de la métropole, mais les populations rurales n'ont pas participé au développement du pays.

L'A. étudie le cas du Sénégal et du Dahomey, dont les plans prévoient l'amélioration des conditions de la production agricole. Tandis qu'au Dahomey on tente d'y arriver par la rénovation des palmeraies, l'organisation de la pêche, la création de blocs de cultures et de champs collectifs, au Sénégal l'effort porte par contre sur le progrès des économies régionales, la constitution de centres ruraux reliés par de bonnes voies de communications et la multiplication de coopératives.

Alors que le mouvement coopératif s'implante difficilement au Dahomey, il connaît un grand succès au Sénégal. L'A. étudie et compare la situation de ces deux pays qui tentent d'intéresser les masses rurales au plan de développement, d'où l'importance des coopératives constituées d'associations d'individus.

André PHILIP remarque que souvent le socialisme n'est qu'un capitalisme d'Etat, indispensable dans une première étape; mais le sort d'un pays dépend finalement de la capacité des hommes responsables.

Livre excellent pouvant servir d'exemple pour l'étude de la situation de diverses régions.

30.6.1967

A. LEDERER

Possoz (Emile): *Réflexions ethnologiques*. I. *Encore la « dot »!*  
II. *Ajustement au devenir* (Bruxelles 15, chez l'auteur, 93, rue St-Henri,  
2 broch. 8°, 31+24 p.)

L'A., ancien magistrat au Congo belge, est surtout connu par ses *Eléments de droit coutumier nègre*, paru à compte d'auteur à Elisabethville, en 1944, ouvrage véhément aux obscurités traversées de passages fulgurants, dont la contribution originale à la connaissance de certains aspects du droit coutumier est importante. Depuis lors, l'A. a rédigé divers petits articles qui explicitent ses thèses.

L'étude sous revue se compose de deux livrets, l'un consacré à la dot, l'autre aux rapports entre le Concile Vatican II et l'ethnologie. Ils sont divisés en paragraphes titrés qui indiquent le développement de la pensée de l'A.

A propos du colloque sur la dot de Lubumbashi en 1966, l'A. estime que la « dot » n'est qu'une preuve instrumentale dont la vénalité dérive de la colonisation. Son interprétation et son développement actuels résultent de l'incompréhension des juristes, noirs et blancs, et d'une fausse ethnologie. Tout en vilipendant divers auteurs, l'A. reprend certaines de ses thèses déjà connues, comme l'origine internationale des contrats.

A propos du Concile, l'A. se demande si l'Eglise sera à même de dialoguer avec le monde des illettrés, majoritaire sur le globe et de se dégager de la fausse ethnologie des Blancs. Tout est à faire en ce domaine après une proclamation de bonne volonté.

Si, avec l'âge, l'A. a gagné en violence, des éclairs illuminent son texte à intervalles plus prolongés et les répétitions, les longs passages obscurs risquent de décourager le lecteur. Sa partialité, quand il déforme la pensée d'autrui, hérisse sans doute à tort. Car il n'est pas indifférent d'appréhender la pensée d'un juriste ethnologue dont le mérite fut certes indéniable.

3.7.1967  
J. SOHIER

**Ransford (Oliver):** *Livingstone's lake. The drama of Nyasa* (London, John Murray, 1966, 8°, 313 p., ill., cartes)

L'A., né en 1914 dans le Yorkshire, fit ses études de médecine à la Leeds Medical School et au Middlesex Hospital à Londres, puis il entra au Service médical colonial et exerça ses fonctions, une dizaine d'années durant, sur les rives du lac Nyassa. Depuis 1947, il est installé comme médecin privé à Bulawayo.

Féru d'histoire et d'archéologie, il a consacré un ouvrage de plus de 300 pages au lac Nyassa, pour lequel il éprouve une véritable passion: « It was for her colour that I first came to love the lake »... dont il fait d'ailleurs, dans l'introduction, une description d'un ardent lyrisme. Par un poétique artifice, il identifie les grandes périodes de l'histoire du lac — et du Nyassaland — aux diverses phases d'une journée. D'où les titres des parties du livre: *Night over Nyasa — Dawn — Morning — Afternoon and evening — Kwacha* (Sunrise). La première partie (p. 9-63) s'étend depuis les brumes de la préhistoire jusqu'à l'arrivée au lac, le 17 septembre 1859, de l'explorateur-missionnaire David LIVINGSTONE, en passant par les voyages épisodiques des Portugais aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles et les invasions des Yao et des Ngoni dans les premières décennies du XIX<sup>e</sup> siècle. La 2<sup>e</sup> partie (p. 65-130) est consacrée au récit des explorations qui menèrent LIVINGSTONE au Nyassa *via* le Zambèze et le Shiré, à son voyage le long des rives occidentales du lac (1861) et à son séjour sur ses bords en août 1866. Dans la 3<sup>e</sup> partie (p. 133-205), l'A. évoque les débuts et les premiers développements de l'action missionnaire, l'arrivée des premiers commerçants, chasseurs et colons, l'établissement d'un consulat anglais à Blantyre (1883), la proclamation du protectorat britannique (1891) avec Harry JOHNSTON comme Commissaire de S.M. la Reine VICTORIA, et les 29 campagnes que mena ce dernier contre les trafiquants d'esclaves jusqu'en 1899. La 4<sup>e</sup> partie (p. 209-263) est consacrée à l'histoire « coloniale » du Nyassaland: nomination d'un Gouverneur (1907), création de conseils législatif et exécutif, mouvements séditionnels d'Elliott KAMWANA et de John CHILEMBE, épisodes de la guerre 1914-1918, etc. La dernière partie (p. 267-280) retrace l'histoire de la décolonisation du Nyassaland, depuis son intégration à la Fédération de l'Afrique centrale (1953) jusqu'à la proclamation de l'indépendance du territoire, le 6 juillet 1964, sous le nom de République de Malawi. Une chronologie et une bibliographie détaillée complètent cette attachante étude.

4.7.1967 M. WALRAET

**Meister (Albert):** *L'Afrique peut-elle partir* (Paris, Ed. du Seuil, 1966, 8°, 450 p. — Coll. Esprit « Frontière ouverte »; 283 FB)

L'A., sociologue, traite spécialement des trois pays de l'Est africain: Uganda, Kenya, Tanzania. Il faut évidemment se borner si l'on veut rendre compte d'un livre aussi riche d'idées et de suggestions.

*L'Afrique noire est mal partie* est devenu un slogan évoquant le gaspillage économique et social ainsi que les luttes ayant marqué l'indépendance des pays africains, L'A., quant à lui croit que l'Afrique n'est pas partie du tout et qu'elle est en régression.

L'A. décrit la société traditionnelle et l'entrée en scène des colonisateurs, puis il confronte les modes de vie du colonisateur et du colonisé. Les plans, qu'il discute dans une 3<sup>e</sup> partie, sont trop ambitieux pour les capitaux dont on dispose. Les nouvelles élites songent plus à l'affirmation d'eux-mêmes et à l'apparat qu'au développement.

Dans une 4<sup>e</sup> partie, l'A. tente de démystifier les légendes qui ont cours. Loin de s'unir, les pays africains vont chacun son chemin. Les entreprises modernes exigent des capitaux dont on ne dispose pas et emploient peu de bras qui sont en surnombre. L'instruction qu'on veut intensifier est bonne en soi, mais ne donne que des déclassés. Les enseignements qui sont à la pointe du progrès ne sont pas applicables en Afrique. On multiplie les loisirs qui sont autant d'occasions de consommer, malheureusement les biens de consommation sont importés. Les socialismes occidentaux alourdissent une bureaucratie improductive.

Enfin, les pays développés s'occupent de plus en plus de leurs propres problèmes et de leurs propres régions déshéritées. Le droit au développement des pays attardés risque de tomber dans l'oubli et l'on retourne à la charité et aux bonnes œuvres.

Bref, les conditions ne sont pas réalisées qui permettraient à des gouvernements africains « purs et durs » de démarrer. C'est la conclusion amère de l'A. qui indique quelques perspectives à court terme.

4.7.1967

E. BOURGEOIS

**Akiga's story.** *The Tiv Tribe as seen by one of its members.* Translated and annotated by Rupert EAST (Published for the International African Institute by the Oxford University Press, London - New York - Toronto, 1965, 8°, 444 p., carte, ill.)

En prenant connaissance de cet ouvrage, le lecteur fera bien de ne pas séparer dans son esprit le titre du sous-titre. Il ne s'agit nullement d'un travail historique au sens scientifique du mot, mais simplement d'un récit circonstancié des traditions et institutions Tiv au cours des premières années de la colonisation britannique, particulièrement dans leur contact avec l'évangélisation et l'administration européennes.

Les Tiv comptent environ 530 000 habitants et vivent en majeure partie au sud du fleuve Benué au Nigéria oriental. Lorsqu'en 1911 les missionnaires de la Sudan United and Dutch Reform Church Mission s'installèrent dans la région, AKIGA fut le premier membre de la tribu à partager leur vie. Il avait alors treize ans. Après quelques années, il devint chrétien lui-même et entra au service de la mission. C'est pendant ses pérégrinations comme évangéliste, à travers le pays, alors qu'il prêchait la Bonne Nouvelle face au style de vie traditionnel, que l'idée lui est venue d'écrire ce travail. AKIGA s'y considère comme l'interprète d'un âge révolu; il reste néanmoins sympathiquement ouvert au mode de vie des gens de sa tribu. « The old mushroom rots, another springs up; but the mushroom tribe lives on. » (p. 4).

Le texte original en langue Tiv, préfacé par le professeur D. WESTERMANN, fut édité en 1939. Dans le désarroi de la dernière guerre mondiale, sa parution passa quasi inaperçue. L'accélération actuelle de la modernisation en Afrique, l'évolution rapide de ses jeunes Etats, la transformation consécutive de leurs cultures justifient pleinement cette nouvelle édition. La traduction et les commentaires sont dus au Dr. Rupert EAST, qui, il y a trente ans déjà, collabora avec l'A. à la rédaction du manuscrit.

Documents en marge de la science et de la littérature? Si l'on veut. De toute façon, des pages valables. Elles donnent un tableau vivant et compréhensif de la vie et du comportement du peuple Tiv. Et il faut rendre grâce à l'Institut international africain d'en avoir assumé la publication.

10.7.1967 N. DE CLEENE

**CLASSE DES SCIENCES NATURELLES  
ET MEDICALES**

---

**KLASSE VOOR NATUUR- EN  
GENEESKUNDIGE WETENSCHAPPEN**

## Séance du 23 mai 1967

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. M.-E. *Denaeyer*, directeur.

Sont en outre présents: MM. P. Brien, A. Dubois, J. Jadin, W. Robyns, M. Van den Abeele, J. Van Riel, membres; MM. B. Aderca, F. Corin, M. De Smet, R. Devignat, F. Evens, R. Germain, F.-L. Hendrickx, F. Jurion, J. Kufferath, O. Tulippe, R. Vanbreuseghem, associés; M. P. Giroud, correspondant, ainsi que MM. E.-J. Devroey, secrétaire perpétuel et M. Walraet, secrétaire des séances.

Absents et excusés : MM. G. de Witte, A. Fain, A. Lambrechts, J. Lebrun, J.-E. Opsomer, G. Sladden, P. Staner, J. Thoreau.

### Bienvenue

M. M.-E. *Denaeyer* souhaite la bienvenue à notre confrère, M. *Paul Giroud*, chef du Service des Rickettsioses à l'Institut Pasteur de Paris, qui assiste pour la première fois à nos réunions.

### Au sujet de l'étiologie de certaines lésions vasculaires chez les jeunes

M. *Paul Giroud*, correspondant, fait part des résultats de recherches qu'il a menées avec ses collègues au sujet de l'étiopathogénie de certaines lésions vasculaires chez les jeunes.

Après un échange de vues auquel participent MM. *R. Vanbreuseghem*, *M. De Smet*, *A. Dubois*, *J. Jadin* et *P. Giroud*, la Classe décide l'impression du travail de notre Confrère dans le *Bulletin* (p. 858).



## Zitting van 23 mei 1967

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de H. M.-E. *Denaeyer*, directeur.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. P. Brien, A. Dubois, J. Jadin, W. Robyns, M. Van den Abeele, J. Van Riel, leden; de HH. B. Aderca, F. Corin, M. De Smet, R. Devignat, F. Evens, R. Germain, F.-L. Hendrickx, F. Jurion, J. Kufferath, O. Tulippe, R. Vanbreuseghem, geassocieerden; de H. P. Giroud, correspondent, alsook de HH. E.-J. Devroey, vaste secretaris en M. Walraet, secretaris der zittingen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. G. de Witte, A. Fain, A. Lambrechts, J. Lebrun, J.-E. Opsomer, G. Sladden, P. Staner, J. Thoreau.

### Welkomstgroet

De H. M.-E. *Denaeyer* begroet onze confrater de H. *Paul Giroud*, hoofd van de dienst der Rickettsiosen van het Institut Pasteur te Parijs, die voor het eerst aan onze vergaderingen deelneemt.

### « Au sujet de l'étiologie de certaines lésions vasculaires chez les jeunes »

De H. *Paul-Giroud*, correspondent, deelt de uitslag mede van de opzoekingen die hij met zijn collega's ondernam over de etiopathogenie van bepaalde bloedvatenkwetsuren bij de jongeren.

Na een gedachtenwisseling waaraan deelnemen de HH. *R. Vanbreuseghem*, *M. De Smet*, *A. Dubois*, *J. Jadin* en *P. Giroud*, beslist de Klasse dit werk in de *Mededelingen* (blz. 858) te drukken.

### La lutte contre les insectes par la méthode des mâles stériles

M. F. Evens donne connaissance d'une série d'expériences de lutte contre certains insectes par la méthode des mâles stériles et propose une solution qui lui paraît mieux répondre aux modalités pratiques de l'éradication.

Il répond ensuite à des questions que lui posent MM. J. Van Riel, P. Brien et R. Vanbreuseghem, après quoi la Classe décide la publication de cette communication dans le *Bulletin*.

### 4<sup>e</sup> symposium de géologie africaine (Sheffield, 19-20 avril 1967)

Le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe de la réunion, au Département de Géologie de l'Université de Sheffield du 4<sup>e</sup> symposium de géologie africaine. Il a eu lieu du 19 au 20 avril. Y assistaient environ 120 des plus éminents géologues et géophysiciens africains comprenant Anglais, Belges, Français et Soviétiques. Ce symposium était consacré principalement au volcanisme, aux fossés tectoniques et à la géochronologie.

Nos confrères MM. L. Caben et J. Lepersonne y ont présenté respectivement des communications sur les *Résultats géochronologiques obtenus au Centre belge de géochronologie (Bruxelles-Tervuren) en 1966* et *Le séisme de Béni du 20 mars 1966 et les failles du fossé tectonique du lac Edouard-Semliki-lac Albert*.

M. M.-E. Denaeyer y développa en outre une communication sur les *Solutions possibles du transfert du potassium dans les laves de l'Afrique centrale*.

### Concours annuel 1967

Le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe qu'un travail a été introduit en réponse à la 3<sup>e</sup> question. Il est intitulé: *Mécanisme de la virulence des Trypanosomes* et a pour auteur M. Dominique LE RAY, assistant au Département de protozoologie de l'Institut de Médecine tropicale Prince Léopold.

La Classe désigne MM. A. Dubois, J. Jadin et F. Evens en qualité de rapporteurs.

« La lutte contre les insectes par la méthode des mâles stériles »

De H. F. Evens handelt over een reeks proefnemingen voor het bestrijden van bepaalde insecten door het steriel maken van de mannetjes en stelt een oplossing voor die hem beter aangepast lijkt aan de praktische omstandigheden van dergelijke actie.

Hij beantwoordt vervolgens vragen hem gesteld door de HH. J. Van Riel, P. Brien en R. Vanbreuseghem, waarna de Klasse beslist deze studie in de *Mededelingen* te drukken.

4<sup>e</sup> Symposium voor Afrikaanse geologie  
(Sheffield, 19-20 april 1967)

De *Vaste Secretaris* licht de Klasse in over de vergadering, in het Departement voor Geologie der Universiteit te Sheffield, van het 4<sup>e</sup> symposium voor Afrikaanse geologie. Dit hat plaats van 19 tot 20 april. Ongeveer 120 der meest vooraanstaande geologen en geofysici waaronder Engelsen, Belgen, Fransen en Russen. Dit symposium was hoofdzakelijk gewijd aan het vulcanisme, de aardschachten en de geochronologie.

Onze confraters de HH. L. Caben en J. Lepersonne legden er respectievelijk volgende mededelingen voor: *Résultats géochronologiques obtenus au Centre belge de Géochronologie (Bruxelles-Tervuren) en 1966* en *Le séisme de Beni du 20 mars 1966 et les failles du fossé tectonique du lac Edouard-Semliki-lac Albert*.

De H. M.-E. Denaeyer sprak er daarenboven over de *Solutions possibles du transfert du potassium dans les laves de l'Afrique centrale*.

Jaarlijkse wedstrijd 1967

De *Vaste Secretaris* deelt de Klasse mede dat een werk ingediend werd als antwoord op de 3de vraag. Het is getiteld: *Mécanisme de la virulence des Trypanosomes* en heeft als auteur de H. Dominique LE RAY, assistent bij de Afdeling voor protozoologie van het Instituut voor Tropische Geneeskunde Prins Leopold.

De Klasse wijst de HH. A. Dubois, J. Jadin en F. Evens als verslaggevers aan.

### Congrès sur la stratigraphie du Gondwana en Amérique du Sud

Le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe que ce Congrès, placé sous les auspices de l'Union internationale des Sciences géologiques, de l'UNESCO et de la Commission de stratigraphie de l'U.I.G.S., aura lieu, en octobre prochain, simultanément à Buenos Aires, dans le nord du Brésil et à Montevideo.

Notre confrère, M. M.-E. *Denaeyer*, qui a accepté de représenter l'ARSOM à ce Congrès, y développera une communication intitulée: *¿Pueden considerarse las fosas tectónicas del Africa central como un principio de disyunción y de deriva continental?*

#### Comité secret

Les membres, réunis en comité secret, prennent acte d'une candidature à une place de correspondant.

Ils décident, en outre, d'appliquer l'article 9 des Statuts, à un correspondant qui, malgré plusieurs rappels, n'a fait parvenir aucun travail depuis sa nomination (1930).

La séance est levée à 16 h 15.

### Congres over de stratigrafie van Gondwana in Zuid-Amerika

De *Vaste Secretaris* deelt de Klasse mede dat dit Congres, geplaatst onder de bescherming van de Union internationale des Sciences géologiques van de UNESCO en Commissie voor Stratigrafie van de U.I.G.S. zal plaats hebben in oktober e.k., gelijktijdig te Buenos-Aires, in het Noorden van Brazilië en te Montevideo.

Onze confrater de H. M.-E. *Denaeyer*, die aanvaardde de K.A.O.W. op dit Congres te vertegenwoordigen, zal er een mededeling voorleggen getiteld: *¿Pueden considerarse las fosas tectónicas del Africa central como un principio de disyunción y de deriva continental?*

#### Geheim comité

De leden, vergaderd in geheim comité, nemen nota van kandidaturen voor twee plaatsen van correspondent.

Zij beslissen verder artikel 9 der Statuten toe te passen op een correspondent die sinds zijn benoeming (1930), hoewel hij hier toe herhaaldelijk uitgenodigd werd, geen enkel werk liet toekomen.

De zitting wordt gegeven te 16 h 15.

**P. Giroud. — Au sujet de l'étiologie de certaines lésions vasculaires chez les jeunes**

Nous avons pensé que, devant votre Assemblée, nous pouvions traiter avec intérêt la question de l'étiologie de certaines lésions vasculaires évoluant chez des jeunes. Pour tout le monde, l'étude des vaisseaux est particulièrement importante, puisqu'ils ont sous leur dépendance notre organisme entier.

Qu'il me soit permis de rapporter tout d'abord des observations personnelles, puis celles que nous avons faites avec nos collaborateurs.

C'est au cours de nos prospections tunisiennes, en 1934, que nous avons été frappé de voir, dans les camps de typhus, certains aspects des vaisseaux des malades ou des sujets en contact avec de typhiques. C'est là même où chez des femmes et des enfants nous avons mis en évidence des maladies inapparentes. En 1941, nous avons pu observer à Madrid des artérites avec gangrène chez des typhiques graves.

Nous avons été dans la suite frappé par le comportement vasculaire de collègues médecins revenant, à la fin de la deuxième guerre mondiale, des camps où ils avaient soigné des typhiques. L'un d'eux présentait une artérite de l'artère radiale et cubitale provoquant une amyotrophie en même temps qu'une contracture douloureuse dans le territoire de son cubital droit. En soignant des typhiques, il avait contracté une fièvre non étiquetée.

Nous avons donc ainsi déjà vu des complications vasculaires classiques de maladies graves et aussi de maladies non étiquetées provoquant une atteinte vasculaire.

Depuis lors, nous avons examiné par micro-agglutination vis-à-vis de 7 antigènes rickettsiens et néorickettsiens (groupe *Bedsonia*), 74 000 sérums de sujets présentant différents syndromes, parmi lesquels de nombreuses artérites. Sur 1 592 sérums de sujets présentant des artérites, 326 sont positifs, soit à peu

près 20 %, et 220 autres sont douteux, ce qui monte le pourcentage à 34 %; les différents groupes d'antigènes sont également répartis: *R. prowazeki* 57, *R. mooseri* 58, *R. conori* 58, *R. burneti* 68, le groupe néorickettsien (*Bedsonia*) 11. Or, chez des sujets non malades, le pourcentage de positifs en France ne dépasse pas 5 %.

Nous allons maintenant voir le comportement de sujets qui ont été certainement en contact avec les rickettsies dans des milieux infectés et le comportement de sujets ayant vécu dans des lieux où, jusqu'à présent, ces affections n'étaient pas reconnues.

*Sujets en contact avec des sujets infectés et tout d'abord des typhiques.*

Ils peuvent avoir fait des typhus, mais bien souvent ceux-ci sont passés inaperçus. Un des cas les plus remarquables est celui que nous avons suivi avec J.-G. BERNARD au Val-de-Grâce. Kö... présentait une thrombo-angéite et réagissait spectaculairement sur *R. prowazeki* (1 : 2 560). Nous avons pour lui de très nombreuses années de recul; il a pu reprendre une vie active après une thérapeutique adéquate.

Un autre cas est celui d'un malade du Dr. LAFFITTE, B. Is...; il répondait sur la souche *R. mooseri*. Chez lui, les résultats furent décevants et la thérapeutique tardive aux antibiotiques sans action.

Nous avons donc vu deux exemples de sujets faisant une infection rickettsienne sérologiquement typique, soit épidémique, soit murine et qui étaient dues à une maladie inapparente.

Dans d'autres cas, il peut s'agir de sujets ayant fait une infection bénigne, mais qui a pu avoir une conséquence grave. C'est le cas de M. E..., dont nous devons l'observation au Dr. BROUSTET de Bordeaux. Etant à Fria, en Guinée, il fait pendant 3 semaines une température à 37,5°-38,5°, puis reste très fatigué; six mois plus tard, il obture sa pédieuse. La sérologie de ce sujet, vue à 7 reprises, en fait indubitablement une fièvre Q. Mais sa réaction thermique ne correspondait pas du tout à l'évolution normale d'une fièvre Q et de ce fait celle-ci ne fut pas diagnostiquée.

Au lieu de contact avec *R. burneti*, un sujet peut être en contact avec *R. mooseri*. C'est le cas d'un collègue dont nous avons

l'observation grâce à M. HOUSSET. M. M... a trente ans; dans ces antécédents, on ne retrouve qu'un fait: né en Algérie, il y retourne pour son service militaire. Quand nous l'avons examiné, il venait de faire une thrombose de son aorte abdominale; il était positif à 1/640 sur *R. mooseri*. Il n'avait jamais fait de typhus apparent.

*Constatations faites dans des pays où jusqu'à ces dernières années les rickettsioses étaient inconnues.*

Un jeune homme P. O..., de 17 ans, dont l'observation nous a été donnée par N.C. DAVID, présente un rétrécissement de l'artère fémorale au niveau de la cuisse et un arrêt complet au niveau de la poplitée. Dans ses antécédents, on ne constate rien d'anormal; il passe ses vacances dans la région de Quiberon. Sa sérologie a été faite à cinq reprises, il répond sur *R. mooseri* et sur *R. burneti*. La localisation de ses lésions pourrait s'expliquer par les points d'appui dans la conduite de son bateau en rappel.

Voici une observation encore plus importante: un homme de 28 ans P..., (Dr. CLAISSE), sans aucun antécédent et sans symptômes apparents, fit, en 1966, une artérite aiguë. Il n'est pas fumeur, il n'a jamais été en Afrique et passe ses vacances dans le Nord et dans le Massif central. Il a travaillé en Beauce pendant trois années comme instituteur et au cours de son séjour, 5 ans auparavant, il fait une phlébite de sa cuisse gauche. En août 1966, il prend ses vacances dans la région de Cambrai, puis passe quelques jours en Beauce où il conduit un tracteur. A la rentrée scolaire, il est très fatigué et le reste. Puis, les douleurs au niveau de sa jambe et de sa cuisse progressent et sont surtout intenses la nuit. Son sérum nous était envoyé le 6 décembre 1966, il est positif sur *R. burneti* à +20, ±40, 0 à 80.

Le cas de ce sujet nous fait poser une première question, peut-on s'infecter de fièvre Q en France? La réponse est affirmative, surtout que du fait de son métier, P..., instituteur n'est pas pré-muni puisqu'il n'a pu être en contact avec des animaux infectés que de façon exceptionnelle.

Dans des régions de l'Aisne où jusqu'à présent la fièvre Q n'avait pas été décelée, nous avons pu rapporter l'observation d'une épidémie survenant dans une maison maternelle où trois



nourrissons meurent. Dans l'entourage, on met et évidence les mêmes anticorps, non seulement sur les hommes, mais sur les animaux domestiques environnants; sur ces derniers, on isole une souche d'avortement des ovins, et quelques mois plus tard, un vétérinaire, au cours d'une intervention pour césarienne, s'infecte.

Revenons à notre instituteur. Ce sujet, après avoir été positif sur *R. burneti*, devient négatif 40 jours plus tard. Quelles sont les raisons qui font que de telles variations sérologiques puissent exister?

Depuis longtemps nous savons que, lorsque la quantité d'antigène circulant est très importante et que l'état du malade s'aggrave, les réactions sérologiques deviennent négatives. Il peut se produire aussi que chez des sujets recevant des corticoïdes, les réactions sérologiques s'effondrent. C'est justement le cas pour ce dernier sujet.

Tout au contraire, une simple réaction allergique peut faire apparaître des anticorps passés jusqu'alors inaperçus, de même qu'une antibiothérapie spécifique peut provoquer une augmentation du taux des anticorps en même temps qu'une réaction focale.

Comment expliquer ces faits? Il nous semble que les réactions allergiques doivent avoir une grande importance. Pour un tel cas, nous concluons de la façon suivante: chez tout sujet jeune adulte faisant une artérite aiguë, on doit prescrire une antibiothérapie à large spectre, même si le sujet est complètement négatif vis-à-vis des antigènes rickettsiens ou proches, si nous ne pouvons mettre en évidence d'autres causes plausibles.

Ces essais thérapeutiques devront être faits à des doses suffisantes non continues et précoces. Nous insistons sur ce fait, car autrement nous pouvons rendre insensible un germe et cela de façon définitive.

Enfin, comme le processus aigu de ces affections est indubitablement de type allergique, et qu'il y a toujours un temps de sensibilisation, si nous avons la chance de reconnaître un antigène spécifique, on doit utiliser chez ces malades des tests allergiques à doses très minimales ne provoquant aucune réaction. Nous nous souvenons (à ce propos) du comportement de Kö..., qui,

à la suite d'injections cutanées, a présenté une diminution de son syndrome vasculaire.

Passons maintenant aux résultats expérimentaux. Pour tenter d'élucider une origine rickettsienne de lésions vasculaires évoluant chez des sujets jeunes, nous avons réalisé 35 essais d'isolement, grâce à la collaboration de collègues de France et de pays proches.

La sérologie des sujets chez lesquels les prélèvements ont été faits était la suivante: 5 fois elle répondait sur *R. prowazeki*, 5 sur *R. mooseri*, 1 sur *R. conori*, 6 fois sur *R. burneti* et 2 sur les souches néorickettsiennes; 16 fois elle fut négative.

Les frottis des prélèvements montraient, après coloration au Giemsa et au Stamp, 10 fois des éléments rickettsiformes, 15 fois des éléments punctiformes ou homogènes, 4 fois des bactéries et 6 fois ils ont été négatifs.

Les passages animaux, souris, mérions et les passages œufs, montraient 6 fois des corps punctiformes ou des masses homogènes, 7 fois des éléments rickettsiformes, 2 fois ils contenaient des bactéries et 20 fois ils étaient négatifs. Les cultures de tissu ont donné des résultats négatifs.

La sérologie des animaux inoculés, cobayes et mérions en particulier, était 2 fois positive sur *R. prowazeki*, 3 fois sur *R. mooseri*, 3 fois sur la souche boutonneuse, 1 fois sur *R. burneti* et une fois sur les souches néorickettsiennes; 25 passages ont été négatifs sérologiquement. Dans des cas particuliers, on a vu les animaux de passage répondre comme le sujet donneur.

Dans aucun cas nous n'avons réalisé l'isolement de souche rickettsienne majeure, mais nous avons pu constater, chez les animaux infectés, des anticorps comparables à ceux des hommes donneurs, ce qui revenait à la mise en évidence de l'antigène en cause.

Il est fort possible que sur des animaux sensibilisés par les rayons X, comme nous le faisons il y a 30 ans pour obtenir une culture intense des rickettsies sur des animaux insensibles, nous aurions de meilleurs résultats. De même, la cortisone qui permet si bien les diffusions rickettsiennes pourrait être utilisée. Nous ne manquerons pas d'utiliser aussi des animaux sensibilisés par d'autres agents.

Nous pouvons conclure que si nos essais ne ont pas entièrement satisfaisants, puisque des souches majeures n'ont pas été isolées, sauf pour les néorickettsies (groupe *Bedsonia*), c'est que ces isolements ne sont pas faciles à obtenir, car les agents que nous recherchions sont particulièrement labiles.

Nos constatations nous amènent à penser qu'il faudrait obtenir l'accoutumance du sujet à une allergie pour que la rupture de son hypersensibilité atténue le spasme vasculaire dont il souffre, ce que nous avons pu déjà réaliser par la répétition de petites doses d'antigènes. C'est donc une nouvelle voie qu'il faut envisager pour la rupture du spasme constaté, en gardant bien entendu tout son intérêt à la chirurgie de remplacement dont les résultats sont magnifiques et à celle qu'avait préconisée LERICHE, le successeur de mon maître Charles NICOLLE.

23 mai 1967.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] GIROUD, P.: Enseignements donnés par le typhus évoluant ou n'évoluant pas chez des sujets en famine. Incubations prolongées, résurgences et apparition de lésions cardio-vasculaires (Congrès international de la pathologie des déportés, Paris, oct. 1954, *Revue médicale française*, 1955, 36, n° 1, p. 87).
- [2] —: Les lésions vasculaires des rickettsioses. (Conférence faite à Rabat le 21 février 1959 à l'Institut d'Hygiène, *Maroc médical*, 1959, n° 407, 38, 570).
- [3] —, BERNARD, J.-G. et MASBERNARD, A.: Les rickettsioses dans le déterminisme des artérites juvéniles (*Société médicale militaire française* 1959, n° de février, séance du 12.2.1959).
- [4] — et CAPPONI, M.: Les inframicrobes du groupe rickettsien et néorickettsien interviennent dans la pathologie cardio-vasculaire (*Médecine d'Egypte*, 1960, n° 3, 9<sup>e</sup> année, p. 1-21).
- [5] — et —: La fièvre Q ou maladie de Derrick et Burnet (Collection Institut Pasteur, Edit. médicales Flammarion, Paris, 1966).
- [6] GRIST, N.-R.: Complications cardio-vasculaires dues à la fièvre Q et autres rickettsioses (*Bull. Soc. Path. exot.*, 1963, 56, 684-690).
- [7] JADIN, J.: Les rickettsioses en Afrique centrale (*Bull. Soc. Path. exot.*, 1963, 56, 571-586).
- [8] NICOLAU, S.: L'étiologie rickettsienne ou pararickettsienne dans les affections cardio-vasculaires (*Bull. Soc. Path. exot.*, 1963, 56, n° 4, 690-714).

## Séance du 27 juin 1967

En lieu et place de la séance du jour, la Classe s'est rendue au Jardin botanique national de Belgique, à Meise (Domaine de Bouchout) pour y visiter à l'initiative et sous la conduite de M. le professeur *W. Robyns*, directeur honoraire du Jardin, le Palais des Plantes (voir p. 868).

Étaient présents: MM. A. Dubois, J. Jadin, P. Fourmarier, J. Lepersonne, W. Robyns, M. Van den Abeele et J. Van Riel, membres; MM. P. Benoit, F. Corin, A. Fain, F.-L. Hendrickx, J.-E. Opsomer, M. Poll et O. Tulippe, associés.

S'étaient joints à leurs Confrères:

### *Classe des Sciences morales et politiques:*

MM. F. Van der Linden et M. Walraet, membres; M. E. Bourgeois, associé.

### *Classe des Sciences techniques:*

MM. F. Campus, I. de Magnée, E.-J. Devroey et M. van de Putte, membres.

*S'étaient fait excuser:* MM. M.-E. Denaeyer, R. Devignat, R. Germain, F. Jurion, P. Staner, R. Vanbreuseghem.

Les participants furent accueillis à l'entrée du Parc de Bouchout à 14 h 30 par MM. *W. Robyns*, directeur honoraire du Jardin botanique de l'Etat, F. DEMARET, directeur du Jardin botanique national de Belgique et L. DE WOLF, conservateur des cultures.

Après un bref exposé de M. DEMARET sur l'historique des installations et des collections botaniques du Jardin, établissement

## Zitting van 27 juni 1967

In vervanging van de zitting, op deze dag voorzien, heeft de Klasse zich begeven naar de Nationale Kruidtuin van België, te Meise (Domein Bouchout), om er op initiatief en onder leiding van professor *W. Robyns*, eredirecteur van de Kruidtuin, het Plantenpaleis te bezoeken (zie blz. 878).

Waren aanwezig: De HH. A. Dubois, J. Jadin, P. Fourmarier, J. Lepersonne, W. Robyns, M. Van den Abeele en J. Van Riel, leden; de HH. P. Benoit, F. Corin, A. Fain, F.-L. Hendrickx, J.-E. Opsomer, M. Poll, en O. Tulippe, geassocieerden.

Hadden zich bij hun Confraters gevoegd:

### *Klasse voor Morele en Politieke Wetenschappen:*

De HH. F. Van der Linden en M. Walraet; leden; de H. E. Bourgeois, geassocieerde.

### *Klasse voor Technische Wetenschappen:*

De HH. F. Campus, I. de Magnée, E.-J. Devroey en M. van de Putte, leden.

*Hadden zich laten verontschuldigen:* De HH. M.-E. Denaeyer, R. Devignat, R. Germain, F. Jurion, P. Staner, R. Vanbreuseghem.

De deelnemers werden begroet aan de ingang van het Park van Bouchout, te 14 h 30, door de HH. *W. Robyns*, eredirecteur van de Staatskruidtuin, F. DEMARET, directeur van de Nationale Kruidtuin van België en L. DE WOLF, conservator der culturen.

Na een korte uiteenzetting door de H. DEMARET over de historie der instelling en de botanische verzamelingen van de

scientifique de l'Etat, nos Confrères furent invités à signer le livre d'or déposé à l'entrée du vieux manoir de Bouchout (1130), acquis par LÉOPOLD II en 1879 pour servir de résidence à sa sœur, S.M. l'impératrice CHARLOTTE, veuve de MAXIMILIEN, l'infortuné souverain du Mexique, et devenu, à la veille de la guerre de 1940-45, propriété de l'Etat belge.

Puis M. *W. Robyns*, accompagné de MM. F. DEMARET et L. DE WOLF, mena ses Confrères au Palais des Plantes, situé dans le magnifique parc de 93 hectares et formé d'un ensemble de serres — d'une étendue totale d'un hectare — abritant des plantes tropicales et subtropicales, groupées géographiquement.

Cette visite, qui dura plus de deux heures, suscita l'admiration des participants et se termina par une cordiale réception à l'Herbarium, où M. *J. Jadin*, vice-directeur de la Classe des Sciences naturelles et médicales, exprima à MM. *W. Robyns*, F. DEMARET, et L. DE WOLF, au nom de ses Confrères, ses plus vifs remerciements pour le très agréable et intéressant après-midi qu'ils leur avaient réservé.

La réception prit fin à 17 h 45.

kruidtuin, die een wetenschappelijke staatsinstelling is, werden onze Confraters uitgenodigd het gulden boek te tekenen, bij de ingang van de oude burcht van Bouchout (1130) die in 1879 door LÉOPOLD II aangekocht werd om als residentie te dienen voor zijn zuster H.M. keizerin CHARLOTTE, weduwe van MAXIMILIAAN, de onfortuinlijke vorst van Mexico, en dat na de oorlog 1940-45 eigendom werd van de Belgische Staat.

Daarna leidde de H. *W. Robyns*, vergezeld door de HH. F. DEMARET en L. DE WOLF, zijn Confraters naar het Plantenpaleis, gelegen in een prachtig park van 93 hectaren en bestaande uit een geheel van serres die, zich uitstrekkend over een gehele hectare, de tropische en subtropische planten, geografisch gerangschikt, bevatten.

Dit bezoek, dat meer dan twee uren duurde, wekte de bewondering op van de deelnemers en werd besloten met een hartelijke receptie in het Herbarium, waar de H. *J. Jadin*, vice-directeur der Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen, namens zijn Confraters de HH. *W. Robyns*, F. DEMARET en L. DE WOLF zijn levendige dank betuigde voor de zeer aangename en interessante namiddag die zij hen voorbehouden hadden.

De receptie werd besloten te 17 h 45.

## W. Robyns. — Le Palais des plantes au Jardin botanique national de Belgique \*

Le 23 décembre 1938, l'Etat belge acheta à Meise, au Nord-Ouest de Bruxelles, le Parc du Domaine royal de Bouchout avec une parcelle contiguë de prairies, d'une superficie totale de 93 hectares.

L'origine (1) de ce prestigieux domaine remonte au XII<sup>e</sup> siècle, qui vit l'érection par les sires de Bouchout, issus de la puissante famille seigneuriale des DE CRAINHEM, du manoir de Bouchout, flanqué de cinq tours robustes, dont la tour carrée, dite tour de GODEFROID LE BARBU, duc de Brabant et de Basse Lotharingie, fondateur du manoir, date de 1130. Cette forteresse féodale, entourée de cinq enceintes de fossés baignés d'eau et qu'enjambait un pont de grande longueur, était destinée à tenir en respect les redoutables seigneurs de Grimbergen, les BERTHOUT.

Bouchout devint par après une baronnie et passa, par voie de cession, à d'autres célèbres familles seigneuriales, dont le nom revient souvent dans l'histoire du pays, à savoir: les DE LA MARCK originaires du pays de Liège, le chevalier Maximilien TRANSILVAN, le chevalier Christophe D'ASSONVILLE et les DE FRANCE qui y ont habité de 1640 à 1683.

Bouchout fut ensuite acheté par sire Pierre-Ferdinand DE ROOSE, conseiller de Brabant et connu une première période de splendeur. Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, le vaste domaine, s'étendant sur plus de 5 000 hectares, échut en héritage à la comtesse Marie Elisabeth ROOSE DE BAISY, baronne de Bouchout, qui épousa, le 12 mai 1830, le comte Amédée DE BEAUFFORT, originaire de l'Artois mais naturalisé belge. Savant archéologue et grand esthète, le comte Amédée DE BEAUFFORT fut le premier directeur des Musées d'art et d'histoire et le premier président de la Com-

---

\* Communication présentée lors de la visite du Palais des Plantes le 27.6.1967 (Voir *Bull. ARSOM*, 1967, p. 864).

(1) Cf. Edwin GANZ: *Le Domaine royal de Bouchout et ses châteaux*, préface de son Altesse royale Madame la princesse Henriette, duchesse de Vendôme, princesse de Belgique, Bruxelles, 1941.



mission royale des monuments. En 1832, il chargea l'architecte SUYS de restaurer et de transformer l'antique manoir brabançon de Bouchout en un château de style anglais, à tours crénelées, aspect qu'il a conservé jusqu'à nos jours. Seul le donjon carré de GODEFROID LE BARBU fut à peu près conservé dans son aspect original de 1130. Le domaine de Bouchout connut alors une autre période de splendeur, grâce à la vie mondaine qu'y menait dans sa résidence d'été la famille du comte, par ailleurs grand protecteur des arts, qui présida à la restauration des vitraux de Sainte-Gudule et sauva la Porte de Hal à Bruxelles.

En 1879, le roi LÉOPOLD II acheta le domaine de Bouchout au comte Léopold DE BEAUFFORT pour y installer, en avril de la même année, son Auguste Sœur, S.M. l'impératrice Charlotte, princesse de Belgique et veuve de l'empereur Maximilien du Mexique. Trois années plus tard, en 1882, le Souverain engloba dans le domaine le château de Meise, propriété contiguë, qu'il acheta au général baron E. VANDER LINDEN D'HOOGVORST, ancien bourgmestre de Meise. L'impératrice Charlotte mourut au château de Bouchout le 19 janvier 1927.

L'acquisition par l'Etat belge de la grande œuvre de LÉOPOLD II a été faite dans un double but: conserver aux portes de Bruxelles un vaste et remarquable site de verdure, d'étangs et de bois aux arbres séculaires en même temps que le château historique de Bouchout et y créer un nouveau Jardin botanique de l'Etat (2).

Les travaux d'aménagement du nouveau Jardin commencèrent le 2 janvier 1939 et, conformément au plan général d'installation, les constructions débutèrent, la même année, par un groupe de 12 serres de cultures, qui fut agrandi par après, de 1959 à 1961, et comprend actuellement 20 serres servant à la multiplication des plantes de collection non rustiques.

Un Palais des plantes destiné à abriter les collections de plantes intertropicales et subtropicales fut conçu par nous avec la collaboration du regretté François ROEKENS, chef de cultures du jardin botanique de l'Etat. Les plans d'exécution en furent dressés par les soins du Ministère des Travaux publics, qui érigea le

---

(2) Cf. W. ROBYNS: L'avenir du domaine royal de Bouchout *in* Edwin Ganz, *loc. cit.*, p. 125-126. *Id.*, Inauguration du nouveau Jardin botanique de l'Etat à Meise (*Taxon*, VII, p. 208, 1958).

complexe par étapes successives, de 1947 à 1959, en même temps qu'une grande centrale thermique.

Le Palais des plantes est situé aux confins méridionaux du Parc, non loin de l'entrée principale du Domaine et près du grand bâtiment de l'Herbarium. Il forme un quadrilatère de 153,60 m de long sur 72,90 m de large, couvrant une superficie totale de 11 087 m<sup>2</sup>, dont 9 776 m<sup>2</sup> de surface utile sous verre. C'est un vaste complexe entièrement vitré, orienté Nord-Sud, imposant par les grandes lignes simples surtout de sa façade nord et qui est actuellement unique en son genre (*Photo 1*).

Le Palais des plantes comprend 13 grandes serres contiguës, dont 12 sont disposées sur le pourtour du quadrilatère et reliées par 1 serre centrale. Leurs hauteurs varient de 16 à 8 m et toutes sont pourvues d'une ventilation automatique et d'un éclairage de lampes à mercure H.P.L. (*high pressure lamp*) fluorescentes et à néon. Ces grandes serres, entourent 2 groupes de 10 petites serres reliées par une galerie centrale, ainsi que 2 petites serres isolées (*Fig 1*).

La construction des grandes serres du complexe a exigé la mise en œuvre de 6 500 m<sup>3</sup> de béton pour les fondations et les galeries souterraines, de 325 tonnes de poutrelles d'acier métallisé pour les charpentes, de 300 m<sup>3</sup> de bois de teck pour les battées et de 14 000 m<sup>2</sup> de verre double pour les parois et les toitures. Les galeries souterraines s'étendent sur tout le pourtour des grandes serres, soit une longueur totale de 950 m et abritent la majeure partie des canalisations d'eau chaude, qui développent des rideaux d'air chaud le long des parois intérieures de ces mêmes serres. Les canalisations en question se développent sur quelque 26 400 m et ont nécessité l'utilisation de 450 tonnes d'acier.

La centrale thermique, située à environ 300 m du Palais des plantes, comporte 4 grandes chaudières au mazout, pouvant développer chacune 2 600 000 calories par heure et une petite chaudière. La circulation de l'eau chaude est assurée par 3 grandes pompes débitant 50 m<sup>3</sup> à l'heure et une petite pompe de 6 m<sup>3</sup> à l'heure.

#### A. Les grandes serres A à M

Dans la plupart des grandes serres, les différentes plantes sont rangées par régions géographiques et groupées en style paysa-

ger, de façon à permettre au visiteur de faire un voyage géobotanique à travers les régions intertropicales et subtropicales de la terre (3).

1. Les grandes serres chaudes sont disposées en forme de T et abritent les plantes des régions intertropicales. On y accède par un portail donnant dans la serre *E*, la plus haute du complexe (16 m) et qui est pourvue d'une galerie intérieure. Avec la serre *M*, elle abrite les collections de plantes de l'Amérique intertropicale.

On trouve dans ces deux serres divers palmiers, dont un remarquable spécimen de *Cryosophila (Acanthorrhiza) nana* à stipe épineux et feuilles flabellées, un beau spécimen jeune de Cocotier et d'élégants *Chamaedorea*; le *Carludovica palmata* à feuilles flabellées, dont les fibres servent à la fabrication des chapeaux de Panama; diverses Aracées, parmi lesquelles le *Monstera deliciosa* à feuilles fenestrées et à nombreuses racines aériennes adventives, dont l'infrutescence est comestible, ainsi que le curieux *Tillandsia usneoides* épiphyte entièrement filamenteux; plusieurs Broméliacées dont l'ananas; des *Cecropia* myrmecophiles; le kapokier et diverses autres Bombacacées; l'avocatier; l'arbre à lait; l'*Hevea brasiliensis* ou le caoutchoutier de Para; le *Hura crepitans* ou le sablier; divers *Manihot*; le *Theobroma cacao* ou le cacaoyer; le *Bixa orellana* ou le rocouyer; le *Copaifera officinalis* à curieuse cauliflorie; plusieurs *Psidium*, dont le goyavier; l'*Allamanda nereifolia* à grandes fleurs jaune orange; le *Plumeria alba* ou le frangipanier à fleurs odorantes et décoratives; le *Jacaranda mimosaeifolia* ou palissandre, arbre très ornemental à feuillage très léger et à fleurs d'un bleu céleste; ainsi que d'élégantes lianes dont les bougainvillées.

Les serres *F* et *G* sont consacrées aux plantes de l'Afrique tropicale et équatoriale ainsi qu'à celles de Madagascar. L'Afrique est représentée par un grand *Encephalartos Altensteinii*; plusieurs palmiers, parmi lesquels l'*Elaeis guineensis* ou le précieux palmier à huile; le *Raphia Gillettii* à racines respiratoires et à énormes feuilles pennées donnant les fibres dites « Raphia » et le *Phoenix*

---

(3) Les plantes énumérées dans la suite du texte ne sont données qu'à titre d'exemples et ne constituent nullement un inventaire des plantes cultivées dans les grandes serres.

*reclinata*; l'*Hymenocallis senegambica* à fleurs blanches parfumées; divers *Palisota* sciaphiles; des *Asparagus*; d'élégants *Dracaena* fleurissant régulièrement; le *Phaeomeria speciosa* ou le curieux sceptre de Salomon; divers *Sansevieria* en beaux exemplaires; l'*Arundinaria alpina* ou le bambou des montagnes africaines; de très nombreux figuiers; l'*Adansonia digitata* ou le célèbre baobab; le *Musanga cecropioides* ou le parasolier, arbre à croissance rapide et caractéristique des forêts équatoriales secondaires; le *Napoleona Vogeli*; le *Terminalia superba* ou *limba*, une essence de valeur; divers caféiers; l'*Acanthus montanus*; le *Clerodendron splendens*, grande liane à fleurs rouges.

Parmi les plantes malgaches de la serre G citons: le *Ravenala madagascariensis* ou l'arbre du voyageur à grandes feuilles distiques disposées en éventail ornemental; le *Pandanus utilis* ou le vaquois représenté par deux grands spécimens à curieuses racines échasses; le *Dombeya Wallichii* à inflorescences globuleuses et pendantes; le *Stephanotis floribunda*, une grande liane floribonde à fleurs blanches et délicieusement parfumées.

Les serres D et C abritent les plantes de l'Asie intertropicale et de l'Océanie. On peut y admirer de belles fougères parmi lesquelles *Cibotium*, *Angiopteris* et des *Platyserium* épiphytes; un bel *Agathis*; des bambous géants à croissance très rapide; un groupe de *Musa paradisiaca*, grands bananiers à faux troncs imposants et à fruits parfumés; divers Palmiers; des *Pandanus* panachés; des Euphorbes succulentes; l'arbre à pain; le *Ficus elastica* qui donne du caoutchouc; le cannellier; des *Codiaeum* ou « Crotons », très cultivés pour leurs feuilles aux formes si variées et diversément panachées; des *Hibiscus rosa-sinensis* à grandes fleurs rouges simples et doubles; divers *Citrus* ou agrumes; l'*Aleurites mollucana* ou le bancoulier à graines oléagineuses; le *Medinilla magnifica* à superbes inflorescences pendantes et rouges; le *Diospyros ebenum* ou l'ébenier à bois précieux et le *Kopsia fruticosa* très florifère.

La serre chaude la plus spectaculaire est la serre K, dite « serre à Victoria », avec son bassin central d'une superficie utile de 228,50 m<sup>2</sup>, le plus grand en existence sous couvert, dont l'eau est maintenue à une température moyenne de 30° C. Les dimensions de ce bassin permettent la culture simultanée des trois remarqua-

bles Nymphaeacées intertropicales: *Victoria amazonica* et *Victoria Cruziana* d'Amérique du Sud, et *Euryale ferox* d'Asie, aux immenses feuilles rondes flottantes sur l'eau et pouvant atteindre 2 m de diamètre, qui sont traitées comme plantes annuelles (Photo 2). Autour de ces curieuses plantes, croissent divers *Nymphaea* hydrides aux couleurs variées, tandis que sur les bords du bassin on peut observer plusieurs palmiers, à savoir: le cocotier, le palmier à l'huile et le *Daemorops mollis*, palmier-liane à rachis foliaire terminé en crochets; le *Nelumbo nucifera* ou le lotus des Indes; le *Typhonodorum Lindleyanum*, Aracée endémique à Madagascar et les Mascaraignes; l'*Eichhornia crassipes* ou la jacinthe d'eau; le riz des marais; la canne à sucre; des *Ficus*; des *Caladium* à grandes feuilles cordées et transparentes; le *Cyperus Papyrus* des Egyptiens et le *Pistia stratiotes* ou la salade du Nil. Le long des parois de la serre croissent des *Heliconia* américains; le corosolier; diverses lianes comme le *Vanilla pompona* dont les élégantes racines aériennes adventives plongent dans l'eau du bassin; plusieurs Orchidées épiphytes dont *Phalaenopsis amabilis* à grandes fleurs d'un blanc immaculé; des *Nepenthes* épiphytes à curieuses urnes insectivores; deux grands spécimens de cacaoyer en fleurs et en fruits; le théier; le sceptre de Salomon fleurissant régulièrement; des *Acalypha*, etc.

2. Les grandes serres tempérées abritent les plantes des diverses régions subtropicales boréales et australes.

La serre H est consacrée à l'Afrique subtropicale, la Méditerranée et les îles Canaries. L'Afrique australe y est représentée par des *Podocarpus elongatus*; des *Strelitzia* aux curieuses fleurs ornementales; divers *Aloë*; le *Zantedeschia aethiopica* cultivé pour ses belles spathes blanches; des euphorbes cactiformes; le *Sparmannia africana* à belles fleurs blanches; des Pelargoniums; diverses Ericacées; le *Carissa spectabilis* à fleurs blanches odorantes; le *Mackaya bella*, fleurissant abondamment. Ajoutons-y un groupe imposant de grands *Lobelia giberroa* des montagnes africaines avec leurs immenses épis terminaux. Parmi les plantes caractéristiques de l'Afrique du Nord et de la Méditerranée, citons: le palmier nain en grands spécimens; un bel exemplaire de dattier; le figuier cultivé à feuilles lobées et caduques; le chêne vert; le chêne-liège et le chêne kermés; le laurier; l'olivier; le

myrte commun; le laurier-rose et le romarin aromatique. L'archipel des Canaries est représenté par le pin des Canaries, dont les aiguilles servent à l'emballage de régimes de bananes; le *Dracaena Draco* ou le célèbre dragonnier; le dattier des Canaries souvent cultivé comme palmier ornemental; l'euphorbe cactiforme des Canaries; les *Aeonium* et autres plantes ornementales à feuilles succulentes.

La serre *I* fait connaître la végétation de l'Amérique subtropicale boréale et australe. On y trouve divers Conifères appartenant aux genres *Araucaria*, *Taxodium* et *Cypressus*; le *Washingtonia filifera*, beau palmier caractéristique de la Californie; des *Hippeastrum* à grandes fleurs rouges; plusieurs Solanacées dont divers *Cestrum*, le *Cyphomandra betacea* ou la tomate en arbre et des *Datura* à fleurs en grandes clochettes blanches pendantes; des *Abutilon* à feuilles panachées; des héliotropes, délicieusement parfumées; le *Jacobinia coccinea* à fleurs écarlates; l'*Escallonia neyana*, arbuste à fleurs blanches très parfumées; le *Drimys Winteri* du Chili austral. Une partie de cette serre donne, par contraste, une idée de la végétation des déserts de l'Amérique boréale occidentale, qui sont le domaine de très nombreuses Cactacées, des Agaves et des Liliacées arborescentes comme: les *Yucca*, les *Dasylyrion* et les *Nolina* à stipes ligneux fortement épaissis à la base.

Dans la serre *A* on trouve diverses plantes de l'Asie subtropicale boréale et australe. L'Himalaya, la Chine et le Japon y sont représentés par divers Conifères comme les *Podocarpus* et le *Cupressus funebris*; plusieurs remarquables spécimens de *Trachycarpus excelsa* fleurissant abondamment; les Camélias; l'*Eryobotrya japonica* ou le néflier du Japon qui fructifie régulièrement; le plaqueminer du Japon donnant les « kakis »; ainsi que diverses Araliacées et de grands spécimens de *Viburnum odoratissimum*. Comme plantes caractéristiques de la Nouvelle-Zélande citons: la fougère arborescente; *Dicksonia squarrosa*; le *Metrosideros excelsa* en grands spécimens; des *Cordyline indivisa* en arbre en très beaux spécimens; des *Pittosporum*; le *Phormium tenax* donnant le lin de la Nouvelle-Zélande et des *Pseudopanax*.

Enfin, la serre *B* évoque la végétation si particulière de l'Australie par de très nombreuses espèces d'*Acacia* à phyllodes et à

fleurs très odorantes; divers *Eucalyptus* représentés par de grands spécimens et d'autres Myrtacées; des *Araucaria excelsa* et *Araucaria Bidwillii*; des Protéacées comme le *Grevillea robusta* ou le chêne argenté; divers *Ficus*; de grands spécimens d'*Elaeodendron australe*; le *Doryanthes excelsa* arborescent; des *Casuarina* et de belles fougères arborescentes dont *Alsophila australis* est la plus connue.

3. Deux grandes serres sont réservées aux plantes utiles et économiques.

La serre *J* est chaude et abrite les principales plantes utiles intertropicales groupées d'après leurs propriétés et leurs produits, à savoir: les plantes fruitières parmi lesquelles un beau groupe de bananiers nains; les plantes textiles; les plantes stimulantes avec une impressionnante collection de caféiers; les plantes à caoutchouc; les plantes oléifères; les plantes à épices et les plantes insecticides.

La serre *L* est tempérée et destinée aux plantes utiles subtropicales, mais elle n'est pas encore définitivement aménagée. On peut y admirer actuellement une magnifique touffe de palmier nain, un beau spécimen de dattier fructifiant abondamment, le figuier de la Méditerranée, le néflier du Japon, une imposante collection d'Agaves et d'Aloès ainsi que diverses Liliacées arborescentes.

#### B. Les petites serres 1 à 22

Les petites serres renferment des collections spéciales de plantes intertropicales et subtropicales.

Les serres 1 à 6 abritent une très riche collection de Cactacées (600 espèces) dont divers grands spécimens imposants et de plantes succulentes (800 espèces), surtout des Liliacées, des Amaryllidacées, des Aizoacées, des Crassulacées et des Euphorbiacées en grands spécimens. La serre 7 est consacrée aux *Begonia* et contient, outre diverses espèces, de nombreux hybrides horticoles de *Begonia rex*; tandis que la serre 8 abrite des plantes horticoles subtropicales; la serre 9 renferme de petites plantes de collection de l'Amérique intertropicale et la serre 10 un mélan-

ge de plantes horticoles intertropicales, la plupart à feuilles diversement panachées.

Les serres 11 et 12 renferment une riche collection d'Aracées (300 espèces); la serre 13 abrite une collection de Marantacées, toutes plantes de sous-bois (60 espèces); la serre 14 renferme une imposante collection de Broméliacées (350 espèces); la serre 15 est destinée à l'écologie intertropicale; la serre 16 abrite une collection de Cycadacées dont de beaux spécimens âgés d'*Encephalartos Laurentianus* du Kwango; les serres 17 et 18 sont réservées aux Orchidées chaudes et tempérées représentées par 1 200 espèces et divers hybrides; les serres 19 et 20 renferment les fougères chaudes et tempérées (225 espèces), parmi lesquelles de magnifiques spécimens de divers *Platycerium* épiphytes.

Les petites serres isolées, 21 et 22, sont utilisées respectivement pour la culture de diverses plantes insectivores et des Bryophytes.

En ajoutant aux énumérations de plantes des petites serres, qui précèdent, le nombre de plantes cultivées dans les grandes serres, on arrive à un total imposant de 10 000 espèces et variétés en culture dans le complexe du Palais des plantes.

Les grandes serres du Palais des plantes sont accessibles au public. Actuellement, on peut les visiter les dimanches et jours fériés de 14 à 18 heures pendant la saison touristique, c.-à-d. du dimanche de Pâques au dernier dimanche d'octobre. Elles sont, en outre, ouvertes tout l'année les quatre premiers jours ouvrables de la semaine de 14 à 17 heures. En semaine, les visites ont lieu par groupes, respectivement à 14, 15 et 16 heures au départ de la cour du Château de Bouchout.

Le 27 juin 1967.



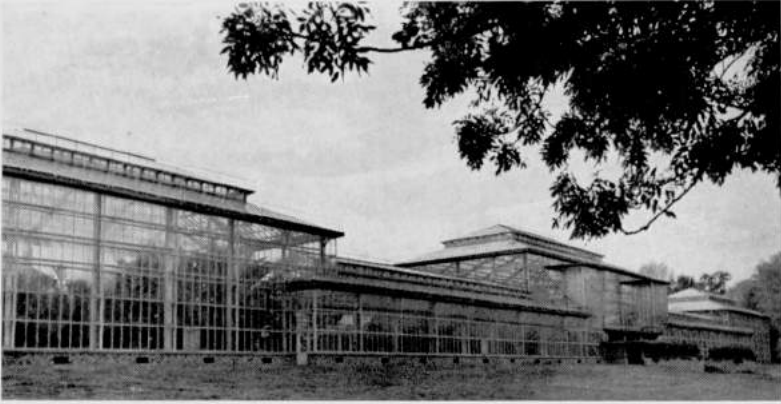


Photo 1. — Grande façade nord du  
Palais des Plantes.

Foto 1. — Grote Noordgevel van het  
Plantenpaleis.



Photo 2. — Palais des plantes. Serre à Victoria en été. — Foto 2. — Plantenpaleis. Victoria-kas in de zomer.



Photo 3. — Palais des plantes, serre  
H. A droite: bananiers; à gauche:  
*Euphorbes cactiformes*.

Foto 3. — Plantenpaleis, kas H. Rechts:  
bananen; links: Cactusachtige Euphor-  
ba's.



Photo 4. — Palais des plantes. Fougères arborescentes: *Alsophila australis*.

Foto 4. — Plantenpaleis. Boomvarens: *Alsophila australis*.

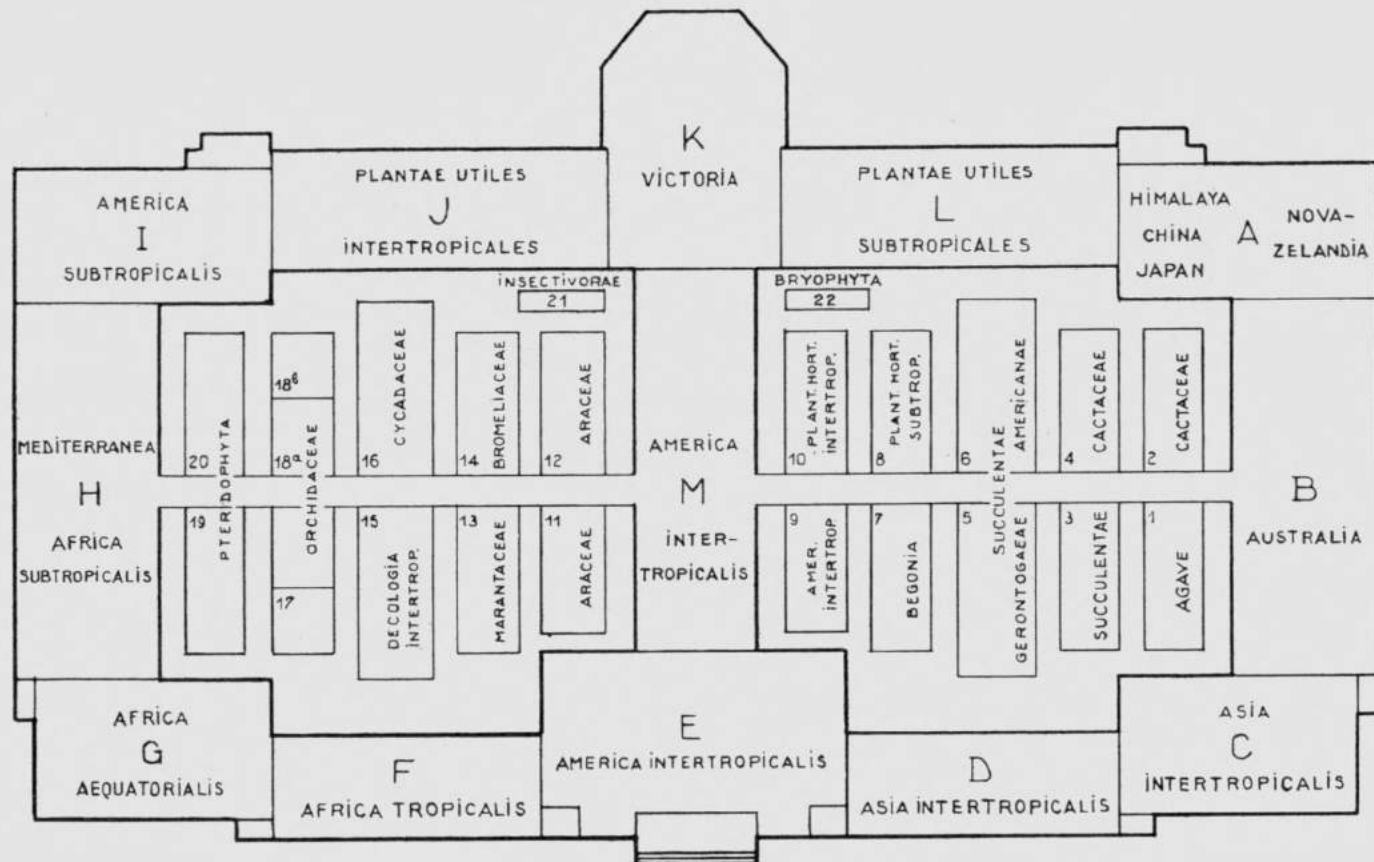


FIG. 1. — Plan des serres | FIG. 1. — Plan van de serres.

## W. Robyns. — Het Plantenpaleis in de Nationale Plantentuin van België \*

Op 23 december 1938, kocht de Belgische Staat te Meise, ten Noord-Westen van Brussel, het Park van het Koninklijk Domein van Bouchout met een aanpalend perceel weiden, beslaande een totale oppervlakte van 93 hektaren.

Dit prachtig domein klimt op tot de 12de eeuw (1), toen de heren van Bouchout, behorende tot de machtige adellijke familie de DE CRAINHEM, hier een burcht bouwden met vijf machtige torens waarvan de vierkante toren, genaamd naar GODFRIED MET DEN BAARD, hertog van Brabant en van Laag Lotharingen, stichter van de burcht, dateert van 1130. Deze feodale versterkte burcht, omringd door vijf grachten gevuld met water en waarover een lange brug liep, was bestemd om de geduchte heren van Grimbergen de BERTHOUT in bedwang te houden.

Bouchout werd later verheven tot baronie en ging over door cessie, aan andere bekende adellijke families, wier naam dikwijls voorkomt in de geschiedenis van ons land, namelijk: de DE LA MARCK uit het land van Luik, ridder Maximiliaan TRANSILVAN, ridder Christophe D'ASSONVILLE en de DE FRANCE, die hier woonden van 1640 tot 1683.

Bouchout werd nu aangekocht door sire Pierre-Ferdinand DE ROOSE, raadsheer van Brabant en kende zijn eerste periode van bloei en luister. In het begin der 19de eeuw werd het grote domein, dat nu meer dan 5 000 hektaren besloeg, overgeërfd door gravin Marie Elisabeth ROOSE DE BAISY, barones van Bouchout die, op 12 mei 1830, in het echt trad met graaf Amédée DE BEAUFFORT, afkomstig van Artois maar genaturaliseerde Belg.

---

\* Mededeling gehouden tijdens het bezoek aan het Plantenpaleis van 27.6. 1967 (zie *Mededel. K.A.O.W.*, 1967, blz. 865).

(1) Cf. Edwin GANZ: *Le Domaine royal de Bouchout et ses châteaux, préface de Son Altesse royale, Madame la princesse Henriette, duchesse de Vendôme, princesse de Belgique, Bruxelles, 1941.*

Graaf Amédée DE BEAUFFORT, geleerde archeoloog en groot kunstminnaar, werd de eerste directeur van de Musea voor kunst en geschiedenis en de eerste voorzitter der Koninklijke Commissie voor monumenten. In 1832, gaf hij opdracht aan bouwmeester SUYS de oude Brabantse burcht van Bouchout te herstellen en om te bouwen tot een kasteel in Engelse trant met gekanteelde torens, gelijk het er thans nog uitziet. Slechts de oude vierkante toren van GODFRIED MET DEN BAARD werd nog grotendeels behouden in zijn oorspronkelijke trant van 1130. Het domein kende nu een nieuwe periode van bloei en luister als zomerverblijf der familie van de graaf, die hier een mondain leven leidde en die tegelijkertijd een machtige beschermer was der kunsten, verantwoordelijk voor het herstellen der glasramen van St.-Goedele en voor het behoud der Hallepoort te Brussel.

In 1879, kocht koning LEOPOLD II het Domein van Bouchout van graaf Leopold DE BEAUFFORT voor zijn Doorluchtige Zuster, H.M. keizerin Charlotte, prinses van België en weduwe van keizer Maximiliaan van Oostenrijk, die haar intrek nam in het kasteel in april van hetzelfde jaar. Drie jaar later, in 1882, breidde de Vorst het Domein nog uit door aankoop van het aanpalende kasteel van Meise, eigendom van generaal baron E. VANDER LINDEN D'HOOGVORST, oud-burgemeester van Meise. Keizerin Charlotte overleed op het kasteel van Bouchout op 19 januari 1927.

Bij aankoop van het werk van LEOPOLD II, heeft de Belgische Staat een dubbel doel beoogd: het behoud aan de grenzen van Brussel van een uitgestrekt en prachtig landschap met graspleinen, vijvers en bossen van honderdjarige bomen samen met het historisch kasteel van Bouchout en de aanleg van een nieuwe Rijksplantentuin (2).

De aanlegwerken van de nieuwe Tuin vingen aan op 2 januari 1939 en, overeenkomstig het algemeen aanlegplan, begon men met de bouw van een groep van 12 kweekkassen, die later, van 1959 tot 1961, uitgebreid werden tot de thans bestaande 20

---

(2) Cf. W. ROBYNS: L'avenir du Domaine royal de Bouchout *in* Edwin Ganz, *loc. cit.*, p. 125-126. *Id.*, Inauguration du nouveau Jardin botanique de l'Etat à Meise (*Taxon*, VII, p. 208, 1958).

kassen bestemd voor de vermenigvuldiging der niet winterharde collectieplanten.

Een plantenpaleis voor de verzamelingen der intertropische en subtropische kasplanten werd door ons ontworpen met de technische hulp van de zo betreurde François ROEKENS, teeltoverste van de Rijksplantentuin. De uitvoerplannen werden opgemaakt door de zorgen van het Ministerie van Openbare Werken, die het complex liet uitvoeren in successieve schijven, van 1947 tot 1959, samen met de grote centrale stookplaats.

Het plantenpaleis is gelegen langs de zuidgrens van het Park, niet ver van de hoofdingang van het Domein en nabij het grote gebouw van het Herbarium. Het vormt een rechthoek van 153,60 m lengte op 72,90 m breedte, met een totale oppervlakte van 11 087 m<sup>2</sup>, waarvan 9 776 m<sup>2</sup> nuttige oppervlakte onder glas. Dit glazen complex, gericht Noord-Zuid, valt op door zijn afmetingen en door de eenvoudige rechte lijnen van zijn grote noordgevel; het is thans enig in zijn soort en mag gerekend worden tot het mooiste dat er bestaat (*Foto 1*).

Het plantenpaleis bestaat uit 13 grote aaneenpalende kassen, waarvan 12 de omtrek van de rechthoek uitmaken en verbonden zijn door 1 centrale kas. De hoogte der kassen gaat van 16 m tot 8 m en alle kassen zijn voorzien van een automatische ventilatie en van een verlichting met kwikdamlampen HPL (*high pressure lamp*) met fluorescentie en neon. Deze grote kassen omringen 2 groepen van 10 kleine kassen verbonden door een middengalerij alsook 2 kleine afzonderlijke kassen (*Fig. 1*).

Voor de constructie der grote kassen van het complex werden gebruikt: 6 500 m<sup>3</sup> beton voor de funderingen en de ondergrondse galerijen; 325 ton gemetalliseerde stalen balken voor het geraamte; 300 m<sup>3</sup> teakhout voor de gebinten en 14 000 m<sup>2</sup> dubbel glas voor de wanden en de daken. De ondergrondse galerijen strekken zich uit op de ganse omtrek der grote kassen, t.t.z. over een totale lengte van 950 m en zij bevatten het merendeel der verwarmingsbuizen, die warme luchtschermen ontwikkelen langs de binnenwanden dier kassen. Deze buizen hebben een lengte van ongeveer 26 400 m waarvoor 450 ton staal verbruikt werden.

De centrale stookplaats, gelegen op ongeveer 300 m van het Plantenpaleis, bestaat uit 4 grote stookketels op mazoet die elk



2 600 000 calorieën per uur ontwikkelen en een kleine stookketel. De omloop van het warm water wordt verzekerd door 3 grote pompen, elk met een debiet van 50 m<sup>3</sup> per uur en 1 kleine pomp met een debiet van 6 m<sup>3</sup> per uur.

#### A. De grote kassen A tot M

In meest al de grote kassen zijn de planten gerangschikt volgens geografische streken en voorgesteld in landschapstijl, waardoor de bezoeker de mogelijkheid krijgt een geobotanische reis te maken door de intertropische en subtropische streken der aarde (3).

1. De grote warme kassen zijn gerangschikt in T-vorm en bevatten de planten der intertropische streken. Men bereikt ze langs een portaal, dat uitgeeft in kas E, de hoogste van het complex (16 m) en de enige die voorzien is van een binnengalerij. Samen met de kas M, treft men hier de verzameling planten aan van intertropisch Amerika.

In deze twee kassen komen meerdere palmen voor, waaronder een prachtig exemplaar van *Cryosophila (Acanthorrhiza) nana* met doornige stam en waaievormige bladeren, een schoon jong exemplaar van de Cocospalm, en sierlijke *Chamaedorea*; verder de *Carludovica palmata* met waaievormige bladeren, wiens vezels dienen voor het vervaardigen der Panama hoeden; meerdere Araceeën, waaronder de *Monstera deliciosa* met vensterbladeren, talrijke adventieve luchtwortels en eetbare vruchtwijzen alsook de eigenaardige draadvormige epifytische *Tillandsia usneoides*; verschillende Bromeliaceeën waartussen de ananas; de mierenlievende *Cecropia*; de kapokboom en andere Bombacaceeën; de avocadoboom; de melkboom; de *Hevea brasiliensis* of de Para rubberboom; de *Hura crepitans* of de zandkokerboom; *Manihot* soorten; de *Theobroma cacao* of de cacaoboom; de *Bixa orellana* of de orellaan; de *Copaifera officinalis* met opvallende stambloemigheid; *Psidium* soorten waaronder de goejaveboom; de *Allamanda nereifolia* met grote geel oranjekleurige

---

(3) De planten vermeld in het vervolg van de tekst zijn alleen bedoeld als voorbeelden en vertegenwoordigen geenszins een inventaris der planten gekweekt in de grote kassen.

bloemen; de *Plumeria alba* of de amandelbroodboom met welriekende sierbloemen; de *Jacaranda mimosaefolia* of de palissanderboom, één prachtige sierboom met fijn samengestelde bladeren en hemelsblauwe bloemen; alsook sierlijke lianen, zoals de Bougainvillea's.

In de kassen *F* en *G* komen de planten voor van tropisch en equatoriaal Afrika en van Madagascar. Men treft er aan: een grote *Encephalartos Altensteinii*; meerdere palmen, zoals *Elaeis guineensis* of de waardevolle oliepalm, *Raphia Gilettii* met ademwortels en reusachtige geveerde bladeren waarvan de vezels de «Raphia» geven en *Phoenix reclinata*; *Hymenocallis senegambica* met welriekende witte bloemen; verschillende schaduwlievende *Palisota*; *Asparagus* soorten; sierlijke *Dracaena* die regelmatig bloeien; *Phaeomeria speciosa* of de eigenaardige Salomonssepter; verschillende *Sansevieria* in schone exemplaren; *Arundinaria alpina*, kenmerkende bamboe der Afrikaanse bergen; talrijke vijgebomen; *Adansonia digitata* of de bekende baobab; de snel groeiende *Musanga cecropioides* of parasolboom, kenmerkend der secundaire equatoriale wouden; *Napoleona Vogelii*; *Terminalia superba* of de limba, een goede houtsoort; talrijke koffiesoorten; *Acanthus montanus*; *Clerodendron splendens*, een grote liaan met rode bloemen.

Madagascar is vertegenwoordigd in kas *G* door *Ravenala madagascariensis*, de prachtige reizigersboom met grote tweerijige bladeren in waaiervorm; *Pandanus utilis* of de schroefpalm, vertegenwoordigd door twee grote exemplaren met opvallende steltwortels; *Dombeya Wallichii* met hangende bolvormige bloeiwijzen; *Stephanotis floribunda*, een grote rijkbloeiende liaan met heerlijk geurende witte bloemen.

De kassen *D* en *C* herbergen de planten van intertropisch Azië en Oceanië. Men vindt er schone varens, waaronder *Cibotium*, *Angiopteris* en epifytische *Platyserium*; een prachtige *Agathis*; snel groeiende reuzenbamboes; een groep *Musa paradisiaca* grote bananen met indrukwekkende schijnstammen en geurige vruchten; bontbladerige *Pandanus* of schroefpalmen; succulente Euphorbia's; de broodboom; de *Ficus elastica* of de rubbervijgeboom; de kaneelboom; de *Codiaeum* of de „Croton”, veel gekweekt voor hun veelvormige en bontkleurige bladeren; *Hibiscus*

*rosa-sinensis* met grote rode enkele of dubbele bloemen; meerdere *Citrus* soorten; *Aleurites mollucana* met olierijke zaden; *Medinilla magnifica* met prachtige hangende rode bloeiwijzen; *Diospyros Ebenum* die het waardevolle ebbenhout geeft en de veelbloeiende *Kopsia fruticosa*.

De meest indrukwekkende grote warme kas is ongetwijfeld kas K, „Victoria-kas” genaamd, voorzien van een centraal waterbekken met een nuttige oppervlakte van 228,50 m<sup>2</sup>, het grootste ons bekend onder glas, waarvan het water gemiddeld op 30° C gehouden wordt. De afmetingen van dit bekken laten toe de drie merkwaardige intertropische Nympheaceeën: *Victoria amazonica* en *Victoria Cruziana* van Zuid-Amerika en *Euryale ferox* van Azië tegelijkertijd te kweken (Foto 2). Deze opvallende waterplanten met reusachtige ronde vlottende bladeren, die tot 2 m diam. kunnen bereiken, worden gekweekt als éénjarige planten uit zaad. Rond deze planten bloeien talrijke *Nymphaea* hybriden met veelkleurige bloemen, terwijl langs de randen van het bekken meerdere palmen groeien zoals: de kokospalm, de oliepalm en *Daemorops mollis*, een klimpalm waarvan het uiteinde der blad-rachis voorzien is van weerhaken; de *Nelumbo nucifera* of de Indische lotusbloem; de *Typhonodorum Lindleyanum*, een endemische Aracee van Madagascar en de Mascarenen; de *Eichhornia crassipes* of de waterhyacint; de waterrijst; het suikerriet; *Ficus* soorten; verschillende *Caladium* met grote doorschijnende hartvormige bladeren; de *Cyperus Papyrus* der Egyptenaren en de *Pistia stratiotes* of de Nijlsalade. Langs de wanden der kas komen voor: de *Heliconia* van tropisch Amerika; de corosolboom; meerdere lianen, waaronder *Vanilla pompona* met sierlijke adventieve luchtwortels die tot in het centraal bekken hangen; epifytische Orchideeën, waartussen *Phalaenopsis amabilis* met grote sneeuw-witte bloemen; epifytische *Nepenthes* voorzien van eigenaardige vangbekers; twee grote cacaobomen in bloem en vrucht; de theestruik; de Salomonssepter, die regelmatig bloeit; *Acalypha* soorten, enz.

2. De grote gematigde kassen bevatten de planten der verschillende boreale en australische subtropische streken.

De kas H is gewijd aan subtropisch Afrika, de Middellandse Zee en de Canarische eilanden. Zuid-Afrika is vertegenwoordigd

door *Podocarpus elongatus*; de *Strelitzia* of de paradijsvogelplant met eigenaardige bloemen; verschillende *Aloë*; *Zantedeschia aethiopica* gekweekt wegens de prachtige witte bloeischeden; cactusachtige *Euphorbia*'s; *Sparmannia africa* of de wit bloeiende kamerlinde; verschillende *Pelargoniums*; meerdere *Ericaceë*n; *Carissa spectabilis* met welriekende witte bloemen; de weelderig bloeiende *Mackaya bella*. Men vindt er ook een indrukwekkende groep grote *Lobelia giberroa* der Afrikaanse bergen met reusachtige eindaren. Als kenmerkende planten van Noord-Afrika en de Middellandse Zeestreek zijn te vermelden; de dwergpalm in grote exemplaren; een prachtig exemplaar van de dadelpalm; de gekweekte vijgeboom met gelobte afvallende bladeren; de immergroene eik, de kurkeik en de kermeseik; de laurierboom; de olijfboom; de gewone myrte; de oleander en de aromatische rosmarijn. Van de Canarische archipel vindt men er: *Pinus canariensis*, wiens naalden gebruikt worden voor het inpakken der banaan regiemen; de *Dracaena Draco* of de beroemde drakensboom; de canarische dadelpalm, veel gekweekt als sierplant; de cactusachtige *Euphorbia canariensis*; *Aeonium* soorten en andere sierlijke bladsucculenten.

Kas I geeft een gedacht der vegetatie van subtropisch Noord- en Zuid-Amerika. Men treft er aan: verschillende Coniferen der geslachten *Araucaria*, *Taxodium* en *Cupressus*; *Washingtonia filifera* kenmerkende palm van Californië; *Hippeastrum* soorten met grote rode bloemen; verschillende *Solanaceë*n, waaronder meerdere *Cestrum*, de *Cyphomandra betacea* of de tomaatenboom en de *Datura arborea* met grote hangende witte bloemen; de bondbladerige *Abutilon*; de sterk riekende *Heliotropium peruvianum*; de *Jacobinia coccinea* met scharlaken bloemen; de *Escallonia neyana* met welriekende witte bloemen; de *Drimys Winteri* van Zuid-Chili. Een hoek dezer kas geeft een gedacht van de vegetatie der woestijnen van westelijk Noord-Amerika met talrijke *Cactaceë*n, agaven en boomachtige *Liliaceë*n zoals: de *Yucca*, de *Dasylyrion* en de *Nolina* met sterk verdikte houtige stamvoet.

In kas A treft men talrijke vertegenwoordigers aan van subtropisch Noord- en Zuid-Azië. Himalaya, China en Japan zijn vertegenwoordigd door meerdere Coniferen, zoals de *Podocarpus* en *Cupressus funebris*; verschillende grote en rijk bloeiende

exemplaren van *Trachycarpus excelsa*; de *Camelia*'s; *Eriobotrya japonica* of de Japanse mispelboom die regelmatig rijpe vruchten geeft; de Japanse *Diospyros Kaki* met de eetbare „kaki” pruimen; verschillende Araliaceeën en grote exemplaren van *Viburnum odoratissimum*. Tussen de kenmerkende planten van Nieuw-Zeeland kan men vermelden: de boomvaren *Dicksonia squarrosa*; *Metrosideros excelsa* in grote exemplaren; prachtige grote exemplaren van de boomachtige *Cordyline indivisa*; *Pittosporum* soorten; *Phormium tenax* of het Nieuw-Zeelands vlas en *Pseudopanax* soorten.

In kas *B* vindt men de zo kenmerkende vegetatie van Australië, met talrijke heerlijk bloeiende phylloden *Acacia* soorten met welriekende bloemen; verschillende grote exemplaren van *Eucalyptus* en andere Myrtaceeën; *Araucaria excelsa* en *Araucaria Bidwillii*; verschillende Proteaceeën, waaronder *Grevillea robusta* of de zilvereik; *Ficus* soorten; grote exemplaren van *Elaeodendron australe*; de stamvormende *Doryanthes excelsa*; *Casuarina* soorten en schone boomvarens zoals de meest gekende *Alsophila australis*.

3. Twee grote kassen zijn voorbehouden aan de nuttige en economische planten.

Kas *J* is een warme kas, waarin de voornaamste intertropische nuttige planten gerangschikt zijn volgens hun eigenschappen en produkten, namelijk: de vruchtdragende planten waaronder een schone groep dwergbananen; de vezelplanten; de stimulerende planten met een indrukwekkende verzameling koffiestruiken; de rubberplanten; de oliehoudende planten; de specerijplanten en de insecticide planten.

Kas *L* is gematigd met de subtropische nuttige planten, maar is nog niet definitief aangelegd. Men treft er thans aan: een prachtige veelstammige dwergpalm; een schoon vruchtdragend exemplaar van de dadelpalm; de vijgeboom der Middellandse Zee; een uitgebreide verzameling *Agave* en *Aloë* soorten en verschillende boomachtige Liliaceeën.

#### B. De kleine kassen 1 tot 22

De kleine kassen bevatten speciale verzamelingen van intertropische en subtropische planten.

In de kassen 1 tot 6 vindt men een rijke verzameling Cactaceeën (600 soorten) waaronder talrijke grote indrukwekkende exemplaren en succulenten of vetplanten (800 soorten), vooral Liliaceeën, Amaryllidaceeën; Aizoaceeën, Crassulaceeën en Euphorbiaceeën in grote exemplaren. De kas 7 is voorbehouden aan de *Begonia* en bevat, nevens verschillende soorten, talrijke tuinhybrididen van *Begonia rex*. De kas 8 bevat subtropische tuinbouwplanten; de kas 9 een kleine collectie planten uit intertropisch Amerika en de kas 10 een mengsel van intertropische tuinbouwplanten, de meeste met bonte bladeren.

De kassen 11 en 12 bevatten een rijke verzameling Araceeën (300 soorten), de kas 13 is voorbehouden aan de Marantaceeën die alle lommerplanten zijn (60 soorten); de kas 14 bevat een indrukwekkende verzameling Bromeliaceeën (350 soorten); de kas 15 is bestemd voor de intertropische ecologie; in de kas 16 vindt men de Cycadaceeën met prachtige oude exemplaren van *Encephalotos Laurentianus* van de Kwango; de kassen 17 en 18 zijn voorbehouden aan de warme en gematigde Orchideeën, vertegenwoordigd door 1 200 soorten en verscheidene hybrididen; de kassen 19 en 20 bevatten de warme en gematigde varens (225 soorten), waaronder talrijke epiphytische *Platyserium* soorten.

De alleenstaande kassen 21 en 22 zijn respectievelijk ingenomen, de eerste door verschillende insektenetende planten en de tweede door de Bryophyten.

Indien men het aantal planten gekweekt in de grote kassen samenrekent met de hierboven vermelde aantallen planten der kleine klassen, komt men tot een indrukwekkend totaal van 10 000 soorten variëteiten voor het complex van het Plantenpaleis.

De grote kassen van het Plantenpaleis zijn toegankelijk voor het publiek. Men kan ze bezoeken op zon- en feestdagen van 14 tot 18 uur gedurende het toeristisch seizoen, t.t.z. van Paaszondag tot de laatste zondag van oktober. Zij zijn verder het ganse jaar open gedurende de eerste vier werkdagen van de week, van 14 tot 17 uur. In de week, gebeuren de bezoeken groepsgewijs van op de binnenkoer van het kasteel van Bouchout, respectievelijk te 14, 15 en 16 uur.

27 juni 1967.

**Séance du 11 juillet 1967**

---

**Zitting van 11 juli 1967**

## Séance du 11 juillet 1967

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. J. Jadin, vice-directeur.

Sont en outre présents: MM. G. de Witte, A. Dubois, P. Fourmarier, W. Robyns, M. Van den Abeele, J. Van Riel, membres; MM. B. Aderca, F. Corin, M. De Smet, R. Devignat, A. Fain, R. Germain, F.-L. Hendrickx, J. Kufferath, J. Opsomer, O. Tulippe, R. Vanbreuseghem, associés, ainsi que MM. E.-J. Devroey, secrétaire perpétuel et M. Walraet, secrétaire des séances.

Absents et excusés: MM. M.-E. Denaeyer, C. Donis, P.-G. Janssens, A. Lambrechts, J. Lebrun, G. Neujean, M. Poll, G. Sladden, P. Staner, J. Thoreau.

### Le caoutchouc naturel dans le monde.

#### Hier et demain

M. M. *Van den Abeele* retrace les étapes qui ont mené aux critères actuels de sélection et de production du caoutchouc naturel, lequel subit une concurrence sans cesse grandissante de toute une gamme de produits industriels. Pour survivre, les petits hévéaculteurs des pays en développement devront s'astreindre à un grand effort d'adaptation (p. 892).

Notre Confrère répond ensuite à des questions que lui posent MM. J.-E. *Opsomer* et A. *Fain*.

#### Présentation d'un ouvrage

Au nom de M. J. *Lebrun*, M. R. *Germain* présente le *Dictionary of flowering plants and ferns*, de J.C. WILLIS, 7<sup>e</sup> édition, revue par H.K. AIRY SHAW \* (p. 909).

---

\* Cambridge, The University Press, 1966, 8°, XXII+1 214+LIII pages.



## Zitting van 11 juli 1967

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de H. J. Jadin, vice-directeur.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. G. De Witte, A. Dubois, P. Fourmarier, W. Robyns, M. Van den Abeele, J. Van Riel, leden; de HH. B. Aderca, F. Corin, M. De Smet, R. Devignat, A. Fain, R. Germain, F.-L. Hendrickx, J. Kufferath, J.-E. Opsomer, O. Tulippe, R. Vanbreuseghem, geassocieerden, alsook de HH. E.-J. Devroey, vaste secretaris en M. Walraet, secretaris der zittingen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. M.-E. Denaeyer, C. Donis, P.-G. Janssens, A. Lambrechts, J. Lebrun, G. Neujean, M. Poll, G. Sladden, P. Staner, J. Thoreau.

### « Le caoutchouc naturel dans le monde.

#### Hier et demain »

De H. M. Van den Abeele overschouwde de etappes die geleid hebben tot de huidige criteria der selectie en der productie van de natuurlijke caoutchouc, die een steeds sterkere concurrentie ondervindt van een hele reeks nijverheidsprodukten. Om stand te houden, zullen de kleine heveakwekers van de ontwikkelingslanden een grote aanpassingsinspanning moeten leveren (blz. 892).

Onze Confrater beantwoordt vervolgens vragen die hem gesteld worden door de HH. J.-E. Opsomer en A. Fain.

### Voorstellen van een werk

Namens de H. J. Lebrun stelt de H. R. Germain de *Dictionary of flowering plants and ferns* van J.C. WILLIS (7de uitgave, herzien door H.K. AIRY SHAW) \* voor (blz. 909).

---

\* Cambridge, The University Press, 1966, 8°, XXII+1 214+LIII blz.

M. W. Robyns apporte sur ce sujet quelques compléments d'information à ses Confrères.

### Concours annuel 1967

Eclairée par les conclusions des trois rapporteurs, MM. A. Dubois, F. Evens et J. Jadin, et après échange de vues, la Classe décerne une mention honorable, avec récompense de 9 000 F, à M. Dominique LE RAY, pour son travail en réponse à la 3<sup>e</sup> question et intitulé: *Le mécanisme intime de la virulence des Trypanosomes.*

Elle décide, en outre, que ce travail sera publié dans le *Bulletin*, sous forme d'une note ne dépassant pas 32 pages d'impression et faisant principalement état des recherches personnelles de l'auteur.

### Comité secret

Les membres, réunis en comité secret, élisent, en qualité de correspondant, le R.P. *Albert Bouillon*, docteur en sciences zoologiques, professeur ordinaire à Lovanium (Congo-Kinshasa), ainsi que M. R. *Geigy*, zoologiste, directeur de l'Institut tropical suisse, à Bâle, et du Rural Aid Centre d'Ifakara (Tanzanie).

La séance est levée à 15 h 30.

De H. W. Robyns verstrekt aan zijn Confraters enkele bijkomende inlichtingen over dit onderwerp.

### Jaarlijkse wedstrijd 1967

Voorgelicht door de besluiten van de drie verslaggevers, de HH. A. Dubois, F. Evens en J. Jadin, beslist de Klasse na een gedachtenwisseling, een eervolle vermelding, met een beloning van 9 000 F, toe te kennen aan de H. Dominique LE RAY, voor zijn werk getiteld: „*Le mécanisme intime de la virulence des Trypanosomes*” dat ingediend werd als antwoord op de 3de vraag.

Zij beslist, daarenboven, dat het werk in de *Mededelingen* zal gepubliceerd worden, onder de vorm van een nota die niet meer dan 32 bladzijden zal beslaan en hoofdzakelijk de persoonlijke opzoekingen van de auteur zal omvatten.

### Geheim comité

De leden, vergaderd in geheim comité, verkiezen, als correspondent, E.P. *Albert Bouillon*, doctor in zoölogische wetenschappen, gewoon hoogleraar te Lovanium (Congo-Kinshasa), evenals de H. R. *Geigy* zoölogist directeur van het Institut tropical suisse, te Bazel en van het Rural Aid Centre te Ifakara (Tanzanië).

De zitting wordt gesloten te 15 h 30.

## M. Van den Abeele. — Le caoutchouc naturel dans le monde, hier et demain

Peu de production végétale a nécessité autant de courage, de ténacité et d'effort scientifique que celle du caoutchouc.

Que l'on songe aux centaines de millions de lianes et d'arbres à caoutchouc dont, goutte à goutte, il a fallu extraire le latex, coaguler celui-ci et en assurer la stabilisation, la conservation par des méthodes dont l'évolution est loin d'être achevée.

C'est en 1827 que l'on note la première exportation de 82 tonnes de caoutchouc en provenance des forêts de l'Etat de Para dans le bassin de l'Amazonie. Produit original que ces boules massives de latex d'Euphorbiacées ligneuses coagulé par enfumage au feu. La « gomme élastique », ainsi qu'on la dénommait à l'époque, était employée en ordre principal pour effacer les traits de crayon.

Vers 1833, MACINTOSH trouva le moyen d'utiliser la gomme pour fabriquer des chaussures grossières et imperméabiliser les étoffes.

Mais ce produit subissait les effets pernicieux de la chaleur et du froid. A une température de 30 à 40° C, il devenait mou et perdait ses qualités essentielles: élasticité, imperméabilité. D'autre part, le froid le rendait dur et cassant.

Ces inconvénients furent dans une très large mesure atténués par la découverte de la vulcanisation effectuée en 1839 par l'américain GOODYEAR. Le procédé consistait à chauffer un mélange de caoutchouc et de soufre à environ 130°, ou de plonger les objets façonnés dans un bain de soufre de 130° à 135° C.

La vulcanisation à froid, suivant le procédé PARKER, était basée sur l'immersion du caoutchouc dans du chlorure de soufre dissous dans le sulfure de carbone.

Ce premier progrès technologique, base de toutes les possibilités industrielles modernes, ne souleva guère d'enthousiasme. L'inventeur ne réussit pas à financer sa découverte, et il mourut dans la misère.

Le vétérinaire écossais DUNLOP fut plus heureux. En 1888, il imagina les premières chambres à air et les pneus creux en caoutchouc. L'intérêt de cette découverte était considérable, car la naissance de l'automobile devait stimuler la demande mondiale et la production du caoutchouc.

VAN DE KOPPEL donne à ce sujet des renseignements suggestifs: en 1900, la production de caoutchouc atteignait 45 000 tonnes, 95 000 t en 1910, pour atteindre 347 000 t en 1920 et 835 000 t en 1930.

Il était bien naturel, en présence de la demande toujours croissante, et de la hausse vertigineuse des prix, que le Brésil, maître des immensités forestières où croissait le meilleur arbre à caoutchouc, fit les plus grands efforts en vue d'intensifier l'exploitation. Celle-ci, limitée autrefois à l'Etat de Para, fut rapidement étendue le long de tous les affluents de l'Amazone.

Déjà en 1854, on précisait que, dans l'Etat de Para, qui produisait le meilleur latex, et qui utilisait à la saignée plus de 25 000 seringueros ou récolteurs amazoniens, l'arbre le plus généreux, doté de la meilleure écorce, était le *Siphonia elastica*, connu aujourd'hui sous le nom d'*Hevea brasiliensis*.

Une description botanique nous en avait été donnée déjà en 1775 par un chimiste agricole français, FUSÉE-AUBRET, dans son ouvrage: *Plantes de la Guyane*.

Fin du siècle dernier, nombreuses étaient les variétés d'arbres à caoutchouc exploitées dans le monde. L'Amérique centrale saignait le *Castilloa elastica*, arbre de la famille des artocarpées, appelé *Ulé* par les Indiens et signalé en 1615 déjà par TORQUEMADA dans son livre *Monarchia indiana*.

L'Etat brésilien de Cerea exploitait le *Manihot glaziovii*, les Indes orientales le *Ficus elastica*.

On peut dire que la plupart des régions équatoriales du monde avaient entrepris des essais de culture d'espèces caoutchoufè-

res, qui n'ont aujourd'hui qu'un intérêt rétrospectif, et dont notre savant et regretté collègue DE WILDEMAN fit le patient inventaire.

Une conclusion se fit rapidement jour: la supériorité de l'*Hevea* dont il existe de nombreuses variétés (*brasiliensis*, *benthamina*, *discolor*, *foxii*, *pauciflora*, *minor*, *cuneata*).

Il s'indique aussi de mentionner les plantes concurrentes des laticifères tropicaux en pays tempérés. En tête se place le *Guagule* ou *Parthemium*, petit arbuste de la famille des composées, originaire des régions semi-désertiques du Mexique, et dont la culture connut une grande extension aux Etats-Unis et en Russie. Dans ce dernier pays, depuis 1935, le *Guagule* fut évincé par le *Taraxacum Kok Saghys*, autre composée, découverte en 1930 par RODIN dans les montagnes du Turkestan, et qui fit rapidement l'objet de sélection.

En 1942, on estimait que la superficie occupée par cette plante en Ukraine, Russie blanche, vallée de la Volga ou dans les terres noires de l'Oural, représentait environ 1/2 million d'hectares.

Le caoutchouc de *Taraxacum*, extrait des racines, répondait à une nécessité de guerre et disparut avec elle.

L'expérience a démontré qu'aucun produit de cueillette n'est resté économiquement viable. Pour le caoutchouc, l'apogée se situe aux environs de 1910. Les ressources apportées à la population de l'Amazone, comportant à peine 1 million d'habitants, étaient fort importantes si l'on songe, qu'en valeur, le caoutchouc représentait près de 40 % des exportations totales du Brésil.

Mais comment conserver le monopole de l'exploitation de l'*Hevea*? Planter paraissait contre-indiqué alors que des millions d'arbres attendaient la saignée, exactement comme en Afrique tropicale humide on estimait inutile de planter le Palmier *elaeis*, l'exploitation des palmeraies naturelles devant largement suffire.

Pour évincer toute possibilité de concurrence, les Brésiliens préféraient promulguer l'interdiction, sous peine de lourdes peines d'emprisonnement, de toute exportation de graines ou de plants d'*hevea*.

Mais, fin du siècle dernier, l'Afrique, et en particulier l'Afrique centrale, voyait aussi dans le caoutchouc un moyen de vivre et de prospérer.

Les lianes à caoutchouc croissaient à profusion dans tout le bassin du fleuve Congo, et il était naturel que le Souverain de l'Etat indépendant mette à profit cette particularité, susceptible de procurer au trésor des ressources indispensables à l'ouverture de l'immense pays dont il avait la charge.

Au début, on se contentait de la simple récolte des lianes appartenant toutes à la famille des Apocynacées.

Les techniciens retenaient surtout quelques espèces fournissant le caoutchouc dit « rouge du Kasai »: *Landolphia owariensis*, *Landolphia Droogmansiana*, *Landolphia Gentillii*, *Landolphia Klainei*, ainsi que *Clitandra Arnoldiana* et *Clitandra Nzunde*, dont le caoutchouc, de couleur noirâtre, était fort apprécié.

Au début de l'exploitation, les indigènes coupaient les lianes, les tronçonnaient et les décortiquaient pour en extraire la totalité du caoutchouc, alors que la récolte du latex devait, en principe être effectuée par incision.

Mais il fallait éviter la disparition des espèces, ce qui a incité le gouvernement de l'Etat indépendant à interdire la coupe des lianes et à prescrire l'obligation de planter un certain nombre de pieds par tonne de caoutchouc récolté.

Entre 1899 et 1902, plus de 300 stations de replantation furent créées par les inspecteurs forestiers, et des millions de lianes leur doivent l'existence.

Mais la réalité ne tarda pas à se faire jour: la nature est lente, et il fallait à l'ombre de la grande forêt de 8 à 9 ans pour produire une liane exploitable.

Comment par ailleurs mettre un frein à la coupe des lianes et au broyage des écorces, alors qu'il s'avérait que la saignée des lianes était anti-économique?

Devant ces difficultés, qui entraînaient une stabilisation de la production du caoutchouc sylvestre à 6 000 tonnes, en 1901 un nouvel espoir naissait.

Dans les savanes soumises périodiquement aux feux de brousse, et particulièrement au Kwango, on découvrit une petite plante

buissonnante de la famille des Apocynacées le *Landolphia Thollonii*, dont les rhizomes, séchés et décortiqués livraient 5 à 8 % de caoutchouc. Elle fut largement exploitée et plusieurs d'entre nous se souviendront que, pendant la seconde guerre mondiale, elle figura sur la liste des produits de cueillette de l'effort de guerre.

Mais le « caoutchouc des herbes » ainsi qu'on l'avait baptisé, n'était pas la solution. Il fallait trouver autre chose dans la flore locale et le choix se porta sur le *Funtumia elastica* ou *Ireh*, arbre de la famille des Apocynacées, assez abondant dans la forêt équatoriale.

Entre les années 1900 et 1910, près de quatre millions de *Funtumia* furent plantés au Congo. Hélas! les résultats furent médiocres, la croissance était lente, il y avait mauvaise accoutumance à la saignée, et la production était peu élevée comparée à celle de l'*hevea* brésilien.

Pourquoi, dirent alors les techniciens, ne pas se tourner vers l'enrichissement de la flore autochtone, pourquoi ne pas introduire des plantes qui ont fait leur preuve dans d'autres parties du monde? Le choix se porta sur le *Manihot glaziovii*, le *Castilloa*, le *Ficus* et l'*Hevea*.

La première, importée d'Amérique centrale, avait le grand mérite d'être de croissance rapide, mais elle était sujette aux maladies de racine, le tronc se déformait et les rendements étaient insuffisants. L'abandon fut rapide, en dépit du succès relatif enregistré aux Indes anglaises et en Indonésie.

Les essais de *Castilloa* et de *Ficus* furent aussi décevants que ceux enregistrés à Java.

Restait l'*Hevea* sur lequel se concentrait de plus en plus l'attention des chercheurs du monde tropical, et qui avait été introduit au Congo en 1899.

Car, en dépit de la défense d'exportation du matériel de plantation d'*hevea* du Brésil, un anglais, dénommé WICKHAM avait réussi à exporter en 1876, 70 000 graines provenant sans doute des forêts couvrant les plateaux peu élevés de la région située entre les Rio-Tapajoz et Madeira.



Les graines, mises en pépinières à Kew près de Londres, ne donnèrent que 2 400 plantes dont 1 900 furent expédiées au Jardin botanique de Heneratgoda à Ceylan, les autres à Singapore, Java et Birmanie.

Les hévéas répartis de la sorte sont à l'origine de tous les arbres actuellement cultivés en Extrême-Orient.

On discute encore aujourd'hui sur la valeur génétique du matériel de départ introduit par WICKHAM. Je retiendrai simplement l'avis prudent du Dr CRAMER, chef de la section « Sélection du service de l'Agriculture des Indes néerlandaises », qui écrivait: « il est généralement admis que WICKHAM a eu un choix très heureux ».

Ce qui est, par ailleurs certain, c'est que les essais de saignée des hévéas provenant des graines de WICKHAM provoquèrent une déception telle que l'on crut devoir abandonner la culture. On incriminait la faiblesse de l'écoulement de latex. Le découragement fut de courte durée, car les techniciens ne tardèrent pas à démontrer qu'en ravivant les incisions dans les écorces, l'écoulement du latex pouvait se renouveler tous les jours.

Le panneau de saignée était né et la technique de l'incision prenait son départ.

On pouvait enfin entrer dans la phase des grandes plantations d'*hevea*, et améliorer, année après année, le choix des semences, les méthodes culturales et l'usinage du latex.

La science agronomique trouvait progressivement sa récompense en Extrême-Orient. En 1965, sur une production de 2 325 000 tonnes de caoutchouc naturel, la quote-part de l'Asie de l'Est représentait les 9/10.

L'Afrique tropicale, dont la potentialité en *hevea*-culture était grande, en dépit de sa faible densité de population, allait-elle laisser passer sa chance?

Nous avons vu que l'*hevea* fut introduit au Congo en 1899. Les premières plantations furent celles de Bakusu et d'Eala, dans lesquelles le développement des arbres fut jugé très satisfaisant et les premiers essais de saignée commencés en 1911 et 1912.

En 1914, le service de l'Agriculture décida, à l'initiative de Jean CLAESSENS, notre regretté Confrère, chargé de mission à Bokala,

où existaient de vastes plantations de *Funtumia*, de créer un centre de culture d'*hevea* à Yangambi-Gazi sur les rives du fleuve Congo.

Le matériel initial comprenait des graines provenant de Ceylan, de Java et du Brésil.

Le résultat le plus saillant de la plantation de ce matériel hétérogène sur quelque 300 ha fut la supériorité marquée du matériel asiatique. Le fait peut paraître surprenant, si l'on considère l'opinion de M. AMAND, assistant à la Division de l'*Hevea* à Yangambi, suivant laquelle tout le matériel de départ de la station était issu des graines recueillies par WICKHAM et que ces graines provenaient d'une variété d'*hevea brasiliensis* de faible valeur.

Mais en Extrême-Orient, la sélection massale avait sans doute déjà manifesté ses effets et ceci peut expliquer cela.

Il n'en est pas moins regrettable que les institutions scientifiques attachées à l'amélioration de l'*hevea* aient négligé trop tôt le matériel brésilien dans l'entièreté de ses possibilités génétiques. L'histoire de la pomme de terre et les prospections scientifiques dans la Cordillère des Andes par les savants russes sont présentes à la mémoire.

Il y a un intérêt certain à étudier les formes sauvages des espèces cultivées en raison des réserves de gènes dont la recherche appliquée à la sélection peut tirer le plus grand profit.

Au Congo, une expérimentation plus poussée, une application plus judicieuse des méthodes culturales, de l'entretien et de la saignée furent rapidement mises en œuvre.

En 1915, l'on découvrit au Jardin botanique d'Eala qu'une parcelle de 49 hévéas âgés de 8 ans enregistrait une production record.

Les graines de ces arbres furent toutes recueillies pour être plantées à Yangambi-Gazi où l'on comptait en 1917, 226 ha d'*hevea* dont les plus âgés avaient 6 ans.

Pour arriver au stade de l'exploitation, il fallut attendre l'installation d'une petite usine, la construction d'une route automobile dans la grande forêt entre Yangambi et Gazi pour le transport du latex, et aussi l'arrivée du comte DE BAVAY, expert

en saignées, qui avait acquis dans ce domaine une large expérience en Malaisie, et qui fut chargé d'initier des travailleurs locaux à la saignée rationnelle des écorces.

Mais il fallut l'esprit d'observation et la ténacité d'Arthur RINGOET, futur directeur de la Régie des Plantations, pour entreprendre une nouvelle étape. En 1922, il écrit dans son rapport annuel que la cause déterminante des rendements médiocres de Yangambi-Gazi doit se trouver dans la carence du « type d'*hevea* » dans les 4/5 des plantations, et dont la motivation se trouve dans l'infériorité d'une grande partie des graines. A son avis, les bons champs sont ceux qui ont été créés avec les graines d'*hevea* importées des Straits Settlements en 1910 *via* les serres de Laeken. Il ajoute que cette introduction doit être notée comme un « fait capital dans l'histoire du caoutchouc en Afrique centrale », le matériel d'Ibambi et d'Eala ayant donné naissance à un « type » franchement mauvais.

Le protocole à suivre était simple: exploiter commercialement, sans plus, les arbres les moins intéressants et s'attacher à la sélection des arbres de valeur reconnue. C'est cette tâche que la Régie des Plantations, créée en 1926, inscrivit à son programme.

Pour le responsable de la sélection, rechercher des arbres-mères dans des populations issues de graines d'ascendance inconnue constitue une tâche lente et complexe si l'on tient compte de la grande variabilité de l'arbre dans la vigueur, la structure de la couronne, la résistance aux maladies, l'épaisseur de l'écorce et la reconstitution de celle-ci. Le contrôle rigoureux des moniteurs indigènes opérant les mesures dans les plantations s'ajoutait aux complications techniques.

Des parcelles particulièrement bien étudiées apportèrent la confirmation d'une grande variabilité des rendements: 20 % des arbres donnaient les 2/3 de la production.

Petit à petit, il fut possible d'utiliser des lignées issues de graines légitimes ou semi-légitimes constituant une population plus homogène et manifestant un potentiel individuel moyen de production satisfaisante.

Mais la sélection par voie générative, source des plus grands progrès nécessite en ce qui concerne l'*hevea* un temps considé-

rable. Que l'on songe qu'il faut environ 18 ans après la plantation initiale, pour parfaire des essais comparatifs et choisir, en toute connaissance de cause, l'arbre-mère tant espéré.

Il fallait venir au secours de la patience: ce fut la greffe en écusson à œil dormant, méthode simple, largement appliquée en culture fruitière, qui permit de prolonger les meilleurs et rares arbres-mères, haut producteurs connus, dans un nombre considérable d'individus, en négligeant un facteur, c'est-à-dire le mode de transmission du caractère productivité. Le groupe formé par cette descendance générative au départ d'un plan original ou arbre-mère portera le nom de clone.

Désormais, on pouvait établir de vastes plantations susceptibles de produire de deux à quatre fois plus de caoutchouc que la population dans laquelle l'arbre-mère fut découvert, on pouvait exploiter rapidement ce qui est acquis.

L'« escalade » des rendements se précisait.

Ici, il convient de signaler le service éminent rendu au Congo par le prince LÉOPOLD, président de l'INEAC \*, qui, au cours de ses nombreux voyages en Extrême-Orient, entre 1930 et 1934, obtint la faveur exceptionnelle de pouvoir choisir les meilleurs clones des Indes néerlandaises et de Malaisie. Il les fit expédier à Yangambi.

Cette introduction mérite un haut témoignage de reconnaissance de la part des planteurs qui pouvaient ainsi bénéficier du travail de sélection de longue haleine des spécialistes hollandais et britanniques, qui avaient à leur disposition un matériel abondant dont l'Afrique était dépourvue.

Il s'agit des clones:	Tj	16	Av	163
	Av	49	M	1
	P.B.	86	M	5
	B.D.	5		etc.

Le résultat pratique fut de permettre dans une plantation de 12 ans un rendement de 1 200 kg de caoutchouc sec à l'ha, plus du double de celui enregistré dans les anciennes plantations de semis.

---

\* Institut national pour l'étude agronomique du Congo.

Les caractéristiques des clones les plus connus de l'*hevea* furent décrites en mai 1941 par A. BEIRNAERT, directeur de la Station d'essais de Yangambi.

La situation générative se poursuivant, l'INEAC fut particulièrement fier d'être en mesure de recommander ses premiers clones parmi lesquels le Y. 3/46, excellent producteur, susceptible de donner 1 800 kg de caoutchouc sec à l'ha de densité normale, à partir de la 10<sup>e</sup> année.

La confiance dans la sélection raisonnée était telle que la Division de l'*hevea* avait diffusé 38 millions de semences améliorées, plus de 40 000 mètres de bois greffés et 80 000 plançons greffés. La voie du progrès était ouverte et les planteurs européens et indigènes entrevoyaient un avenir encourageant.

En 1944, il y avait au Congo belge 64 000 ha de plantations d'*hevea*. Une bonne centaine de clones en 1960 étaient en observation à l'INEAC. Rien ne me permet de croire qu'ils le sont encore à l'heure actuelle.

Par ailleurs, les stations de sélection de l'*hevea* dans le monde, en dépit des progrès réalisés dans l'utilisation des clones, n'ont pas abandonné la sélection générative, malgré les difficultés qu'elle implique lorsqu'il s'agit de l'*hevea* normalement sujet à la fécondation croisée. La fécondation artificielle, à la main, des fleurs d'*hevea* nécessite de grands échafaudages pour accéder aux inflorescences et le pourcentage de réussite oscille aux environs de 5 %. On comprendra dès lors que les graines sélectionnées provenant de descendance légitime soient aussi rares que coûteuses.

Devant ces constatations, des techniciens ont jugé plus adéquat d'avoir recours à des graines provenant de croisements soignés, c'est-à-dire de pollinisation ouverte, entre clones haut producteurs. Cette méthode implique la création de parcelles mono ou pluriclones d'une étendue suffisante, 20 ha minimum, car seules les graines obtenues dans la partie centrale présentent les garanties suffisantes.

Déjà en 1936 le Dr CRAMER émettait l'opinion que la plantation monoclonale était par excellence le moyen économique de

se procurer le précieux matériel qui conditionne les progrès futurs de la sélection.

La poursuite de l'expérimentation lui a donné raison et, aujourd'hui, les graines des champs semenciers de ce type sont largement utilisées pour la replantation.

Mais le travail de Pénélope se poursuit dans la production de clones.

La situation politique en Indonésie étant cause de ralentissement dans les recherches agronomiques, c'est le Rubber Research Institute of Malaysia qui intensifie son expérimentation. Les résultats acquis à la Station de Singei Bulok sont dignes des plus grands éloges.

Les derniers rapports donnent une série de plusieurs centaines de clones, chiffre frisant l'encombrement, parmi lesquels le R.R.I.M. 600 - 603 et 605 figurent en place de choix en raison de l'importance et de la constance des rendements. Ils font actuellement l'objet de plantation dans les petites propriétés des autochtones et couvrent, pense-t-on, près de 30 % de la superficie.

L'effort scientifique de la Malaysia s'explique par le fait que ce pays, depuis la défaillance de l'Indonésie, est devenu le principal producteur du monde en caoutchouc naturel. Sur un total mondial de 2 325 000 t en 1965, elle intervient pour 900 000 t représentant 50 % de la valeur globale des exportations de la Fédération et un rapport d'environ 24 milliards de francs belges.

Pour 1968, les experts prévoient une production d'un million de tonnes, pour 1975 un million quatre cent mille tonnes, soit le double de la production de 1961.

Cet engouement est-il justifié? Grave sujet de méditation.

Malgré tous les efforts réalisés sur le plan technique, sur celui du rajeunissement des plantations au départ de matériel sélectionné, sur le perfectionnement des méthodes culturales et de saignées, la question primordiale est celle de la possibilité économique de survie.

Le caoutchouc naturel se trouve aux prises depuis une vingtaine d'années avec toute une gamme de produits industriels dont les propriétés ne cessent d'être développées, les types multipliés

pour répondre aux usages spécifiques les plus variés, et qui tire profit d'une présentation très poussée.

L'essor du caoutchouc synthétique, pour des raisons monétaires ou politiques, a bénéficié de la protection des gouvernement, et de larges crédits ont été ouverts aux laboratoires de recherches. L'amélioration s'est conjuguée avec la diminution des prix de revient. Les progrès industriels peuvent être rapides, ceux de l'agriculture, tributaires de la nature, et des générations d'*hevea* sont nécessairement lents.

Les mérites des chimistes des polymères, dans la mise au point de nouveaux produits, sont comparables à ceux des techniciens de l'agronomie. Les perspectives de production industrielle sont considérables.

Heureusement, les besoins en caoutchouc de toute nature sont en augmentation constante et le développement de l'industrie du caoutchouc, particulièrement celle du pneumatique, qui absorbe à elle seule environ les 2/3 de la production mondiale, est plein de promesses.

Les perspectives favorables sont étayées par la situation démographique et l'accroissement de la consommation par habitant. Aujourd'hui aux U.S.A. cette consommation est d'environ 12 kg dans laquelle le caoutchouc naturel intervient pour 1/4. Dans l'ensemble des autres pays du monde, elle oscille aux environs de 1,4 kg, mais il faut s'attendre à une accélération rapide du fait de l'industrialisation.

Particulièrement inquiétant dans le cadre du sujet qui nous préoccupe est la croissance spectaculaire du caoutchouc synthétique.

Il y a dix ans, la consommation du caoutchouc neuf était de 1 182 000 t dont 13 % de synthétique;

Aujourd'hui, 2 660 000 t dont 50 % de synthétique;

Les estimations pour 1975, 5 300 000 t dont 56 % de synthétique.

Fort heureusement, en dépit des progrès technologiques des élastomères de synthèse, il apparaît qu'il y aura toujours à prix compétitif un marché pour un caoutchouc naturel vendu sur spécification et uniformément emballé, car certaines propriétés

intrinsèques du produit naturel ne sont pas encore obtenues par les synthétiques.

Dans les grandes plantations industrielles, on espère atteindre des rendements de 3 000 kg à l'ha grâce aux progrès gigantesques réalisés ces dernières années. Pour celles-là, on peut escompter une rentabilité suffisante en dépit de la baisse constante des prix.

Mais ces hauts rendements sont loin encore d'être des rendements moyens. Ils peuvent, à l'heure actuelle, être considérés comme des records dans les meilleures conditions de technicité.

Mettons cependant hors cause les grandes plantations et même les plantations moyennes en pensant, en raison de leur technicité qu'elles sont à même de supporter toute baisse de prix à laquelle il faut progressivement s'attendre dans les prochaines années.

Mais comment ne pas songer à l'immense masse des petites plantations, c'est-à-dire de 1 à 4 ha réparties dans le monde et dont le rendement est inférieur à 700 kg à l'ha. Elles représentent les 2/3 du total des superficies plantées et s'adjugent aujourd'hui une production annuelle évaluée à plus d'un million de tonnes.

Pour ces hévéaculteurs, l'alignement des prix de vente sur celui du caoutchouc synthétique posera un problème particulièrement préoccupant en raison de répercussions sociales et politiques.

La conférence du Groupe d'études du caoutchouc, qui s'est tenue à Tokio en mai 1964, s'est penchée sur cette question. Elle estime qu'une concurrence de plus en plus intense se développera dans l'avenir entre naturel et synthétique, de même qu'entre les différentes sortes de synthétiques. Elle estime aussi qu'il y a lieu de s'attendre à un fléchissement progressif des prix des caoutchoucs de toute nature au cours des prochaines années.

Cela pose le problème de survie pour les petits producteurs en cas de stagnation des rendements, de non-adaptabilité à la situation nouvelle, cela évoque le problème de seuil de renoncement dont la gravité pour le sort de pays en développement est mise en pleine lumière.

Le jour où certains petits planteurs ou *smallholders*, et nous savons que 60 % de la production courante de caoutchouc provient de leurs exploitations, estimeront que le rendement de leur



plantation n'est plus proportionné à leur effort humain, que le kg de caoutchouc ne représente plus pour eux un pouvoir d'achat suffisant, le maintien en saignées de leurs arbres se trouvera inéluctablement mis en cause et d'autres activités devront intervenir, si elles ne l'ont été précédemment.

A quel étiage sera le seuil de renoncement ?

Trop de facteurs politiques, sociaux et monétaires entrent en jeu pour qu'il soit possible de répondre à cette question. Les interactions sont nombreuses, et en matière de culture de l'*hevea* il est plus facile de retracer l'aspect compliqué et ardu du chemin parcouru que de prédire l'avenir.

Pour les grandes plantations européennes, le seuil de la rentabilité se situera vraisemblablement aux environs de 1 500 kg de caoutchouc sec à l'ha.

Une série de mesures de défense doivent être prises en considération dès à présent :

— Abaissement des prix de revient (le prix de revient au kilo d'une plantation ayant un rendement de 1 500 kg à l'ha est inférieur de moitié à celui d'une plantation donnant 500 kg) ;

— Réduction de la période de non-rendement par l'utilisation d'engrais ;

— Augmentation de la productivité ;

— Diminution des frais d'exploitation par saignées plus judicieuses sur un nombre optimum d'arbres à l'ha ;

— Intensification des recherches scientifiques ;

— Stimulation de la demande ;

— Industrialisation sur place du caoutchouc.

Plusieurs de ces mesures ont fait l'objet de recommandations de l'International Rubber Study Group, qui a tenu sa XVIII<sup>e</sup> session à Lagos en novembre 1966. Celui-ci a examiné la situation statistique du caoutchouc pour 1966 et a procédé à une évaluation de l'offre et de la demande en caoutchouc naturel et synthétique, pour les années futures. D'après ces statistiques, la production de synthétique a été supérieure de 37 % à celle du produit naturel en 1966. De même la consommation de gomme synthéti-

que a dépassé de 30 % celle du caoutchouc naturel de l'année précédente.

La consommation mondiale, c'est-à-dire la transformation de caoutchouc en produits manufacturés atteindrait 2 580 000 t de naturel et 3 380 000 t de synthétique en 1967. La production de naturel serait de 2 575 000 t en 1967, celle de synthétique de 3 465 000 t.

Les chiffres de production et de consommation de synthétique ne comprennent pas la production industrielle de la Chine continentale et des pays d'Europe orientale qui ne font pas partie du groupe.

La production de naturel a été évaluée à 2 885 000 t pour 1970 et 3 050 000 t pour 1971, et la capacité de synthétique pour ces deux années a été jugée suffisante pour couvrir tous les besoins en caoutchouc. Ces perspectives n'entravent pas la construction de nouvelles usines, principalement d'éthylène-propylène dans de nombreux pays du monde.

Dans la perspective de survie, il est particulièrement encourageant de constater que les organismes de recherche sur le caoutchouc naturel et les sociétés de plantation intensifient leurs travaux technologiques destinés à fournir à l'utilisateur un produit qui aille au devant des conditions de plus en plus sévères qu'il formule sur la qualité.

Techniquement on peut émettre l'opinion que l'industrie du caoutchouc naturel offre des possibilités de progrès aussi grandes que celles du synthétique, à la condition de réaliser l'union complète de la productivité et de la valeur commerciale.

Les quatre grands manufacturiers américains de pneumatiques considèrent le naturel comme un allié indispensable du synthétique pour certaines de leurs fabrications. Il importe de ne pas les décevoir.

Le plus souvent, le caoutchouc naturel est encore vendu dans le monde sur apparences extérieures, mais grâce aux activités d'organismes internationaux se préoccupant des problèmes du caoutchouc: l'International Rubber Research and Development Board, l'International Standardization Organisation, l'International Stu-

dy Group, il sera commercialisé dans l'avenir, de plus en plus sur spécifications techniques.

C'est dire que pour s'adapter aux exigences nouvelles du marché, l'industrialisation du caoutchouc naturel devra subir une importante reconversion.

C'est vraisemblablement sous forme de latex spéciaux, conservés, ou concentrés par centrifugation, ayant des degrés différents de plasticité, de granulés ou flocons, d'*hevea* crumbs, toutes présentations plus conformes aux exigences des manufacturiers, que s'effectuera la vente compétitive du caoutchouc naturel avec les élastomères de synthèse, comme les stereo-caoutchoucs et les éthylènes-propylènes.

Je citerai aussi la mise sur le marché de caoutchouc en poudre, lequel mélangé dans la proportion de 1 % à l'asphalte intervient désormais dans la construction des routes et empêche celles-ci de devenir glissantes par temps pluvieux.

Arrivé au terme de cet exposé, je formule le souhait que les planteurs de caoutchouc naturel réalisent pleinement la nécessité de faire face à des temps difficiles.

Dans le passé, ils ont manifesté une magnifique constance dans l'effort. Aujourd'hui, ils disposent du plus large concours de la technique agronomique, industrielle et commerciale qui leur permettra de conserver une place dans une des branches les plus importantes de l'activité humaine.

Certains secteurs de travail nécessitent une collaboration plus poussée à l'échelle internationale entre hommes de science penchés sur des objectifs similaires et acceptant d'échanger idées et matériel pour participer à l'avancement des problèmes communs.

11 juillet 1967.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [ 1 ] Archives de la Direction générale de l'agriculture du Ministère des Colonies.
- [ 2 ] BEERNAERT, A.: Caractéristiques des clones les plus connus d'*hevea* (*Bulletin agricole du Congo belge*, 1942).
- [ 3 ] *Bulletins agricoles du Congo belge* (1910-1960).

- [ 4 ] *Bulletins d'information de l'INEAC* (1952-1959)
- [ 5 ] Comptes rendus de l'International Rubber Study Group (Tokio, mai 1954 Lagos, novembre 1966).
- [ 6 ] CRAMER, (Dr): *Etudes du Tropical Agriculturist* (1936).
- [ 7 ] EVERS: Matériel de plantation préconisé en heveaculture au Congo belge (*Bulletin d'information de l'INEAC*, 1956).
- [ 8 ] FERRAND, M.: *Phytotechnie de l'hevea* (Duculot, Gembloux, 1944).
- [ 9 ] GRAHAM, D.G. et MORRIS, J.E.: *Manufacture of hevea crumbs* (Rubber Research Institute of Malaya).
- [ 10 ] KENNER, J.W.: Les frontières du caoutchouc (*Revue générale du caoutchouc et des plastiques*, n° 9, sept. 1966).
- [ 11 ] PAARDEKOOPER, E.C.: Clones of *hevea brasiliensis* of commercial interest in Malaya (*Plant manual II*, Rubber Research Institute, Malaya, 1965).
- [ 12 ] *Planters Bulletin of the Rubber Research Institute of Malaya* (January 1967).
- [ 13 ] *Planting materials used on Estates Malaya* (1965).
- [ 14 ] *Rapports du Rubber Research Institute of Malaya*.
- [ 15 ] VAN DEN ABEELE, M.: Note sur la culture de l'hevea aux Indes néerlandaises, en Malaisie et à Ceylan (*Bulletin agricole du Congo belge*, n° 2, 1938).

**J. Lebrun. — Présentation du « Dictionary  
of the flowering plants and ferns » de  
J.C. WILLIS, septième édition revue par  
H.K. AIRY SHAW (1)**

Depuis quelque 70 ans, les botanistes comme les naturalistes en général, les agronomes ou les forestiers, les étudiants ou même les érudits qui désirent vérifier la graphie d'un nom générique de plantes, connaître la distribution géographique ou les usages des végétaux, consultent un précieux dictionnaire, le « WILLIS » comme on le désigne couramment. Cet excellent manuel fait partie des « bibles » que tout laboratoire, chaque institution scientifique mettent à la disposition de ceux qui les fréquentent. Le fait qu'un tel ouvrage ait connu, depuis 1897, six éditions successives et que la dernière ait fait l'objet de cinq réimpressions, rend bien compte de son utilité et de son succès.

Mais c'est, en fait, d'une œuvre profondément transformée qu'il s'agit ici, non seulement par sa présentation typographique et son format nouveaux, mais encore et surtout par son contenu singulièrement amplifié et rajeuni. Lorsqu'il se mit à préparer cette septième édition, si complètement refondue, H.K. AIRY SHAW s'est trouvé devant un dilemme qu'expose clairement Sir George TAYLOR en signant l'Avant-propos du livre: suivre le plan original en accueillant les informations nouvelles et déborder le cadre d'un seul volume ou modifier délibérément son contenu en sacrifiant certaines rubriques. C'est ce dernier parti qui fut adopté.

Alors que WILLIS avait inclus dans son dictionnaire, à côté des genres et des familles, les termes botaniques et les vocables anglais de beaucoup d'espèces ou produits végétaux, H.K. AIRY SHAW a décidé opportunément de n'énumérer que les noms

---

(1) *A dictionary of the flowering plants and ferns* by J.C. WILLIS, seventh edition revised by H.K. AIRY SHAW, Cambridge, The University Press, XXII + 1 214 + LIII pages (21 × 14 cm), 1966; prix cartonné: £ 5.

scientifiques latins des Spermatophytes et Ptéridophytes à partir du niveau générique. En sacrifiant les appellations vernaculaires, l'auteur de la nouvelle édition élargit encore l'audience de son ouvrage. De bons lexiques ou encyclopédies de langue anglaise contiennent d'ailleurs des vocabulaires de ce genre. C'est à bon escient aussi que ne sont plus considérées et définies, une série devenue bien incomplète d'expressions phytographiques ou écologiques qui figuraient dans les éditions antérieures. Il existe maintenant, en plusieurs langues internationales, de fort bons dictionnaires botaniques de consultation très commode.

Grâce à ces allègements, le « Dictionary of flowering plants and ferns » conserve, avec son caractère original, ses qualités de concision et de maniabilité. La place ainsi récupérée a permis l'incorporation d'une nomenclature nouvelle et étonnamment abondante.

Dans la dernière édition du « WILLIS », datant de 1931, le lexique proprement dit couvrait 752 pages avec quelque 20 000 définitions; la nouvelle édition comprend 1 214 pages avec quelque 40 000 références. Mais l'accroissement est bien plus énorme encore qu'il apparaît par ces chiffres si l'on tient compte de la suppression des noms communs et des termes botaniques qui représentaient à peu près 20 % du vocabulaire initial. La liste des unités systématiques recensées n'est pas loin, au total, d'avoir triplé en une trentaine d'années. Cette prolifération représente bien l'activité ininterrompue des systématiciens au cours de ces trois dernières décennies: description de genres inédits, concepts nouveaux de la classification au rang familial, regroupements ou scissions au niveau générique... Il n'est que de comparer des listes comprises entre des mêmes bornes alphabétiques pour mettre en évidence, dans cette expansion de la nomenclature botanique, la part appréciable qu'ont prise les taxonomistes qui se sont intéressés aux flores tropicales. Les connaissances en matière de systématique végétale ne sont donc pas loin d'avoir été multipliées par trois depuis 1931 et ce taux d'augmentation correspond bien à celui qui caractérise les progrès de la recherche scientifique en général.

Une suppression que l'on peut regretter, peut-être, est celle des figures ou schémas, des diagrammes floraux notamment,

qui existaient, en nombre restreint toutefois, dans la sixième édition. Ni présentateur, ni auteur ne justifient ce changement.

Que contient ce dictionnaire? Quels renseignements prétend-il fournir?

Une première partie, numérotée en chiffres romains (p. I-XXII) comprend l'Avant-propos déjà signalé, une Préface et une Introduction aux Ptéridophytes sur laquelle on reviendra plus loin, les remerciements d'usage, la définition de quelques aires géographiques, l'explication des sigles et abréviations et, enfin, quelques addenda.

Vient ensuite le corps même de l'ouvrage, le lexique proprement dit qui couvre, on l'a vu, 1 214 pages.

Une troisième partie, intitulée: « Key to the families of flowering plants » couvre 53 pages numérotées à nouveau en chiffres romains (p. I-LIII). Cette pagination qui fait double emploi avec celle du début ne manque pas d'être équivoque. Quant à la clef, elle est présentée sous forme d'un synopsis des familles inspiré de la septième édition du Syllabus d'ENGLER. On peut se demander si les éditeurs n'auraient pas mieux fait de supprimer purement et simplement cet appendice dont la présentation n'est pas tellement heureuse. Les renseignements qu'il apporte ne font que répéter les données déjà reproduites dans le dictionnaire proprement dit, aux rubriques correspondant aux familles citées.

Que comprend enfin l'index alphabétique qui représente la partie essentielle de l'ouvrage?

L'énumération, d'abord, de tous les genres de Spermatophytes et Ptéridophytes, synonymes et homonymes, voire même de leurs diverses graphies. Chacune de ces unités génériques est suivie du nom de son auteur et la rubrique comprend encore les renseignements suivants: appartenance familiale, nombre d'espèces connues, aire géographique et, le cas échéant, les produits qu'on en retire. Dans nombre de cas, ces informations sont encore complétées par des remarques d'ordre morphologique, phytogéographique ou écologique ou même la citation des espèces qui méritent considération à l'un ou l'autre point de vue. Certains genres intéressants font ainsi l'objet d'un véritable article qui peut couvrir une page entière.

Quelques particularités de cette énumération générique méritent d'être soulignées comme l'emploi de signes judicieux qui révèlent les synonymies authentiques ou partielles selon des différences de concept quant aux limites ou à la validité du genre.

La liste alphabétique comprend aussi l'énumération des Ordres et des Familles dont les caractères systématiques essentiels et le centre de distribution sont indiqués. Pour les plus importantes d'entre elles, apparaît aussi leur subdivision et la position des genres principaux.

L'auteur a bénéficié de la collaboration sporadique d'une série de botanistes, surtout de ses collègues de Kew. Les Ptéridophytes ont été préparés par R.E. HOLTUM. On sait combien, dans cet embranchement, les concepts systématiques sont divers, surtout au niveau des genres. Il apparaissait donc à leur propos une difficulté particulière et la manière de la surmonter justifie l'introduction qui leur est spécialement consacrée.

H.K. AIRY SHAW a consacré plusieurs années à préparer la nouvelle édition de ce dictionnaire qui n'est pas seulement une œuvre de pure compilation mais qui, en bien des cas, affirme des positions précises dans un dédale de nomenclature inextricable pour tout botaniste non spécialement averti. De ce fait, l'ouvrage revêt un intérêt indéniable qui ajoute à son évidente utilité; il ne peut que rencontrer un succès considérable et très amplement mérité.

Le 11 juillet 1967.



**CLASSE DES SCIENCES TECHNIQUES**

---

**KLASSE VOOR  
TECHNISCHE WETENSCHAPPEN**

## Séance du 26 mai 1967

La séance est ouverte par M. L. Tison, président.

Sont en outre présents: MM. F. Campus, C. Camus, I. de Magnée, E.-J. Devroey, P. Geulette, A. Lederer, M. Van de Putte, J. Van der Straeten, membres; MM. P. Bourgeois, L. Brison, F. Bultot, L. Calembert, M. De Roover, L. Jones, F. Pietermaat, E. Roger, A. Rollet, R. Van Ganse, associés; M. W. Bourgeois, correspondant.

Absents et excusés: MM. P. Bartholomé, J. Charlier, P. Evrard, P. Grosemans, J. Lamoën, E. Mertens de Wilmars, R. Spronck, R. Vanderlinden, ainsi que M. M. Walraet, secrétaire des séances.

### Décès de MM. E. Frenay et J. Beelaerts

Devant l'assemblée debout, le *Président* évoque la mémoire de deux confrères, MM. *Eugène Frenay* et *Jean Beelaerts*, décédés respectivement à Périgueux (France) le 25.4.1967 et à Uccle le 17.5.1967.

La Classe invite M. L. *Calembert*, qui accepte, à rédiger, pour l'*Annuaire* 1968, la notice nécrologique de M. E. *Frenay*, tandis que MM. I. de *Magnée* et F. *Pietermaat* s'entendront pour établir celle de M. J. *Beelaerts*.

### Glissements et avalanches catastrophiques

M. L. *Calembert* évoque les glissements de terrain, qui évoluent naturellement ou sous l'influence des travaux de l'homme et qui posent des problèmes de plus en plus importants à mesure que se développent les aménagements des territoires. Les manifestations les plus grandes sont engendrées à l'intervention de l'eau et de l'air, telles que la catastrophe de Jupille permet de les illustrer.

## Zitting van 26 mei 1967

De zitting wordt geopend door de *H. L. Tison*, voorzitter.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. F. Campus, C. Camus, I. de Magnée, E.-J. Devroey, P. Geulette, A. Lederer, M. van de Putte, J. Van der Straeten, leden; de HH. P. Bourgeois, L. Brisson, F. Bultot, L. Calembert, M. De Roover, L. Jones, F. Pietermaat, E. Roger, A. Rollet, R. Van Ganse, geassocieerden; de H. W. Bourgeois, correspondent.

Afwezig en verontschuldigd: de HH. P. Bartholomé, J. Charlier, P. Evrard, P. Grosemans, J. Lamoen, E. Mertens de Wilmars, R. Spronck, R. Vanderlinden, alsook de H. M. Walraet, secretaris der zittingen.

### Overlijden van de HH. E. Frenay en J. Beelaerts

Voor de rechtstaande vergadering, roept de *Voorzitter* de herinnering op aan twee confraters, de HH. *Eugène Frenay* en *Jean Beelaerts*, overleden respectievelijk te Périgueux (Frankrijk) op 25.4.1967 en te Ukkel op 17.5.1967.

De Klasse nodigt de *H. L. Calembert*, die aanvaardt, uit de necrologische nota over de *H. E. Frenay* op te stellen voor het *Jaarboek 1968*, terwijl de HH. *I. de Magnée* en *F. Pietermaat* zich samen willen belasten met deze over de *H. J. Beelaerts*.

### « Glissements et avalanches catastrophiques »

De *H. L. Calembert* herinnert aan de grondverschuivingen, die zich van nature of onder invloed van werken van de mens voordoen en die steeds zwaardere problemen stellen naargelang zich de inrichting van het grondgebied ontwikkelt. De grootste gebeurtenissen worden veroorzaakt door tussenkomst van water en lucht, zoals de catastrofe van Jupille toelaat aan te tonen.

M. Calembert répond ensuite à des questions que lui posent MM. R. Van Ganse et L. Jones, après quoi M. F. Campus apporte un complément d'information concernant les phénomènes de glissement dont il a eu connaissance.

La Classe décide l'impression de la note de M. L. Calembert dans le *Bulletin*.

#### **Les résultats économiques obtenus à la centrale géothermique de Kiabukwa**

M. A. Rollet définit la position particulière de la centrale géothermique de Kiabukwa, ainsi que celle des installations mises en compétition avec elle.

La comparaison des résultats économiques obtenus ou escomptés pour les différentes solutions, est à l'avantage de la centrale géothermique.

M. Rollet répond ensuite à une question que lui pose M. A. Lederer, après quoi la Classe décide l'impression de cette communication dans le *Bulletin* (p. 920).

#### **Etude cinétique de la dissolution du cuivre, sous pression d'oxygène, en présence de diéthylènetriamine ou de triéthylènetétramine**

En lieu et place de notre Confrère, M. E. Frenay, décédé le 25 avril 1967, le *Secrétaire perpétuel* dépose, en vue de sa publication dans le *Bulletin*, un travail de M. P. Fierens, correspondant de l'ARSOM à Lubumbashi, rédigé en collaboration avec M. H.-Y. MILANTS.

L'étude a pour objet la détermination du mécanisme réactionnel de l'action des deux polyamines indiquées dans la dissolution du cuivre s'effectuant dans la zone de chemisorption (pression d'oxygène supérieure à 15 kg/cm<sup>2</sup>).

Les observations effectuées avec d'autres polyamines, permettent de préciser les cinq étapes de la dissolution du cuivre en zone de chemisorption et de préciser lesquelles de ces étapes peuvent devenir déterminantes. Celle qui l'est pour toutes les polyamines est l'étape d'adsorption de la polyamine.

La Classe décide l'impression de ce travail dans le *Bulletin* (p. 927).

De H. L. *Calembert* beantwoordt vervolgens vragen die hem gesteld worden door de HH. R. *Van Ganse* en L. *Jones*, waarna de H. F. *Campus* bijkomende inlichtingen verstrekt over grondverschuivingen waarvan hij kennis kreeg.

De Klasse beslist deze nota van de H. L. *Calembert* te publiceren in de *Mededelingen*.

**« Les résultats économiques obtenus à  
la centrale géothermique de Kiabukwa »**

De H. A. *Rollet* beschrijft de bijzondere situatie van de geothermische centrale van Kiabukwa, evenals deze van de mededingende installaties.

De vergelijking van de economische resultaten die bekomen werden of te verwachten zijn voor de verschillende oplossingen, valt uit in het voordeel van de geothermische centrale.

De H. A. *Rollet* beantwoordt vervolgens een door de H. A. *Lederer* gestelde vraag, waarna de Klasse beslist deze nota in de *Mededelingen* (blz. 920) te publiceren.

**« Etude cinétique de la dissolution du cuivre,  
sous pression d'oxygène, en présence de  
diéthylènetriamine et de triéthylènetétramine »**

In de plaats van onze betreurde Confrater, overleden op 25 april 1967, de H. E. *Frenay*, legt de *Vaste Secretaris*, met het oog op publikatie in de *Mededelingen*, een werk voor van de H. P. *Fierens*, correspondent der K.A.O.W. te Lubumbashi, opgesteld in samenwerking met de H. H.-Y. MILANTS.

Voorwerp der studie is het bepalen van het reactiemechanisme der werking van de twee betrokken polyamines bij het oplossen van koper in de chemisorptie-zone (zuurstofdruk boven 15 kg/cm<sup>2</sup>).

De waarnemingen gedaan met andere polyamines, laten toe de vijf etappes vast te stellen der oplossing van koper in chemisorptie-zone en uit te maken welke van deze etappes bepalend kunnen worden. Deze die het voor alle polyamines is, is de adsorptie-etappe van polyamine.

De Klasse beslist dit werk te publiceren in de *Mededelingen* (blz. 927).

### **La Conférence technique du Conseil international de l'étain (14-17 avril 1967)**

En l'absence de l'auteur, M. M. *Van de Putte* donne lecture d'une note de M. P. *Evrard*, dans laquelle notre confrère commente les travaux de la première conférence technique organisée par le Conseil international de l'étain et qui s'est tenue à Londres du 14 au 17 avril 1967.

Cette note sera publiée dans le *Bulletin* (p. 958).

### **Les Parcs nationaux du Congo et du Rwanda**

Eu égard aux motifs exposés par le *Secrétaire perpétuel*, la Classe décide de ne pas organiser une séance commune des trois Classes consacrée à la communication de M. A. *Prigogine* (voir fasc. 3, p. 576) et, en conséquence, de ne pas en faire imprimer le texte par priorité.

### **Concours annuel 1967**

Le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe que les 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> questions du concours annuel 1967 n'ont donné lieu à aucune réponse.

### **Comité secret**

Les membres, réunis en comité secret, prennent acte:

- a) D'une candidature à une place vacante d'associé;
- b) De la demande de M. *Walter L. De Keyser*, associé, lequel, pour des raisons de convenances personnelles, remet son mandat à la disposition de notre compagnie.

Tout en exprimant leurs regrets de cette décision, ils ne peuvent que se ranger aux motifs allégués par notre Confrère et chargent le *Secrétaire perpétuel* de transmettre cette offre de démission au Département, en vue de son approbation par arrêté ministériel.

La séance est levée à 16 h.

### **De technische Conferentie van de Internationale Raad van het tin (14-17 april 1967)**

In afwezigheid van de auteur geeft de *H. M. van de Putte* lezing van een nota van de *H. P. Evrard*, waarin onze Confrater de werkzaamheden bespreekt van de eerste technische conferentie ingericht door de Internationale Raad van het tin, en die gehouden werd te Londen van 14 tot 17 april 1967.

Deze nota zal gepubliceerd worden in de *Mededelingen* (blz. 958).

### **De nationale Parken van Congo en Rwanda**

Gelet op de redenen uiteengezet door de *Vaste Secretaris*, beslist de Klasse geen gemeenschappelijke zitting in te richten van de drie Klassen, die gewijd zou zijn aan de mededeling van de *H. A. Prigogine* (zie afl. 3, blz. 576) en dientengevolge er de tekst niet bij voorrang te laten van drukken.

### **Jaarlijkse wedstrijd 1967**

De *Vaste Secretaris* deelt de Klasse mede dat de 5de en 6de vraag van de jaarlijkse wedstrijd 1967 tot geen enkel antwoord aanleiding gegeven hebben.

### **Geheim comité**

De leden, vergaderd in geheim comité, nemen kennis van:

a) Een *kandidatuur* voor een beschikbare plaats van geassocieerde;

b) de vraag van de *H. Walter L. De Keyser*, geassocieerde, die om persoonlijke redenen zijn mandaat terug ter beschikking stelt van ons Genootschap.

Deze beslissing betreurend, kunnen zij zich echter slechts neerleggen bij de motieven die onze Confrater aanvoert en belasten zij er de *Vaste Secretaris* mede dit aanbod van ontslag over te maken aan het Ministerie, met het oog op de goedkeuring ervan door ministerieel besluit.

De zitting wordt gesloten te 16 h.

## A. Rollet. — Centrale géothermique de Kiabukwa - Résultats économiques obtenus

### SOMMAIRE

La position particulière de la centrale géothermique de Kiabukwa est définie ainsi que celle des installations mises en compétition avec elle.

Après le choix de la méthode et l'examen des détails de son application, les résultats économiques obtenus ou escomptés pour les différentes solutions sont comparés entre eux.

Ils sont à l'avantage de la centrale géothermique.

\* \* \*

Les raisons d'être de la centrale de Kiabukwa ont été évoquées dans une communication antérieure [3] \* où sont exposés les caractéristiques générales de son groupe géothermique ainsi que les problèmes techniques particuliers soulevés lors des études et de la réalisation de ce groupe.

Il est utile d'examiner maintenant l'aspect économique du problème, en se basant sur les résultats obtenus au cours de l'exploitation et de voir dans quelle mesure ces résultats confirment, infirment ou précisent les hypothèses de départ.

Rappelons que la centrale de Kiabukwa a été installée au Katanga central, à quelque 350 km au nord de la zone industrielle du Haut-Katanga, dans le but d'alimenter en force motrice (et en eau) un seul consommateur — la mine d'étain voisine de Bukena.

La groupe géothermique transforme en énergie mécanique, puis électrique, la chaleur de la source de Kiabukwa, dont l'eau jaillit à une température de 91° C. Il s'agit donc d'une source d'énergie gratuite mais à faible potentiel thermodynamique.

---

\* Les chiffres entre [ ] renvoient à la bibliographie *in fine*.



Il a été admis lors de l'établissement du projet du groupe géothermique:

- 1° Que la source chaude fournira à l'évaporateur 40 l/s d'eau à 91° C;
- 2° Que le condenseur recevra 160 l/s d'eau froide à 24° C.

Dans cette hypothèse, le constructeur a garanti une puissance disponible aux bornes de l'altérateur de 220 kW en marche continue.

Lors de la réalisation de ce projet, de très grandes difficultés ont été rencontrées du côté de la source froide.

Une prise d'eau installée dans un cours d'eau voisin à débit intermittent n'a pu fournir l'eau nécessaire que pendant quelques semaines par an.

C'est l'air ambiant qui a été généralement utilisé comme source froide, ce qui a exigé l'installation d'un réfrigérant dans le circuit d'eau de circulation du condenseur. Cette solution a rendu le groupe géothermique indépendant de l'adduction d'eau froide, mais a augmenté considérablement la consommation d'énergie des services auxiliaires. De cette façon, la puissance utile du groupe a été réduite jusqu'à 125 kW.

Comme la centrale de Kiabukwa ne comporte qu'un seul groupe géothermique, tout arrêt de celui-ci pour entretien fait tarir cette source d'énergie. Pour remédier à cette situation, la centrale de Kiabukwa a été complétée par des groupes électrogènes à moteur Diesel. Ces groupes étaient destinés:

1. A remplacer le groupe géothermique pendant les arrêts obligés de celui-ci;
2. A fournir l'énergie électrique aux services auxiliaires du groupe géothermique lors du démarrage, en l'absence d'eau froide;
3. A fournir, si nécessaire, un supplément d'énergie aux heures de pointe.

Trois groupes Diesel de 50 kW chacun ont été installés antérieurement au groupe géothermique et ont apporté leur concours aux travaux de captage de la source chaude, à ceux du génie civil et du montage.

Pour parer à une augmentation des besoins en force motrice de la mine de Bukena, un quatrième groupe Diesel de 250 kW a été mis en service au début de 1957.

Le *tableau I* ci-joint précise la variation de la production d'énergie de la centrale de Kiabukwa pour les années 1954-1957 et la part prise dans cette production par l'unité géothermique (environ 70 %).

TABLEAU I. — Centrale de Kiabukwa - Production d'énergie

Année	1954	1955	1956	1957	Total 1954-57
<i>Production en kWh utiles</i>					
Groupe géothermique	377 436	434 868	558 950	580 390	1 951 644
Groupes Diesel A.B.C.	110 630	232 650	207 300	144 550	847 310
Groupe Diesel S.E.M.	—	—	—	152 180	
<b>TOTAL</b>	<b>488 066</b>	<b>667 518</b>	<b>766 250</b>	<b>877 120</b>	<b>2 798 954</b>
Intervention du groupe géothermique dans la production totale de l'énergie %	77,3	65,0	72,9	66,2	69,8

L'existence dans une centrale d'un groupe géothermique et de groupes Diesel qui collaborent pour assurer les besoins en énergie électrique (et en eau) d'une même mine, l'établissement du prix de revient du kWh produit par chacun d'eux — par le même service comptable et suivant les mêmes règles — permettent de comparer les résultats économiques obtenus d'une façon précise.

Pour procéder à cette comparaison, la méthode utilisée en Belgique pour la valorisation de l'énergie échangée entre les membres d'une union des centrales électriques, préconisée par leur animateur F. COURTOY, peut être appliquée utilement.

Dans cette méthode, on distingue dans le prix du kWh trois termes:

1. *r*: relatif aux frais de premier établissement et de la rémunération du capital investi;

2.  $f$ : relatif aux frais fixes d'exploitation, et
3.  $k$ : relatif aux frais proportionnels au kWh utile produit.

Le terme  $r$  est calculé en partant du montant des immobilisations  $I$  connu dans notre cas, avec précision, pour chaque groupe.

Habituellement, il est calculé pour une année en multipliant  $I$  par un facteur  $a$  tenant compte de la durée de vie de l'installation, des taux d'intérêts et du mode d'amortissement.

Le facteur  $a$  généralement admis varie, suivant les caractéristiques de l'installation, entre 0,10 et 0,15. Dans une étude récente sur l'économie de l'énergie géothermique [2] les Dr. G. FACCA et Dr. A. TEN DAM, après un examen approfondi de la question, préconisent comme valeur moyenne:  $a = 0,11$ .

Cette valeur est adoptée dans cette étude.

Pour calculer la valeur du terme  $r$  rapportée au kWh utile produit, il suffit de diviser le produit  $I \times a$  relatif à un groupe par la production annuelle de ce groupe.

Le terme  $f$  se rapporte aux dépenses communes: frais du personnel de cadre et ouvrier, des approvisionnements courants, etc. Ces frais sont répartis au prorata de kWh utiles produits et ont, dans notre cas pour chaque année, la même valeur pour les divers groupes sous revue.

Le terme  $k$  du groupe géothermique se rapporte au combustible consommé par la chaudière auxiliaire de ce groupe.

Le même terme  $k$  des groupes Diesel se rapporte au coût du carburant, des lubrifiants et des pièces de rechange consommés.

En partant des dépenses de premier établissement connues pour chaque groupe et des frais d'exploitation enregistrés pour les années 1954-1957, il est possible de calculer avec précision le prix de revient du kWh.

Le *tableau II* ci-joint donne le prix de revient du kWh utile produit par le groupe géothermique. Le *tableau III* se rapporte à l'ensemble des groupes Diesel. Il est complété par le rapport du prix de revient du kWh de deux provenances.

La comparaison est nettement à l'avantage du groupe géothermique.

Lors des études préliminaires de la centrale géothermique de Kiabukwa, cette solution a été mise en compétition avec celle

TABLEAU II. — Centrale de Kiabukwa - Unité géothermique  
Prix de revient du kWh utile produite

Année	1954	1955	1956	1957
<i>Production en kWh utiles</i>	377 436	434 868	558 950	580 390
<i>Prix de revient du kWh utile produit</i>				
<i>r</i> - Frais d'installation	4,54	3,94	3,07	2,95
<i>f</i> - Frais fixes d'exploitation	1,93	1,31	1,03	0,85
<i>k</i> - Frais proportionnels	0,66	0,49	0,39	0,26
TOTAL	7,13	5,74	4,49	4,06

TABLEAU III. — Centrale de Kiabukwa - Groupes Diesel  
Prix de revient du kWh utile produit

Année	1954	1955	1956	1957
<i>Production en kWh utiles</i>	110 630	232 650	207 300	296 730
<i>Prix de revient du kWh utile produit</i>				
<i>r</i> - Frais d'installation	1,90	0,90	1,01	1,69
<i>f</i> - Frais fixes d'exploitation	1,93	1,31	1,03	0,85
<i>k</i> - Frais proportionnels	4,06	4,14	4,04	3,83
TOTAL	7,89	6,35	6,08	6,37
<i>Rapport du p.r.</i> kWh Diesel kWh géothermique =	1,11	1,11	1,35	1,57

d'une centrale hydroélectrique à établir aux chutes de la Manda, affluent de la Kalumengongo. Deux unités de 500 kW utilisant une chute de 300 m de hauteur pouvaient y être installées sans création d'un barrage de retenue et avec un minimum de travaux de génie civil.

Ces unités pouvaient remplacer tant le groupe géothermique que les groupes Diesel de Kiabukwa.

Mais, pour amener cette énergie à Kiabukwa et à Bukena, il aurait fallu établir une ligne de haute tension de 70 à 80 km de longueur.

Pour la centrale de la Manda, les frais d'établissement ont été estimés en 1949:

— Pour la centrale de 1 000 kW à F 10 000 000,—

— Pour la ligne à H.T. à F 35 000 000,—

Les dépenses annuelles d'une centrale hydroélectrique ne dépendent pas (ou très peu) de la quantité d'énergie produite. Le prix de revient du kWh produit sera donc d'autant plus faible que la production est plus grande.

Pour comparer le prix de revient estimé du kWh qu'aurait produit la centrale hydroélectrique projetée à Manda avec le prix de revient comptable de la centrale de Kiabukwa, prenons les éléments connus pour l'année 1957.

Production de 1957: 877 120 kWh.

*Pour la centrale de Manda:*

— Pour la centrale  $r_c = 1,25$  F/kWh

— Pour la ligne à H.T.:  $r_{ht} = 4,39$  F/kWh

$f = 0,85$  F/kWh

$k = 0$

---

Prix de revient du kWh = 6,49 F

*Pour la centrale de Kiabukwa*, pour la même année 1957, nous avons:

— Prix de revient du kWh de l'unité géothermique: 4,06 F

— *Idem* des groupes Diesel: 6,37 F

soit un prix moyen de 4,85 F/kWh.

La comparaison de prix est défavorable pour la centrale de Manda et justifie le choix du groupe géothermique.

Toutefois, la centrale hydroélectrique de Manda devenait compétitive à condition de se trouver à moins de 44 km de la mine, ou, si la production annuelle d'énergie — fonction des besoins de la mine — dépassait 1 300 000 kWh.

De ce qui précède, on est forcé d'admettre que l'installation du groupe géothermique de Kiabukwa est justifiée vu les résultats économiques obtenus.

On est tenté alors d'examiner dans quels cas une centrale de ce type, restée jusqu'à présent unique en son genre, peut entrer en compétition avec les centrales classiques.

Dans un pays industriel, où il existe un réseau de f.m., la faible puissance d'une telle unité l'exclut d'office.

Il reste des pays ou des régions en développement, à faible consommation spécifique d'énergie par km<sup>2</sup>. Ici, les considérations sur la puissance à installer ne sont plus les mêmes. Notons comme exemple que sur 80 centrales hydroélectriques en service au 31 décembre 1959 au Congo et au Ruanda-Urundi [1], 45 avaient une puissance installée inférieure à celle du groupe géothermique de Kiabukwa (220 kW = 300 CV).

Dans le cas où une source d'eau chaude se trouve dans le voisinage d'un futur consommateur d'énergie, son utilisation pour la production de celle-ci peut être examinée en compétition avec d'autres sources d'énergie possibles. La position géographique réciproque du consommateur et de diverses sources d'énergie jouera dans cette compétition le rôle essentiel. L'exemple de la centrale de Kiabukwa peut être utile ici pour préciser alors des données du problème.

Au point de vue des possibilités que présente l'utilisation de l'énergie géothermique, on doit admettre que la centrale de Kiabukwa n'exploite que les manifestations superficielles des anomalies géothermiques. C'est un bon indice pour la recherche des réserves profondes d'eau chaude capables de fournir une quantité importante de vapeur, comme c'est le cas à Larderello et à Wairakei.

Bruxelles, 5 mai 1967.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] DEVROEY, E.-J.: Annuaire hydrologique du Congo et du Ruanda-Urundi (1959).
- [2] FACCA, G. and TEN DAM, A.: Geothermal power economics (Consiglio nazionale delle ricerche Commissione geotermica italiana, 1963).
- [3] ROLLET, A.: Centrale géothermique de Kiabukwa. Leçons tirées de quatre années d'exploitation (Communication présentée à la Classe des Sciences techniques de l'Académie royale des Sciences coloniales en novembre 1957).

**P. Fierens et H.-Y. Milants. — Etude cinétique  
de la dissolution du cuivre, sous pression  
d'oxygène, en présence de diéthylènetriamine  
ou de triéthylènetétramine**

I. INTRODUCTION

L'action des polyamines en solution aqueuse sur le cuivre, sous pression d'oxygène est bien connue: il y a formation de composés chelatés solubles.

Dans des publications précédentes, nous avons rapporté les résultats d'études cinétiques quantitatives mettant en jeu soit l'éthylènediamine [5; 6]\*, soit la propylènediamine [7].

Ces travaux ont montré notamment que si la pression d'oxygène est faible, l'ordre réactionnel par rapport à cet élément vaut l'unité et que l'ensemble du processus est contrôlé par la vitesse de la diffusion de l'oxygène dans la phase liquide et de son adsorption sur la surface du cuivre (zone de diffusion).

Par contre, si la pression d'oxygène est supérieure à 15 kg/cm<sup>2</sup>, l'ordre réactionnel, par rapport à ce dernier, vaut zéro (zone de chemisorption).

Nous avons étudié, plus spécialement, la zone de chemisorption et établi le mécanisme cinétique de la réaction.

Dans le présent travail, nous nous proposons d'examiner si ce mécanisme réactionnel rend compte des résultats cinétiques dans le cas de la diéthylènetriamine et surtout de la triéthylènetétramine qui ne conduit qu'à un complexe monodenté.

Nos observations sont relatives uniquement à la zone de chemisorption (ordre zéro par rapport à l'oxygène). La technique expérimentale utilisée a déjà été décrite [5].

Pour simplifier l'écriture nous adoptons les symboles *dien* pour la diéthylènetriamine et *trien* pour la triéthylènetétramine.

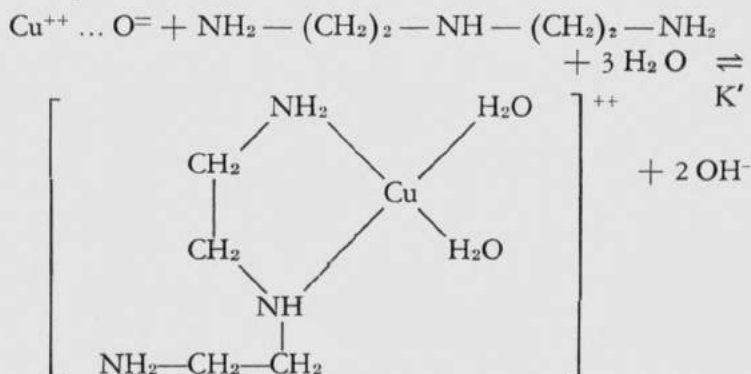
---

\* Les chiffres entre [] renvoient à la bibliographie *in fine*.

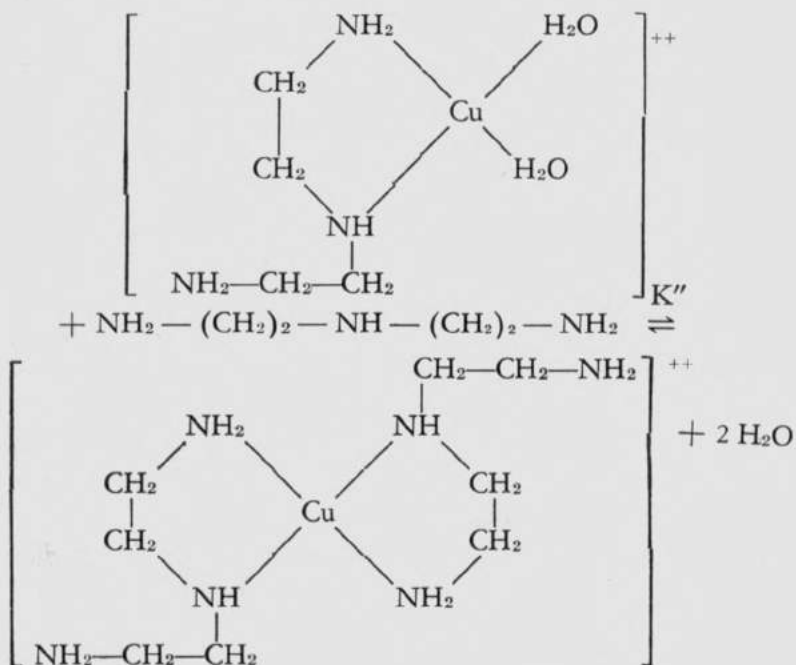
## II. LES CHELATES CUIVRIQUES

La dissolution du cuivre métal, en présence d'oxygène et en milieu diéthylènetriamine, donne lieu à la formation de chélates cuivriques mono- et bidentés.

Le processus est le suivant :



En présence d'un excès de triamine, ce chélate monodenté donne un chélate bidenté :





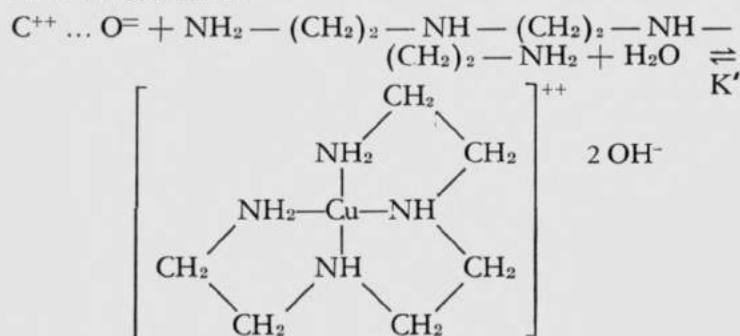
Les constantes de chélation valent respectivement:

$$\begin{aligned} \log K' &= 16,0 \\ \log K'' &= 5,3 \end{aligned}$$

Le chélate bidenté présente en solution un maximum d'absorption à 660 m $\mu$ , le seul observé sur nos prélèvements ex autoclave.

Notons que la question de la formule du chélate bidenté a été largement traitée dans la littérature spécialisée [1; 2; 3; 4; 8; 12; 13; 15], mais qu'il paraît bien établi que celle qui attribue au cation cuivrique une coordination quatre est maintenant adoptée.

Dans le cas de la triéthylènetétramine, il ne se forme qu'un chélate monodenté:



La constante de chélation vaut:

$$\log K' = 20,60.$$

Ce chélate monodenté présente en solution un maximum d'absorption à 660 m $\mu$ , le seul observé sur nos prélèvements ex autoclave.

Signalons en outre que nos essais de titrage par potentiométrie (voir paragraphe III) conduisent tous à l'apparition d'un saut unique, caractéristique d'un seul chélate, le monodenté. Nous retrouvons ainsi le point de vue de plusieurs auteurs [4; 11; 16; 17].

### III. TITRAGE DES POLYAMINES PAR POTENTIOMÉTRIE COMPLEXOMÉTRIQUE

Il est apparu rapidement, que la méthode de titrage au pH-mètre à l'aide d'une solution d'acide de titre connu, préconisée

dans la détermination de la molarité de solutions aqueuses de diamines, ne pouvait convenir dans le cas de triamines et des tétramines. En effet, au cours de la neutralisation des différentes fonctions basiques de ces polyamines, les paliers apparents donnant les points d'équivalence successifs ( $\text{NH}_2/\text{NH}_3^+$ ) ne sont plus équidistants et ne peuvent donc plus être pris en considération. (Les deux premières constantes d'ionisation sont très voisines et les paliers de neutralisation correspondants confondus.)

Ces dernières années, certains auteurs se sont attachés à la détermination de méthodes de titrage d'ions métalliques à l'aide d'amines carboxyliques, d'amines, etc.

Nous basant sur ces travaux [18 à 23], nous avons mis au point une méthode complexométrique indirecte qui s'apparente quelque peu à ces derniers.

Les solutions sont préparées par dilution d'un volume connu de réactif avec de l'eau distillée. La concentration (mole  $l^{-1}$ ) de ces dernières est déterminée par potentiométrie à l'aide d'une électrode de cuivre amalgamée, d'une électrode standard au calomel et d'une solution cuivrique de titre connu.

La méthode précitée a non seulement l'avantage d'être rigoureuse (contrôle comparatif de la densité et de la détermination analytique de l'azote) et précise ( $\pm 1\%$ ) mais encore dans le cas de la diéthylènetriamine de faire apparaître les deux sauts l'un correspondant à la formation du monodenté, l'autre à celle du bidenté.

Par contre, comme nous l'avons déjà signalé, pour la triéthylènetétramine on n'observe qu'un saut unique.

#### IV. EFFET DE CERTAINES VARIABLES.

##### RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS QUALITATIVES ET QUANTITATIVES

Différentes variables telles que l'influence de la surface apparente de l'échantillon de départ, du volume, des parois du réacteur ainsi que l'étude de la linéarité du phénomène de dissolution du cuivre en fonction du temps et la reproductibilité des essais, ont montré que le comportement de ces variables est rigoureusement semblable à celui observé dans le cas de l'éthylènediamine (en) et de la propylènediamine (pen). Signalons

que la linéarité du phénomène de dissolution mentionné, ci-dessus est reliée par un coefficient de corrélation  $R_c$  supérieur à 0,995, donc hautement significatif.

L'étude de l'influence de la pression partielle d'oxygène sur le taux de réaction, nous a conduit à retrouver les deux zones caractéristiques, à savoir celles relatives à une étape déterminante, respectivement, de diffusion et de chemisorption. Les résultats de ces essais sont reportés dans les *fig. 1* et 2.

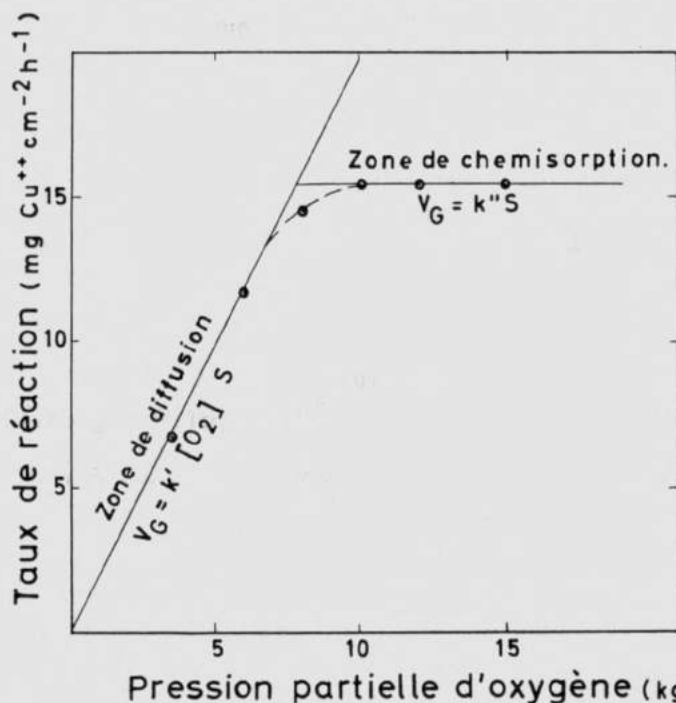


Fig. 1. — Influence de la pression partielle d'oxygène sur le taux de réaction en milieu diéthylènetriamine  
Conditions: Concentration en (dien) 0.043 mole l<sup>-1</sup> — Température 27°C — Agitation 760 T/m

Les deux cas limites ont été observés [cf. (en) et (pen)] et confirmés par l'étude de l'effet d'agitation.

En résumé, pour les deux polyamines étudiées, nous retrouvons les deux équations cinétiques connues:

a) A faible concentration d'oxygène où le transport de ce dernier limite la vitesse de réaction; nous sommes en zone de

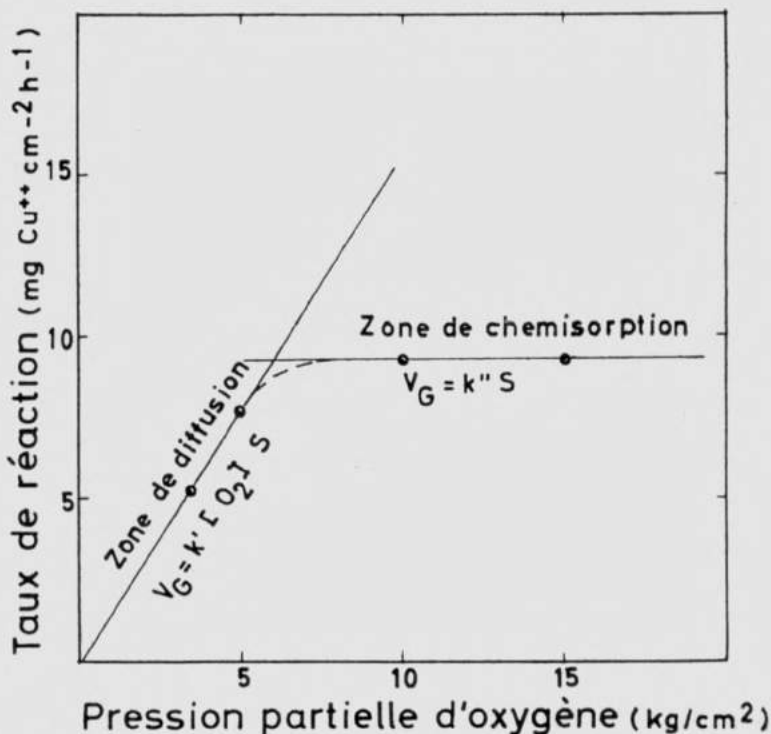


Fig. 2. — Influence de la pression partielle d'oxygène sur le taux de réaction en milieu triéthylènetétramine  
Conditions: Concentration en triéthylènetétramine 0.024 (mole l<sup>-1</sup>) —  
Température 27°C — Agitation 760 T/m

diffusion et l'équation représentative de ce phénomène est donnée par:

$$V_G = k' [O_2] S \quad (4.1)$$

où  $V_G$  est la vitesse de réaction et  $S$  la surface de l'échantillon de cuivre.

b) A forte concentration d'oxygène, les sites d'absorption sont entièrement occupés et la vitesse de réaction devient d'ordre zéro par rapport à la concentration en oxygène; nous sommes dans la région de chemisorption et l'équation cinétique caractéristique du phénomène observé devient:

$$V_G = k'' S \quad (4.2)$$

A concentration constante en polyamine le taux de réaction est d'ordre pseudozéro, par rapport à ce réactif. Dans cette région, une augmentation de la pression partielle d'oxygène ou de la vitesse d'agitation est sans effet sur le taux de réaction. Nous sommes donc bien en chemisorption.

## V. DIÉTHYLÈNETRIAMINE

### V.1. Influence de la triamine libre

Les essais relatifs à l'étude de l'influence de la triamine libre sur le taux de dissolution du cuivre métal et conduisant à l'élaboration du mécanisme cinétique ont été poursuivis dans des limites de concentration en diéthylènetriamine variant entre 0.004 et 0.09 mole l<sup>-1</sup>. Cette investigation a été poursuivie en zone de chemisorption, zone de pression où l'étape déterminante du phénomène observé ne dépend plus du contrôle de transport de l'oxygène vers la surface, mais uniquement de la réaction chimique.

Une étude plus poussée indique que la dissolution du cuivre sous forme d'un chélate polydenté est caractéristique d'un phénomène d'adsorption répondant à l'équation suivante [6; 7]:

$$K_{\text{dien}} [\text{dien}] R_x + R_x - k_{1 \text{ dien}} [\text{dien}] = 0 \quad (5.1)$$

où  $K_{\text{dien}}$  est la constante d'équilibre d'adsorption de la triamine.

$k_{1 \text{ dien}}$  est la constante de vitesse du phénomène d'adsorption en milieu (dien).

$R_x$  est le taux de réaction en  $\text{mgCu}^{++} \text{ cm}^{-2}\text{h}^{-1}$ ;  
et  $[\text{dien}]$  est la concentration en diéthylènetriamine mole l<sup>-1</sup>.

La relation (5.1) peut être mise sous une forme linéaire:

$$\frac{[\text{dien}]}{R_x} = \frac{1}{k_{1 \text{ dien}}} + \frac{K_{\text{dien}}}{k_{1 \text{ dien}}} [\text{dien}] \quad (5.2)$$

Au départ de cette dernière relation (5.2), une étude statistique, reportée dans le *tableau I*, a conduit à l'établissement des constantes  $k_{1 \text{ dien}}$  et  $K_{\text{dien}}$ .

Nous posons pour ce faire:

$$[\text{dien}] \cdot 10^3 = x \text{ (en mole } 1^{-1}\text{)}$$

et

$$\frac{[\text{dien}]}{\text{Taux de réaction}} \cdot 10^3 = y \text{ (mgCu}^{++}\text{cm}^2\text{h mole } 1^{-1}\text{)}$$

TABLEAU I. — Analyse statistique du phénomène de dissolution du cuivre, en chemisorption, en milieu diéthylènetriamine [relation (5 — 2)].

Conditions: Pression partielle d'oxygène 15 kg/cm<sup>2</sup>  
Température 27°C — Agitation 760 T/m

$x$	$R_x$ (mgCu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )	$y$	$xy$	$x^2$	$y^2$	$y'$
4	2,30	1,74	6,96	16	3,028	1,76
8	4,30	1,86	14,88	64	3,46	1,85
12	5,95	2,017	24,20	144	4,068	1,95
16	7,85	2,038	32,61	256	4,153	2,038
20	9,60	2,083	41,66	400	4,338	2,131
24	10,90	2,20	52,80	576	4,84	2,22
32	13,30	2,406	76,99	1 024	5,789	2,409
40	15,40	2,60	104,0	1 600	6,76	2,59
70	21,21	3,30	231,0	4 900	10,89	3,29
90	24,00	3,75	337,5	8 100	14,063	3,75
$S_x = 316$ $\bar{x} = 31,6$		$S_y = 23,994$ $\bar{y} = 2,3994$	$S_{xy} = 922,6$	$S_x^2 = 17,080$	$S_y^2 = 61,389$	

Le coefficient de régression linéaire  $b$  est égal à:

$$b = \frac{S(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{S(x - \bar{x})^2} = 0,0231\ 74$$

$$a \text{ (le paramètre donné par } \bar{y} - b\bar{x}) = 1,667\ 1$$

La fonction linéaire théorique devient dès lors:

$$y' = a + bx = 1,667\ 1 + 0,023\ 174\ x$$

Cette dernière nous permet de calculer  $y'$  en fonction de  $x$ ;  $y'$  est reporté dans le *tableau I*.

Le coefficient de corrélation  $R_0$  est supérieur à 0,995.

La probabilité pour que notre phénomène soit représenté par une relation du type (5.2), dépasse 99,9 %.

Nous voyons que le mécanisme régissant la dissolution du cuivre métal en milieu (dien) est en tout point semblable à celui observé dans les deux systèmes diamine (en) et (pen).

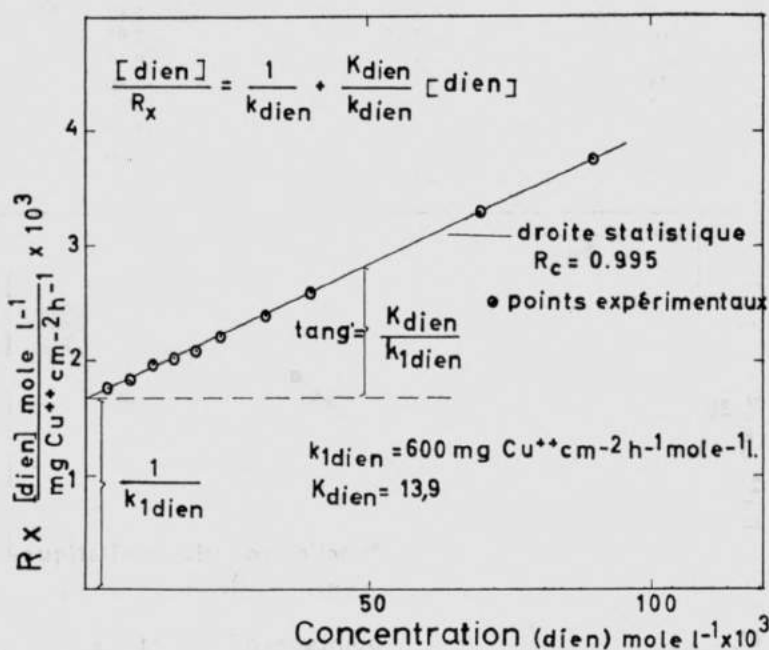


Fig. 3. — Expression linéaire de l'influence de la diéthylènetriamine sur le taux de dissolution mécanisme d'adsorption préférentielle de (dien) sur la surface de cuivre

Conditions: Pression partielle d'oxygène 15 kg/cm<sup>2</sup> —  
 Température 27°C — Agitation 760 T/m

Les points expérimentaux ajustés statistiquement sur la fig. 3, permettent de calculer les constantes  $k_{1 \text{ dien}}$  et  $K_{\text{dien}}$ .

Les valeurs de ces deux constantes sont les suivantes:

$$k_{\text{dien}} = 600 \text{ mg Cu}^{++} \text{ cm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ mole}^{-1} \text{ l}$$

$$K_{\text{dien}} = 13,90$$

Dans le *tableau II*, nous donnons la comparaison des taux de dissolution du cuivre en milieu (dien), expérimentaux et calculés (voir *fig. 4*).

TABLEAU II. — Comparaison des taux de réaction observés et calculés

Conc. (dien) mole l <sup>-1</sup>	Taux de réaction observé mgCu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>	Taux de réaction calculé à partir des constantes k <sub>d10n</sub> et K <sub>d10n</sub> mgCu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> arrondi au chiffre supér.
0,004	2,30	2,27
0,008	4,30	4,32
0,012	5,95	6,17
0,016	7,85	7,85
0,020	9,60	9,40
0,024	10,90	10,80
0,032	13,30	13,29
0,040	15,40	15,42
0,070	21,21	21,28
0,090	24,00	23,99

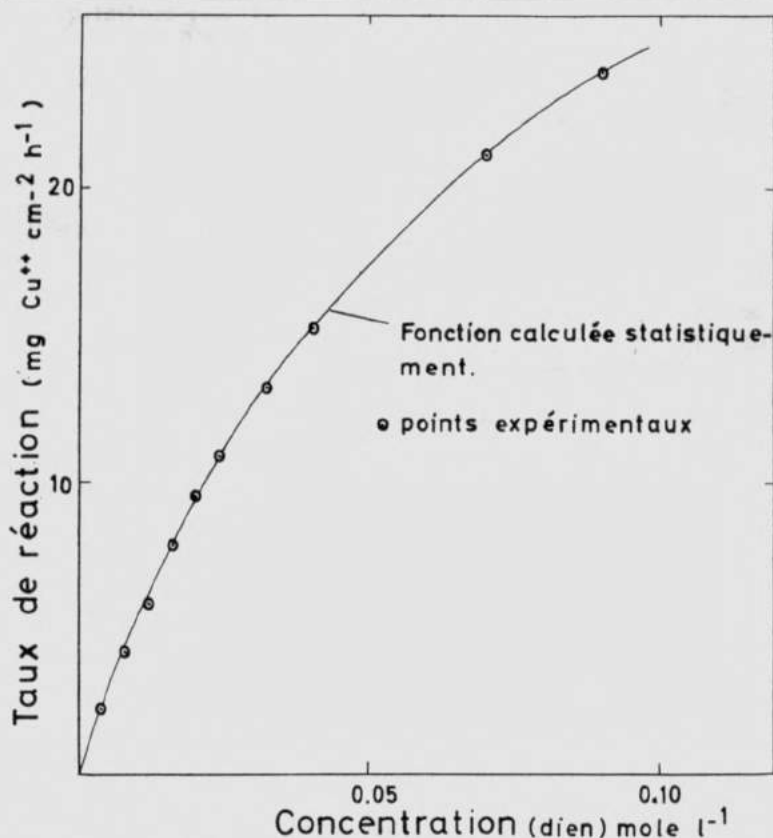


Fig. 4. — Influence de la concentration en diéthylénetriamine sur le taux de réaction  
Conditions: Pression partielle d'oxygène 15 kg/cm<sup>2</sup> —  
Température 27°C — Agitation 760 T/m



Le mécanisme cinétique observé et relié par les relations (5.1) et (5.2) correspond, comme pour le système des diamines, à un phénomène de cinétique hétérogène avec une étape déterminante d'adsorption de la diéthylènetriamine sur le métal (ou métal oxydé).

V.2. *Influence de l'addition du perchlorate de soude sur le taux de réaction*

Jusqu'ici, le mécanisme cinétique paraissant être identique à celui observé pour l'éthylènediamine et la propylènediamine, nous avons jugé bon d'étendre notre étude à l'influence du perchlorate de sodium sur le taux de réaction [6; 7].

Les essais réalisés avec et sans perchlorate sont repris dans le *tableau III* et dans la *fig. 5*.

TABLEAU III. — Influence du perchlorate de sodium sur le taux de dissolution en milieu (dien)

Concentration (dien) mole l <sup>-1</sup>	Taux de réaction R <sub>x</sub> (dien) mgCu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>	Taux de réaction R <sub>x</sub> (dien) + C10 <sub>4</sub> <sup>-</sup> mgCu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>	Taux de réaction R <sub>x</sub> (dien + C10 <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) - R <sub>x</sub> (dien) mgCu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>
0,004	2,30	2,30	0
0,008	4,30	4,30	0
0,012	5,95	5,95	0
0,020	9,60	10,27	0,67
0,024	10,90	11,82	0,92
0,032	13,30	14,86	1,56
0,040	15,40	17,68	2,28
0,046 5	16,73	19,63	2,90
0,070	21,21	26,76	5,55

L'examen des *fig. 5* et *6* fait ressortir, tout comme pour les systèmes (en) et (pen), deux points importants.

a) La différence des taux de réaction R<sub>x</sub>(dien + C10<sub>4</sub><sup>-</sup>) - R<sub>x</sub>(dien) fait apparaître un phénomène secondaire non négligeable et caractéristique d'une réaction de surface proprement dite.

b) Aux faibles concentrations (jusqu'à ±0,020 mole l<sup>-1</sup>(dien) les taux de dissolution coïncident et le perchlorate ne semble jouer aucun rôle.

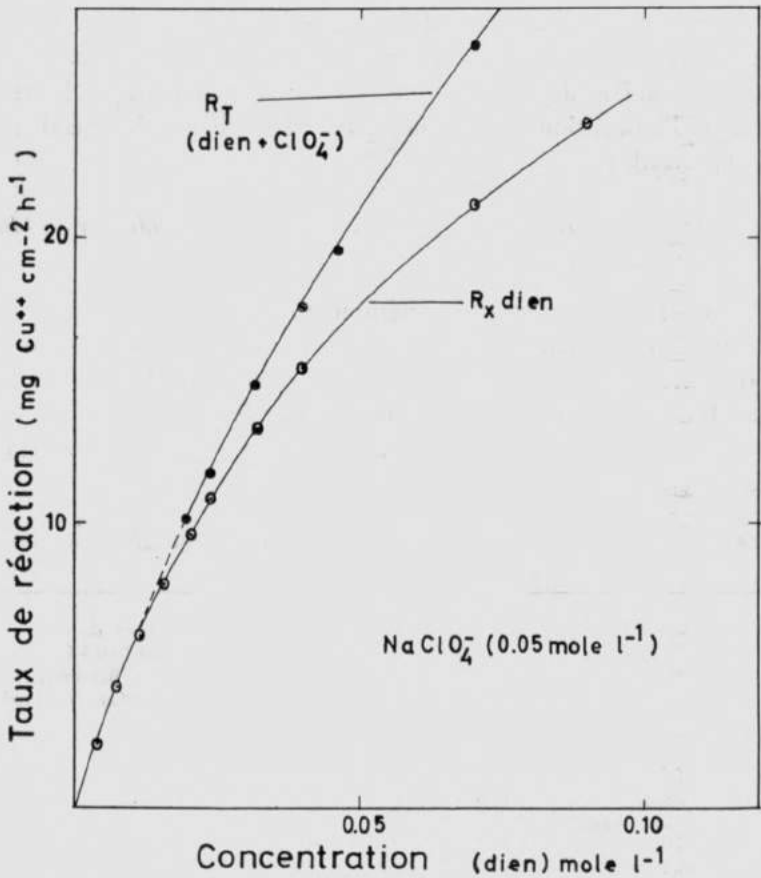


Fig. 5. — Influence du perchlorate de sodium sur le taux de réaction en milieu diéthylènetriamine  
 Conditions: Pression partielle d'oxygène  $15 \text{ kg/cm}^2$  —  
 Température  $27^\circ\text{C}$  — Agitation  $760 \text{ T/m}$

La fonction la plus représentative du phénomène observé est du type:

$$R_x = k_s K_{\text{dien}_p} \frac{[\text{dien}]^2}{1 + K_{\text{dien}_p} [\text{dien}]} \quad (5.3)$$

avec  $k_s$  : constante de vitesse de la réaction de surface en milieu (dien);  
 $K_{\text{dien}_p}$  : constante d'équilibre de la réaction de surface.

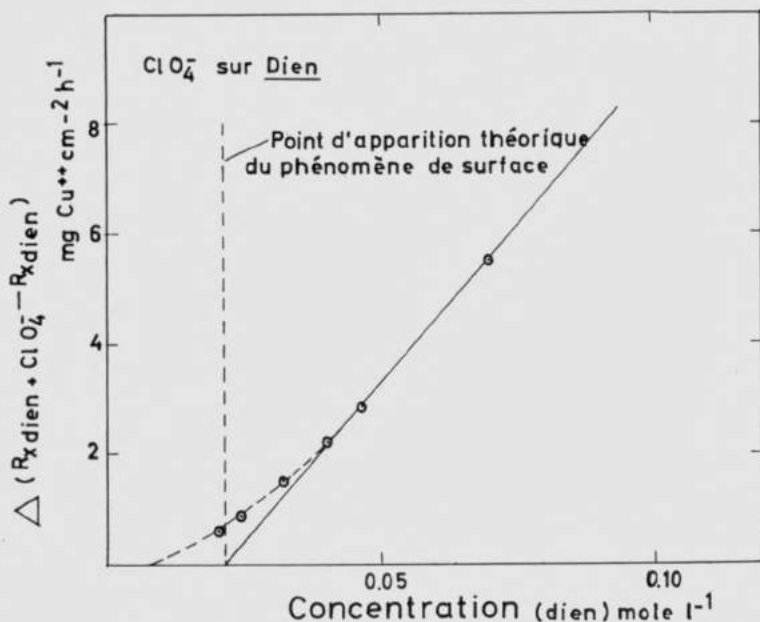


Fig. 6. — Phénomène secondaire de surface apparaissant en milieu (dien) en présence de perchlorate de sodium

Conditions: Pression partielle d'oxygène 15 kg/cm<sup>2</sup> —  
Température 27°C — Agitation 760 T/m

Cette relation (5.3) est identique à celle obtenue dans les systèmes diamine (en) et (pen) [6; 7].

Cette dernière peut se mettre sous une forme linéaire comme suit:

$$\frac{[\text{dien}]^2}{R_x} = \frac{1}{k_a K_{\text{dien}}} + \frac{1}{k_a} [\text{dien}] \quad (5.4)$$

Dans le *tableau IV*, nous étudions statistiquement le phénomène de surface mentionné et caractérisé par la relation (5.4).

Nous posons, pour ce faire

$$[\text{dien}] = 10^3 = x \text{ (mole l}^{-1}\text{)}$$

et

$$\frac{[\text{dien}]^2}{\text{Taux de réaction}} \cdot 10^4 = y \text{ (mgCu}^{++}\text{cm}^2\text{h}^{-1} \text{ mole}^{-2}\text{l}^{-1}\text{)}$$

Le taux de réaction, dont il est fait mention, est celui correspondant à la fraction des molécules de (dien) polarisées par le champ ionique du perchlorate de sodium.

TABLEAU IV. — Analyse statistique du phénomène secondaire de surface réduit sous une forme linéaire (5.4).

$x$	$y$	$xy$	$x^2$	$y^2$	$y'$
20	5,97	119,4	400	35,64	5,95
24	6,26	150,24	576	39,19	6,18
32	6,56	209,92	1 024	43,03	6,63
40	7,02	280,80	1 600	49,28	7,08
46,5	7,45	346,43	2 162,25	55,50	7,45
70	8,82	617,4	4 900	77,79	8,78
$S_x = 232,5$ $\bar{x} = 38,75$	$S_y = 42,08$ $\bar{y} = 7,013$	$S_{xy} = 1 724,2$	$S_x^2 =$ 10 662,25	$S_y^2 =$ 300,43	

La droite statistique donnée par l'équation:

$$\bar{y} = 4,818 6 + 5,663 x \quad (5.5)$$

est représentée sur la *fig. 7*, son coefficient de corrélation, donne au phénomène étudié et caractérisé par la relation (5.4), une probabilité supérieure à 99,9 %.

Le *tableau IV* ainsi que la pente de la droite reprise sur la *fig. 7*, permettent de calculer les constantes de réaction de surface,  $k_s$  et  $K_{\text{dien}_p}$ .

$$k_s : 176,6 \text{ mg Cu}^{++} \text{ cm}^{-2}\text{h}^{-1} \text{ mole}^{-2}1$$

$$K_{\text{dien}_p} : 11,75$$

En présence de perchlorate de sodium, le taux de dissolution total  $R_T$ , peut s'écrire, en tenant compte des deux mécanismes proposés, de la manière suivante:

$$R_T = \frac{k_1 \text{ dien} [\text{dien}]}{1 + K_{\text{dien}} [\text{dien}]} + k_s K_{\text{dien}_p} \frac{[\text{dien}]^2}{1 + K_{\text{dien}_p} [\text{dien}]} \quad (5.6)$$

En substituant dans l'équation (5.6), la valeur des constantes calculées statistiquement, nous trouvons un taux de réaction total théorique que nous comparons à celui observé dans le *tableau V*.

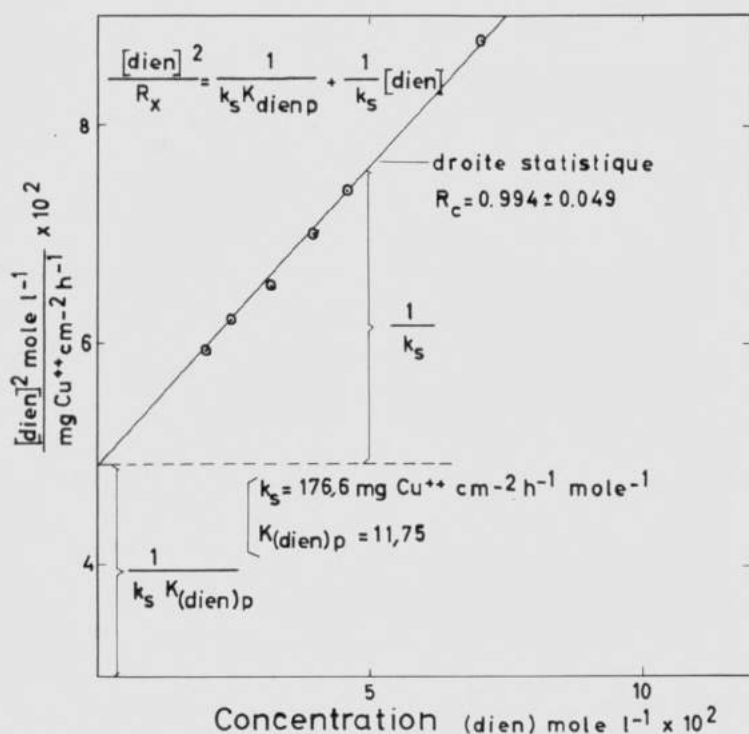


Fig. 7. — Expression linéaire de l'influence du perchlorate de sodium en milieu diéthylènetriamine sur le taux de réaction

Conditions: Pression partielle d'oxygène 15 kg/cm<sup>2</sup> —  
 Température 27°C — Agitation 760 T/m

TABLEAU V. — Comparaison des taux de réaction calculés et observés en présence d'un mécanisme d'adsorption accompagné d'une réaction de surface secondaire

Concentration (dien) mole l <sup>-1</sup>	(R <sub>x</sub> dien + ClO <sub>4</sub> — R <sub>x</sub> dien) mg Cu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> calc. statistiquement	R <sub>x</sub> (dien) mg Cu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> calc. stat.	Total (R <sub>T</sub> ) mg Cu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> calc. stat.	R <sub>T</sub> mg Cu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> observé
0,004	2,27	0	2,27	2,30
0,008	4,32	0	4,32	4,30
0,012	6,17	0	6,17	5,95
0,020	9,40	0,67	10,07	10,27
0,024	10,80	0,93	11,73	11,82
0,032	13,29	1,54	14,83	14,86
0,040	15,42	2,26	17,68	17,68
0,046 5	16,95	2,90	19,85	19,63
0,070	21,28	5,58	26,86	26,76

L'examen du *tableau V*, fait ressortir la parfaite concordance entre la théorie et les points expérimentaux.

Comme dans le cas des diamines [6; 7], le phénomène secondaire de surface semble correspondre à l'étape déterminante de la formation du complexe intermédiaire bidenté. En milieu diéthylènetriamine seul, cette étape est non déterminante et n'apparaît pas dans l'expression de la vitesse de réaction.

Pour les mêmes raisons que celles déjà développées [6], l'influence du perchlorate de sodium sur le taux réactionnel ne peut être attribuée à un simple effet de sels, sans altération du mécanisme.

### V.3. Influence de la température

Une série d'essais ont été poursuivis en zone de chemisorption dans le but de déterminer l'énergie d'activation apparente du phénomène de dissolution du cuivre métal en milieu diéthylènetriamine.

Les résultats de ces essais sont repris dans le *tableau VI* et reportés sur la *fig. 8*.

TABLEAU VI. — Détermination de l'énergie d'activation apparente en zone de chemisorption, en milieu diéthylènetriamine

T°C	1/T°K x 10 <sup>3</sup>	Taux de réaction mgCu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>	log <sub>10</sub> taux de R <sub>x</sub>
27	3,333	15,4	1,187 5
30,2	3,298	18,5	1,267 2
34,8	3,248 8	21,6	1,334 5
40,3	3,193	27,8	1,444

La variation de température correspond à une énergie d'activation apparente de 8 Kcal mole<sup>-1</sup>. Cette valeur est très comparable à celles trouvées pour l'éthylènediamine et la propylènediamine, en zone de chemisorption.

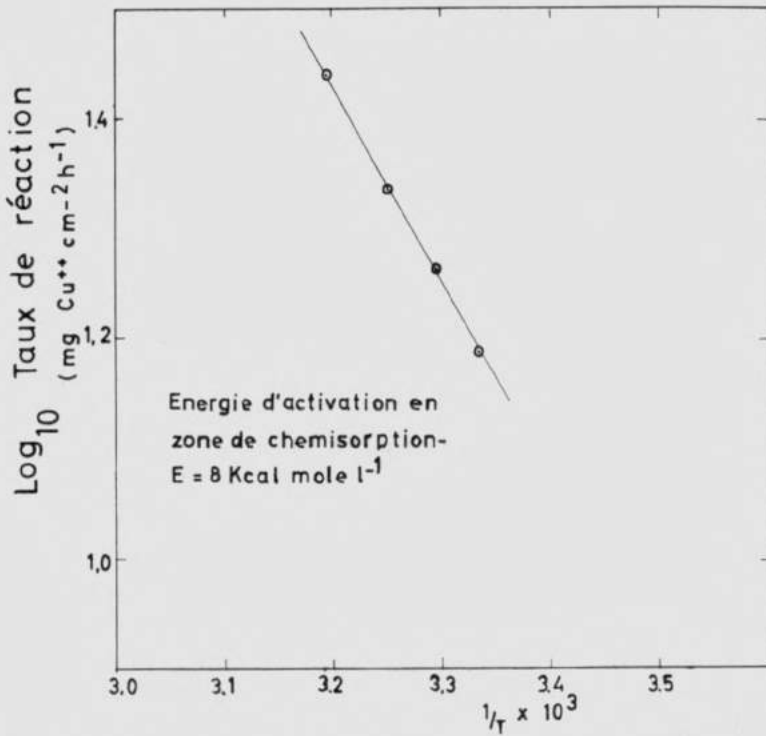


Fig. 8. — Détermination de l'énergie d'activation apparente en zone de chemisorption en milieu diéthylènetriamine

Conditions: Pression partielle d'oxygène 15 kg/cm<sup>2</sup> —  
Agitation 760 T/m — Concentration en diéthylènetriamine 0.040 mole l<sup>-1</sup>

#### V.4. Influence de la forme protonée ( $\text{dienH}^+$ ) sur le taux de réaction

Dans les deux systèmes étudiés précédemment (en) et (pen) [6; 7], nous avons constaté un effet catalytique très prononcé de la forme monoprotonée des deux diamines. De même, à partir d'une certaine valeur de la concentration en diaminium pour une concentration donnée en diamine libre, on assistait à un phénomène passivation du métal. Cet effet se traduisait par une diminution sensible du taux de réaction avec l'augmentation de la concentration en diaminium, pour donner finalement une valeur du taux de dissolution nulle.

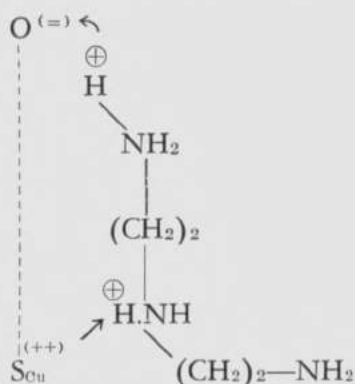
Dans le cas de la diéthylènetriamine, la forme protonée correspondante conduit immédiatement à cette passivation. La moindre ajoute d'ions  $H^+$  fait décroître très rapidement le taux de réaction.

Ce phénomène peut être expliqué facilement si l'on sait que, dans le cas de la diéthylènetriamine, la valeur des deux premières constantes d'ionisation ( $10^{-9,94}$  et  $10^{-9,13}$ ) sont très voisines (ce qui n'est pas le cas pour l'éthylènediamine et pour la propylènediamine).

La neutralisation de la diéthylènetriamine à l'aide d'un acide, observée au pH-mètre, indique clairement que les paliers correspondant aux deux premières ionisations sont confondus.

Dès lors, une addition d'ions  $H^+$  a pour effet, la formation immédiate non pas de la forme monoprotionée mais bien de la forme biprotionée de la triamine étudiée dans le présent système.

Cette façon de voir confirme d'ailleurs l'opinion de certains auteurs [1 à 4] et l'interprétation que nous avons donnée à nos résultats. Nous avons admis, en effet, que seuls les deux premiers groupes aminés participaient à la formation du chélate cuivrique. A la suite d'une addition d'ions  $H^+$ , il se forme des molécules diaminium (diéthylènetriamine). Ces dernières sont adsorbées fortement à la surface du métal. Un des groupes positifs ( $NH_3^+$ ) serait attiré par la charge négative de l'oxygène adsorbé préalablement, tandis que l'autre groupe positif ( $NH_2^+$ ) serait repoussé par la charge positive du cuivre. La formation du cycle est inhibée et les sites occupés par ces molécules sont bloqués irréversiblement.





### V.5. Mécanisme et discussion

Dans l'étude du système diéthylènetriamine nous retrouvons les caractéristiques principales semblables à celles observées pour l'éthylènediamine et la propylènediamine.

L'effet des ions  $H^+$  en milieu (dien) sur la vitesse réactionnelle, bien que différent des deux autres systèmes étudiés, peut cependant s'expliquer facilement dans le cadre de la théorie et du mécanisme général proposé et vérifié pour l'éthylènediamine et la propylènediamine.

Malgré un effet stérique qui doit être non négligeable, nous constatons que  $k_{1\text{dien}}$  est supérieur à  $k_{1\text{pen}}$ . Il semble donc bien que la constante de vitesse d'adsorption du phénomène étudié dépende directement de la constante de chelation du composé monodenté. S'il en est ainsi, nous avons un argument de plus en faveur d'une étape déterminante d'adsorption et de « chelation » de la formation du monodenté. La réaction de surface conduisant à la formation du chelate cuivrique bidenté serait rapide et non déterminante. Ce point de vue sera repris et développé à la fin du présent travail. A titre indicatif, nous résumons certaines valeurs montrant la relation existant entre les constantes de chelation et de vitesse d'adsorption des trois systèmes déjà étudiés.

TABLEAU VII. — Constantes de chelation et de vitesse d'adsorption

Système	Const. de chelation du mono-chelate (log $K_1$ )	Const. de vitesse d'adsorption $k_0$ ( $\text{mgCu}^{++}\text{cm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{mole}^{-1}$ )	Remarque
en	10,72	553	—
pen	10,78	480	effet stérique
dien	16,00	600	effet stérique

## VI. TRIÉTHYLÈNETÉTRAMINE

### V.1. Influence de la tétramine libre

Les essais relatifs à l'étude de l'influence de la triéthylènetétramine libre sur les taux de dissolution du cuivre métal ont

été réalisés dans des limites de concentration en (trien) variant de 0,0024 à 0,07 mole l<sup>-1</sup>;

Ainsi que nous l'avons mentionné au début du présent travail, l'investigation de la triéthylènetétramine conduisant à la formation d'un chelate cuivrique monodenté uniquement, a été poursuivie dans le but de confirmer certaines hypothèses (étape déterminante du processus conduisant à l'adsorption et formation d'un chelate monodenté — relation entre les constantes de vitesse d'adsorption et de première chelation), relatives au mécanisme proposé pour les trois premiers systèmes étudiés (en, pen, dien). Cette investigation a été conduite en zone de chemisorption et en l'absence de perchlorate de sodium.

De l'analyse mathématique pratiquée en fonction des résultats expérimentaux, il ressort que le phénomène de dissolution du cuivre en milieu triéthylènetétramine, en zone de chemisorption peut être représentée par la relation suivante:

$$R_x = \frac{V_0}{S} = k_{1 \text{ trien}} \frac{[\text{trien}]}{1 + K_{\text{trien}} [\text{trien}]} \quad (6.1)$$

ou encore

$$\frac{[\text{trien}]}{R_x} = \frac{1}{k_{1 \text{ trien}}} + \frac{K_{\text{trien}}}{k_{1 \text{ trien}}} [\text{trien}] \quad (6.2)$$

Les relations (6.1) et (6.2) s'apparentent à celles obtenues dans les mêmes conditions de travail pour les systèmes éthylènediamine, propylènediamine et diéthylènetriamine.

Les résultats de l'analyse statistique sont un critère supplémentaire et corroborent la parfaite concordance entre la théorie (6.1) et (6.2) et les faits expérimentaux.

L'analyse statistique, dont il est fait mention, est reportée dans le *tableau VIII*.

Dans ce tableau nous posons:

$$[\text{trien}] \cdot 10^3 = x \text{ (mole l}^{-1}\text{)}$$

et

$$\frac{[\text{trien}]}{R_x} \cdot 10^3 = y \text{ (mg Cu}^{++} \text{ cm}^2\text{h}^{-1} \text{ mole l}^{-1}\text{)}$$

TABLEAU VIII. — Analyse statistique du phénomène de dissolution du cuivre en zone de chemisorption au départ de la relation (5-9) et des points expérimentaux

x	$R_x$ (mgCu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )	y	x <sup>2</sup>	xy	y <sup>2</sup>	y'
2,41	1,60	1,50	5,808	3,615	2,25	1,52
7,23	4,10	1,76	52,27	12,725	3,098	1,76
9,64	5,00	1,89	92,93	18,22	3,572	1,89
12,05	6,00	2,00	145,20	24,10	4,00	2,00
16,90	7,40	2,28	285,61	38,53	5,198	2,26
24,10	9,20	2,62	580,81	63,14	6,864	2,62
40,00	11,66	3,43	1 600,00	137,20	11,765	3,43
50,00	12,66	3,95	2 500,00	197,50	15,603	3,94
70,00	14,14	4,95	4 900,00	346,50	24,503	4,96
S <sub>x</sub> = 232,33 $\bar{x}$ = 25,814		S <sub>y</sub> = 24,38 $\bar{y}$ = 2,708 8	S <sub>x</sub> <sup>2</sup> 10 162,628	S <sub>xy</sub> = 841,53	S <sub>y</sub> <sup>2</sup> = 76,853	

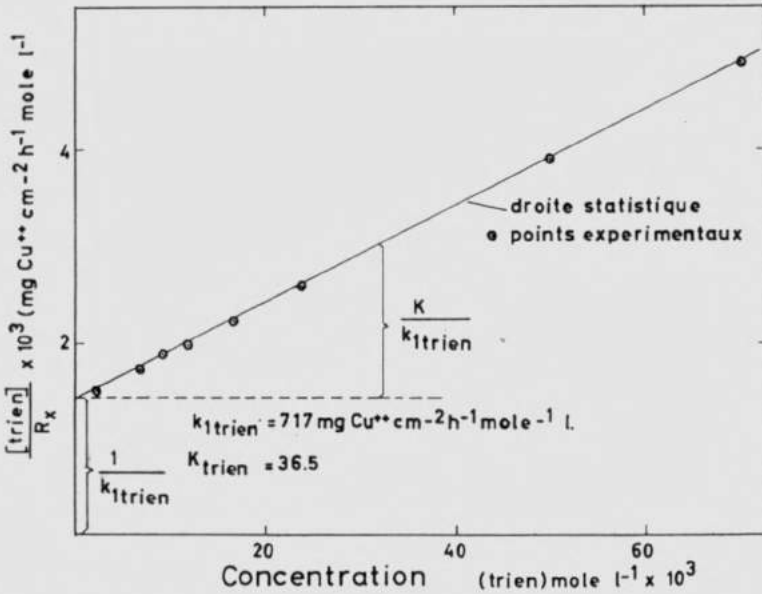


Fig. 9. — Expression linéaire de l'étape déterminante d'adsorption en (trien) conduisant à la formation de chélate cuivrique  
 Conditions: Pression partielle d'oxygène 15 kg/cm<sup>2</sup> —  
 Température 27°C — Agitation 760 T/m

La droite statistique est donnée par la relation

$$y' = 1,39383 + 5,09404 \cdot 10^{-2} x \quad ((6.3))$$

Les valeurs  $y'$  calculées statistiquement sont reportées dans la dernière colonne du *tableau VIII* et sur la *fig. 9*.

Le coefficient de corrélation  $R_c$  est supérieur à 0,995; le test de Fischer indique que la probabilité pour que notre phénomène soit relié par une fonction du type (6.2) dépasse 99,9 %. Le mécanisme proposé semble donc parfaitement convenir.

Les points expérimentaux ajustés statistiquement sur la *fig. 9*, permettent de calculer les constantes  $k_{1 \text{ trien}}$  et  $K_{\text{trien}}$ .

Ces constantes sont:

$$k_{1 \text{ trien}} : 717 \text{ mg Cu}^{++} \text{ cm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ mole l}^{-1}$$

$$K_{\text{trien}} : 36,5$$

Les taux de réaction ont été recalculés à l'aide des constantes  $k_{1 \text{ trien}}$  et  $K_{\text{trien}}$  et de la relation (6.1).

Dans le *tableau IX* nous donnons la comparaison des taux de réaction expérimentaux et calculés. Sur la *fig. 10*, nous indiquons les points observés et la fonction théorique calculée à partir des constantes  $k_{1 \text{ trien}}$  et  $K_{\text{trien}}$ .

TABLEAU IX. — Comparaison des taux de réaction observés et calculés

Concentration (trien) mole l <sup>-1</sup>	Taux de réaction observés (mg Cu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )	Taux de réaction calculés à partir des const. $K_{\text{trien}}$ et $k_{1 \text{ trien}}$ (mg Cu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )
0,002 4	1,60	1,59
0,007 2	4,10	4,10
0,009 6	5,00	5,12
0,012 1	6,00	6,00
0,016 9	7,40	7,50
0,024 1	9,20	9,19
0,040	11,66	11,66
0,050	12,66	12,69
0,070	14,14	14,11

Le mécanisme répondant à la relation (6.1) est donc en parfait accord avec le phénomène étudié.

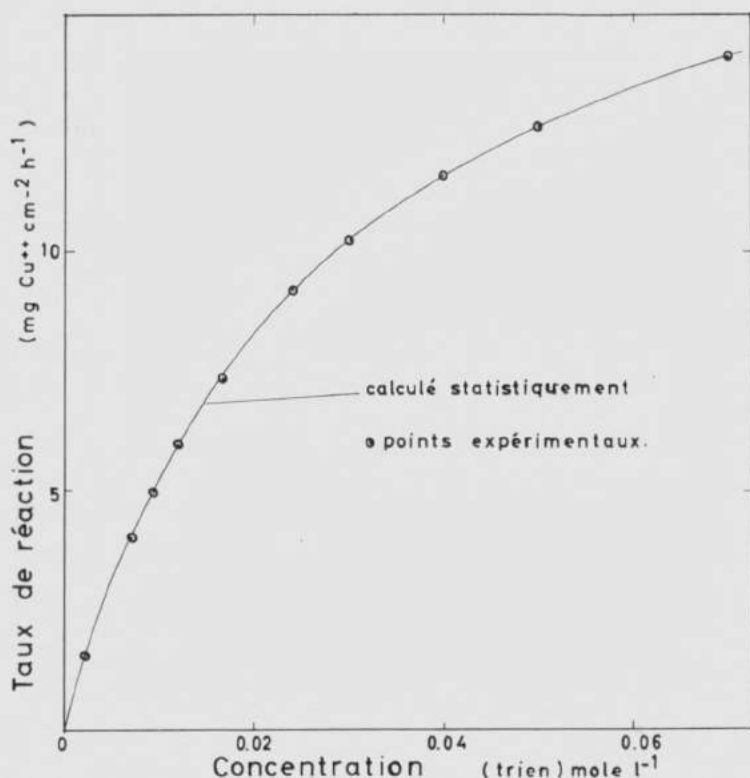


Fig. 10. — Taux de dissolution du cuivre exprimé en fonction de la concentration en triéthylènetétramine  
 Conditions: Pression partielle d'oxygène 15 kg/cm<sup>2</sup> —  
 Température 27°C — Agitation 760 T/m

Observons enfin que, comme pour les trois autres polyamines, la constance de la vitesse spécifique est un garant de l'absence d'un effet de sels.

## VI.2. Influence du perchlorate de sodium

Il est apparu pour les trois polyamines précédemment étudiées (en, pen, dien), que la fraction des molécules polarisées dans le champ ionique du perchlorate de sodium semblait conduire à l'apparition d'une étape déterminante de surface.

Dans notre schéma cinétique, il s'agissait de l'étape conduisant à la formation du chélate cuivrique bidenté [6; 7].

Dans le cas de la triéthylènetétramine, l'action du perchlorate fait apparaître un phénomène différent. On constate, en effet, une augmentation du taux de réaction; cette dernière est cependant constante en dépit de la variation de la concentration de la triéthylènetétramine (voir *fig. 11*).

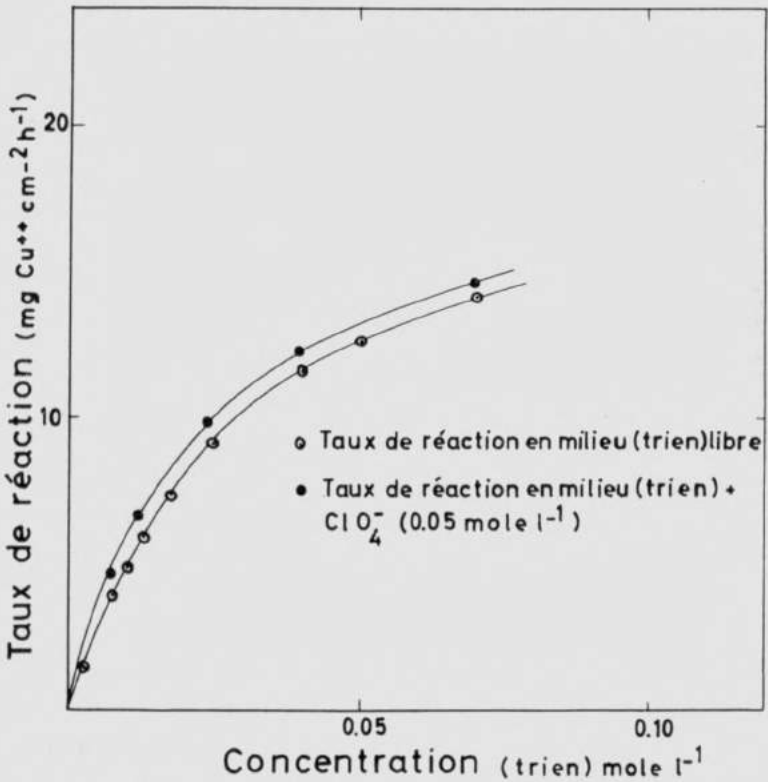


Fig. 11. — Influence du perchlorate de sodium sur la dissolution du cuivre métal en milieu triéthylènetétramine  
 Conditions: Pression partielle d'oxygène 15 kg/cm<sup>2</sup> —  
 Température 27°C — Agitation 760 T/m

Toujours d'après la théorie de LANGMUIR-HOUGEN et WATSON [9; 10; 14; 24], il semblerait que ce processus lent, déterminé par la fraction des molécules polarisées puisse être interprété par un phénomène de désorption donné par la relation suivante:

$$V_G = \frac{k_c}{K_c} S = ct \quad (6.4)$$

avec  $k_c$ : constante spécifique de désorption du chelate;

$K_c$ : constante d'équilibre de désorption du chelate.

Cette relation est en parfait accord avec les résultats expérimentaux.

Dans le présent système, l'interprétation des résultats de l'influence du perchlorate peut être intégrée dans le schéma cinétique général.

En effet, pour les systèmes éthylènediamine, propylènediamine et diéthylènetriamine, les molécules polarisées détermineraient un processus lent, qui serait celui de la formation du chelate bidenté.

Dans la succession logique de notre mécanisme cinétique proposé, le processus de formation du bidenté est l'étape qui suit immédiatement celle de la formation du monodenté [6].

Par contre, dans le cas de triéthylènetétramine, l'étape équivalente serait celle de la désorption, puisque nous avons formation uniquement d'un chelate monodenté.

Il semble donc logique d'obtenir avec la (trien) un phénomène d'allure différente. Dans le cas contraire, notre argumentation n'aurait plus été valable.

### VI.3. Influence de la température

Plusieurs essais ont été conduits en zone de chemisorption dans le but de déterminer l'énergie d'activation apparente du phénomène de dissolution du cuivre, dont l'étape déterminante est l'adsorption du (trien) à la surface du métal (Cu ... O).

Les résultats de ces essais sont reportés dans le *tableau X* et sur la *fig. 12*.

TABLEAU X. — Détermination de l'énergie d'activation apparente en zone de chemisorption en milieu triéthylènetétramine

(trien) mole l <sup>-1</sup>	T°C	1/T°Kx10 <sup>3</sup>	Taux de réaction mg Cu <sup>++</sup> cm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>	log <sub>10</sub> taux de R <sub>x</sub>
0,023 5	27	3,333	9,10	0,959
0,023 5	34,8	2,249	13,25	1,223
0,023 5	40	3,195	15,6	1,193

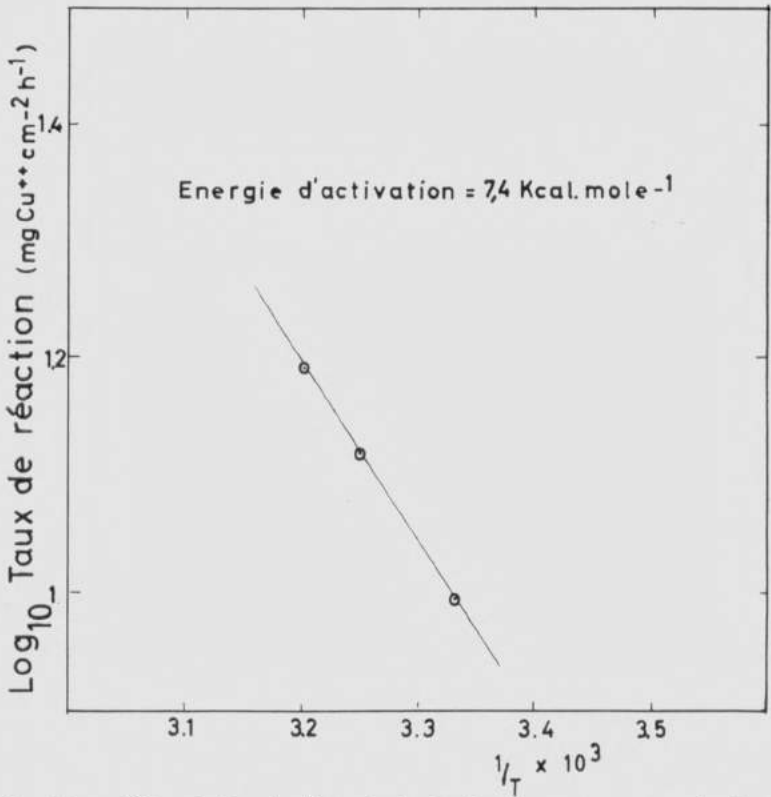


Fig. 12. — Détermination de l'énergie d'activation apparente en zone de chemisorption en triéthylènetétramine

Conditions: Pression partielle d'oxygène 15 kg/cm<sup>2</sup> —  
Concentration (trien) 0.023 5 mole l<sup>-1</sup> — Agitation 760 T/m

L'étude de la variation de la température sur le taux de réaction conduit à une valeur de l'énergie d'activation de 7,4 Kcal, mole<sup>-1</sup>. Cette dernière est très proche de celles obtenues pour les trois autres systèmes étudiés.

#### VI.4. Influence de la forme protonée (trien H<sup>+</sup>) sur le taux de réaction

Dans le présent système, nous retrouvons les caractéristiques déjà observées avec la diéthylènetriamine. La forme protonée conduit immédiatement à une passivation.

La moindre addition d'ions H<sup>+</sup>, fait décroître très rapidement le taux de réaction.



L'interprétation de ce phénomène observé pour la (dien) reste valable pour la tétramine.

En effet, les valeurs des deux premières constantes d'ionisation ( $10^{9,92}$  et  $10^{-9,20}$ ) sont très voisines, ceci en opposition avec les diamines (en) et (pen). Il s'ensuit qu'une addition d'ions  $H^+$  a pour effet la formation immédiate, non pas de la forme mono-protonée, mais bien de la forme bi-protonée de la tétramine [1 à 4]. Dès lors, ces molécules à deux charges positives restent fortement adsorbés à la surface du métal, le cycle ne se forme plus et les sites occupés par ces dernières sont bloqués irréversiblement.

## VII. MÉCANISME GÉNÉRAL

Les résultats accumulés dans le présent travail nous paraissent confirmer et compléter le mécanisme proposé antérieurement pour l'action de l'éthylènediamine [6] et celle de la propylènediamine [7].

Arrivés à ce stade, il nous semble possible d'avancer un schéma cinétique valable pour les quatre polyamines étudiées.

Ce mécanisme a déjà été exposé en partie dans des publications précédentes [6; 7], mais pour rendre plus claire la lecture du présent article nous avons préféré le détailler dans sa totalité.

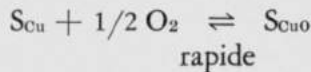
Le phénomène de dissolution du cuivre métal, en milieu séquestrant et en zone de chemisorption, étudié dans le présent travail, est un cas typique de cinétique hétérogène, faisant intervenir une phase solide, une phase liquide et une phase gazeuse.

La réaction globale comprend cinq étapes dont certaines peuvent devenir déterminantes. Nous résumons ces dernières comme suit:

1. Transport et adsorption de l'oxygène;
2. Adsorption de la polyamine (en, pen, dien et trien) au niveau des sites occupés par l'oxygène adsorbé;
3. Réaction de surface proprement dite (facultative);
4. Désorption des produits;
5. Transport des produits finaux de l'interface solide au sein de la solution (phase liquide).

Dans nos conditions expérimentales, le mécanisme cinétique correspondant le mieux au phénomène étudié, peut être schématisé de la manière suivante:

VII.1. *Etape de transport et d'adsorption de l'oxygène*



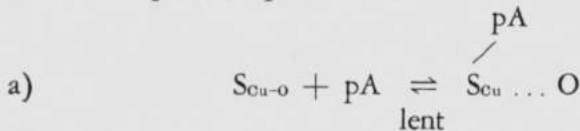
avec  $k_{O_2}$  constante spécifique d'adsorption en oxygène.

Cette étape est rapide, mais peut devenir déterminante en zone de diffusion.

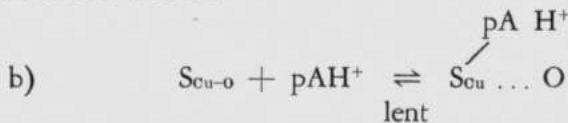
VII.2. *Etape d'adsorption déterminante et la polyamine*

En zone de chemisorption, ce phénomène est déterminant et conduit à la formation du chélate cuivrique monodenté. Nous représenterons les différentes polyamines (en, pen, dien et trien) par le symbole pA.

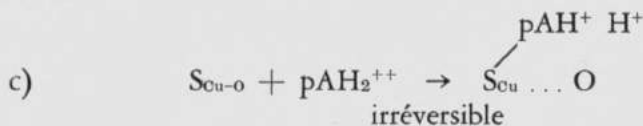
Nous avons plusieurs possibilités:



avec  $k_{pA}$  constante spécifique d'adsorption en pA. Ce processus a été observé pour les quatre polyamines étudiées. A ce stade, le composé intermédiaire serait déjà sous la forme d'un monodenté, mais encore adsorbé.



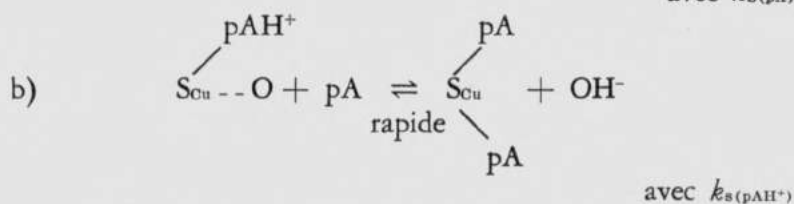
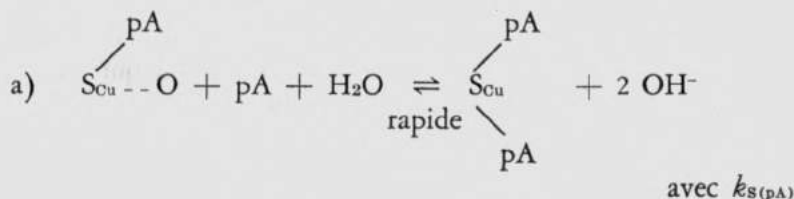
avec  $k_{pAH^+}$  constante spécifique d'adsorption en pAH<sup>+</sup>. Le processus (b) déterminant a été constaté uniquement pour les systèmes éthylènediaminium et propylènediaminium et non pour les formes protonées de la diéthylènetriamine et de la triéthylènetétramine.



Cette étape conduirait à la formation d'une polyamine protonée adsorbée irréversiblement à la surface du cuivre. Le cycle ne se fermant pas, cette forme moléculaire agirait comme poison, en bloquant les sites déjà observés par l'oxygène. Ce phénomène de passivation a été observé dans le cas des quatre polyamines étudiées.

### VII.3. Etape de réaction de surface

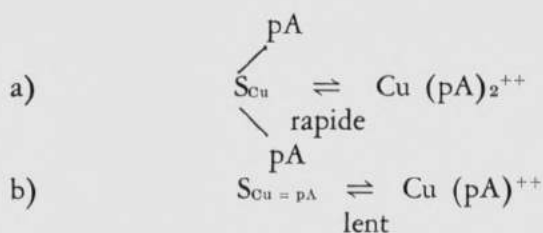
Deux cas peuvent se présenter:



$k_{s(\text{pA})}$  et  $k_{s(\text{pAH}^+)}$  sont les constantes de vitesse de la réaction de surface qui est non déterminante dans les conditions expérimentales normales. En présence de perchlorate de sodium, cependant, la fraction correspondant aux molécules polarisées  $(\text{pA})_p$  par le champ ionique dû à ce sel, semble conduire à l'apparition d'une réaction de surface déterminante. Cet effet a été constaté pour les systèmes éthylènediamine, propylènediamine et diéthylènetriamine. Dans ce cas de la triéthylènetétramine, la présence de perchlorate, fait apparaître un phénomène différent, non plus caractéristique d'une réaction de surface. En milieu (trien) nous avons uniquement formation d'un chelate cuivrique monodenté; l'apparente anomalie observée dans ce système est donc logique.

### VII.4. Etape de désorption

Cette étape est non déterminante pour les trois premiers systèmes étudiés (en, pen, dien). On peut schématiser ce processus de la manière suivante:



avec  $k_d$  constante spécifique de désorption.

L'étape (VIII.4. b) est uniquement valable pour le système triéthylènetétramine. Dans ce dernier cas, pour les molécules polarisées par le perchlorate de sodium, la relation qui répond le mieux aux faits expérimentaux, semble être caractéristique d'une étape de désorption. Dans la succession logique du mécanisme cinétique proposé, la formation du chelate bidenté est l'étape qui succède immédiatement à celle de la chemisorption.

Pour la triéthylènetétramine, la réaction de surface n'existant pas, le processus suivant immédiatement la chemisorption ne pourrait être que celui de la désorption (VII.4. b).

#### VII.5. *Transport des produits finaux*

Cette dernière étape correspond au transport du chelate (mono ou bidenté) depuis l'interface jusque dans la phase liquide, ce processus pourrait devenir déterminant dans le cas où le transport du chelate serait contrôlé par un phénomène de diffusion. Cela n'a jamais été constaté dans le présent travail.

#### REMERCIEMENTS

L'un de nous (H.-Y. M.) remercie l'Union Minière du Haut-Katanga pour le soutien moral et l'aide matérielle que cette Société a bien voulu lui accorder.

Lubumbashi, 23 décembre 1966.

BIBLIOGRAPHIE

- [ 1 ] BJERRUM, J.: *Chem. Revs.*, 46, 381, 1950.
- [ 2 ] BRUEHLMAN, R.-J. - VERHOEK, F.-H.: *J. Am. Chem. Soc.*, 70, 140, 1948.
- [ 3 ] CARLSON, G.-A. - McREYNOLDS, J.P. - VERHOEK, F.-H.: *J. Am. Chem. Soc.*, 67, 1334, 1945.
- [ 4 ] CHABEREC - MARTEL, A.-E.: *Organic Sequestering Agents*, John Wiley, 1959.
- [ 5 ] FIERENS, P. - MILANTS, H.-Y.: *Publications de l'Université de l'Etat à Elisabethville, I*, 137 à 173, 1961.
- [ 6 ] — - — : *Bulletin de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer*, VII, 1095 à 1121, 1962.
- [ 7 ] — - — : *Publications de l'Université de l'Etat à Elisabethville, V*, 171 à 189, 1963.
- [ 8 ] HAENDLER, F.: *J. Am. Chem. Soc.* 64, 686, 1942.
- [ 9 ] HOUGEN, O.-A.: *Ind. Eng. Chem.*, 35, 529, 1949.
- [ 10 ] — - WILKIE, C.-R.: *Trans. Am. Inst. Chem. Eng.*, 45, 445, 1945.
- [ 11 ] JONASSEN, H.-B. et coll.: *Symposium on complex ions and poly-électrolytes* (Am. Chem. Soc. Ithaca, New-York, June 1951).
- [ 12 ] KEEFER, R.-M.: *J. Am. Chem. Soc.*, 68, 2329, 1946.
- [ 13 ] LAITIMEN, H.-A. - ONSTOTT, E.-I., - BAILAR, J.-C. Jr.: *J. Am. Chem. Soc.*, 71, 1550, 1949.
- [ 14 ] LANGMUIR, I.: *J. Am. Chem. Soc.*, 38, 221, 1916.
- [ 15 ] LARSON, E.: *Z. Physik. Chem.*, A. 169, 207, 1934.
- [ 16 ] MARTEL, A.-E. - CALVIN: *Chemistry of Metal Chelate Compounds* (Prentice-Hall. Inc. N.Y.).
- [ 17 ] SCHWARZENBACH, G.: *Helv. Chim. Acta*, 33, 974, 1950.
- [ 18 ] — : *Die Komplexometrische Titration* (Ferdin, Enke, Stuttgart, 1955).
- [ 19 ] — : *Anal. Chim. Acta*, 7, 141, 1952.
- [ 20 ] — : *Helv. Chim. Acta*, 31, 456, 1948.
- [ 21 ] — : *Helv. Chim. Acta*, 32, 1682, 1949.
- [ 22 ] — : *The Analyst*, 80, 713, 1955.
- [ 23 ] — : ANDEREGG, G. - FASCHKA, H. - SALLMANN, R.: *Helv. Chim. Acta*, 37, 113, 1954.
- [ 24 ] WATSON, K.-M. et coll.: *Natl. Petroleum News, Tech. Secs.*, July 1936.

## **P. Evrard. — La Conférence technique du Conseil international de l'Étain**

J'ai assisté à la première Conférence technique organisée par le Conseil international de l'Étain, qui a eu lieu à Londres du 14 au 17 mars de cette année.

Cet organisme qui groupe les représentants des pays producteurs et consommateurs d'étain, sur une base paritaire, avait pour but primordial d'établir un équilibre entre l'offre et la demande, et d'assurer un prix stable pour l'étain. En effet, les consommateurs désirent trouver un approvisionnement régulier, à un prix fixé dans des limites aussi peu variables que possible, et c'est aussi l'intérêt des producteurs d'être certains d'un prix de vente stabilisé qui leur permette de prévoir des programmes d'exploitation à long terme.

C'est pour répondre à ces desiderata qu'un premier accord international a été conclu en 1956, à la satisfaction des deux parties. Il a été renouvelé en 1961 et en 1966, chaque fois pour une période de 5 ans.

Je n'entrerai pas autrement dans le détail de ces questions qui relèvent de la compétence d'un économiste.

Au cours des années, le Conseil international de l'étain a estimé que son rôle dépassait celui de la stabilisation des prix et que, d'autre part pour prévoir leur fluctuation au mieux, il devait être informé de toutes les questions relatives au métal qui l'intéresse. C'est la raison pour laquelle il a fait procéder, depuis plusieurs années déjà, à l'établissement de statistiques et de rapports traitant de l'évolution probable de la position de l'étain dans le monde, pour des périodes quinquennales. Entre autres, le rapport établi par W. ROBERTSON pour la période 1965-1970 a eu un grand retentissement.

Plus récemment, le Conseil a institué deux groupes de travail permanents de la production, l'un économique et l'autre

technique. Le deuxième groupe de travail (technique), dont j'ai le privilège de faire partie, s'est réuni plusieurs fois à Londres depuis 1965. C'est à l'initiative de ce groupe de travail et grâce aux appuis du président et du secrétaire du Conseil international de l'Étain, MM. ALLEN et FOX, qu'a pu se réunir une conférence où des spécialistes de l'exploitation, de la production et de la concentration des minerais stannifères, ont eu l'occasion de confronter leurs idées et leur expérience.

Cette conférence a été suivie d'une visite du Tin Research Institute, de mines d'étain de Cornouailles et de l'Ecole des Mines de Camborne. Cent septante-deux techniciens venant de 19 pays y participèrent.

Voici un bref aperçu des questions qui ont été traitées:

- 29 communications figuraient à l'ordre du jour;
- 6 d'entre elles étaient consacrées à la préparation et à la concentration des minerais;
- 5 se rapportaient à l'exploitation;
- 7 avaient trait à la géologie de certaines provinces stannifères et à la genèse des gisements;
- 2 concernaient la minéralogie;
- 3 envisageaient des techniques de prospection;
- 1 exposait certaines perspectives nouvelles d'utilisation de l'étain;
- 5 enfin discutaient les relations entre services gouvernementaux (services des mines et géologiques) d'une part, et sociétés exploitantes d'autre part.

Une demi-journée a aussi été consacrée à des discussions libres sur ce dernier sujet ainsi que sur les relations entre science et industrie.

Quelques indications sur des problèmes d'actualité qui ont soulevé un intérêt plus particulier sont, me semble-t-il, nécessaires:

1. Récupération des minéraux stannifères très fins (quelques microns) par flottation ou par concentration gravitative. A ce sujet, un appareil nouveau a été présenté et montré en action dans une des mines de Cornouailles;

2. Genèse des gîtes d'étain et leur liaison avec les massifs granitiques; ces questions sont restées assez classiques;

3. La présentation de nouveaux minéraux sulfurés a montré l'importance d'une étude minéralogique préalable aux études de concentration;

4. En ce qui concerne la prospection, les communications ont été orientées essentiellement vers l'étude des zones maritimes et l'application des techniques géophysiques: sondages ultrasoniques et sismiques en vue de préciser la morphologie des plate-formes et les remplissages sédimentaires récents;

5. Les perspectives nouvelles d'utilisation de l'étain ont été exposées par notre confrère le Dr. HEDGES, directeur du Tin Research Institute, qui nous avait fait une communication à ce sujet en notre séance du 21 mai 1965. On se souviendra de cette synthèse très complète des études et recherches entreprises dans l'Institut qu'il dirige avec une rare compétence, et des perspectives d'avenir d'utilisations nouvelles de l'étain (HEDGES, E.H.: « New chemical compounds of tin in industry, agriculture and public health », *Bulletin de l'ARSOM*, T. XI, p. 1 134-1 142);

6. La journée de discussions a montré l'importance des contacts entre les services officiels, les laboratoires universitaires de recherches et les industries. Une bonne collaboration s'est déjà établie dans ce sens, en particulier dans les pays anglo-saxons.

La visite de l'Ecole des Mines de Camborne a été des plus instructive, ainsi que celle des Mines de Geevor et de South Crofty. La mise au point de techniques relativement simples par les méthodes gravimétriques — grande table rotative légèrement conique — permet la récupération de cassitérites très fines (inférieures à 10 microns).

En conclusion, cette conférence a eu un réel succès, a été des plus utile par les contacts qu'elle a permis d'établir entre les spécialistes de ces questions, et elle a eu un retentissement international flatteur si l'on en juge par les articles parus dans la presse spécialisée. C'est la raison pour laquelle j'ai cru devoir en parler, d'autant plus que la participation congolaise et belge s'est efforcée de marquer sa présence et a été l'objet de considé-



rations et d'attentions de la part des organisateurs et des confrères étrangers.

Liège, le 28 avril 1967.  
Université de Liège, Institut de Géologie.

## Séance du 30 juin 1967

La séance est ouverte par M. *L. Tison*, président de l'Académie.

Sont en outre présents: MM. C. Camus, I. de Magnée, E.-J. Devroey, A. Lederer, L. Tison, M. van de Putte, R. Vanderlinden, membres; MM. H. Barzin, P. Bourgeois, J. Charlier, L. Jones, L. Pauwen, F. Pietermaat, A. Rollet, R. Van Ganse, J. Verdeyen, associés; M. P. Herrinck, correspondant, ainsi que M. M. Walraet, secrétaire des séances.

Absents et excusés: MM. P. Bartholomé, L. Brison, F. Bultot, L. Calembert, F. Campus, P. Grosemans, J. Lamoen, E. Mertens de Wilmars, R. Spronck, J. Van der Straeten.

### **Les progrès du moteur Diesel, facteur de développement du tiers monde**

M. *A. Lederer* retrace les progrès du moteur Diesel depuis 1930, tant pour la navigation intérieure que pour les chemins de fer. Il en décrit ensuite les conséquences pour les pays du tiers monde (p. 966).

### **Principes et application de la mécanique des roches**

M. *J. Verdeyen* évoque l'importance que la mécanique des roches a prise dans le monde au cours des dernières années et ce, en raison du nombre sans cesse croissant des grands travaux.

Grâce aux observations et aux essais en place, on peut étudier la stabilité des pentes, le comportement des parois des tunnels et constructions souterraines, la fondation d'ouvrages d'art et, en particulier, de barrages.

M. *J. Verdeyen* répond ensuite à une question que lui pose M. *I. de Magnée*.

## Zitting van 30 juni 1967

De zitting wordt geopend door de H. L. Tison, voorzitter der Academie.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. C. Camus, I. de Magnée, E.-J. Devroey, A. Lederer, L. Tison, M. van de Putte, R. Vanderlinden, leden; de HH. H. Barzin, P. Bourgeois, J. Charlier, L. Jones, L. Pauwen, F. Pietermaat, A. Rollet, R. Van Ganse, J. Verdeyen, geassocieerden; de H. P. Herrinck, correspondent, alsook de H. M. Walraet, secretaris der zittingen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. P. Bartholomé, L. Brisson, F. Bultot, L. Calembert, F. Campus, P. Grosemans, J. Lamoen, E. Mertens de Wilmars. R. Spronck, J. Van der Straeten.

### « Les progrès du Moteur Diesel, facteur de développement du tiers monde »

De H. A. Lederer schetst de ontwikkeling van de Dieselmotor sinds 1930, zowel voor de binnenscheepvaart als voor de spoorweg. Hij beschrijft er daarna de gevolgen van voor de landen van de Derde Wereld (blz. 966).

### « Principes et application de la mécanique des rochers »

De H. J. Verdeyen wijst op het belang dat de rotsmechanica in de wereld verkregen heeft in de loop der laatste jaren en dat ingevolge het steeds toenemend aantal grote werken.

Dank zij het onderzoek en de proefnemingen ter plaatse, kan men de stabiliteit van hellingen berekenen, het gedrag der wanden van tunnels en ondergrondse constructies, de funderingen van kunstwerken en, in het bijzonder, van stuwdammen.

De H. J. Verdeyen beantwoordt vervolgens een vraag die hem de H. I. de Magnée stelt.

**Surveillance des mouvements verticaux du sol. -  
Recherches sur les appareils de mesure**

M. L. Jones fait part de l'état des recherches de l'Institut géographique militaire (I.G.M.) dans le domaine des niveaux hydrostatiques, à savoir d'une part, les réalisations ou les projets à l'étranger et, d'autre part, les résultats obtenus par l'I.G.M. avec le niveau à eau Type I (p. 989).

Notre Confrère échange ensuite ses vues avec MM. P. Herinck, I. de Magnée et L. Tison.

**Comité secret**

Les membres, réunis en comité secret, élisent, en qualité d'associé, M. Jacques De Cuyper, ingénieur civil des mines et métallurgiste, professeur ordinaire à l'Université catholique de Louvain.

La séance est levée à 16 h.

**« Surveillance des mouvements verticaux du sol. -  
Recherches sur les appareils de mesure »**

De *H. L. Jones* deelt de stand mede van de onderzoeken ondernomen door het Militair Geografisch Instituut (M.G.I.) op het gebied van de hydrostatische standen, te weten enerzijds de verwezenlijkingen of ontwerpen in het buitenland en, anderzijds, de door het M.G.I. bekomen resultaten met zijn waterpas Type I (blz. 989).

Onze Confrater wisselt vervolgens van gedachten met de *HH. P. Herrinck, I. de Magnée* en *L. Tison*.

**Geheim comité**

De leden, vergaderd in geheim comité, verkiezen als geassocieerde, de *H. Jacques De Cuyper*, burgerlijk mijn- en metaalkundig ingenieur, gewoon hoogleraar aan de Katholieke Universiteit te Leuven.

De zitting wordt gesloten te 16 h.

## A. Lederer. — Les progrès du moteur Diesel, facteurs de développement du tiers monde

Le moteur Diesel a été un facteur important de l'essor économique des pays industrialisés et du développement du tiers monde.

C'est à Augsbourg en 1897 qu'un moteur de ce type a fonctionné pour la première fois, mais il était encore bien imparfait et Rudolf DIESEL n'avait pu réaliser que partiellement son idée originale. En effet, il voulait faire brûler le combustible à volume constant par le seul échauffement de l'air comprimé à 30 kg/cm<sup>2</sup>. L'inventeur raisonnait en thermodynamicien de façon à obtenir un cycle à haut rendement. Son idée n'était pas pratique, car les pressions en fin de combustion étaient trop élevées. Finalement, les premiers moteurs Diesel fonctionnèrent selon le cycle à 4 temps et la combustion se faisait à pression constante à peu près égale à celle obtenue en fin de compression.

Le rendement de ce premier moteur était déjà très supérieur à celui de la machine à vapeur, mais de nombreux perfectionnements étaient encore indispensables pour que son utilisation puisse se généraliser, surtout dans les pays tropicaux.

Cependant, dès 1911, alors que l'Allemagne venait de prolonger sa colonie du Cameroun jusqu'au réseau hydrographique congolais, Rudolf DIESEL prévoyait déjà les applications de son invention en matière de transport dans le continent africain.

Il estimait que son moteur permettrait de construire des bateaux à faible tirant d'eau, susceptibles de pénétrer loin en amont, à l'intérieur des terres. En outre, grâce à de puissants engins de terrassement motorisés, il envisageait de réaliser une liaison par canaux entre le bassin du Congo et le lac Tchad, entre les fleuves Ubangi et Chari, ou entre le fleuve Sanaga, du Cameroun, et l'affluent du Congo, la Sangha.

En 1913, le premier bateau propulsé par moteurs Diesel et hélices a été mis en service sur le fleuve Congo; c'était le m/b *Eendracht*. Cependant, le moteur ne présentait pas encore la

sûreté de fonctionnement actuelle et peu de main-d'œuvre était initiée à sa conduite et à son entretien. Ces moteurs, privés de pièces de rechange durant la première guerre mondiale, furent déclassés en 1920 et remplacés par une machine à vapeur actionnant des roues. Ainsi le motorboat *Eendracht* devint un stern-wheel à vapeur.

Entre les deux guerres mondiales, le moteur Diesel fit son apparition au Congo, mais encore timidement.

Vers 1935, l'utilisation du moteur Diesel pour la propulsion des bateaux au Congo fut réexaminée; à cette époque, l'intérêt de cette solution ne paraissait pas évident à cause du prix extrêmement bas du bois comme combustible pour les bateaux à vapeur.

Cependant, pour le service portuaire, dont les heures au mouillage sont aussi nombreuses que les heures de service, et pour les bateaux courriers servant au transport des passagers, l'Otraco adopta la propulsion à moteurs Diesel et à hélices.

Cette décision se justifiait par un important progrès apporté en 1930 au moteur Diesel. Avant cette époque, le combustible était injecté au moyen d'air comprimé à  $75 \text{ kg/cm}^2$ ; cette solution nécessitait un compresseur à trois étages et deux réfrigérants. Ce mode d'injection était lourd et encombrant, sujet à avaries et absorbait 10 % de la puissance du moteur. L'injecteur était du type ouvert et le jet de combustible n'était pas interrompu brusquement à la fin de l'injection. Ceci avait comme conséquence la formation d'un dépôt de carbone cokéfié autour de l'injecteur.

En 1930, l'ingénieur allemand Robert BOSCH avait mis au point la pompe à combustible à fonctionnement purement mécanique.

Avec ce dispositif, l'orifice de l'injecteur est obturé par une aiguille pressée sur son siège par un ressort. L'extrémité conique de l'aiguille provoque son soulèvement lorsque la pression du combustible est suffisante. Ainsi, l'ouverture et la fermeture de l'orifice d'injection surviennent brusquement et sous une pression élevée, ce qui évite les dépôts charbonneux dus aux gouttes de combustible non projetées énergiquement dans la chambre à combustion.

L'injecteur est alimenté sous pression par une pompe à piston plongeur, commandé directement par une came de profil étudié.

Le refoulement commence au moment où le bord supérieur du piston obture l'orifice d'aspiration; il cesse lorsqu'une rampe hélicoïdale appropriée, taillée dans le piston, rétablit une communication entre la chambre de refoulement et l'orifice d'aspiration. Une tuyauterie relie la pompe à l'injecteur. Avec ce système, le combustible est injecté dans le cylindre à une pression comprise entre 200 et 300 kg/cm<sup>2</sup>, ce qui a pour effet de le pulvériser finement et de provoquer son mélange intime avec l'air, d'où une combustion rapide et complète.

La pression de compression put être relevée à 40 kg/cm<sup>2</sup> et celle de combustion à 50 kg/cm<sup>2</sup> environ.

La nouvelle pompe facilitait le réglage du régime du moteur et la consommation de combustible était tombée de 195 g/ch.h à 175 g/ch.h; le rendement passait de 32,5 % à 36,2 % rien que par l'amélioration des conditions d'injection.

La machine à vapeur saturée en usage pour la propulsion des bateaux desservant les grands fleuves n'avait qu'un rendement de 8 à 10 %; elle était condamnée à disparaître.

Il y a lieu de noter qu'à partir de ce moment le moteur Diesel fut introduit en navigation intérieure aux Etats-Unis; alors que toutes les industries étaient en déclin lors de la grande crise mondiale des années 1930 à 1935, les transports par eau connurent une période de croissance phénoménale. En 1937, l'introduction de la tuyère Kort procura un gain supplémentaire de 30 % du rendement de propulsion. A cause du bon marché de la voie d'eau et de son efficacité, jamais le chemin de fer ne réussit à reconquérir la clientèle perdue.

Au Congo, comme dans le tiers monde en général, l'emploi du moteur Diesel commença à se répandre d'une façon généralisée à partir de 1948 environ. Le retard par rapport aux Etats-Unis est dû à plusieurs causes parmi lesquelles on peut citer:

— L'éloignement des ateliers de construction des moteurs Diesel;

— L'absence d'ateliers spécialisés dans la réparation de ces moteurs;

— Le manque de main-d'œuvre initiée à leur conduite et à leur entretien;



— Le désir d'introduire dans les pays tropicaux des nouveautés après leur mise au point dans les pays industrialisés;

— L'hiatus en équipement industriel durant la deuxième guerre mondiale.

C'est surtout dans le domaine des transports qu'on assista à une extension spectaculaire de l'utilisation du moteur Diesel.

Sur la ligne de chemin de fer Matadi-Kinshasa, à partir de 1949, l'Otraco mit en service sept locomotives Diesel de manœuvre d'une puissance de 380 ch; ce nombre augmenta d'année en année pour atteindre trente-neuf en 1958, dont vingt-trois locomotives Diesel électriques et seize Diesel hydrauliques.

Les premières locomotives Diesel-électriques de route furent mises en service entre Matadi et Kinshasa à partir de 1950 et, en 1960, elles étaient au nombre de vingt-huit, leur poids variant de 91 à 100 t et la puissance du moteur entre 1 500 et 1 750 ch.

Ces locomotives en double traction remorquent des trains de 1 100 t brutes dans le sens Matadi-Kinshasa et de 1 300 t brutes dans le sens inverse. C'est précisément un avantage marqué de la traction Diesel-électrique sur la traction à vapeur de supprimer les aléas inhérents à la double traction. En effet, avec la solution vapeur, ce mode d'utilisation conduit à une importante perte de rendement, notamment lorsqu'il s'agit d'un chemin de fer sinueux et à profil tourmenté comme celui qui traverse la chaîne des Monts de Cristal.

Les locomotives Diesel électriques, au contraire de celles à vapeur, sont prévues pour fonctionner en unités multiples, avec commande centralisée en un seul poste de conduite, de sorte que la généralisation des trains à double traction n'a posé aucun autre problème que celui d'allonger à 600 m les évitements dans les stations de croisement pour garer de pareils convois.

Un autre avantage marqué de la traction Diesel-électrique provient de la plus grande régularité du couple moteur, si bien que le coefficient d'adhérence vaut  $1/5$ , contre  $1/6$  pour la traction à vapeur; ainsi à poids adhérent égal, il est possible de tirer 20 % de tonnage supplémentaire.

La généralisation de la traction Diesel a permis sur la ligne Matadi-Kinshasa de faire face aisément à un trafic que la trac-

tion vapeur n'aurait pu absorber qu'au prix de sérieuses difficultés.

Les frais d'exploitation, d'entretien et de réparation des locomotives Diesel de route s'élevaient en 1960 à 25 F/km contre 55 F/km pour celles à vapeur si elles avaient encore été maintenues en service, soit une réduction de 55 %. Compte tenu du tonnage plus élevé tiré par les unités Diesel, la quote-part frais de traction par t/km est tombée au tiers de ce qu'elle était précédemment.

En outre, des frais d'investissement importants ont été évités ou reportés à une date éloignée. En effet, en 1925, le rapport DE KALBERMATTEN concluait à l'opportunité d'électrifier la ligne Matadi-Kinshasa à partir d'un trafic de 2 000 000 de t; depuis 1952, il a été largement dépassé sans que le besoin de recourir à la solution électrique ne se fasse sentir. D'autre part, la double traction a augmenté considérablement la capacité de cette ligne à voie unique, retardant ainsi l'époque où il sera nécessaire de doubler la voie pour assurer l'écoulement des convois.

En 1955, les locomotives Diesel représentaient 40 % de l'effectif total, mais elles assuraient 85 % du trafic sur la ligne Matadi-Kinshasa; en 1958, les locomotives à vapeur étaient toutes mises en réserve.

Au chemin de fer du Mayumbe, alors qu'en 1956 les locomotives Diesel ne représentaient que 41 % de l'effectif, elles assuraient déjà la totalité du trafic.

D'autres exemples peuvent également être cités en matière ferroviaire où le moteur Diesel a contribué largement au développement du pays. Le plus significatif paraît être celui de l'Arabie séoudite où la ligne de chemin de fer reliant le port de Damman à la capitale Riyadh a été réalisé en 1951; cette voie longue de 550 km traverse un pays complètement désertique et, dès l'origine, toutes les locomotives étaient à traction Diesel électrique. Un autre type de motorisation dans ce pays n'était pas réalisable à cause du manque de points d'eau le long du parcours.

En Egypte, en 1952, les locomotives Diesel représentaient environ 6 % de l'effectif; en 1960, la presque totalité du trafic

était assurée par traction Diesel, tant sur les lignes principales que sur le réseau secondaire du delta.

Dans son livre *Sudan transport*, Richard HILL met également en relief le rôle important joué dans le Soudan par l'introduction du moteur Diesel en matière ferroviaire. Il cite notamment l'avis émis dès 1933 par le directeur général du chemin de fer prévoyant le remplacement des locomotives à vapeur par celles à moteur Diesel.

La prédiction ne fut pas réalisée immédiatement, car des difficultés restaient à résoudre pour la transmission de la puissance aux essieux. Toutefois, à partir de 1957, la direction du chemin de fer du Soudan prit la décision irrévocable de supprimer entièrement la traction à vapeur pour la remplacer par celle à moteur Diesel. En 1963, la totalité du trafic de ce réseau était assurée au moyen de 70 locomotives Diesel de ligne.

Dans le territoire au sud de Khartoum, le chemin de fer de Gezira, créé en 1923, s'est développé très rapidement à partir de 1950 lorsqu'on décida d'y introduire la traction Diesel. Ainsi, aux environs de Manaquil, on a pu exploiter pour la culture du coton une superficie supplémentaire de 4 000 km<sup>2</sup>. Cette région enserrée entre les deux Nils a passé en peu de temps de la misère à la prospérité.

Tout comme pour la traction ferroviaire, le moteur Diesel présente des avantages marqués pour la propulsion des bateaux d'intérieur.

A partir de 1948 au Congo, l'Otraco se prononça résolument pour la dieselisation de sa flotte, malgré les hésitations de certains. Il fallait, en effet, bousculer pas mal de traditions bien établies et vaincre beaucoup de préventions.

L'adoption du moteur Diesel postulait l'hélice comme propulseur et, pour dépasser le rendement élevé de la roue à pales articulées en remorquage, il fallait absolument recourir à la tuyère Kort.

Quoi qu'il en soit, ce type de motorisation s'est imposé, les prédictions des pessimistes sont restées lettre morte et les appréhensions contre ce mode de propulsion sur un fleuve non aménagé se sont révélées exagérées. Simultanément à la dieselisation de la flotte, d'autres mesures ont été prises pour tirer parti au

maximum des avantages du moteur. Un balisage à la peinture réfléchissante « scotchlite », ne demandant pas d'entretien, rendait désormais la navigation de nuit possible. Chaque unité fut dotée de deux phares puissants de 2 000 W et d'un radar; en outre, les soutes à combustible étaient de capacité suffisante pour le voyage aller et retour, ce qui évitait tout arrêt pour approvisionnement en cours de route.

Avec les longs convois remorqués en flèche, les capitaines n'osaient s'aventurer de nuit dans le dédale des îles du Congo et du Kasai, car ils ne pouvaient surveiller à la fois la route à suivre et celle empruntée par les dernières barges de la traîne; avec le remorquage, on se trouvait à la merci de l'inattention des bateliers ou d'un coup de barre malheureux des pilotes des barges les plus éloignées du remorqueur.

Grâce à la propulsion par moteurs Diesel et hélices, il devenait possible de pousser les convois, comme cela se pratiquait aux Etats-Unis. Ce système fut adopté sans donner lieu à de sérieuses difficultés.

Le coût des transports put être maintenu assez bas grâce à ces mesures; alors que l'index des prix comparé à l'avant-guerre était passé à 450, celui des transports était seulement de 220, malgré une hausse sensible des salaires et des charges sociales.

A la même époque, une comparaison du coût de la quote-part traction dans le prix de revient de la t/km sur le réseau fluvial congolais fit apparaître qu'il s'élevait à 9,5 cm avec les pousseurs à moteurs contre 31 cm pour les meilleurs remorqueurs à vapeur.

Grâce à la dieselisation des automoteurs et à l'adoption du poussage, la rotation de la flotte fluviale s'était considérablement améliorée; la durée des voyages avait été réduite de 40 %, ce qui était très apprécié de la clientèle.

La politique du perfectionnement des transports et d'un aménagement judicieux des tarifs a largement contribué au développement économique de l'Afrique centrale.

L'abaissement du prix de revient des transports fluviaux a été constaté partout où le moteur Diesel a été adopté. Sur le réseau du Niger inférieur et de la Bénoué, avec la mise en ligne des nouveaux motor-boats, le prix de revient de la t/km est tombé de 91 cm en 1957 à 66 cm en 1961. Ce résultat a été acquis avec

un minimum d'aménagements au lit des rivières pour faire passer des convois de 3 500 t de capacité.

Aux Indes, la navigation à vapeur avait été introduite dès 1823; lorsque les Anglais construisirent le chemin de fer, ils placèrent les transports par rail et par eau sous une même direction. La voie navigable fut négligée et de ce fait devint très peu rentable, au point qu'en 1958 la navigation sur le Gange et le Brahmapoutre fut délaissée. Une équipe d'hommes entreprenants ne laissa pas tomber les bras et, à la place des steamers, mit en ligne des remorqueurs à moteurs Diesel de 300 ch; les expériences avec ces bateaux ont démontré qu'avec un minimum d'aménagement de ces rivières, la navigation fluviale y était rentable.

La navigation s'est également développée largement sur les grands fleuves de l'Amérique latine lorsqu'on y a adopté conjointement le poussage et la propulsion Diesel.

En 1935, la suralimentation du moteur Diesel à 4 temps augmentait encore son intérêt; les gaz d'échappement du moteur actionnent une turbine qui entraîne un compresseur centrifuge; l'air est envoyé vers les soupapes d'admission sous une pression de 0,5 kg/cm<sup>2</sup>. De cette façon on peut, d'un même moteur, tirer une puissance plus élevée avec un très faible supplément de poids. Ceci présente un intérêt évident pour les rivières à faible mouillage, pour la traction des trains en région montagneuse et aussi pour la navigation sur des lacs situés à haute altitude. En effet, avec la pression atmosphérique réduite, le moteur ne peut développer dans des conditions normales qu'une fraction de sa puissance. Ces cas existent; citons en Asie, le lac Baïkal situé à 520 m; en Afrique, le lac Tanganika à 780 m le lac Victoria à 1 160 m, le lac Kivu à 1 460 m et surtout en Amérique du Sud, le lac Titicaca situé à 3 835 m.

Ce dernier connaît un trafic important, car l'approvisionnement de la région industrielle de Bolivie est acheminé par les ports de l'océan Pacifique, *via* le Pérou et par le lac Titicaca. A aussi haute altitude, un moteur à aspiration naturelle ne peut développer que 59 % de sa puissance normale.

Grâce à la suralimentation, il devient possible de compenser la perte de puissance et de naviguer dans des conditions relativement économiques.

Les progrès déjà cités du moteur Diesel ont contribué au développement des pays du tiers monde par une action sur les moyens de transport intérieur.

Depuis 1950, la suralimentation des moteurs à 2 temps joue un rôle important pour les relations entre le tiers monde et les pays industrialisés. Le nombre de courses motrices deux fois plus élevé que pour le moteur à 4 temps avait pour conséquence, dans les premières réalisations, d'élever la température des chemises de cylindre et des pistons au delà des limites acceptables. Il fallait trouver le moyen d'augmenter la pression moyenne effective sans accroître la charge thermique.

D'autre part, le moteur à 2 temps n'est pas auto-aspirant, d'où des difficultés à résoudre au démarrage et à charge partielle.

La suralimentation par une turbine à gaz d'échappement, sans pompe de balayage auxiliaire, postule l'égalité de la puissance développée par la turbine et de celle absorbée par le compresseur (*fig. 1*). L'un et l'autre fonctionnant à basse pression, on peut écrire:

$$N = Q \cdot \Delta P$$

$N$  = puissance en kg . m/s;

$Q$  = débit en m<sup>3</sup>/s;

$\Delta P$  = accroissement effectif de la pression en kg/m<sup>2</sup>.

D'autre part, on a:

$$Q_a = \frac{\pi_a \cdot R \cdot T_{atm}}{P_{atm}}$$

$\pi_a$  = poids d'air en kg/s;

$P_{atm}$  = pression absolue de l'air ambiant en kg/m<sup>2</sup>;

$T_{atm}$  = température absolue de l'air ambiant en °C.

Compte tenu des rendements  $\eta_t$  et  $\eta_c$  de la turbine et du compresseur, l'équation de l'égalité de la puissance de ces deux organes devient:

$$\pi_F \frac{R T_F}{P_F} \cdot \Delta P_t \cdot \eta_t = \pi_a \frac{R T_{atm}}{P_{atm}} \cdot \Delta P_c \cdot \frac{1}{\eta_c}$$

- $\pi_F$  = poids des gaz d'échappement en kg/s;  
 $P_F$  = pression absolue des gaz d'échappement en kg/m<sup>2</sup>;  
 $T_F$  = température absolue des gaz d'échappement en °C;  
 $\Delta P_t$  = pression motrice de la turbine en kg/m<sup>2</sup>;  
 $\Delta P_c$  = pression de compression du compresseur en kg/m<sup>2</sup>;  
 $\Delta P_t = P_F - P_E$ ;  
 $\Delta P_c = P_a - P_{atm}$ .

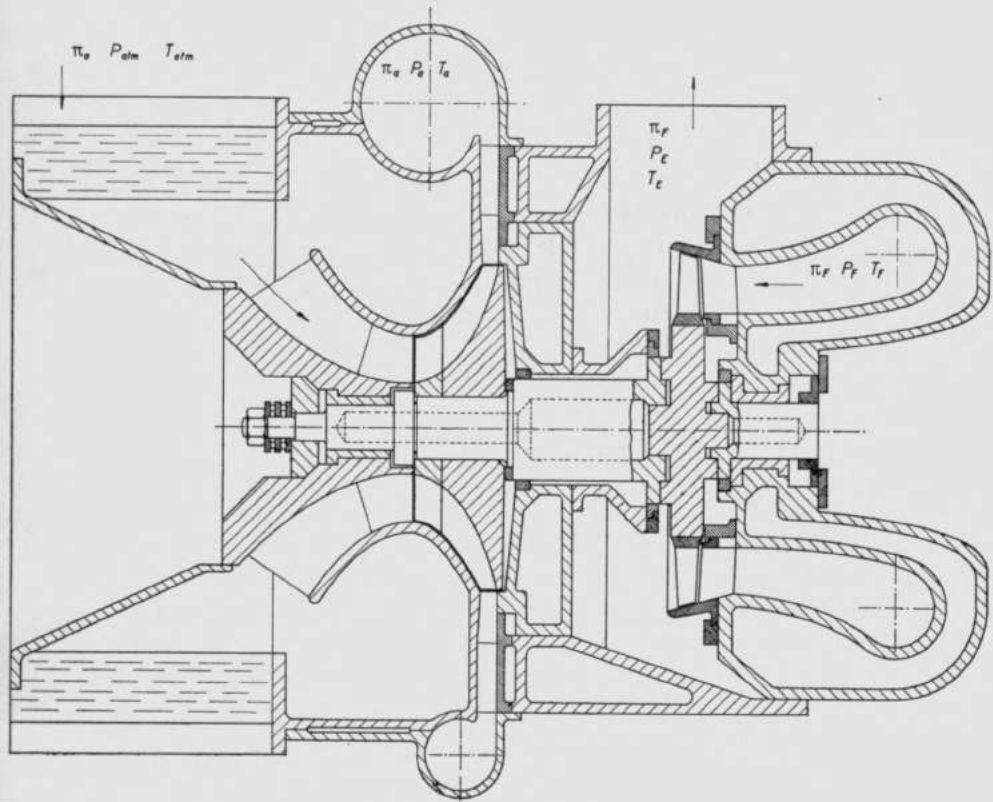


Fig. 1. - Turbo-compresseur.

Cette équation suppose que les gaz d'échappement arrivent à la turbine par une conduite commune à pression constante.

Lorsque tout l'air fourni au moteur provient de la turbosoufflante, sans apport par une pompe de balayage, on peut

écrire:  $\pi_a \cong \pi_f$ ; en effet  $\pi_f$  est à peine supérieur de 2 % à  $\pi_a$  par suite de la combustion du combustible. En outre, on a pratiquement  $P_f = P_a$ ; de plus, on pose  $\eta_g = \eta_t \cdot \eta_c$ ,  $\eta_g$  étant le rendement du groupe. On a:

$$\Delta P_t \cdot T_f \cdot \eta_g = \Delta P_c \cdot T_{atm}$$

ou bien:

$$T_f = \frac{\Delta P_c}{\Delta P_t} \cdot \frac{1}{\eta_g} \cdot T_{atm} \quad (I)$$

L'équation (1) pose le problème de la suralimentation du moteur à 2 temps. Pour que le balayage soit possible, il faut que  $\Delta P_c > \Delta P_t$ ; de plus malgré les progrès de la technique le rendement  $\eta_g$  du groupe de suralimentation ne dépasse guère 55 %. Il résulte de l'équation (1) que la température  $T_f$  des fumées sortant des cylindres doit être comprise entre 400 et 500° C pour assurer le fonctionnement de la turbo-soufflante. Une température aussi élevée n'est pas possible, car elle correspond à un volume d'air insuffisant pour que le cylindre soit balayé convenablement.

En outre, les contraintes thermiques des cylindres et des pistons seraient trop élevées; on ne peut donc assurer la suralimentation du moteur à 2 temps uniquement au moyen de la turbo-soufflante, comme sur les moteurs à 4 temps.

Aussi, on réduit autant que possible la contrepression à l'échappement  $P_E$  et on cherche à obtenir une différence aussi faible que possible entre  $\Delta P_t$  et  $\Delta P_c$  en adoptant des lumières de balayage à grande section. Pour réduire la perte de charge, on diminue le volume spécifique de l'air de suralimentation du moteur à 2 temps en le faisant passer par un réfrigérant.

Mais tout ceci ne suffit pas; pour assurer une alimentation en air satisfaisante du moteur à 2 temps, il faut une pompe de balayage qui travaille en série ou en parallèle avec la turbo-soufflante.

Depuis que la suralimentation du moteur à 2 temps a été réalisée, la puissance unitaire a été considérablement accrue par augmentation des dimensions des cylindres et par relèvement de la pression moyenne effective. Les moteurs Diesel à 2 temps



empiètent de plus en plus, pour les applications marines, dans un domaine réservé autrefois à la turbine à vapeur.

Cependant, des problèmes nombreux ont dû être résolus; un certain nombre sont évoqués ci-dessous.

Avec une soufflante de balayage du type Rootes, un dépôt de carbone sur les lumières de balayage est nuisible, car il exige une augmentation de la pression de balayage, donc de la puissance absorbée. Avec une turbo-soufflante, la réduction de section des lumières est encore plus grave; le diagramme de la fig. 2, qui représente les courbes caractéristiques de fonctionne-

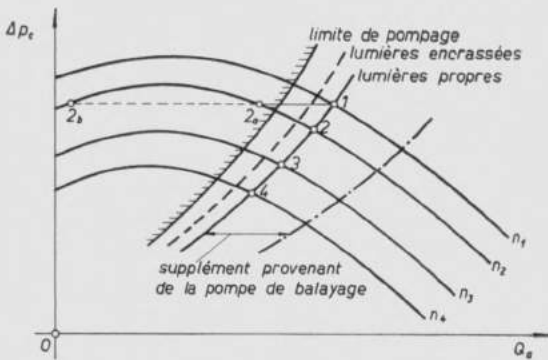


Fig. 2. - Diagramme caractéristique du fonctionnement d'un compresseur centrifuge

ment d'une soufflante de suralimentation avec pompe de balayage en parallèle, illustre les dangers auxquels on s'expose.

En abscisse, on a porté le débit d'air  $Q_a$  et en ordonnée la pression d'air nécessaire  $\Delta P_c$ ; on y a fait figurer les courbes de fonctionnement à vitesse de rotation  $n$  constante, ainsi que la courbe de la pression et du débit exigés par le fonctionnement d'un Diesel marin avec lumières de balayage propres et encrassées. Dans le deuxième cas, la courbe pression débit du moteur se décale vers la gauche. Si la turbo-soufflante tourne à régime constant, le débit diminue, ce qui entraîne une augmentation de température des cylindres et une combustion encore plus mauvaise.

Il existe un autre danger; lorsqu'on se rapproche trop du sommet de la courbe caractéristique, pour un régime constant à une

pression déterminée correspondent deux débits. Le débit est instable et varie de façon incontrôlable. Ce phénomène appelé « pompage » risque de mettre la soufflante hors d'usage.

Sur le diagramme *fig. 2*, on a représenté la limite de pompage. Supposons un moteur dont les lumières sont propres et qui fonctionne au régime 2. Si la charge augmente, le point de fonctionnement se trouve en 1, sur une courbe correspondant à un régime plus élevé. Si la vitesse de rotation de la turbo-soufflante n'a pas augmenté, le point de fonctionnement se déplace sur  $n_2$  jusqu'en 2a, en deçà de la limite de pompage; le débit d'air a diminué alors que le bon fonctionnement du moteur exige qu'il soit plus élevé; en outre, on risque de voir le fonctionnement varier de façon incontrôlable de 2a en 2b.

Avec la pompe de balayage travaillant en parallèle, il faut être particulièrement attentif à ne pas fonctionner dans une zone où existe le danger de pompage.

La suralimentation du moteur à 2 temps dépend d'une judicieuse combinaison de l'air de balayage et de celui de suralimentation.

L'air de suralimentation provient de la turbo-soufflante actionnée par les gaz d'échappement; il y a deux façons d'utiliser ceux-ci.

La première consiste à profiter uniquement de l'énergie potentielle des gaz d'échappement en les envoyant dans un receiver de volume relativement important; la turbine du groupe est entraînée par la différence de pression  $\Delta P_T$ . Ce mode de suralimentation est dit « à pression constante ».

La deuxième consiste à relier chaque échappement de cylindre par une tuyauterie aussi courte que possible à l'entrée de la turbine de façon à utiliser, en plus de l'énergie potentielle, l'énergie cinétique contenue dans les gaz. C'est la suralimentation dite « par impulsion ».

Le diagramme ( $P, V$ ) de la *fig. 3* montre le gain dû à l'énergie cinétique; il est figuré par le triangle CDF, alors que l'énergie potentielle est représentée par IFGH, la ligne GH étant à la pression atmosphérique.

Le gain de puissance obtenu grâce à l'utilisation de l'énergie cinétique est de l'ordre de 5 %; le système à impulsion ne peut

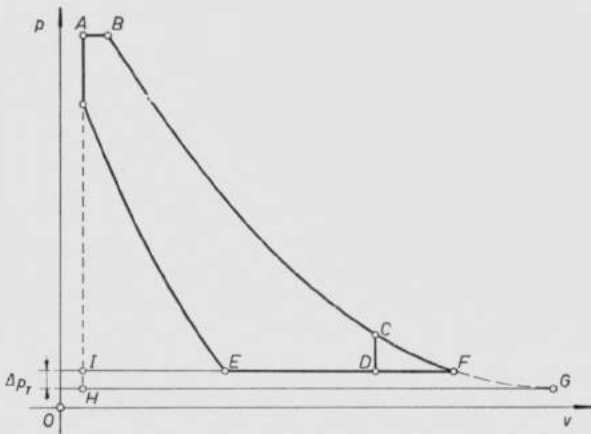


Fig. 3. - Diagramme (P, V) d'un moteur Diesel

cependant être toujours employé, car il exige d'être alimenté par les échappements de trois cylindres décalés de  $120^\circ$  et contigus; il n'est donc d'application que pour les moteurs à 2, 3 ou 4 turbosoufflantes, comportant 6, 9 ou 12 cylindres.

Dans les grands moteurs marins à 2 temps et à crosse, l'air de balayage est actuellement toujours produit par la face inférieure d'un certain nombre de pistons moteurs. Ce système est très avantageux, car il supprime toutes les liaisons mécaniques d'entraînement de la pompe de balayage. En outre, un diaphragme sépare le bas du cylindre du carter; il est muni d'une boîte d'étanchéité pour le passage de la tige de piston. La pression et la température de l'air de balayage étant modérées, la boîte d'étanchéité ne donne pas lieu aux difficultés rencontrées dans les moteurs à double effet. La garniture de cette boîte est pourvue de segments racleurs qui empêchent l'huile polluée par la combustion à l'intérieur du cylindre de tomber dans le carter et l'huile de mouvement de remonter vers le cylindre; de leur côté, les segments d'étanchéité empêchent les fumées de combustion de souiller le bain d'huile. Ainsi la longévité est accrue, l'usure des organes du moteur est réduite et il est possible de brûler sans inconvénients des combustibles lourds, beaucoup meilleur marché.

Les principales combinaisons successives adoptées par les constructeurs pour le balayage et la suralimentation sont décrites ci-dessous.

1. Le système par impulsion en parallèle (*fig. 4*). Dans ce système utilisé pour des moteurs à 6, 9 ou 12 cylindres, certaines

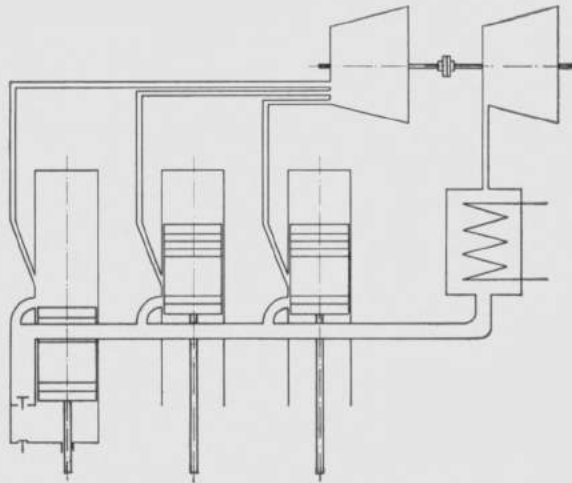


Fig. 4. - Suralimentation par impulsion en parallèle

faces inférieures de piston servent de pompe de balayage. L'air aspiré de l'extérieur est comprimé et envoyé dans le collecteur de balayage en parallèle avec celui provenant de la turbo-soufflante. En cas d'avarie à cette dernière, le moteur peut encore tourner à régime réduit. Avec ce dispositif, le danger de pompage aux bas régimes existe. Lorsque le nombre de cylindres n'est pas un multiple de trois, la turbine est alimentée à pression constante.

2. Le système par impulsion en série-parallèle représenté à la *fig. 5* convient également pour les moteurs à nombre de cylindres multiple de trois. Une partie des bas de cylindre aspire l'air de l'extérieur et l'envoie en parallèle dans le collecteur de balayage, tandis que dans les autres cylindres, le piston reçoit en série l'air de la turbo-soufflante, après refroidissement dans un échangeur thermique, et élève la pression jusqu'à  $1 \text{ kg/cm}^2$  environ. Lorsque la quantité d'air fournie par la soufflante est supérieure à celle nécessaire pour alimenter les faces inférieures des pistons couplés en série grâce à une soupape de *by-pass* une partie de l'air de suralimentation est refoulée directement en parallèle dans le collecteur de balayage.

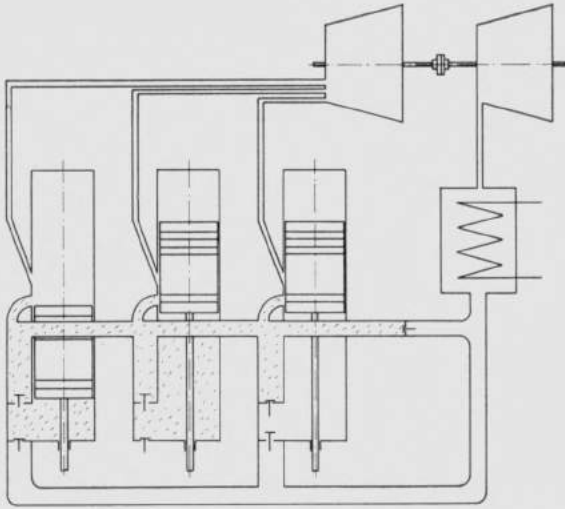


Fig. 5. - Suralimentation par impulsion en série-parallèle

Ceci peut survenir pendant les manœuvres et le diagramme de la *fig. 6* illustre le mode de fonctionnement qui permet d'éviter la zone de pompage.

Cependant, cette disposition exige un collecteur pour l'air de suralimentation et un autre pour celui de balayage, ce qui relève le prix du moteur.

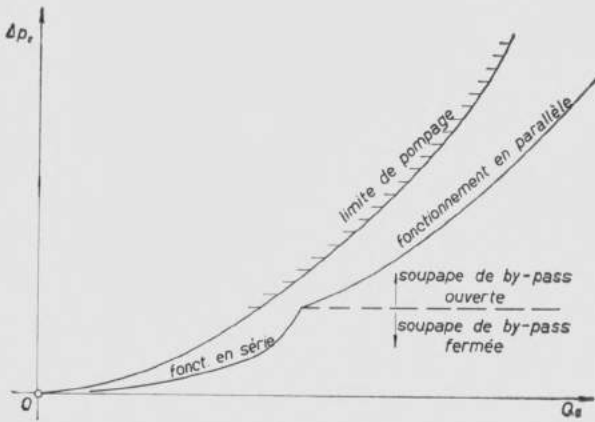


Fig. 6. - Diagramme de fonctionnement du compresseur avec suralimentation en série-parallèle

3. Le système de suralimentation par impulsion (ou à pression constante) en parallèle avec éjecteur d'air permet de simplifier la construction du moteur par la suppression d'un des deux collecteurs d'air. De plus, il apporte une bonne solution au danger de pompage aux charges partielles. La *fig. 7* représente schématiquement un moteur avec suralimentation à pression constante en parallèle, avec éjecteur d'air.

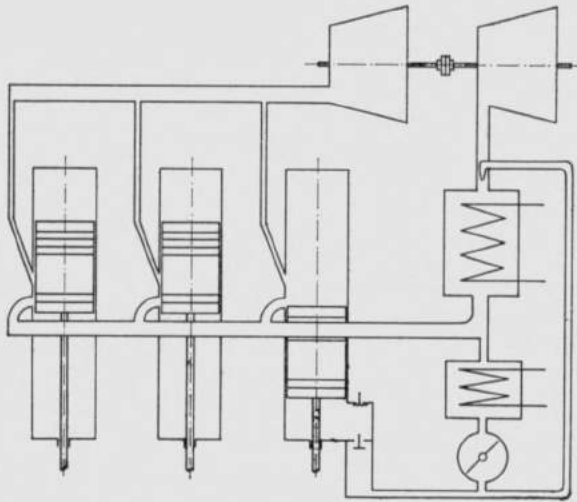


Fig. 7. - Suralimentation à pression constante en parallèle, avec éjecteur d'air

A plein régime, l'air de balayage alimente le collecteur en parallèle avec la turbo-soufflante de suralimentation. Aux charges partielles une vanne automatique empêche l'air de balayage d'être dirigé directement vers le collecteur; il passe par un éjecteur d'air situé derrière le compresseur. La vitesse de l'air augmentant, la pression diminue. Ceci a pour effet d'écarter la courbe de fonctionnement du compresseur de la limite de pompage, comme indiqué au diagramme de la *fig. 8*. Ces améliorations successives ont augmenté la sécurité de fonctionnement.

La pression moyenne effective qui était de  $5,25 \text{ kg/cm}^2$  sans suralimentation a été portée, dans une première étape, à  $7,4 \text{ kg/cm}^2$  environ.

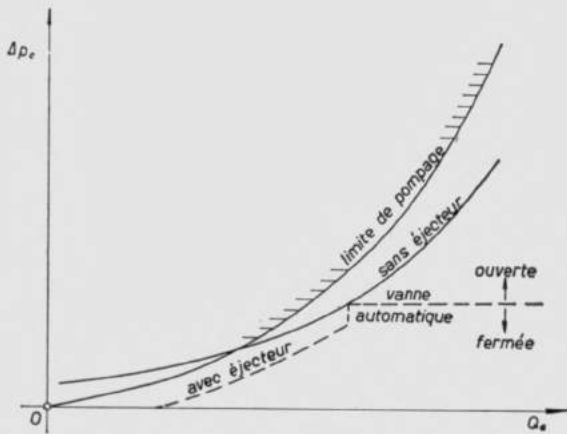


Fig. 8. - Diagramme de fonctionnement du compresseur avec suralimentation en parallèle avec éjecteur d'air

Au relèvement de la pression moyenne effective correspond une élévation de température; une zone difficile à refroidir est celle des lumières d'échappement. En effet, dans cette région du cylindre se situe une masse métallique importante où l'eau ne circule pas et où la température est particulièrement élevée.

Dans une deuxième étape, la pression moyenne effective a pu être portée aux environs de  $9 \text{ kg/cm}^2$  en incorporant dans chaque barette entre les lumières d'échappement un tuyau assurant une circulation d'eau. Mais alors, les températures moyennes devenaient si élevées que l'huile de refroidissement des pistons se cokéfiait; pour éviter le danger qui en résultait, les pistons des grands moteurs sont désormais refroidis par eau, ce qui a exigé d'assurer l'étanchéité de ce circuit pour éviter la pollution de l'huile du carter.

Ces perfectionnements, joints aux dimensions croissantes des cylindres, ont permis de réaliser des moteurs dont la puissance atteint  $30\,000 \text{ ch}$ ; déjà certains constructeurs annoncent le moteur de  $38\,400 \text{ ch}$ , de  $44\,000 \text{ ch}$  et même de  $48\,000 \text{ ch}$ . Ces moteurs à grande puissance peuvent brûler des combustibles très lourds, avec viscosité de  $1\,500$  à  $3\,000 \text{ s Redwood}$ . De plus leur consommation spécifique n'est que de  $153 \text{ g/ch.h}$  contre  $225$  pour une très bonne turbine marine.

Ces moteurs deviennent très économiques et prennent le marché marin réservé autrefois à la turbine.

Le diagramme reproduit à la *fig. 9* représente pour les navires mis en ligne entre 1953 en 1965 le pourcentage d'installations

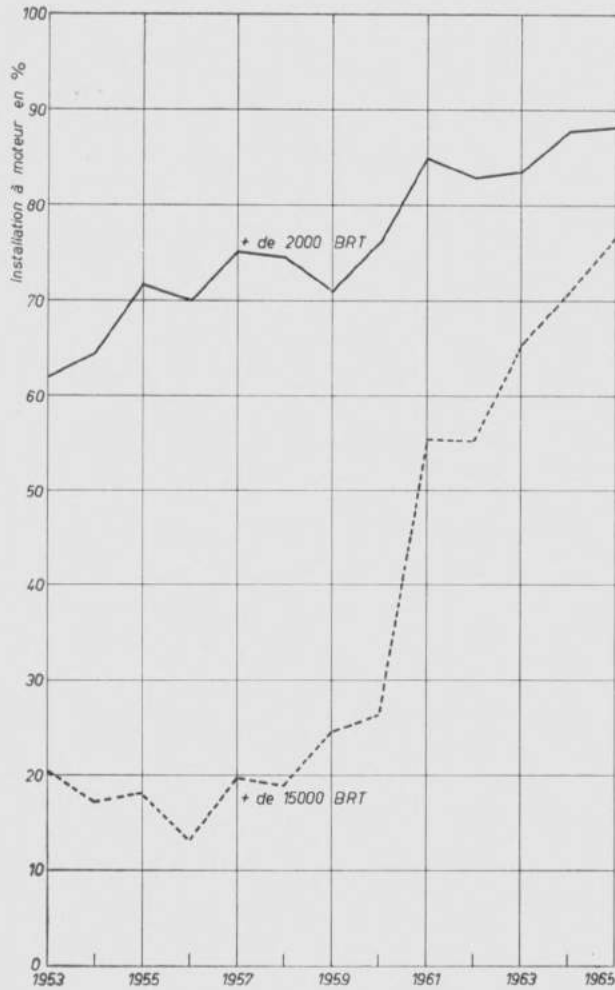


Fig. 9. - Pourcentage des installations propulsives à moteur Diesel

propulsives à moteur Diesel. Deux courbes y figurent; l'une se rapporte aux navires de plus de 2 000 B.R.T., l'autre à ceux de



plus de 15 000 B.R.T.; cette dernière correspond à un minéralier ou à un pétrolier de 25 000 tonnes deadweight environ.

Alors qu'en 1957 tous les navires de plus de 40 000 t.d.w. mis en service étaient propulsés par turbine à vapeur, en 1966 on a mis en ligne deux motorships de 132 000 t.d.w.; en dessous de 100 000 t.d.w., il devient réellement exceptionnel de ne pas recourir au moteur Diesel. Avec l'augmentation de puissance unitaire envisagée par les constructeurs de moteurs la turbine à vapeur classique risque de disparaître comme engin de propulsion des navires.

On pourrait encore se demander si, plutôt que de construire des moteurs à nombre faible de cylindres de grandes dimensions, il ne serait pas plus avantageux de répartir la puissance sur un nombre plus élevé de cylindres de plus petites dimensions et d'augmenter la vitesse de rotation.

Ce problème a été examiné récemment par le professeur ZINNER dont l'avis ne peut être suspecté de partialité, car il est le conseil d'une firme produisant des moteurs dans toute la gamme des puissances et des vitesses de rotation. Le prix moins élevé d'achat des moteurs rapides avec cylindres de petites dimensions est compensé par les frais de combustible, d'huile de graissage et d'entretien. La complication plus grande de la transmission de la puissance à l'arbre d'hélice et la multiplicité des organes rend plus ardue la tâche de surveillance du personnel de bord. En outre, il est plus facile de réaliser l'automatisation avec un nombre réduit de cylindres.

Un moteur de puissance unitaire élevée permet de propulser un navire de fort tonnage avec une seule hélice.

Le rendement de l'hélice unique est plus élevé que celui des hélices latérales, d'autant plus qu'on améliore ses conditions de fonctionnement en ajoutant un bulbe à l'étrave pour augmenter le sillage. Ce dernier perfectionnement est sans effet utile lorsque la propulsion se fait au moyen de deux hélices.

A tout prendre, pour la propulsion des grands navires, le moteur à 2 temps avec suralimentation est plus économique et c'est d'ailleurs la cause du succès de cette solution. Parallèlement à l'augmentation de la dimension des navires, elle a contribué à abaisser le coût des transports maritimes.

Des produits relativement pauvres peuvent être transportés sur des distances beaucoup plus grandes qu'auparavant et ainsi le tiers monde peut fournir aux pays industrialisés des minerais jugés auparavant inexploitable à cause du handicap de la distance.

A titre d'exemple, on peut citer l'accroissement du parcours maritime moyen du minerai de fer qui était à l'origine concentré dans la région des grands lacs américains et qui est devenu progressivement un trafic océanique.

Vers 1938, le parcours moyen d'une tonne de minerai était de 2 900 km; en 1954, il passe à 4 300 km pour être porté en 1960 à 6 100 km et en 1965 à 7 250 km.

La flotte minéralière, quasi inexistante avant 1938, atteignait 2 000 000 de t en 1955 pour passer à 27 600 000 t en 1965 et à 34 000 000 t.d.w. en 1966. Cette même année, le tonnage de minéraliers en commande s'élevait à 9 700 000 t, dont 95 % à propulsion par moteur Diesel.

En 1960, le transport maritime mondial de minerai atteignait 233 millions de t pour passer à 337 millions de t en 1965; pendant cette même période, le nombre de tonne  $\times$  mille passait de 767 milliards à 1 301 milliards.

Cet exposé se limite à montrer la répercussion sur les transports ferroviaires, fluviaux et maritimes de trois grands perfectionnements du moteur Diesel: l'injection mécanique, la suralimentation du moteur à 4 temps et celle du moteur à 2 temps. Il est encore bien d'autres domaines importants où le moteur Diesel a joué un rôle bénéfique grâce à la production d'électricité dans des régions éloignées et isolées. S'ils n'ont pas été abordés, ce n'est pas parce qu'ils manquent d'intérêt. Mais les exemples cités suffisent à prouver l'influence bénéfique des progrès techniques pour le tiers monde. Puissent-ils être un encouragement pour ceux qui y travaillent; ils luttent efficacement pour abolir la misère et l'ignorance et accomplissent ainsi une œuvre de paix.

Le 30 juin 1967.

BIBLIOGRAPHIE

- [ 1 ] Anonyme: La traction ferroviaire Diesel (Rapport de l'Arbeitsgemeinschaft Dieselschienenverkehr, Darmstadt, 1954).
- [ 2 ] — : Otraco, 1935-1960 (Plaquette du XXV<sup>e</sup> anniversaire de l'Otraco, Bruxelles, 1960).
- [ 3 ] — : Wachsende Bulkcarrierflotte. Hoher Auftragbestand. Steigende Schiffgrößen (Hansa, Hamburg, 1966, n<sup>o</sup> 7, p. 500).
- [ 4 ] — : Welt-Massengutverkehr - Bulkcarrier erhöhten ihren Transportenteil (Hansa, Hamburg, 1967, n<sup>o</sup> 1, p. 13).
- [ 5 ] Anonyme: Die Bulkcarrier-Flotte 1967 (Hansa, Hamburg, 1967, n<sup>o</sup> 8, p. 697).
- [ 6 ] AERTSSEN, G.: Het historisch verband tussen voortstuwer en machine (Communications de l'Académie de Marine, T. XVIII, p. 33 à 66, Anvers, 1966).
- [ 7 ] COMHAIRE, E.: Essais de marche d'un stern-wheeler à moteur (*Congo*, t. I, p. 782 à 785, Bruxelles, 1922).
- [ 8 ] — : Le moteur Diesel léger (*Annuaire de l'Union belge des ingénieurs navals*, t. I, p. 81 à 124, Bruxelles, 1941).
- [ 9 ] COPPENS, A.: Les moteurs Diesel à quatre temps et à deux temps (*Annuaire de l'Union belge des ingénieurs navals*, vol. III, p. 167 à 201, Bruxelles, 1954).
- [ 10 ] DE KALBERMATTEN, M.P.: Rapport pour la commission pour l'étude de l'électrification du chemin de fer du Congo (Liège, 1925).
- [ 11 ] DE WINNE, A.: L'injection du combustible dans les moteurs Diesel (*Annuaire de l'Union belge des ingénieurs navals*, t. III, p. 203 à 258, Bruxelles, 1954).
- [ 12 ] FRYLINCK, H.C.: Le développement de la navigation sur les rivières à faible profondeur (Congrès international de navigation S.I., s.5, p. 167 à 182, Baltimore, 1965).
- [ 13 ] GYSSLER, G.: Investigations concernant le processus d'échappement des moteurs à deux temps suralimentés (*Revue Brown Boveri*, Baden, février 1960, n<sup>os</sup> 1-2, p. 73-86).
- [ 14 ] — : Methods of turbocharging with special reference to large two stroke Diesel-engine (A.S.M.E., New-York, 1966).
- [ 15 ] HILL, R.: Sudan transport (London, Oxford university press, Londres, 1965).
- [ 16 ] JACOBS, P.A.: La diésélisation du matériel de transport au Congo belge (Compte rendu des journées d'études des transports au Congo belge, p. 327 à 342, Bruxelles, 1956).
- [ 17 ] LAVAL, P.: Les phénomènes d'injection des gros moteurs Diesel marins (*Annuaire de l'Union belge des ingénieurs navals*, t. IV, p. 113 à 146, Bruxelles, 1957).

- [18] LEDERER, A.: La propulsion des bateaux coloniaux (*Annuaire de l'union belge des ingénieurs navals*, t II, p. 329 à 380, Bruxelles, 1949).
- [19] — : Histoire de la navigation au Congo (*Annales du Musée royal de l'Afrique centrale*, Sciences historiques, n° 2, Tervuren, 1965).
- [20] — : Les grands moteurs Diesel marins (*Revue Energie primaire*, éditée par l'Union des ingénieurs de Louvain, vol. II, n° 4, p. 11 à 37, Bruxelles, 1966).
- [21] PERSON, J. et MYTINGER E.: Evolution of propulsion and control of cargo vessels on the inland waterways of the United States (XIX<sup>e</sup> Congrès international de navigation, S.I., Q.2, p. 59 à 81, Londres, 1957).
- [22] RICARD, J.: Appareils moteurs et évaporatoires de la marine marchande (Edition de l'Ecole nationale supérieure du génie maritime, Paris, 1956).
- [23] ZINNER, K.: Zylindergröße und Zylinderzahl (Hansa, Hamburg, 1966, n° 24, p. 2 096).

## L. Jones. — Surveillance des mouvements verticaux du sol

### Recherches sur les appareils de mesure

1. Dans une communication précédente [4]\*, nous tentions une synthèse d'un problème dont l'intérêt s'était imposé depuis peu d'années à l'attention des milieux scientifiques internationaux qui étudient la physique de la terre. Après avoir présenté une classification des mouvements du sol, illustrée d'exemples numériques provenant de mouvements observés, nous faisons l'inventaire des moyens d'observation disponibles, c'est-à-dire les instruments de mesure de la composante verticale de tels mouvements. A ce dernier sujet, nous montrions la nécessité d'augmenter la précision de mesure de façon appréciable, notamment par le biais de l'élimination des causes d'erreurs extérieures aux instruments eux-mêmes. C'est à ce problème que nous nous sommes attachés, dans le cadre des activités de recherches scientifiques de l'Institut Géographique Militaire (I.G.M.). L'évolution des solutions élaborées jusqu'à présent constitue l'objet de cet article.

2. Il existe deux catégories de méthodes de mesure des mouvements verticaux du sol selon qu'on surveille un mouvement possible d'une ligne plus ou moins longue (des kilomètres), ou d'une petite surface ou une ligne très courte (quelques dizaines de mètres). Dans le premier cas, on envisagera le nivellement cheminé, dans le second cas le nivellement en station fixe.

Nous avons donné la priorité à l'étude des instruments de nivellement en station fixe pour trois raisons:

— La mise en œuvre de la méthode est plus économique qu'en nivellement cheminé;

— Au-delà de son intérêt en recherche pure, cette étude peut avoir des applications pratiques (industrie; génie civil);

---

\* Les chiffres entre [ ] renvoient à la bibliographie *in fine*.

— Les résultats obtenus seront utiles pour l'étude des instruments de nivellement cheminé.

D'autre part, les instruments de nivellement peuvent être basés, actuellement du moins, sur l'un ou l'autre des principes suivants:

- Horizontalité d'un rayon lumineux: nivellement optique;
- Horizontalité d'une surface liquide: nivellement hydrostatique.

L'application de chacun de ces principes se heurte à de nombreuses difficultés. L'expérience semble toutefois montrer que le nivellement hydrostatique doit fournir une précision de mesure supérieure à celle du nivellement optique. Cette constatation nous a incité à porter l'effort principal sur l'étude des niveaux à eau.

### 3. Les instruments de nivellement hydrostatique

#### 3.1. Principes — Difficultés à vaincre — Limitations (fig. 1)

Les pots A et B du système communicant sont identiques et cylindriques.

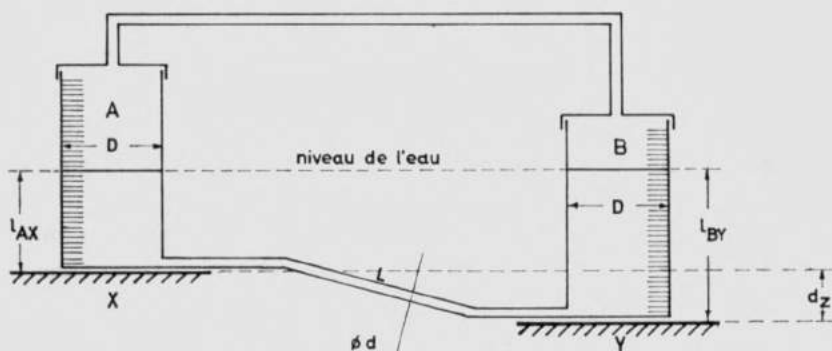


Fig. 1. — Principe du niveau hydrostatique

Si  $l_{AX}$ ,  $l_{BY}$  sont les lectures idéales des niveaux de l'eau, on a

$$dz = l_{BY} - l_{AX}$$

En réalité, les lectures sont entachés d'une erreur « à l'origine »: on lit ( $l_{AX}$ ) et ( $l_{BY}$ ) telles que

$$l_{AX} = (l_{AX}) + C_A$$

$$l_{BY} = (l_{BY}) + C_B$$

Les graduations de A et de B sont supposées régulières et identiques; les valeurs  $C_A$  et  $C_B$  sont, et resteront, des inconnues.

En faisant une double mesure:

A sur X, B sur Y: opération 1

B sur X, A sur Y: opération 2

on obtiendra:

$$dz_1 = (l_{BY}) - (l_{AX}) = l_{BY} - l_{AX} + C_A - C_B$$

$$dz_2 = (l_{AY}) - (l_{BX}) = l_{AY} - l_{BX} + C_B - C_A$$

et

$dz = \frac{1}{2} (dz_1 + dz_2)$  avec élimination des erreurs à l'origine,

tandis que la valeur de l'étalonnage relatif des pots, qui doit s'avérer être une constante (à la précision des mesures près) est donnée par

$$C_A - C_B = \frac{1}{2} (dz_1 - dz_2)$$

Pour une raison de simple commodité, les pots ont une hauteur limitée: la portée de mesure ( $dz$ ) est donc également limitée.

La pression atmosphérique sur le niveau de l'eau doit être identique en A et en B: les pots doivent donc être munis d'un couvercle étanche, avec un tube de liaison ( $p$ ) dit tube de pression.

Il y a toujours un remplissage initial du système communicant; initialement, les niveaux de l'eau en A et en B diffèrent d'une quantité petite  $n$ . Avec le temps,  $n$  va osciller jusqu'à obtention de l'équilibre ( $n = 0$ ). La mécanique des fluides donne la fonction reliant  $n$  et le temps: pour obtenir rapidement l'équilibre, il faut calculer les valeurs adéquates des diamètres  $D$  des pots,  $d$  du tuyau à eau, et cela en fonction de la longueur  $L$  de ce dernier. A titre d'exemple:

$L$ : 55 m;  $D$ : 10,5 cm;  $d$ : 1,54 cm; temps d'équilibre: 124 s [2].

Par ailleurs, si la longueur  $L$  devient trop grande, le système va enregistrer une composante due aux marées terrestres; il s'agit là d'un phénomène perturbateur qui ne nous intéresse pas.

Des conditions de température constante du système doivent être réalisées. Les matériaux utilisés devront avoir un coefficient de dilatation faible; une conductivité calorifique homogène.

Enfin, tous les phénomènes de tension superficielle, capillarité, viscosité sont à l'origine d'autant de problèmes particuliers à résoudre dans le domaine des détails de la construction d'un niveau à eau. La théorie pourra guider plus ou moins bien des solutions qui auront, surtout, un fondement expérimental.

Tout ce qui précède montre que le chemin menant à un instrument précis et fidèle est semé d'embûches.

### 3.2. Les réalisations à l'étranger

La documentation étrangère sur les niveaux hydrostatiques n'abonde pas. A l'exception d'un modèle de niveau qui est commercialisé depuis 1966, les modèles cités ci-après n'ont fait l'objet que de quelques publications scientifiques. Nous ne prétendons pas être au courant de tout ce qui aurait été publié sur la question: notre exposé n'aura donc pas un caractère exhaustif. Les renseignements que nous donnons sont tirés de la littérature spécialisée et complétés par nos propres informations: nous les limiterons à l'essentiel. Enfin, nous n'envisagerons pas les équipements permettant le nivellement entre rives éloignées (plusieurs kilomètres) d'un fleuve ou d'un bras de mer.

#### DANEMARK [3] (fig. 2)

Modèle dû à DAN LA COUR (directeur de l'Institut météorologique) qui y travailla en 1923-27 avec son collaborateur EGEDAL qui poursuivit les travaux.

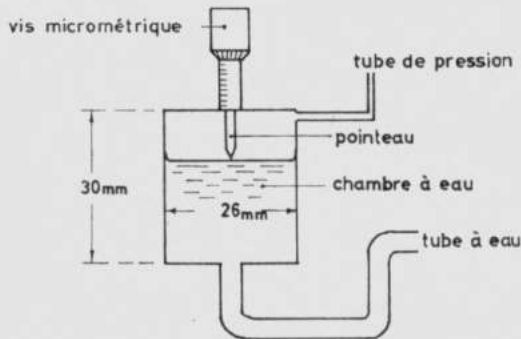


Fig. 2. — Schéma du niveau de DAN LA COUR-EGEDAL.



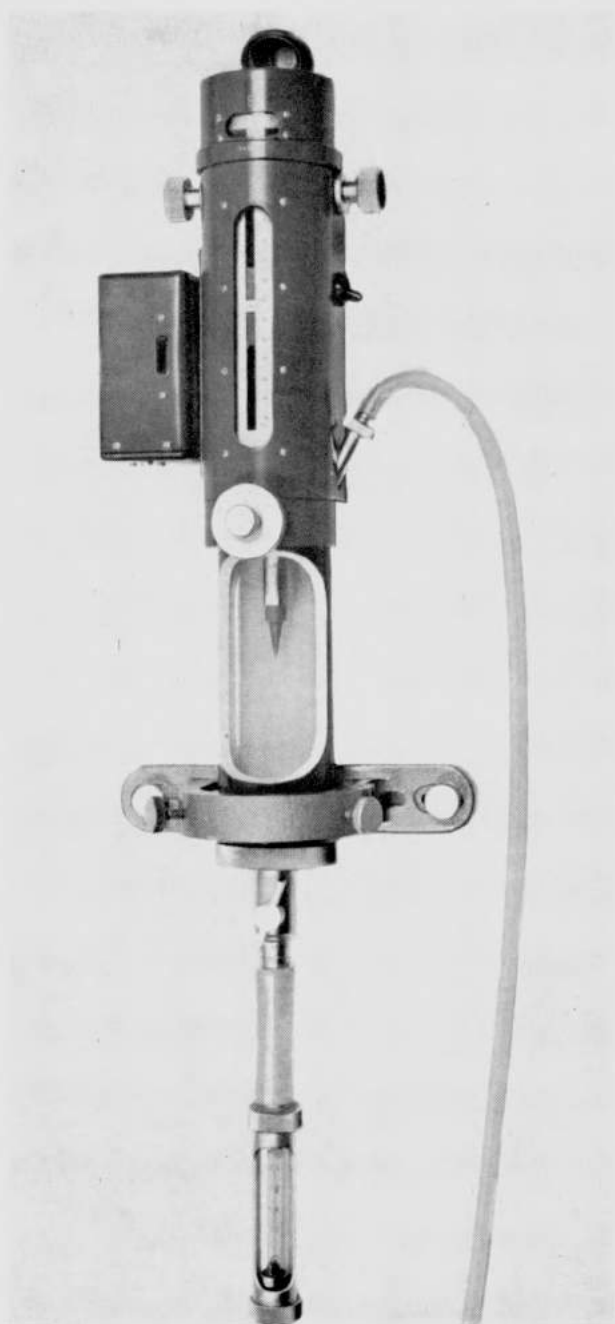


Fig. 3. — Niveau de MEISSER

Observation du niveau de l'eau: par contact d'un pointeau émergé, actionné par une vis micrométrique; lecture au 0,01 mm, estimation au 0,001 mm.

Pointe de contact: initialement en or, en verre par la suite; doit toujours être très propre; forme sphérique, remplacée finalement par une forme arrondie.

Observation du contact: avec une loupe à main.

Chambre à eau: en verre; monture en invar.

Liquide: eau distillée, biologiquement neutre.

Tuyaux à eau: le verre conviendrait le mieux.

Précision: e.m.q. de 2 à 3  $\mu$ .

Application: en géodésie.

#### POLOGNE [9]

Même principe — Type de niveau: celui de MEISSER (voir ci-après).

Tuyaux à eau: en caoutchouc.

Eau: de ville.

Précision: e.m.q. de 11  $\mu$ .

Application: géodésie (nivellement cheminé) — travaux miniers — barrages (1959-61).

#### ALLEMAGNE DE L'EST [6] (*fig. 3*)

Même principe. Conception due au Dr MEISSER (†). Forme commercialisée (1966) par FREIBERGER Präzisionsmechanik — (Estimport, Eupen).

Une innovation: le contact du pointeau avec l'eau coupe un circuit électrique qui éteint une lampe témoin.

Tuyaux à eau: en plastique souple.

Eau: de ville, ou naturelle.

Précision (publication scientifique, et prospectus): 10  $\mu$  (erreur moyenne? ou erreur totale?).

Application: mines — hall de machines — mouvement de grands bâtiments, ponts, barrages.

#### *Commentaires*

N'ayant pas eu l'occasion d'utiliser ces types de niveaux, nous ne pouvons que juger sur pièce. Ils présentent tous la même

faiblesse: repérage du niveau de l'eau par un pointeau émergé (effet de capillarité), observé avec une loupe au travers d'une paroi cylindrique en verre; il n'est pas du tout certain que les pointes de contact soient identiques pour chacun des deux pots à eau. Les précisions mentionnées sont issues de séries de mesures. Enfin, on ne trouve pas de solution complète aux problèmes que nous avons évoqués au § 3.1.

#### JAPON

Water-tube tiltmeter, Model WTT. Commercialisé (Akashi, Tokyo). Nous ne pouvons que le citer, n'ayant jamais reçu qu'un prospectus dont nous extrayons:

Portée de mesure:  $\pm 20''$  à 25 m (2,5 mm).

Précision:  $\pm 0''004$  à 25 m (0,5  $\mu$ ).

Tuyaux à eau: de verre — et de caoutchouc — Dispositif électrique pour contact avec le niveau de l'eau. Il semble que cet instrument soit semblable à celui que nous allons examiner maintenant.

#### USA [2] (fig. 4 et 5)

Une paire de « portable water-tube tiltmeters » nous fut obligeamment prêtée, en 1961, par l'Hawaiian Volcano Observatory en vue d'une utilisation sur l'Etna par une mission conjointe I.G.M. - Centre national de volcanologie (C.N.V.) Disons de suite que c'est le principe de construction de ce water-tube qui a été à la base de nos propres recherches sur les niveaux hydrostatiques.

L'observation du niveau de l'eau se fait ici par un pointeau immergé. L'éclairage du milieu liquide réalise un miroir supposé plan; au travers de la loupe grossissante on aperçoit le pointeau et son image qui se rapprochent lorsqu'on actionne le mouvement micrométrique (pas: 0,5 mm) du pointeau à l'aide d'un tambour gradué en 50 parties lisibles au 1/10; l'approximation de lecture est donc le micron.

Un orifice de trop-plein, avec bouchon, permet de régler la position du niveau de l'eau. Cela entraîne une certaine limitation de la portée de mesure à, pratiquement,  $\pm 5$  mm.

L'étanchéité du pot là où passe l'axe du pointeau est réalisée par un joint en plexi constituant chambre à mercure.

Les dimensions du système sont calculées suivant les lois de la mécanique des fluides: pour un diamètre intérieur du pot de

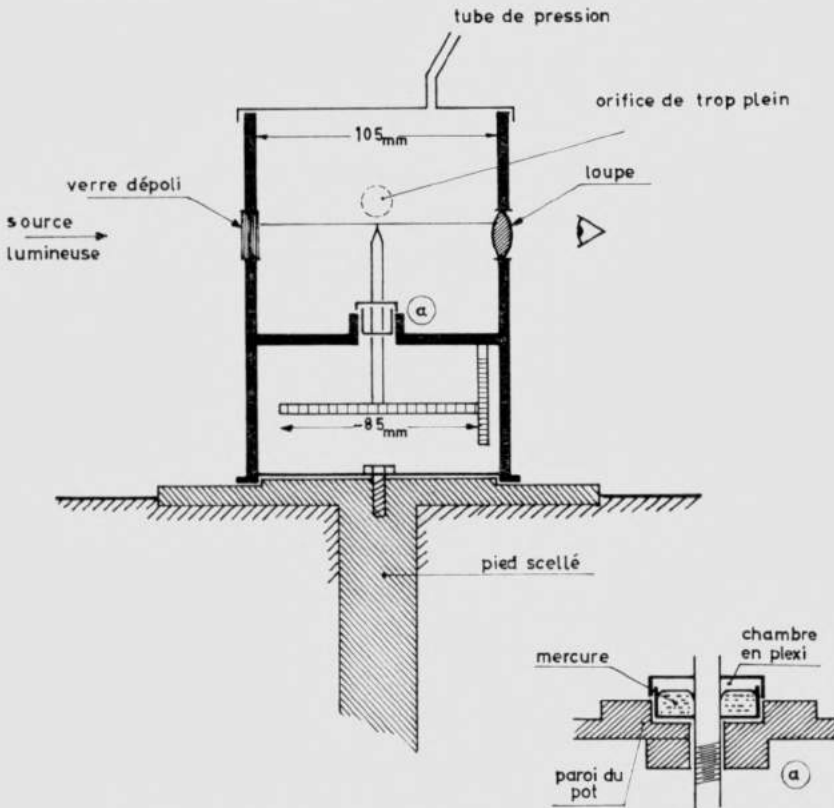


Fig. 4. — Schéma du niveau du Hawaiian Volcano Observatory

105 mm, une longueur de tuyau à eau de 55 m, le diamètre intérieur de celui-ci est de 15,4 mm; l'équilibre est atteint dans les 2 minutes (124 s).

En gros, la procédure d'emploi est la suivante: les couvercles supérieurs sont enlevés; laisser refouler l'eau dans les pots et la laisser déborder suffisamment pour éliminer les bulles d'air et les impuretés. Arrêter le refoulement d'eau, laisser le niveau s'établir (trop-plein). Obturer les pots, sceller les couvercles

avec une bande auto-collante. Faire une série de 5 lectures, attendre 2 minutes, répéter la série. Si les moyennes obtenues s'écartent de plus de  $5 \mu$ , refaire une série de mesures. Si l'écart persiste, recommencer l'opération à partir d'un nouveau refoulement d'eau.

### *Commentaires*

Malgré une utilisation très soignée du *portable water-tube tiltmeter* sur l'Etna durant près de trois mois, nous ne sommes pas parvenus à obtenir des résultats concluants. Voici les principales remarques que nous ferons:

— Localisation du niveau de l'eau: le phénomène de tension superficielle provoque un domaine d'incertitude qui détruit fortement la précision;

— Le refoulement d'eau par le haut du pot, par le trop-plein, répand de l'eau partout, ce qui est peu commode; cache toute fuite au pot qui aurait pu se produire; mouille toute la paroi du pot au-dessus du niveau d'eau à mesurer, d'où une variation de ce niveau pendant un temps qui peut être long (se souvenir que l'on cherche à mesurer au micron près);

Le déplacement du pointeau vers sa position de contact fait monter le niveau de l'eau dans le pot: quel est l'effet de la tension superficielle le long de la paroi du pot?

— La lecture ne donne que le micron à l'estime;

— La lecture sur l'échelle verticale peut provoquer une confusion d'une unité;

— Les dispositifs d'observation et de lecture sont rudimentaires et peu pratiques (les pots étant mis en station très près du sol).

— Les tuyaux à eau doivent être en matériaux rigides.

Cet ensemble de constatations s'est traduit par des mesures continuellement fluctuantes, inexploitable par le calcul.

Il n'en reste pas moins que ce fut, pour nous, une expérience riche d'enseignements, ce dont nous restons très reconnaissants à l'Hawaiian Volcano Observatory.

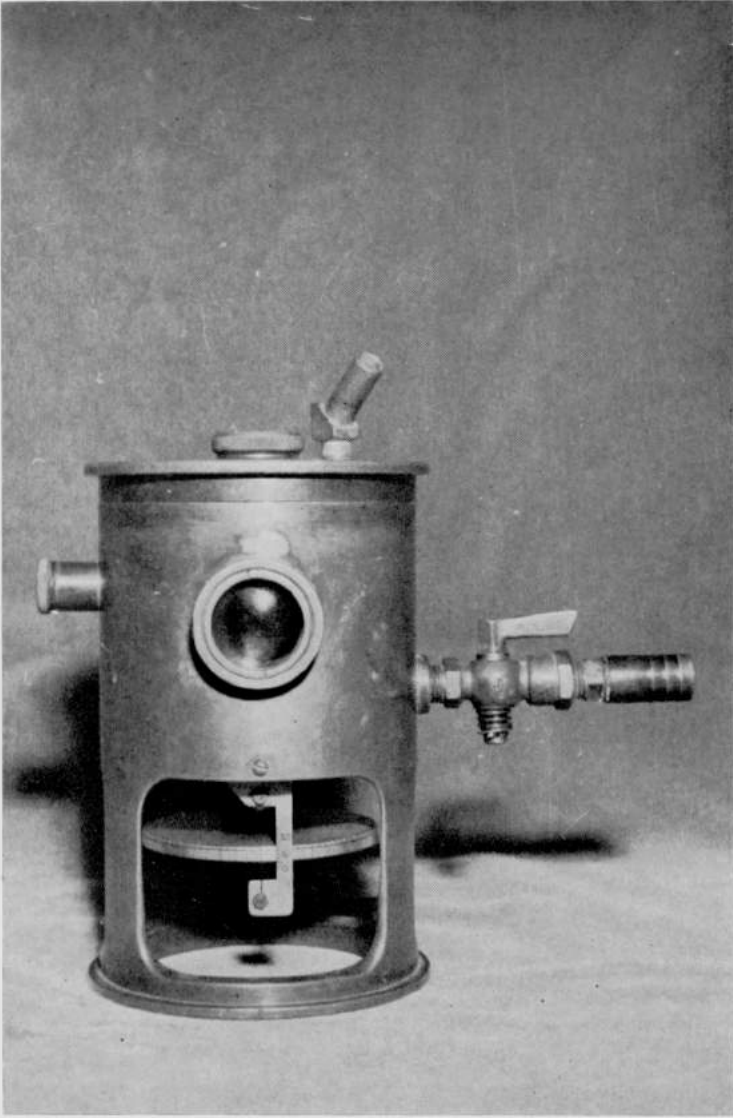


Fig. 5. — Niveau du Hawaiian Volcano Observatory

### 3.3. *Les projets à l'étranger*

Au dernier symposium sur les mouvements récents de l'écorce terrestre (1965), on semble avoir été fort discret sur le problème des instruments. En dehors de l'évocation d'un projet hollandais (tube à eau de plusieurs kilomètres immergé dans un canal) on ne peut que citer un projet finlandais présenté par T.-J. KUKKAMÄKI [8].

Après avoir fait remarquer que les nivellements géométriques cheminés devraient être réitérés après des périodes de 44 ans pour 10 km d'extension, 14 ans pour 100 km et 6 ans pour 500 km, si l'on veut que les erreurs d'observation restent inférieures au tiers du mouvement étudié ( $15 \mu/\text{km}/\text{an}$ ), T.-J. KUKKAMÄKI propose d'utiliser un tube à mercure de 1 000 m de long. Les mouvements des niveaux dans les deux cuvettes seraient mesurés par interférences lumineuses avec une précision interne de  $0,02 \mu$ .

Malheureusement, la durée d'observation serait limitée à quelques heures. Pour des durées plus longues, des effets perturbateurs interviennent: température, pression; le système communicant devrait être installé à 50 m de profondeur, horizontal, thermostaté, isolé en pression. L'effet luni-solaire (marée) serait le plus désagréable: une élimination par calcul pourrait être réalisée. Toutefois, on espère une précision conclue de  $0,2 \mu$ .

### 3.4. *Les réalisations en Belgique*

#### *Le niveau à eau I.G.M.-C.N.V. (fig. 6)*

C'est, dans ses grandes lignes, le modèle U.S.A., modifié une première fois suite aux enseignements de la mission 1961 sur l'Etna, puis sur la base des mesures faites sur le même volcan en 1962-63 (1), et enfin au cours de mesures expérimentales en Belgique de 1963 à 1966 (2). La fig. 6 donne l'aspect du niveau

---

(1) Les travaux sur l'Etna, dans le cadre d'une collaboration I.G.M.-C.N.V., furent financés par le C.N.V.

(2) Grâce à la collaboration active de personnel temporaire: MM. HONNOREZ, FIERENS, CALLEWAERT, candidats officiers de réserve; et le caporal BASTIEN. La compétence de M. SCHAEFER, directeur de la S.A. d'Optique de précisions, Houffalize, nous a été d'un précieux secours.

tel qu'il se présentait finalement. En voici les principales caractéristiques, assorties des critiques qui s'imposent:

*Echelles de lecture et pointeau:*

Tambour (t) de  $\phi$  10 cm, 200 graduations numérotées 0 à 99, pour un pas de 1 mm. La lecture se fait au 0,001 mm, au 0,000 5 mm à l'estime. Une spirale gravée de 1 mm de pas lève toute ambiguïté sur la lecture de l'échelle verticale (v) en mm. Cette dernière est graduée, sur un biseau, de 0 à 35 mm.

Les graduations devraient être gravées plus finement; le biseau gradué de l'échelle verticale devrait être transparent, afin de faciliter la lecture à l'estime sur le tambour.

La lecture se fait par une lunette coudée L grossissante réglable en hauteur et en direction.

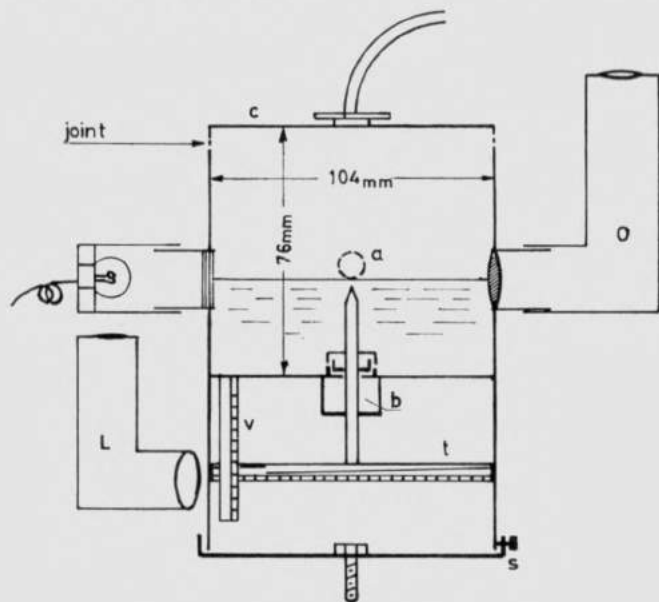


Fig. 6. — Schéma du niveau I.G.M.-C.N.V.

Pointe du pointeau: impossibilité d'obtenir un sommet de cône parfait; après avoir essayé de réaliser une forme hémisphérique, on a adopté finalement une forme tronconique: le méplat a un diamètre de l'ordre de 0,35 mm pour le pointeau d'un pot, et de 0,20 mm pour l'autre. En fait, on devrait obtenir deux méplats



identiques. Cette forme tronconique semble convenir le moins mal pour établir un contact fin avec le niveau de l'eau.

Un dispositif de réglage (b) est prévu pour rattraper le jeu de la vis du pointeau.

#### *Observation du contact du pointeau avec le niveau de l'eau*

La loupe a été remplacée par une lunette coudée (o). Eclairage par un dispositif à douille en face du verre dépoli; celui-ci est bleuté afin de supprimer des effets de diffraction.

*Orifice de trop-plein (a)*: son niveau inférieur se situe 5 mm au-dessus du plan horizontal de l'axe optique d'observation. L'orifice a un profil tronconique favorisant un écoulement complet; lors de la mise en place du bouchon, l'obturation est parfaitement réalisée jusqu'à la paroi intérieure du pot. Un accessoire constitué d'un embout métallique avec tuyau souple peut être vissé sur l'orifice de trop-plein lors du refoulement d'eau: celle-ci est donc évacuée au-delà du lieu de travail.

*Couvercle supérieur du pot*: vissé en un tour, avec joint en caoutchouc. Fixation du tube de pression par douille indépendante du mouvement du couvercle.

Accessoire: couvercle spécial pour refoulement muni d'un gros tuyau (type tuyau de pompier). On verra plus loin que cet accessoire ne sera plus utilisé par la suite.

Intérieur du pot: parois polies et dégraissées.

*Socle(s)*: fixation par vissage avec calage assurant une position constante. Il sert à démonter le pointeau et à permettre le nettoyage de l'instrument.

*Matériau*: en bronze coulé pour le corps du pot, en acier inoxydable pour les dispositifs de mesure.

#### *Principales conclusions tirées des mesures*

Mesures sur l'Etna:

D'une façon générale, on constate une variation systématique croissante du niveau de l'eau, dans chacun des pots. Le gradient de cette variation diffère d'un pot à l'autre, d'un jour à l'autre; parfois même dans une série de mesures. Ce gradient peut atteindre  $100 \mu$  à la minute.

### Mesures sur la base clinométrique de Quenast:

On fait la même constatation qu'à l'Etna. On s'attache à trouver le procédé le moins mauvais pour réaliser le contact du pointeau avec le niveau de l'eau. Aucun des cinq procédés expérimentés n'est satisfaisant; le gros handicap est que l'on ne parvient pas à assurer la répétition parfaite du contact.

Dès lors, on procède à des essais sur pilier, dans la cave-laboratoire de l'I.M.G.; deux types d'expériences sont réalisés:

A. Remplissage d'eau laissé au repos durant une semaine, le local étant à température constante, avant de commencer les mesures.

Il n'y a pas d'élévation du niveau d'eau. La précision est de  $\pm 1 \mu$  (e.m.q.) sur 20 mesures. Des variations normales de température n'ont pas d'influence.

Le niveau de l'eau tend à baisser légèrement (200 à 300  $\mu$  par semaine) et à se stabiliser.

On constate un effet perturbateur dû à l'air emprisonné dans la chambre à mercure; et un phénomène de plus en plus marqué de dégazéification de l'eau.

L'eau n'est pas assez propre; une cartouche filtrante devra être placée en amont de l'injection dans la tuyauterie.

B. Refoulement lent de l'eau, durant 2 heures environ, avec vidange par le seul orifice de trop-plein (a), afin d'éliminer les impuretés et les bulles d'air et stabiliser la température du système. On procède ensuite aux mesures suivant la procédure U.S.A.

On constate à nouveau une tendance du niveau de l'eau à monter. Les erreurs moyennes de mesures sont de 5  $\mu$  pour un pot, de 12  $\mu$  pour l'autre: l'influence de la non-identité des pointeaux est certaine (effet de l'équation personnelle de l'observateur lors de l'observation du contact). La différence de niveau ( $dz$ ) peut varier jusqu'à 12  $\mu$  selon qu'on exploite l'une ou l'autre combinaison des séries successives de mesures.

On a dès lors procédé à l'observation systématique de la variation du niveau de l'eau au cours du temps. Une courbe parabolique du 2<sup>e</sup> (ou du 3<sup>e</sup> degré) est bien représentative du phénomène;

mais ses coefficients numériques dépendent de l'expérience faite. Les gradients des courbes de chacun des pots, pour une même expérience, deviennent comparables dans la limite du micron après un délai de 4 heures.

Les causes du phénomène pourraient être un effet de température (système d'éclairage) ou d'hydrolyse (deux sortes de métaux constituant le pot).

La chambre à mercure doit rester ouverte (supprimer son capuchon).

La tuyauterie pour l'eau, en vinyl pur, rigide, élimine toute cause d'erreur de ce côté.

Ce qui est indubitablement une cause d'imprécision, c'est le système de contact du pointeau avec le niveau de l'eau. Travaillant par étapes successives d'élimination des causes d'erreurs, nous nous sommes attachés à modifier le dispositif d'observation du niveau de l'eau.

*Le niveau à eau de précision NEP. Modèle I (1966) (fig. 7, 8, 9)*

C'est le modèle I.G.M.-C.N.V., pour lequel on a remplacé la lunette O par une lunette à micromètre optique permettant de réaliser une observation indirecte du niveau de l'eau et, par là même, d'éliminer les effets de capillarité. En effet, si l'on mesure l'écartement existant entre l'image directe du pointeau et son image réfléchie, on peut calculer la position du plan d'eau. Cette lunette comporte (*fig. 7*):

(f) Dispositif de fixation sur le pot dans une position unique;

(a) Dispositif de mise au point pour tenir compte de l'indice de réfraction de l'eau utilisée;

(b) Objectif;

(c) Dispositif permettant de déplacer les images perpendiculairement à la graduation du réticule;

(d) Dispositif permettant de déplacer les images parallèlement à la graduation du réticule. De la sorte on peut placer une des images du pointeau sur une graduation déterminée.

(r) (o) Réticule - oculaire (15×)

Le réticule (Wild) porte une échelle de 12 graduations à 0,5 mm d'intervalle; le tambour du fil micrométrique comporte 100 graduations permettant une lecture à l'estime du 2/10. Compte tenu du grossissement de la lunette ( $\times 2$ ), l'observation de l'intervalle entre pointeau et son image se fait au 0,000 5 mm près.

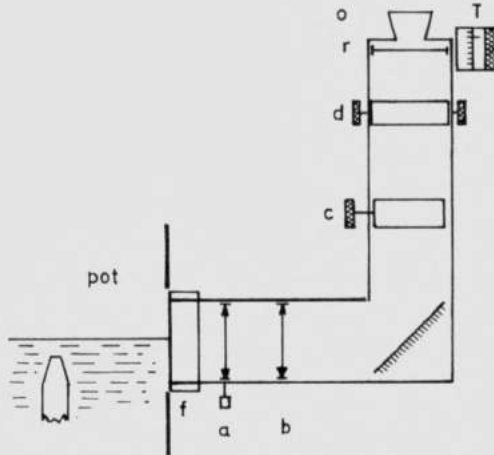


Fig. 7. — Schéma de la lunette d'observation I.G.M.

L'emploi de cette lunette nécessite l'étalonnage relatif de la graduation du tambour de pointeau et de l'échelle réticulaire. ( $c_{\text{mm}}$  par graduation du réticule).

Si pour une position donnée du pointeau:

$T_p$  est la lecture du tambour de pointeau, en mm;

$R_d, R_r$  sont les lectures du réticule pour l'image directe et pour l'image réfléchie du pointeau;

$c$  l'étalonnage relatif.

la position du plan d'eau sera:

$$M = T_p + \frac{R_r - R_d}{2} \cdot c \text{ mm}$$

On peut montrer que les conditions favorables de mesures répétées (en vue de moyenne) correspondent à de faibles valeurs de  $(R_r - R_d)$ .

Actuellement, et malgré l'existence de phénomènes extérieurs qui perturbent le niveau de l'eau, un observateur non routiné

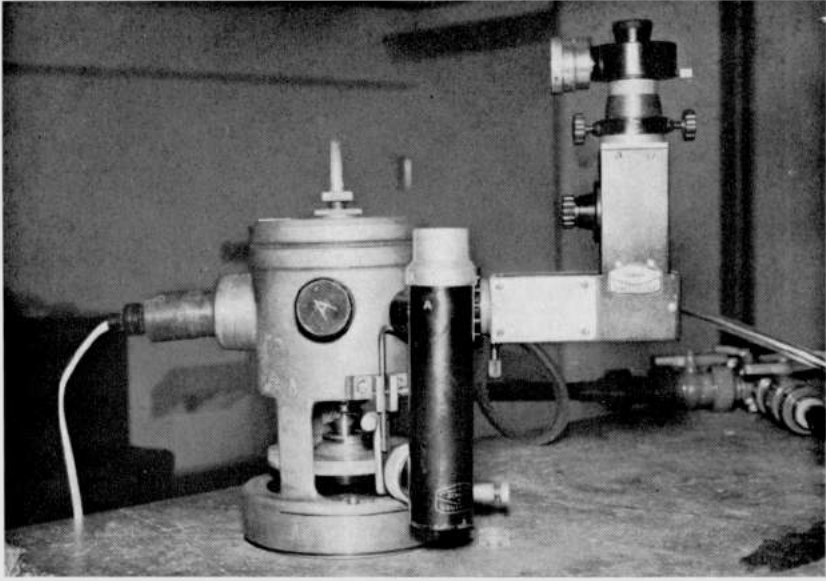


Fig. 8. — Niveau NEP - Modèle I



Fig. 9. — Equipement NEP - Modèle I monté sur pilier expérimental

du micron (au moins); l'interposition d'une loupe de lecture incorporée permettra très probablement d'améliorer cette approximation de lecture. Remarquons enfin que le dispositif de commande du comparateur est conçu de telle sorte que la réaction du comparateur soit sans influence sur la position du pointeau.

Comme cela se produit souvent, on supprime un défaut (ici la possibilité de fuite lente de l'eau, la libération de bulle d'air) et un autre inconvénient surgit! Dans notre cas ce seront les modifications, au cours des mesures, de la partie immergée de la tige du comparateur: d'où une variation du niveau de l'eau dans le pot. L'expérimentation montrera quelle solution adopter; dès à présent, on peut concevoir trois palliatifs: calcul de la perturbation produite; méthode de mesure permettant de maintenir l'effet de la perturbation en deçà de la précision de mesure; dispositif compensateur.

En ce qui concerne la portée de mesure ( $dz$ ), un jeu de six embases intercalaires par pot, dont les épaisseurs ont été judicieusement choisies, permet de rattraper des différences d'altitudes jusqu'à quelques centimètres. La mise en place des intercalaires, et celle des pots, est assurée de sorte que les positions relatives soient toujours les mêmes.

Enfin, deux types d'assise à sceller sont prévues, l'un pour un support d'assise horizontal, l'autre pour un support vertical.

La mise en œuvre du NEP. Mod. II n'éliminera pas pour autant le Modèle I. Dans l'étude d'un phénomène mal connu (ici, les mouvements du sol), on sait qu'il y a tout intérêt à utiliser divers types d'instruments. C'est d'ailleurs dans cet esprit que nous allons commencer la réalisation d'un NEP Modèle III qui sera basé sur le principe de la réflexion de la lumière, et que l'exploitation du principe du niveau à horizontalité automatique de l'axe optique fait l'objet d'une étude théorique préalable dont nous donnons les grandes lignes dans le paragraphe qui suit.

#### 4. Niveau optique auto-enregistreur (fig. 10)

Nous avons signalé [4] les résultats obtenus en 1962-63 avec un niveau automatique Zeiss Ni2 utilisé en station fixe au centre d'une base clinométrique. En procédant à 10 tours d'hor-

zon sur les 3 mires, on aboutissait à une précision sur un ( $dz$ ) de 0,06 mm (e.m.q.) pour une mesure, soit 0,014 mm pour l'exploitation complète des 10 tours d'horizon. Afin d'éliminer la cause principale (très probable) de dégradation de la précision, il faudrait assurer la simultanéité des trois visées, chacune de celles-ci correspondant à un rayon lumineux non perturbé. A cette fin, le Cap. VAN DEN AUWELANT, ingénieur a conçu le projet suivant dont la réalisation va être commencée cette année.

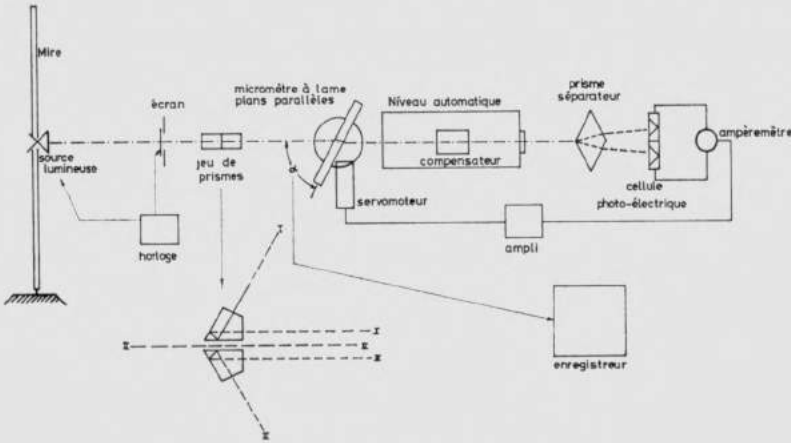


Fig. 10. — Niveau optique auto-enregistreur I.G.M.

L'équipement doit être installé à demeure au centre d'une base clinométrique comportant 3 points (ou plus) dont il faut observer les mouvements verticaux relatifs; il reçoit un signal lumineux de chacun d'eux et en enregistre les positions successives soit sur papier, soit par perforation de bande ou cartes, exploitables directement par ordinateur.

L'élément central de l'équipement est un niveau Zeiss Ni2 automatique muni d'un micromètre à lame plans parallèles approprié. La « mire » de chacun des points est en réalité une source de lumière cohérente située à la verticale du point, à une distance constante de celui-ci telle que le rayon lumineux soit reçu par le niveau. A la sortie de ce dernier, le rayon lumineux passe par un prisme séparateur afin d'agir sur une paire de cellules photo-électriques, en série et en opposition dans un circuit. Pour une position du rayon lumineux « de référence »

(réglable) aucun courant ne passe; dès qu'un déplacement vertical du rayon se produit le courant va actionner un servomoteur qui agira sur la lame plans parallèles dans le sens d'un retour à la position de référence. La correction ainsi apportée à la lame sera traduite en différence de potentiel qui actionnera un enregistreur ou un système perforateur de bande ou de cartes.

L'observation de 3 mires (ou plus) est réalisée par un jeu de prismes en avant du niveau avec système d'obturations successives commandé par une horloge à contacts; une liaison existe entre l'horloge et l'élément enregistreur (ou perforateur).

Dans le cas où la réalisation de cet équipement répondrait à nos espoirs, il sera possible d'envisager trois premières applications: la comparaison avec les résultats obtenus simultanément avec les niveaux à eau; l'enregistrement continu de l'activité d'un volcan actif, ou la surveillance de certaines parties d'ouvrages d'art, l'adaptation du principe de l'équipement, avec diverses simplifications, au nivellement de précision cheminé.

##### *5. Perspectives d'application des niveaux hydrostatiques et optiques*

Si les études qui viennent d'être décrites ont été provoquées initialement par l'actualité donnée au problème des mouvements du sol considéré sous l'angle scientifique, il convient de souligner qu'elles sont soutenues par notre conviction de leur intérêt pratique ultérieur.

Parvenir à mesurer une dénivelée au micron sans ambiguïté, c'est parvenir à déceler un mouvement de basculement de  $0''004$  pour une distance de 50 m ou  $0''001$  sur 200 m; outre l'observation de mouvements dits séculaires, on serait suffisamment équipé pour surveiller des mouvements géologiques (en ce compris les mouvements volcaniques) pouvant avoir des conséquences dangereuses pour l'homme, ainsi que des mouvements du sol d'origine humaine.

Disposer d'une gamme variée d'instruments présente l'avantage de mise en œuvre souple suivant les cas d'application, en dehors de l'intérêt de l'observation par divers types d'instruments lorsqu'il s'agit d'un phénomène complexe (ou contesté: cas d'expertise).



Dans le domaine des travaux d'ingénieur, il est incontestable que des équipements de mesure de basculement sont précieux: nous pensons aux tunnels, aux barrages (qu'il s'agisse de l'ouvrage même ou des roches sur lesquelles ils s'appuient), aux immeubles modernes de plus en plus audacieux, aux vieux monuments menacés dans leur stabilité, aux accélérateurs, aux travaux miniers, etc.

Selon les cas d'espèce, il conviendra de faire un choix. Les niveaux hydrostatiques présentent certains avantages: si l'on prévoit l'installation permanente de la tuyauterie ainsi que des assises des pots à eau, la méthode est économique, puisqu'un seul équipement peut servir en plusieurs endroits; elle est d'application aisée, car elle n'exige pas d'observateurs particulièrement spécialisés, mais seulement consciencieux et au courant. Un progrès à envisager ultérieurement sera l'adjonction d'un système d'enregistrement; encore sera-t-il sage d'attendre d'abord les résultats de l'étude du niveau optique auto-enregistreur.

Celui-ci présentera l'avantage de l'enregistrement. Mais il sera probablement plus coûteux que le système hydrostatique. Sauf si, comme nous l'évoquions plus haut, on parvient à le simplifier. Cette simplification devra avoir comme premier objectif l'application de l'équipement au nivellement géométrique cheminé pour lequel, à part l'introduction du niveau automatique — qui a fait gagner 35 % dans la rapidité des opérations sur le terrain — on n'a enregistré aucun progrès qui soit à l'échelle de notre temps. Comme depuis toujours, l'opérateur de nivellement vise des mires équidistantes, inscrit des colonnes de chiffres lectures arrières - lectures avants et procède aux interminables opérations élémentaires de + et de — sans même pouvoir recourir à une calculatrice électronique. Cet état de choses montre quel progrès il faudrait faire dans ce domaine. Le tout sera de trouver l'idée simple et d'une application économique.

I.G.M., Service Nivellement-Gravimétrie

Le 30 juin 1967.

BIBLIOGRAPHIE

- [ 1 ] BRUHAT, G.: Mécanique (Masson, 1955, 5<sup>e</sup> Ed.).
- [ 2 ] EATON, J.-P.: A portable water-tube tiltmeter (*Bull. of the Seism. Sy of America*, Vol. 49, 4, oct. 1959).
- [ 3 ] EGEDAL, J.: On the application of the hydrostatic method to leveling and to determination of vertical movements in the Earth's Crust. (Danske Meteorologiske Institut, Public. n<sup>o</sup> 10, 1947).
- [ 4 ] JONES, L.: Utilisation des nivellements dans l'étude des mouvements du sol (ARSOM, *Bull. des Séances*, 1964, 4).
- [ 5 ] LE BOITEUX, H.: Mécanique physique des milieux fluides (Ch. Béranger, 1961).
- [ 6 ] MEISSER, O.: Sehr genaue Schlauchwaagenmessungen und praktische Anwendungen (Techn. Univ., SOPRON, 1956).
- [ 7 ] PLATRIER, C.: Mécanique rationnelle (Dunod, 1954).
- [ 8 ] Proceedings of the second international symposium on recent crustal movements (Anlanko, Finland, August 1965). (*An. Acad. Scien.*, Séries A, III, 90, Helsinki, 1966): KUKKAMÄKI, T.-J.: Recording of the secular landtilting with pipe level (p. 209-211).
- [ 9 ] ROLA, F.: Zastosowanie reperó przenośnych w niwelacji hydrostatycznej (nivellement hydrostatique cheminé) (Polska Akademia Nauk, T XI, 3-4, 1962).
- [ 10 ] WOLF, K.-L.: Physik und Chemie der Grenzflächen (Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1959).

**Séance du**

**Zitting van**

**14.7.67**

Cette séance a été annulée,  
aucune communication n'ayant  
été annoncée.

Deze zitting werd afge-  
last, daar geen enkele mede-  
deling aangekondigd was.

TABLE DES MATIERES — INHOUDSTAFEL

Séances des Classes	Zittingen der Klassen	Pages - Blz.
Sciences morales et politiques — <i>Morele en Politieke Wetenschappen</i>		
	22.5.1967 ... ..	620; 621
	14.6.1967 ... ..	722; 723
	10.7.1967 ... ..	780; 781
Sciences naturelles et médicales — <i>Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen</i>		
	23.5.1967 ... ..	852; 853
	27.6.1967 ... ..	864; 865
	11.7.1967 ... ..	888; 889
Sciences techniques — <i>Technische Wetenschappen</i>		
	26.5.1967 ... ..	914; 915
	30.6.1967 ... ..	962; 963
	14.7.1967 ... ..	1 009
<b>Bibliografisch Overzicht der K.A.O.W. 1967</b>		
Nota's 57 tot 77	... ..	625; 699-720
Nota's 78 tot 102	... ..	783; 825-850
<b>Bienvenue</b>		
DESCHAMPS, H.	... ..	620; 635-636
GANSHOF VAN DER MEERSCH, W.-J.	... ..	620; 635-636
GIROUD, P.	... ..	852; 853
Colloque : Cf. Représentation de l'ARSOM		
Colloquium : Cf. Vertegenwoordiging der K.A.O.W.		
Comité secret	... ..	624; 726; 782; 856; 890; 918; 964
Commissie voor de Biografie	... ..	625
Commissie voor Geschiedenis	... ..	623

	Pages - Blz.
Commission de la Biographie ... ..	624
Commission d'Histoire ... ..	622
<b>Communications et notes</b>	
BOURGEOIS, Edm. : Présentation de la note de L. de Sousberghe et J. Ndembe : « La parenté chez les Lokele » ... ..	724; 728-731
— : Quelques aspects de la pro- motion agricole dans un pays en développement	780; 786-823
COUPEZ, A. : Le problème de l'expansion bantoue ... ..	724
DESCHAMPS, H. : Les Continents, fiction géogra- phique ... ..	620; 637-648
DE SOUSBERGHE, L. - NDEMBE, J.: La parenté chez les Lokele ... ..	724; 728-731; 732-745
DEVAUX, V.: Intervention concernant la note de J.-P. Pierard : « La dot congolaise, sa situation actuelle et son avenir » ... ..	629-634
EVENS, F. : La lutte contre les insectes par la métho- de des mâles stériles ... ..	854; 855
EVRRARD, P.: La Conférence technique du Conseil in- ternational de l'Etain ... ..	918; 919; 958-961
FIERENS, P. - MILANTS, H.-Y. : Etude cinétique de la dissolution du cuivre, sous pression d'oxy- gène, en présence de diéthylènetriamine ou de triéthylènetétramine ... ..	916 ; 917; 927-957
GIROUD, P. : Au sujet de l'étiologie de certaines lésions vasculaires chez les jeunes ... ..	852; 858-863
GRÉVISSE, F. : Intervention concernant la note de J.-P. Pierard : « La dot congolaise, sa situation ac- tuelle et son avenir » ... ..	626-628
JONES, L. : Surveillance des mouvements verticaux du sol. - Recherches sur les appareils de mesure	964; 965; 989-1 008
KAGAME, A.: Description du culte rendu aux trépas- sés du Rwanda ... ..	724; 746-779
LEBRUN, J.: Présentation du « Dictionary of the flowering plants and ferns » de J.C. Willis ... ..	888; 909-912
LEDERER, A.: Les progrès du moteur Diesel, facteurs de développement du tiers monde ... ..	962; 963; 966-988
MILANTS, H.-Y.: Cf. FIERENS, P.	

MOSMANS, G.: A propos de l'assistance technique au Congo ... ..	622; 649-656
NDEMBE, J.: Cf. DE SOUSBERGHE, L.	
ROBYNS, W.: Le Palais des plantes au Jardin botanique national de Belgique ... ..	864; 868-876
— : Het Plantenpaleis in de Nationale Plantentuin van België ... ..	865; 878-886
ROLLET, A.: Centrale géothermique de Kiabukwa. - Résultats économiques obtenus ... ..	916; 917; 920-926
STENGERS, J.: Bienvenue à MM. H. Deschamps et W.-J. Ganshof van der Meersch ... ..	620; 635-636
— : Décès de J.-M. Jadot ... ..	780; 784-785
THIELEMANS, M.-R.: Les projets coloniaux de Metton-Leduc ... ..	622; 657-673
VAN DEN ABEELE, M.: Le caoutchouc naturel dans le monde, hier et demain ... ..	888; 892-908
VANDEWOUDE, E.: Een plan van Leopold II tot industriële prospectie van China en Japan (1868-1873)	625; 674-697
Concours annuel 1967 ... ..	624; 854; 890; 918
Congrès : Cf. Représentation de l'ARSOM - Vertegenwoordiging der K.A.O.W.	
Dankbetuigingen (H. DESCHAMPS) ... ..	723
<b>Décès</b>	
BEELAERTS, J. ... ..	914; 915
FRENAY, E. ... ..	914; 915
JADOT, J.-M. ... ..	780; 781; 784-785
Démission (W.-L. DE KEYSER) ... ..	918
<b>Elections</b>	
BOUILLON, A. (correspondant) ... ..	890; 891
CORNET, R.-J. (titulaire) ... ..	782; 783
DE CUYPER, J. (associé) ... ..	964; 965
GEIGY, R. (correspondant) ... ..	890; 891
JADIN, L. (associé) ... ..	782; 783
ROCHER, L. ... ..	726; 727

Geheim comité ... .. 626; 727; 783; 857; 891; 919; 965

INCIDI: XXXIV<sup>e</sup> session internationale ... .. 726; 727

LE RAY, D.: Mécanisme de la virulence des Trypanosomes (mention honorable concours 1967) ... .. 854; 855; 890; 891

Mededelingen en nota's: Cf. Communications et notes

Mémoires (Présentation de)

ROCHER, L.: Le problème linguistique en Inde ... .. 722; 723

VANHOVE, J.: Histoire du Ministère des colonies ... .. 622; 623

Ontslag (W.-L. DE KEYSER) ... .. 919

Overlijden: Cf. Décès

Remerciements (H. DESCHAMPS) ... .. 722

Représentation de l'ARSOM

Au colloque sur l'état et les perspectives des sciences africaines en Belgique et dans les Pays-Bas (Cologne, 26-27 mai 1967) (M. WALRAET) ... .. 624

Au 4<sup>e</sup> symposium de géologie africaine (Sheffield, 19-20 avril 1967) (L. CAHEN - J. LEPERSONNE - M.-E. DENAEYER) ... .. 854

Au congrès sur la stratigraphie du Gondwana en Amérique du Sud (Buenos Aires, octobre 1967) (M.-E. DENAEYER) ... .. 856

Revue bibliographique de l'ARSOM 1967

Notices 57 à 77 ... .. 624; 699-720

Notices 78 à 102 ... .. 782; 825-850

Symposium: Cf. Représentation de l'ARSOM - Ver-  
tegenwoordiging der K.A.O.W.

Verhandelingen (Voorlegging van): Cf. Mémoires

Verkiezingen : Cf. Elections

**Vertegenwoordiging der K.A.O.W.**

Op het colloquium over de stand en de vooruitzichten van de Afrika-wetenschappen in België en Nederland (Keulen, 26-27 mei 1967) (M. WALRAET) ... ..	625
Op het 4 <sup>e</sup> symposium voor Afrikaanse geologie (Sheffield, 19-20 april 1967) (L. CAHEN - J. LEPERSONNE - M.-E. DENAEYER) ... ..	855
Op het congres over de stratigrafie van Gondwana in Zuid-Amerika (Buenos Aires, oktober 1967) (M.-E. DENAEYER) ... ..	857
<b>Wedstrijd (Jaarlijkse) 1967</b> ... ..	625; 855; 891; 919
<b>Welkomstgroeten : Cf. Bienvenue</b>	



ACHEVÉ D'IMPRIMER LE 27 NOVEMBRE 1967  
PAR L'IMPRIMERIE SNOECK-DUCAJU & FILS  
S.A.  
GAND-BRUXELLES